



**PLEASE CHECK FOR CHANGE INFORMATION
AT THE REAR OF THIS MANUAL.**

**DC 5010
PROGRAMMABLE
UNIVERSAL
COUNTER/TIMER
WITH OPTIONS**

Francais Deutsch 日本語

INSTRUCTION MANUAL

**Tektronix, Inc.
P.O. Box 500
Beaverton, Oregon 97077**


Serial Number -

070-3897-02
Product Group 76

First Printing AUG 1981
Revised JUL 1983

Copyright © 1981, 1983 Tektronix, Inc. All rights reserved. Contents of this publication may not be reproduced in any form without the written permission of Tektronix, Inc.


Products of Tektronix, Inc. and its subsidiaries are covered by U.S. and foreign patents and/or pending patents.

TEKTRONIX, TEK, SCOPE-MOBILE, and  are registered trademarks of Tektronix, Inc.

Printed in U.S.A. Specification and price change privileges are reserved.


Copyright © 1981, 1983 durch Tektronix, Inc. Alle Rechte vorbehalten. Der Inhalt dieser Publikation darf ohne Genehmigung von Tektronix, Inc. nicht weitergegeben werden.

Produkte von Tektronix, Inc. und seinen Tochtergesellschaften sind durch US- und Auslandspatente und/oder schwebende Patente abgedeckt.

TEKTRONIX, TEK, SCOPE-MOBILE und  sind geschützte Warenzeichen von Tektronix, Inc.


Gedruckt in U.S.A. Spezifikations- und Preisänderungen bleiben vorbehalten.

Copyright © 1981, 1983 TEKTRONIX INC. Tous droits réservés. Le contenu de ce manuel ne peut être reproduit sous quelque forme que ce soit sans l'accord de Tektronix Inc.

Tous les produits TEKTRONIX sont brevetés US et Etranger et les logotypes TEKTRONIX, TEK SCOPE MOBILE,  sont déposés.

Imprimé aux USA. TEKTRONIX se réserve le droit de modifier : caractéristiques et prix dans le cadre de développements technologiques.

© 1981, 1983 年版權所有テクトロニクス社。不許複製。

TEKTRONIX、TEK、SCOPE-MOBILE、 はテクトロニクス社の登録商標です。

米国にて印刷。仕様及び価格は予告なく変更する場合があります。

INSTRUMENT SERIAL NUMBERS

Each instrument has a serial number on a panel insert, tag, or stamped on the chassis. The first number or letter designates the country of manufacture. The last five digits of the serial number are assigned sequentially and are unique to each instrument. Those manufactured in the United States have six unique digits. The country of manufacture is identified as follows:

B000000	Tektronix, Inc., Beaverton, Oregon, USA
100000	Tektronix Guernsey, Ltd., Channel Islands
200000	Tektronix United Kingdom, Ltd., London
300000	Sony/Tektronix, Japan
700000	Tektronix Holland, NV, Heerenveen, The Netherlands

LANGUAGES

INSTRUCTIONS D'UTILIZATION

BEDIENUNGSALLEITUNG

取扱説明

TABLE OF CONTENTS

	Page		Page
LIST OF ILLUSTRATIONS	iv	Measurement Examples	2-9
OPERATORS SAFETY SUMMARY	v	PROGRAMMING	2-16
SERVICE SAFETY SUMMARY	vii	Introduction	2-16
Section 1 SPECIFICATION		Commands	2-18
Instrument Description	1-1	Functional Command List	2-18
Instrument Options	1-1	Detailed Command List	2-20
Standard Accessories	1-1	Messages and Communication	
Performance Conditions	1-1	Protocol	2-40
Safety Certification	1-1	Status and Error Reporting	2-44
Electrical Characteristics	1-2	Sending Interface Control Messages	2-46
Miscellaneous	1-12	Example Programs	2-46
Environmental	1-12	Programming Hints	2-48
Physical Characteristics	1-13	Chapitre 2 INSTRUCTIONS D'UTILISATION	
Section 2 OPERATING INSTRUCTIONS		Introduction	2-1
Introduction	2-1	Préparation	2-1
Preparation For Use	2-1	Utilisation du panneau avant	2-2
Front Panel Operation	2-2	Procédure de familiarisation	2-7
OPERATORS FAMILIARIZATION	2-7	Introduction	2-7
Introduction	2-7	Conditions d'entrée	2-7
Input Considerations	2-7	Conditions de mesure	2-8
Measurement Considerations	2-8	Exemples de mesure	2-9
		Programmation	2-16
		Introduction	2-16

TABLE OF CONTENTS (cont)

Section 4 CALIBRATION (cont)	Page	Section 4 CALIBRATION (cont)	Page
Check RISE/FALL Input Impedance: 50 Ω , $\pm 3\%$, 1 M Ω , 500 k Ω , $\pm 2\%$ (60 MHz sinewave at high level)	4-8	Check the Analog Board +5 V Accuracy ($\pm 2\%$)	4-16
Check the Input Sensitivity: X1 Attenuator, DC and AC Coupled; 50 Ω \leq 70 mV p-p	4-8	Check the Analog Board +12 V Accuracy ($\pm 2\%$)	4-16
Check the Input Sensitivity: X5 Attenuation, DC and AC Coupled; 50 Ω \leq 350 mV p-p	4-9	Check the Analog Board -5 V Accuracy ($\pm 5\%$)	4-16
Check Input Sensitivity: X1 Attenuation, DC and AC Coupled; 1 M Ω , \leq 42 mV p-p at \leq 300 MHz	4-10	Adjust the Standard Timebase Accuracy, C1521, Osc Adj	4-16
Check Input Sensitivity: X5 Attenuation, DC and AC Coupled; 1 M Ω , \leq 350 mV at \leq 200 MHz	4-10	Adjust the Optional Timebase Accuracy, Y1530	4-16
Check Input Sensitivity: X1 Attenuation, DC and AC Coupled; 1 M Ω , \leq 70 mV at \leq 200 MHz	4-11	Adjust R1205, A Off, and R1207, B Off	4-16
Check Input Sensitivity: X5 Attenuation, DC and AC Coupled; 1 M Ω , \leq 210 mV p-p at \leq 300 MHz	4-11	Adjust R1206, B Rng, and R1204, A Rng	4-17
Check Width A: Range \leq 4 ns; Minimum Time Stop Edge To Start Edge, \leq 8.5 ns	4-12	Adjust AT1505 (Channel A) and AT1533 (Channel B), Attenuator Compensation	4-17
Check EVENTS B DUR A Minimum Pulse Width, \leq 4.0 ns and \leq 8.5 ns	4-12	Adjust AT1505 (Channel A) and AT1533 (Channel B), Attenuator Input Capacitance	4-18
Check Delay Mismatch: Int, \leq 2 ns	4-12	Adjust ECL Threshold Reference	4-18
Check Minimum TIME B \rightarrow A, \leq 12.5 ns	4-12		
Check Probe Compensation	4-14		
Check the GPIB Bus Through the Controller	4-14		
ADJUSTMENT PROCEDURE		Section 5 MAINTENANCE	
Introduction	4-15	Static-Sensitive Components	5-1
Test Equipment Required	4-15	Test Equipment	5-1
PRELIMINARY CONTROL		Circuit Board Removal and Replacement	5-2
SETTINGS	4-15	Magnetic Latch Relays	5-2
Preparation	4-15	Cleaning Instructions	5-4
Check the Digital Board +12 V Accuracy ($\pm 2\%$)	4-15	Obtaining Replacement Parts	5-4
Check the Digital Board -12.2 V Accuracy ($\pm 2\%$)	4-15	Ordering Parts	5-5
Check the Digital Board +5 V Accuracy ($\pm 2\%$)	4-15	Soldering Techniques	5-5
Check the Digital Board +2.5 V (V_{ref}) Accuracy ($\pm 1\%$)	4-15	Interconnecting Pins	5-5
		Square Pin Assemblies	5-5
		Bottom Entry and Side Entry Circuit Board Pin Sockets	5-6
		Multipin Connectors	5-6
		REAR INTERFACE CONNECTORS	5-7
		Functions Available at Right Rear Interface Connector (P1600)	5-7
		Functions Available at Left Rear Interface Connector (P1820)	5-8
		GPIB Rear Interface Connector (P1001)	5-8
		Functions Available at GPIB Connector	5-8

TABLE OF CONTENTS (cont)

	Page
Section 5 MAINTENANCE (cont)	
BUS ADDRESS AND MESSAGE	
TERMINATOR SWITCHES.....	5-8
Setting the GPIB Address	
Switches.....	5-8
Setting the Input/Output	
Message Terminator Switch.....	5-9
DIAGNOSTICS	5-10
Introduction.....	5-10
Equipment Required.....	5-10
Adjustment and Test Point	
Locations	5-10
Self Test	5-10
Test Function	5-11
TROUBLESHOOTING.....	5-11
SIGNATURE ANALYSIS.....	5-11
Introduction.....	5-11
Internal Signature Analysis.....	5-11
Kernel Signature Analysis	5-11
Selected Components (R1307 and	
R1326)	5-13
Section 6 OPTIONS	
OPTION 01	6-1
Section 7 REPLACEABLE ELECTRICAL PARTS	
Section 8 DIAGRAMS AND ILLUSTRATIONS	
Section 9 REPLACEABLE MECHANICAL PARTS	

LIST OF ILLUSTRATIONS

Fig. No.	Page	Fig. No.	Page
		5-6	Right rear interface connector assignments 5-7
		5-7	Left rear interface connector assignments . 5-8
2-1	Plug-in installation and removal 2-2	5-8	Rear GPIB interface connector assignments 5-8
2-2	DC 5010 front panel display, controls and connectors. 2-3	5-9	Bus address and message terminator switches. 5-9
2-3	Advantages in signal attenuation 2-8	5-10	Kernel signature analysis connections 5-12
2-4	Typical triggering levels and sources of trig- gering errors 2-10		
2-5	Measurement examples for WIDTH A and TIME A → B 2-11		
2-6	Measurement example for synchronous in- put signals. 2-11		
2-7	Measurement example, EVENTS B DURING A. 2-12		
2-8	Measurement example for risetime. 2-13		
2-9	Examples of arming 2-15		
2-10	Quick command list. 2-17		
2-11	ASCII and IEEE 488 (GPIB) code chart . . . 2-41		
4-1	Performance Check setup for step 3 4-3	8-1	Analog Board (A12).
4-2	Performance Check setup for steps 4 and 7 4-4	8-2	Auxiliary Board (A18).
4-3	Performance Check setup for steps 5 and 14 4-5	8-3	Adjustment setup for steps 10 and 11.
4-4	Performance Check setup for step 6 4-7	8-4	Adjustment setup for steps 12 and 13.
4-5	Performance Check setup for steps 8, 9, 10, 11, 12, and 13. 4-9	8-5	General troubleshooting flow chart.
4-6	Performance Check setup for step 15 4-13	8-6	Internal signature analysis "A" (Digital Board).
5-1	Circuit boards removal and replacement . . 5-3	8-7	Internal signature analysis "B" (Digital Board).
5-2	Method of removing magnetic latch relay armature 5-4	8-8	Internal signature analysis (Analog Board).
5-3	Typical square pin assembly. 5-5	8-9	Internal signature analysis (Auxiliary Board).
5-4	Bottom entry circuit board pin socket 5-6	8-10	Kernel signature analysis (Digital Board).
5-5	Orientation and disassembly of multipin connectors. 5-6	8-11	Kernel signature analysis (GPIB Board).
		8-12	Analog board (A12).
		8-13	Digital board (A16).
		8-14	Auxiliary board (A18).
		8-15	Display board (A10).
		8-16	GPIB board (A14).

NOTE

The following illustrations are located in the diagrams section at the rear of this manual.

OPERATORS SAFETY SUMMARY

The general safety information in this part of the summary is for both operating and servicing personnel. Specific warnings and cautions will be found throughout the manual where they apply, but may not appear in this summary.

TERMS

In This Manual

CAUTION statements identify conditions or practices that could result in damage to the equipment or other property.

WARNING statements identify conditions or practices that could result in personal injury or loss of life.

As Marked on Equipment

CAUTION indicates a personal injury hazard not immediately accessible as one reads the marking, or a hazard to property including the equipment itself.

DANGER indicates a personal injury hazard immediately accessible as one reads the marking.

SYMBOLS

In This Manual



This symbol indicates where applicable cautionary or other information is to be found.

As Marked on Equipment



DANGER — High voltage.



Protective ground (earth) terminal.



ATTENTION — refer to manual.

Power Source

This product is intended to operate from a power module whose power source will not apply more than 250 volts rms between the supply conductors or between either supply conductor and ground. A protective ground connection by way of the grounding conductor in the power cord is essential for safe operation.

Grounding the Product

This product is grounded through the grounding conductor of the power module power cord. To avoid electrical shock, plug the mainframe power cord into a properly wired receptacle before connecting to the product input or output terminals. A protective ground connection by way of the grounding conductor in the power cord is essential for safe operation.

Danger Arising From Loss of Ground

Upon loss of the protective-ground connection, all accessible conductive parts (including knobs and controls that may appear to be insulating) can render an electric shock.

Use the Proper Fuse

To avoid fire hazard, use only the fuse of correct type, voltage rating and current rating as specified in the parts list for your product.

Refer fuse replacement to qualified service personnel.

Do Not Operate in Explosive Atmospheres

To avoid explosion, do not operate this product in an explosive atmosphere unless it has been specifically certified for such operation.

Do Not Operate Without Covers

To avoid personal injury, do not operate this product without covers or panels installed. Do not apply power to the plug-in via a plug-in extender.

SERVICE SAFETY SUMMARY

FOR QUALIFIED SERVICE PERSONNEL ONLY

Refer also to the preceding Operators Safety Summary.

Do Not Service Alone

Do not perform internal service or adjustment of this product unless another person capable of rendering first aid and resuscitation is present.

Use Care When Servicing With Power On

Dangerous voltages may exist at several points in this product. To avoid personal injury, do not touch exposed connections and components while power is on.

Disconnect power before removing protective panels, soldering, or replacing components.

Power Source

This product is intended to operate in a power module connected to a power source that will not apply more than 250 volts rms between the supply conductors or between either supply conductor and ground. A protective ground connection by way of the grounding conductor in the mainframe power cord is essential for safe operation.

RECAPITULATIF DES CONSIGNES DE SECURITE

Termes utilisés dans ce manuel

Les paragraphes intitulés ATTENTION identifient les circonstances ou opérations pouvant entraîner la détérioration de l'appareil ou de tout autre équipement.

Les paragraphes intitulés AVERTISSEMENT indiquent les circonstances dangereuses pour l'utilisateur (danger de mort ou risque de blessure).

Repères gravés sur l'appareil

CAUTION (ATTENTION) : ce mot identifie les zones de risque de blessure non perceptibles immédiatement ou un risque éventuel de détérioration de l'appareil.

DANGER (DANGER) : ce mot indique les zones de risque immédiat pouvant entraîner blessures ou mort.

Symboles gravés sur l'équipement



DANGER – Haute tension



Borne de masse de protection (terre)



ATTENTION – se reporter au manuel

Source d'alimentation

L'appareil est conçu pour fonctionner à partir d'une source d'alimentation maximale de 250 V efficaces entre les conducteurs d'alimentation ou entre chaque conducteur d'alimentation et la terre. Pour utiliser l'appareil en toute sécurité, une connexion à la masse, réalisée au moyen d'un conducteur prévu dans le cordon d'alimentation, est indispensable.

Mise à la masse de l'appareil

Une fois installé dans le châssis d'alimentation, l'appareil est relié à la masse à l'aide d'un conducteur du cordon d'alimentation. Pour éviter tout choc électrique, insérer la prise du cordon d'alimentation dans une prise de distribution correspondante avant de connecter l'entrée ou les sorties de l'appareil. Pour utiliser l'appareil en toute sécurité, une connexion à la masse réalisée au moyen d'un conducteur prévu dans le cordon d'alimentation, est indispensable.

Danger provoqué par la coupure de connexion de masse

En cas de coupure de la connexion de masse, tous les éléments conducteurs accessibles (y compris boutons et commandes apparaissant isolants) peuvent provoquer un choc électrique.

Utiliser le cordon d'alimentation approprié

N'utiliser que le cordon d'alimentation et la prise recommandés pour votre appareil. Utiliser un cordon d'alimentation en parfait état. Seul, un personnel qualifié peut procéder à un changement de cordon et prises.

Utiliser le fusible approprié

Pour éviter tout risque d'accident (incendie...) n'utiliser que le fusible recommandé pour votre appareil. Le fusible de remplacement doit toujours correspondre au fusible remplacé : même type, même tension et même courant. Un remplacement de fusible ne doit être effectué que par un personnel qualifié.

Ne pas utiliser l'appareil en atmosphère explosive

Pour éviter toute explosion, ne pas utiliser cet appareil dans une atmosphère de gaz explosifs.

Ne pas démonter les capots

Pour éviter toute blessure, ne pas utiliser cet appareil sans capots ou panneaux. Ne pas alimenter le tiroir à travers un prolongateur.

CONSIGNES DE SECURITE

UNIQUEMENT DESTINEES AU PERSONNEL DE MAINTENANCE

Ne dépannez pas seul

Ces consignes s'adressent exclusivement à un personnel qualifié. Il est également indispensable de se reporter aux consignes de sécurité précédentes. Toute intervention interne ou réglage doit s'effectuer en présence d'une autre personne capable d'assurer les premiers secours en cas de danger.

Agir avec précaution lorsque l'appareil est sous tension

Des potentiels dangereux existent en différents points de l'appareil. Pour éviter toute blessure, ne pas intervenir sur les connexions et les composants alors que l'appareil est sous

tension. Débrancher l'alimentation avant le démontage des panneaux, soudure ou remplacement de composants.

Source d'alimentation

Cet appareil est conçu pour fonctionner à partir d'une source d'alimentation qui n'applique pas plus de 250 V efficaces entre les conducteurs d'alimentation ou entre un conducteur et la masse. Pour utiliser l'appareil en toute sécurité, une connexion à la masse réalisée au moyen d'un conducteur prévu dans le cordon d'alimentation est indispensable.

SICHERHEITSGANGABEN FÜR DEN ANWENDER

Die allgemeinen Sicherheitsinformationen in diesem Teil der Angaben dienen dem Anwender- und Servicepersonal. Spezielle Warnungen und Hinweise sind überall im Handbuch zu finden, müssen jedoch in diesen Angaben nicht erscheinen.

BEGRIFFE

In diesem Handbuch

VORSICHTSHINWEISE erläutern Bedingungen, die zur Zerstörung des Gerätes oder anderer Gegenstände führen können.

WARNUNGSHINWEISE erläutern Bedingungen, die zu Personenschäden führen können oder lebensgefährlich sind.

Markierungen auf dem Gerät

CAUTION – VORSICHT weist darauf hin, daß durch zufälliges Berühren an einer nicht unmittelbar zugänglichen Stelle Personenschaden entstehen kann, oder Schaden am Gerät selbst.

DANGER – GEFAHR weist darauf hin, daß durch zufälliges Berühren an einer zugänglichen Stelle Personenschaden entstehen kann.

ding von elektrischen Schlägen vor der Beschaltung der Ein- und Ausgänge ist der Netzstecker in eine korrekt verdrahtete Steckdose einzustecken. Verwenden Sie den Schutzleiter nicht als einzige Verbindung zwischen zwei oder mehreren Geräten. Zur Vermeidung von elektrischen Schlägen sind die Geräte untereinander mit separaten Leitungen zu verbinden.

Gefahr durch fehlende Schutzterde

Durch eine fehlende Schutzterde können alle berührbaren, leitenden Teile (einschließlich Knöpfe und andere Bedienungselemente, die isoliert sind) einen elektrischen Schlag bei der Berührung auslösen.

Verwendung eines richtigen Netzkabels

Verwenden Sie nur Netzkabel, die für die Versorgungseinheit geeignet sind und die sich in gutem Zustand befinden.

Für detaillierte Informationen über Kabel und Stecker beziehen Sie sich bitte auf Abbildungen innerhalb des Handbuches.

Ein Austausch von Kabeln und Steckern ist nur von geschultem Personal vorzunehmen.

SYMBOLE

In diesem Handbuch



Dieses Symbol zeigt an, wo Vorsicht walten zu lassen ist, oder wo Informationen zu finden sind.

Markierungen auf dem Gerät



GEFAHR – Hochspannung.



Schutzerdungskontakt.



ACHTUNG – beziehen Sie sich auf das Handbuch.

Netzspannungsversorgung

Die Betriebsspannung für dieses Gerät darf 250 V_{eff} nicht überschreiten und ist an die Versorgungsleitungen bzw. an eine Versorgungsleitung und Masse anzulegen. Innerhalb des Netzanschlußkabels muß ein Schutzleiter vorhanden sein, der mit Gerätemasse verbunden ist.

Masseanschluß des Gerätes

Dieses Gerät wird über den Schutzleiter der Versorgungseinheit mit Erdpotential verbunden. Zur Vermeidung

Verwendung einer richtigen Sicherung

Zur Vermeidung von Brandschäden sind nur Sicherungen zu verwenden, die in den Teilleisten dieses Gerätes aufgeführt sind und die in Spannungs- und Stromwert entsprechend sind.

Ersatz von Sicherungen ist nur von geschultem Personal vorzunehmen.

Arbeiten Sie nicht in explosiver Umgebung

Zur Vermeidung von Explosionen ist die Inbetriebnahme dieses Gerätes in explosiver Umgebung zu unterlassen, wenn das Gerät nicht dafür geeignet ist.

Entfernen Sie keine Gehäuseabdeckungen

Zur Vermeidung von Personenschäden sind keine Gehäuseteile zu entfernen. Auch ist das Gerät ohne Gehäuse nicht in Betrieb zu nehmen.

Arbeiten Sie nicht ohne Gehäuseabdeckung

Zur Vermeidung von Personenschäden ist das Gerät nicht ohne Gehäuse in Betrieb zu nehmen. Der Einschub sollte nicht über einen Verlängerungsadapter betrieben werden.

SICHERHEITSAANGABEN FÜR DEN SERVICE

NUR FÜR GESCHULTES PERSONAL

Beziehen Sie sich auch auf die vorangehenden Sicherheitsangaben für den Anwender.

Führen Sie keine Servicetätigkeiten alleine durch

Nehmen Sie an dem Gerät keine Service- oder Einstellarbeiten vor, wenn nicht eine andere Person verfügbar ist, um im Bedarfsfall Erste Hilfe oder Wiederbelebungsversuche zu leisten.

Lassen Sie besondere Vorsicht walten, wenn Sie an einem unter Spannung stehenden Gerät arbeiten

An verschiedenen Stellen im Gerät liegen hohe und damit gefährliche Spannungen. Zur Vermeidung von Personen-

schäden sind solche Stellen und Bauteile nicht zu berühren, während Betriebsspannung anliegt.

Vor dem Entfernen von Gehäuseteilen, Löten oder Ersetzen von Bauteilen ist immer die Betriebsspannung zu entfernen.

Netzspannungsversorgung

Die Betriebsspannung für dieses Gerät darf $250 V_{\text{eff}}$ nicht überschreiten und ist an die Versorgungsleitungen bzw. an eine Versorgungsleitung und Masse anzulegen. Innerhalb des Netzanschlußkabels muß ein Schutzleiter vorhanden sein, der mit Gerätemasse verbunden ist.

ご使用の前に

機器の操作、保守、修理のすべての面で安全にご使用いただくため次の2項の注意および手順をお守り下さい。

安全なご使用のために

この項目では操作する人およびサービス・エンジニアの方に安全にお取扱いただくための注意事項が述べられています。

用語

マニュアル中の用語

注意の項は本機器または他の接続機器に損傷を及ぼす恐れのある場合の注意です。

警告の項は人体に損傷を与えたり生命に危険を及ぼす恐れのある場合の注意です。

機器上に記されている用語

CAUTIONは人体および本機器または周辺機器に損傷を及ぼす恐れがある部分を示しています。

DANGERは人体に損傷を及ぼしたり生命に危険を与える恐れがある部分を示しています。

記号

この取扱説明書に出てくる記号



このマークは適切な注意、または他の項目を参照する必要がある場合を指示しています。

機器に記された記号



危険——高電圧



保護用接地端子



注意——取扱説明書参照

電源

本機器は電源コードの線間、あるいは電源コードとグラウンド間が250Vrms 以内の範囲の電源で作動します。安全のために電源コードのアース線で接地して下さい。

機器の接地

本機器は電源コードのアース線で接地されます。電氣的ショックを避けるために、電源コードをコンセントに差し込んでから、機器の入、出力端子への接続を行って下さい。電源コード中のアース線は必ず接地して下さい。

電源本体の接地

電氣的ショックを防止するため、電源本体は確実に接地して下さい。接地が行われていないと、導体の部品（絶縁処理されたノブおよびコントロールつまみを含む。）により電氣的ショックを受けることがあります。

電源コード

電源コードとコネクタは機器に適合するものをお使い下さい。

電源コードに損傷がないことをお確かめ下さい。

電源コードとコネクタに関する詳細は本体取扱説明書をご参照下さい。

電源コードとコネクタの交換については当社エンジニアにおたずね下さい。

ヒューズ

危険防止のため、マニュアルに記載されている仕様に適合するヒューズをご使用下さい。

ヒューズの交換に関する詳細は、当社フィールド・エンジニアにおたずね下さい。

爆発防止

危険防止のため、爆発性のガスが周囲にあるような所では作動させないで下さい。

カバー、パネルについて

プラグインのカバーやパネルを取りはずしたまま作動させないで下さい。

修理上の注意

サービス・エンジニアの方へ

“操作上の注意”を先にお読み下さい。

1人でサービスを行わないで下さい。

機器の内部点検または修理は、万一の場合に備えて応急処置のできる人がいる所で行って下さい。

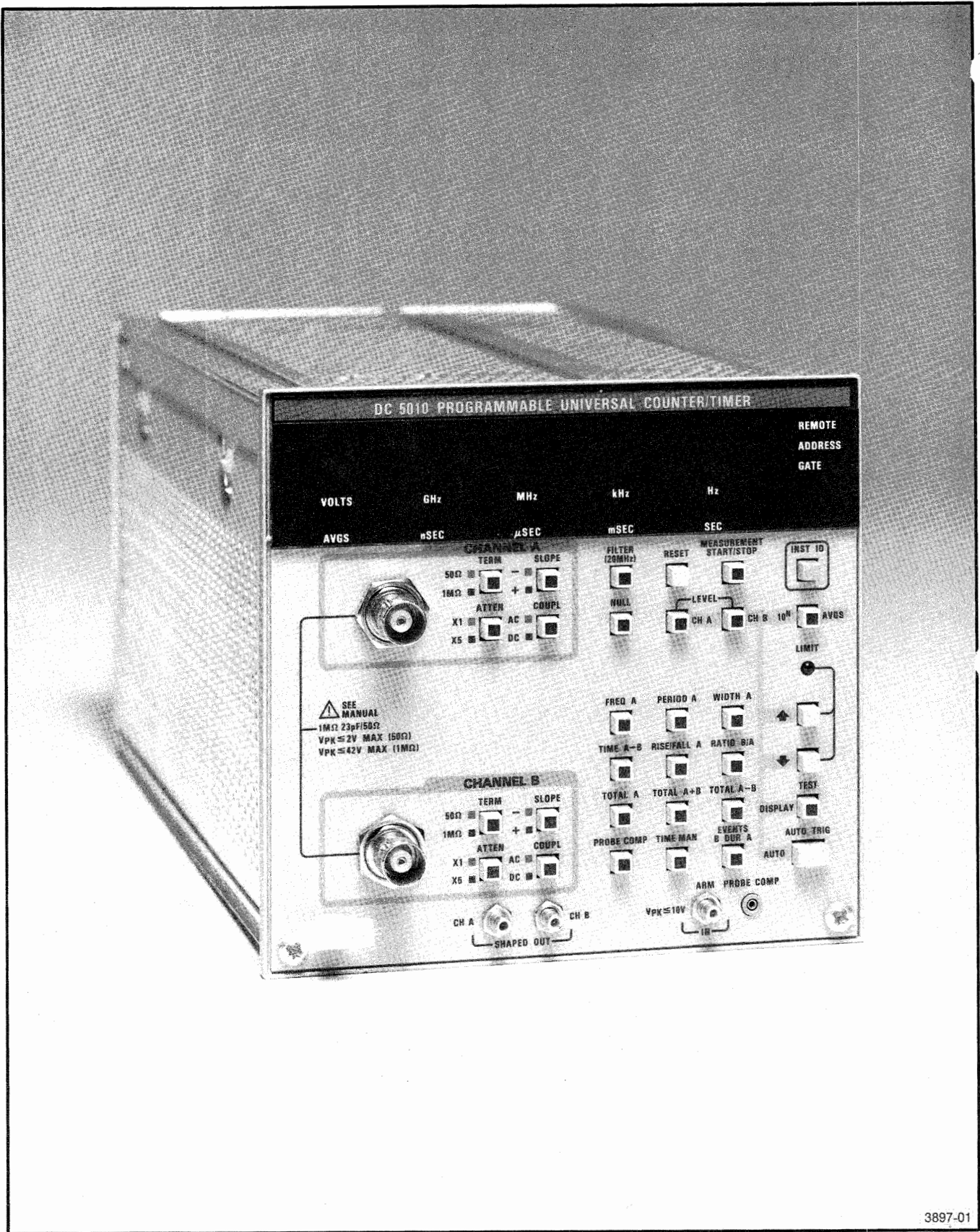
電源を入れた場合の注意

機器内部には高電圧の部分があります。人体への危険を防止するため、電源がはいっている時は、露出している接続部分や部品には手を触れないで下さい。

パネルの取りはずし、ハンダ付、部品の交換を行う前には、電源を必ず切って下さい。

電源

本機器は電源コードの線間、あるいは電源コードとグラウンド間が250Vrms以内の範囲の電源で作動します。安全のために電源コードのアース線できちんと接地して下さい。



3897-01

The DC 5010 Programmable Universal Counter/Timer Plug-In Unit.

SPECIFICATION

Instrument Description

The Tektronix DC 5010 is a programmable universal counter/timer plug-in. It features reciprocal frequency, Period, Ratio, and Events B During A measurements to 350 MHz. For timing measurements, the time interval, width, risetime and falltime functions feature 3.125 nsec single-shot resolution. For these measurements, averaging and identical A and B channels provide increased accuracy. Also included is a time manual mode, as well as three 350 MHz totalize modes (A, A+B, and A-B). The DC 5010 also has an auto-trigger feature, a probe-compensation feature, an auto averages function, and an extensive set of automatic power-up self tests.

The DC 5010 is an IEEE 488 (GPIB) Digital Interface programmable counter that allows any manually selectable function or mode to be operated over the GPIB bus, including all input conditioning controls.

The IEEE standard identifies the interface functions of an instrument on the GPIB in terms of interface function subsets. The subsets are defined in the standard. The subsets that apply to the DC 5010 are listed in Table 1-5 at the end of this section.

The DC 5010 has a DVM mode that reads out the channel A and channel B trigger level voltages. Shaped outputs and an arming input are available at the front panel. Also available at the front panel is a signal for use with the probe compensation function.

The operating modes and front-panel settings of the DC 5010 can be set and read by programming mnemonics set to it in ASCII code over the bus. The DC 5010 connects to the bus when installed in a GPIB-compatible TM 5000-Series power module.

The DC 5010 can be equipped with an optional, oven-controlled, 10 MHz crystal oscillator to obtain an even more stable and precise internal time base.

Instrument Options

Option 01 replaces the internal 10 MHz time base (clock) circuit with a self-contained proportional temperature controlled oven oscillator for increased accuracy and stability.

Standard Accessories

- 1 Instruction Manual
- 1 Reference Guide
- 1 Cable Assembly, bnc-to-slide on connector

NOTE

Refer to the tabbed Accessories page at the rear of this manual for more information.

Performance Conditions

The limits stated in the Performance Requirements columns of the following tables are valid only if the DC 5010 has been calibrated at an ambient temperature between +20°C and +30°C and is operating at an ambient temperature between 0°C and +50°C, unless otherwise stated.

Information given in the Supplemental Information and Description columns of the following tables is provided for user information only and should not be interpreted as Performance Check requirements.

The DC 5010 must be operated or stored in an environment whose limits are described under Environmental Characteristics.

Allow at least 30 minutes warm-up time for operation to specified accuracy, 60 minutes after storage in a high-humidity environment.

Safety Certification

This instrument is listed with Underwriters Laboratories Inc. under UL Standard 1244 (Electrical and Electronic Measuring and Testing Equipment).

**Table 1-1
ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

Characteristics	Performance Requirements		Supplemental Information
CHANNEL A and CHANNEL B INPUTS (also see Rise/Fall MEASUREMENT MODE INPUT SPECIFICATION)			
Input Frequency Range Coupling DC AC	50 Ω >0 to ≥350 MHz 100 kHz to ≥350 MHz	1 MΩ >0 to ≥300 MHz 16 Hz to ≥300 MHz	
Input Sensitivity Sinewave Coupling Attenuation DC X1 X5 AC X1 X5	 50 Ω (Term low) ≤25 mV rms* ≤70 mV p-p pulse* ≤125 mV rms* ≤350 mV p-p pulse* ≤25 mV rms* +3 dB at ≤100 kHz ≤70 mV p-p pulse ≤125 mV rms* +3 dB at ≤100 kHz ≤350 mV p-p pulse	 1 MΩ (Term high) ≤25 mV rms to 200 MHz ≤42 mV rms from 200 MHz to 300 MHz ≤70 mV p-p pulse (<200 MHz) ≤125 mV rms to 200 MHz ≤210 mV rms from 200 MHz to 300 MHz ≤350 mV p-p pulse ≤25 mV rms to 200 MHz 42 mV rms to 300 MHz +3 dB at ≤16 Hz ≤70 mV p-p pulse (<200 MHz) ≤125 mV rms to 200 MHz 210 mV rms to 300 MHz +3 dB at ≤16 Hz ≤350 mV p-p pulse (≤200 MHz)	 1 MΩ performance is from a 25 Ω source impedance. Typical sensitivity is 50 mV p-p ± 20 mV.
Dynamic Range Attenuation X1 X5			70 mV p-p to 4 V p-p 350 mV p-p to 20 V p-p
Trigger Level Range Attenuator X1 X5	≥ +2 V to ≤ -2 V ≥ +10 V to ≤ -10 V		In approximately 4 mV steps. In approximately 20 mV steps.
Trigger Level Accuracy	± 2% of reading for a dc input voltage ± 40 mVx atten.		Trigger level is calibrated in ± slope and is firmware compensated in - slope.

*0°C to 40°C; sensitivity decreases by 31% for 40°C to 50°C.

Table 1-1 (cont)

Characteristics	Performance Requirements	Supplemental Information
Auto Trigger Range (A or B)	20 Hz to ≥ 350 MHz Minimum signal required for Auto Trigger is 100 mV p-p. In Ratio mode, with Channel B frequency ≥ 200 MHz, the Auto Trigger will provide a CHA B level within ± 24 mV of the 50% point.	Trigger point is set (once) to a nominal 50% of the p-p input signal. For signals dc to 20 Hz (inclusive), level will still be set between 0% and 100%, but not necessarily near 50%. A ten-bit DAC is used, giving nominal 4 mV steps (X attenuation factor).
Operating Range Attenuation X1 X5 AC Coupling	+2 V to -2 V (dc + peak ac) +10 V to -10 V (dc + peak ac) 50 Ω input dc $\leq \pm 2$ V (dc plus peak ac) times attenuator 1 M Ω input ≤ 42 V dc + peak ac	
Maximum Allowable Input (Damage Level) 50 Ω		In 50 Ω input mode, 50 Ω over-voltage protection trips in 1 M input impedance for signals greater than approximately ± 2 V times attenuator dc + peak ac to 200 kHz.
Attenuation Impedance X1 50 Ω 1 M Ω	Vpk ≤ 2 V	dc to 350 MHz ± 42 V dc + peak ac, dc to 200 kHz ± 2 V dc + peak ac, 2 MHz to 300 MHz
X5 50 Ω 1 M Ω	Vpk ≤ 10 V	± 10 V dc + peak ac, dc to 350 MHz ± 42 V dc + peak ac, dc to 1 MHz ± 10 V dc + peak ac, 1 MHz to 300 MHz
Input Impedance 50 Ω	50 Ω approximately $\pm 3\%$ dc	VSWR approximately 1.5:1, dc to 350 MHz
50 Ω ac		Bleeder resistor results in ≈ 390 k Ω dc input resistance.
1 M Ω	1 M Ω approximately $\pm 1\%$ 23 pF approximately $\pm 10\%$ (2.2 pF)	For inputs greater than ± 5 Vdc + peak ac, input impedance becomes approximately 300 k Ω 1000 pF, X1. Input C from X1 to X5 are equal by approximately $\pm 1\%$.

Table 1-1 (cont)

Characteristics	Performance Requirements	Supplemental Information
Bandwidth Limit		Above 20 MHz minimum signal increases 40 dB/decade to ≈ 1 V p-p. Above approximately 80 MHz no amount of input signal can cause triggering.
Channel Isolation, Crosstalk	50 Ω , Pos Slope, DC Coupling, X1	No effect when both signals are below 100 MHz and ≤ 2 Vpk-pk. For ≤ 1 Vpk-pk signals between 100 MHz and 350 MHz (CH A) or 300 MHz (CH B). There is no effect if the slower signal has a square edge or a slew rate ≥ 80 V/ μ sec.

RISE/FALL MEASUREMENT MODE INPUT SPECIFICATION

Range				
Coupling	50 Ω	1 M Ω	In this mode, the input amplifiers are commoned to the CH A bnc. CH B bnc is an open circuit.	
DC	4.0 nsec to 2.5×10^4 sec	5 nsec to 2.5×10^4 sec		
AC	4.0 nsec to 18 μ sec	5 nsec to 22 msec		
Frequency	50 Ω	1 M Ω	Upper frequency limit is essentially a limit on the repetition rate at which rise/fall edges may occur.	
DC	20 Hz to >80 MHz	20 Hz to >80 MHz		
AC	100 kHz to >80 MHz	16 Hz to >80 MHz		
Input Sensitivity	50 Ω	1 M Ω	1 M Ω response is from 25 Ω source impedance.	
Coupling Attenuation				
DC	X1	50 mV rms 140 mV p-p pulse	25 mV rms 70 mV p-p pulse	Both channel modes set the same.
	X5	250 mV rms 700 mV p-p pulse	125 mV rms 350 mV p-p pulse	
AC	X1	50 mV rms +3 dB at 20 kHz 140 mV p-p pulse	25 mV rms +3 dB at 16 Hz 70 mV p-p pulse	These specifications apply only when both channels have the same setup.
	X5	250 mV rms +3 dB at 20 kHz 700 mV p-p pulse	125 mV rms +3 dB at 16 Hz 350 mV p-p pulse	

Table 1-1 (cont)

Characteristics		Performance Requirements		Supplemental Information
Dynamic Range		50 Ω	1 MΩ	Maxima are centered at zero volts. Minimum measurable rise/fall signal amplitude is ten times greater than minimum dynamic range.
Attenuation	X1	140 mV p-p to 8 V p-p	70 mV p-p to 4 V p-p	
	X5	700 mV p-p to 10 V p-p	350 mV p-p to 20 V p-p	
Trigger Level Range		50 Ω	1 MΩ	50 Ω, ×5, only ±5 V of the trigger level range is usable because only ±5 V is allowed as an input.
Attenuation	X1	+4 V to -4 V ≈8 mV steps	+2 V to -2 V ≈4 mV steps	When using 50 Ω input mode, the displayed trigger level is 1/2 true trigger level due to 50 Ω power splitter divider action.
	X5	(+5 V to -5 V) +20 V to -20 V ≈40 mV steps	+10 V to -10 V ≈20 mV steps	
Operating Range		50 Ω	1 MΩ	For 10% and 90% trigger point. For inputs less than minimum, 10% and 90% points are not achievable due to sensitivity. Minimum signal is 10 times minimum dynamic range.
Attenuation	X1	1.4 V p-p minimum, +4 V to -4 V dc + peak ac max	700 mV p-p minimum, +2 V to -2 V dc + peak ac max	
	X5	7.0 V p-p minimum, +5 V to -5 V dc + peak ac max	3.5 V p-p minimum, +10 V to -10 V dc + peak ac max	
Maximum Allowable Input (Damage Level)				
Attenuation	Impedance	X1	50 Ω	±4 V dc + peak ac, dc to 80 MHz
			1 MΩ	See CHANNEL A and CHANNEL B inputs
		X5	50 Ω	±5 V dc + peak ac, dc to 80 MHz ^a
			1 mΩ	See CHANNEL A and CHANNEL B inputs
Input Impedance Channel A				Channel B is an open circuit.
		1 MΩ	500 kΩ, ±2% 47 pF, ±10%	X5 probe becomes X9 X10 probe becomes X19
		50 Ω	50 Ω, ±3%	
GENERAL				
Probe Compensation Output Jack				5 V p-p nominal. 110 Hz nominal. 1 ms width nominal.

Table 1-1 (cont)

Characteristics	Performance Requirements	Supplemental Information
Arming Input Required Signal Input Pulse Response	low ≤ 0.4 volts high ≥ 2.4 volts (TTL) Pulse width ≥ 100 ns	Maximum voltage $V_{pk} < 10$ volts.
Shaped Output		≥ 100 mV typically to 350 MHz into 50Ω load. Delay from front-panel input to shaped output. CH A 7.2 nsec typically CH B 7.0 nsec typically CH B commoned from CH A 7.6 nsec typically.
External Clock Input	≥ 500 mV rms into $1 k\Omega$ (ac coupled) 1, 5, or 10 MHz	
10 MHz Clock Output	low ≤ 0.4 V high ≥ 2.4 V (TTL) (pins 15B and 15A (gnd))	Drives 1 TTL load.
Phase Modulated Clock (time interval functions)		≥ 3 ns p-p jitter induced onto 1 MHz reference. (Test point on rear of Auxiliary board.)

STANDARD INTERNAL TIME BASE

Frequency at calibration	$10 \text{ MHz} \pm 1 \times 10^{-7}$	10 MHz
Error Terms		
Temperature Stability (0°C to +50°C)	$\pm 5 \times 10^{-6}$	
Aging	$\leq 1 \times 10^{-6}/\text{year}$	
Adjustment Resolution	$\pm 5 \times 10^{-8}$	

OPTIONAL INTERNAL TIME BASE

Frequency at calibration	$10 \text{ MHz} \pm 2 \times 10^{-8}$	With proportional oven
Error terms:		
Temperature Stability (0°C to +50°C)	$\pm 2 \times 10^{-7}$ after warmup	
Warm-up Time	Within $\pm 2 \times 10^{-7}$ of final frequency in less than 10 minutes when cold started at 25°C ambient.	

Table 1-1 (cont)

Characteristics	Performance Requirements	Supplemental Information
Aging		
At time of shipping	1×10^{-8} /day maximum.	
After 30 days of continuous operation	4×10^{-8} /week maximum	
After 60 days of continuous operation.	$<1 \times 10^{-6}$ /year maximum	
Short Term Stability		$\leq 1 \times 10^{-9}$ rms based on 60 consecutive 1 second measurements.
Adjustment Resolution	$\pm 2 \times 10^{-8}$	
Adjustment Range		Sufficient for 8 years of aging.

FUNCTIONS

Frequency A Range	$\leq 36 \mu\text{Hz}$ to $\geq 350 \text{ MHz}$	
Resolution		$\pm \text{LSD} \pm 1.4 \times \frac{\text{A Trig Jitter Error}}{N}$ $X (\text{Freq. A})^2$
Accuracy		Resolution $\pm (\text{Timebase Error} \times \text{Freq. A})$
Period A Range	3.125 ns to 7.6 hours	
Repetition Rate	$\geq 350 \text{ MHz}$	
Clock Period Counted		3.125 ns
Resolution		$\pm \text{LSD}^b \pm \frac{1.4 \times \text{A Trig Jitter Error}}{N}$
Accuracy		Resolution $\pm (\text{Timebase Error}) \times \text{Period A}$
Ratio B/A Range	10^{-8} to 10^9 with correct decimal point displayed. (10^{-11} to 10^{12} without decimal point.)	Averaged by A
Frequency Range (A & B)	$\leq 36 \mu\text{Hz}$ to $\geq 350 \text{ MHz}$	
Resolution		$\pm \text{LSD} \pm \frac{1.4 \times \text{B Trig Jitter Error} \times \text{Freq. B}}{N}$
Accuracy		Same as Resolution

Table 1-1 (cont)

Characteristics	Performance Requirements	Supplemental Information
Time A → B Range	2.0 nsec ^c to 7.6 hours	
Resolution		$\pm \text{LSD} + \frac{1}{\sqrt{N}}$ (\pm A Trigger Jitter Error \pm B Trigger Jitter Error)
Accuracy		Resolution \pm (Timebase Error \times Time Interval) \pm Channel Delay Mismatch ^d + B Trigger slew error-A Trigger slew error
Clock Period counted		3.125 nsec
Minimum Time A → B	$0.0 \pm 2.0 \text{ nsec}^c$	
Minimum Time B → A	$\leq 12.5 \text{ nsec}$	($\geq 70 \text{ MHz Rep. Rate}$)
Channel Delay Mismatch Internal	$\leq 2 \text{ nsec nominal, without null}$	
Front Panel (Shaped Out)		$\leq 500 \text{ ps}$
Events B Dur A		Averaged by A
Range	10^{-8} to 10^9	
Maximum B Frequency	$\geq 350 \text{ MHz}$	
Maximum A Frequency	$\geq 80 \text{ MHz}$	
Minimum A Pulse Width	$\leq 4.0 \text{ nsec}$	
Minimum \bar{A} Pulse Width	$\leq 8.5 \text{ nsec}$	
Resolution		$+\text{LSD} + \frac{\text{Freq B}}{\sqrt{N}}$ (\pm A Start Trigger Jitter error \pm A Stop Trigger Jitter Error)
Accuracy		Resolution + Freq B (Stop Slew Rate Error – Start Slew Rate Error) + Freq B \times (5 $\pm 2 \text{ nsec}$)
Width A		
Range	$\leq 4 \text{ nsec to 7.6 hours}$	Taken at 50% trigger point.
Repetition Rate	$\geq 50 \text{ MHz}$	
Resolution		$\pm \text{LSD} + \frac{1}{\sqrt{N}}$ (\pm Start edge Trigger Jitter Error \pm Stop Edge Trigger Jitter Error)
Accuracy		Resolution \pm Timebase Error \times Width A + (Stop Slew Rate Error – Start Slew Rate Error) $\pm 2 \text{ nsec}$
Clock period counted		3.125 nsec
Minimum Time Stop Edge to Start Edge	$\leq 1.6 \text{ nsec}$	

Table 1-1 (cont)

Characteristics	Performance Requirements	Supplemental Information
Totalize A Range	0 to 10^9 counts	(to 8.7×10^{12} with no decimal point.)
Repetition Rate	0 to ≥ 350 MHz	See CHANNEL A and CHANNEL B INPUTS for pulse specifications.
Totalize ^e A+B Range	0 to 10^9 ($A + B \leq 10^9$)	(to 8.7×10^{12} with no decimal point.)
Repetition Rate (A or B)	0 to ≥ 350 MHz	See CHANNEL A and CHANNEL B INPUTS for pulse specifications.
Totalize ^e A-B Range	-10^8 to 10^9	(-8.7×10^{12} to 8.7×10^{12} with no decimal point or minus indication.) Note: either $A \geq 10^{12}$ or $B \geq 10^{12}$ will lead to overflow, independent of the value of (A-B). See CHANNEL A and CHANNEL B INPUTS for pulse specifications.
Repetition Rate (A or B)	≥ 350 MHz	
Rise/Fall A Range	4.0 ns \rightarrow 10^4 sec (dc coupling) 50 Ω 5.0 ns \rightarrow 10^4 sec (dc coupling) "1 M Ω ".	Risetime of "1 M Ω " is ≈ 4.5 ns
Repetition Rate	Minimum time between rising (falling) edges is 14.5 ns (70 MHz)	
Trigger Points	Trigger levels are automatically set to the 90% and 10% points of the incoming signal, to a resolution that depends on the incoming signal amplitude.	In this mode Channels A and B are commoned. This changes the input characteristics. See RISE/FALL MEASUREMENT MODE INPUT SPECIFICATION.
Resolution		$\pm \text{LSD} + \frac{1}{\sqrt{N}}$ (\pm Start Trig Jitter Error \pm Stop Trigger Jitter Error)
Accuracy		Resolution \pm (Timebase Error \times TI) ± 2 nsec ± 4 mV \times slew rate A (near 10%) ± 4 mV \times slew rate A (near 90%)
Time Manual Range	3.125 ns to 3.125×10^4 sec (≈ 8 hours)	
Resolution		3.125 nsec clock is counted, but usable resolution is $\approx \pm 10$ ms due to START/STOP buttons
Probe Comp Accuracy		$\times 5$ probe, 1.5% nominal. $\times 10$ probe, 3% nominal. $\times 100$ probe, 30% nominal.

Table 1-1 (cont)

Characteristics	Performance Requirements	Supplemental Information
-----------------	--------------------------	--------------------------

Resolution and Accuracy
Definitions

$$\text{Trigger Jitter Error (seconds rms)} = \frac{\sqrt{({}^e n_1)^2 + ({}^e n_2)^2} \text{ Volts rms}}{|\text{Input slew rate at trigger point}| \text{ (volts/sec)}}$$

where $({}^e n_1)$ = 140 μV rms typical counter input noise for 1 M Ω filter on; 240 μV rms typical for 1 M Ω filter off; 340 μV rms typical for 50 Ω .


$({}^e n_2)$ = V rms noise voltage of users input signal at trigger point, measured with the appropriate bandwidth.


Note: Best usable resolution is ± 1 psec in Time Interval (TI) modes.

$$\text{Slew Rate Error (seconds)} = \frac{\text{*trigger level error (Volts)}}{|\text{Input slew rate at trigger point}| \text{ (volts/sec)}}$$

*Trigger level error =

All functions except WIDTH A and EVENTS B DUR A	pos slope	trigger accuracy times attenuation factor
	neg slope	(trigger accuracy ± 10 mV) times attenuation factor

WIDTH A, 	start edge	trigger accuracy times attenuation factor (trigger accuracy + hyst) times attenuation factor
	stop edge	


	start edge	(trigger accuracy + hyst) times attenuation factor
	stop edge	trigger accuracy times attenuation factor

EVENTS B DUR A	Same as WIDTH A, except each number is multiplied by Freq B
----------------	---

Note: Trigger Accuracy, (see CHANNEL A and CHANNEL B INPUTS)
Input hysteresis is typically 50 mV p-p times attenuation, maximum 70 mV p-p times attenuation.

Internal slew rate = 800 ps (50 Ω)
1.3 nsec (1 M Ω)
18 nsec (20 MHz filter)

N = Number of Averages

The minimum number of averages is selected by the AVERAGES button and the  buttons in decade steps from 1 to 10⁹. At Channel A repetition rates above approximately 250 Hz the actual number of averages will be:

$$N \approx [\text{FREQ A (Hz)} \times 4 \text{ msec}] + \text{AVGS}$$

$$N = \text{AVGS setting (below 250 Hz)}$$

This typically leads to better than expected resolution in the displayed answer for small N with only minimal impact on measurement time. Arming must be used when measuring only one event out of a pulse train (multiple events) with signals ≥ 250 Hz.

Table 1-1 (cont)

Characteristics	Performance Requirements	Supplemental Information
In the AUTO mode the counter measures with a fixed measurement time of about 300 msec (or the time for one event, whichever is greater).		
$N \leq \text{Freq A (Hz)} \times .3 \text{ seconds (N always } \geq 1)$		
LSD:		
FREQ	$\frac{(\text{Freq A})^2}{N \times 3.2 \times 10^8}$	
PER	3.125 nsec for $N \leq 10$, $\frac{10 \text{ nsec}}{N}$ for $N > 10$	
RATIO	$\frac{\text{Freq A}}{\text{Freq B} \times N}$	
TIME A→B & RISE/FALL A	3.125 nsec for $N \leq 10$, $\frac{10 \text{ nsec}}{\sqrt{N}}$ for $N > 10$	
WIDTH A	3.125 nsec for $N \leq 10$, $\frac{10 \text{ nsec}}{\sqrt{N}}$ for $N > 10$	
EVENTS B DUR A	$\frac{\text{Period B}}{\text{Width A} \times N} \times \text{Events B dur A}$	

Time Base Error: The sum of all the errors specified for the time base used.

^aOver voltage protection still functions, but in rise/fall, (50 Ω and $\times 5$) it may not always protect the 25 Ω series input resistor.

^bWith 10^9 Averages selected, LSD can be as small as 31.25 attosec.

^cCan be set to 0.0 ns by use of "NULL" function.

^dCan be removed by use of "NULL".

^eThe B channel will not count events until after the first valid A channel count.

**Table 1-2
MISCELLANEOUS**

Characteristics	Description	
Power Requirements	TM 500 series power module	TM5000 series power module
DC 5010	Not	14.5 W
DC 5010 Opt 01	Allowed	19.3 W
Recommended Calibration Interval	2000 hours or 6 months whichever occurs first	
Minimum Display Time	100 msec (typical)	
Auto Averages Measurement Time	300 msec (typical)	
GPIB Data Output Rate	≈10 readings/sec max	

**Table 1-3
ENVIRONMENTAL^a**

Characteristics	Description	
Temperature	Meets MIL-T-28800B, class 5.	
Operating	0°C to +50°C	
Non-operating	-55°C to +75°C	
Humidity	95% RH, 0°C to 30°C 75% RH to 40°C 45% RH to 50°C	Exceeds MIL-T-28800B, class 5.
Altitude	Exceeds MIL-T-28800B, class 5.	
Operating	4.6 km (15,000 ft)	
Non-operating	15 km (50,000 ft)	
Vibration	0.38 mm (0.015") peak to peak, 5 Hz to 55 Hz, 75 minutes.	Exceeds MIL-T-28800B, class 5 when installed in qualified power modules. ^b
Shock	30 g's (1/2 sine), 11 ms duration, 3 shocks in each direction along 3 major axes, 18 total shocks.	Meets MIL-T-28800B, class 5 when installed in qualified power modules. ^b
Bench Handling ^c	12 drops from 45°, 4" or equilibrium, whichever occurs first.	Meets MIL-T-28800B, class 5.
Transportation ^c	Qualified under National Safe Transit Association Preshipment Test Procedures 1A-B-1 and 1A-B-2.	
EMC	Within limits of MIL-461A, with exceptions ^d , and F.C.C. Regulations, Part 15, Subpart J, Class A. Unused plug-in compartments must be filled with blank plug-ins.	
Electrical Discharge	20 kV maximum charge applied to instrument case.	

^aWith power module.

^bRefer to TM 5000-Series power module specifications.

^cWithout power module.

^dWithin 4 dB of REO2 at 130 MHz and 960 MHz. Within 20 dB of REO2 at 320 MHz.

Table 1-4
PHYSICAL CHARACTERISTICS

Characteristics	Description
Finish	Anodized aluminum chassis.
Net Weight (nominal) DC 5010 Option 01	3 lb. 7 oz. 3 lb. 11 oz.
Nominal Overall Dimensions Height Width Length	126.0 mm (4.96 inches) 134.5 mm (5.29 inches) 278.8 mm (10.98 inches)
Enclosure Type and Style per MIL-T-28800B Type Style	III E (Style F in rackmount power module)

Table 1-5
IEEE 488 (GPIB) INTERFACE FUNCTION SUBSETS

Function	Subset	Capability
Source Handshake	SH1	Complete.
Acceptor Handshake	AH1	Complete.
Basic Talker	T6	Responds to Serial Poll.
Basic Listener	L4	Unlisten if My Talk Address (MTA) is received.
Service Request	SR1	Complete.
Remote-Local	RL1	Complete
Parallel Poll	PP0	Does not respond to Parallel Poll.
Device Clear	DC1	Complete
Device Trigger	DT1	Complete
Controller	C0	No controller function.

OPERATING INSTRUCTIONS

INTRODUCTION

First Time Inspection

Inspect the instrument for visible damage (dents, scratches, etc.). Keep the original shipping container and packing material for future use. If the instrument is damaged, notify the carrier and the nearest Tektronix Service Center or representative.

Repackaging for Shipment

Should it become necessary to return the instrument to a Tektronix Service Center for service or repair, attach a tag to the instrument showing the owner (with address) and the name of the individual to be contacted, complete instrument serial number, option number, and a description of the service required.

If the original container and packaging material is unfit for use or not available, repackage the instrument as follows:

1. Obtain a carton of corrugated cardboard having inside dimensions no less than six inches more than the instrument dimensions; this will allow for cushioning. The shipping carton test strength for your instrument is 200 pounds.
2. Surround the instrument with polyethylene sheeting to protect the finish.
3. Cushion the instrument on all sides by tightly packing dunnage or urethane foam between carton and instrument, allowing at least three inches on all sides.
4. Seal the carton with shipping tape or industrial staples.
5. Mark the shipping carton "FRAGILE INSTRUMENT" to indicate special handling.

Operating and Non-Operating Environments

The instrument may be operated, stored, or shipped within the environmental limits stated in the Specification section of this manual. However, the counter should be protected at all times from temperature extremes which can cause condensation to occur within the instrument.

PREPARATION FOR USE

Rear Interface Considerations

A slot between pins 21 and 22 on the rear connector identifies this instrument as a member of the TM 5000 counter family. If you desire to use your counter to build a system, insert a family barrier key (Tektronix Part No. 214-1593-02) in the corresponding position of the selected power module jack in order to prevent plug-ins belonging to a different family from being used in that compartment of the power module.

WARNING

To avoid electric shock, disconnect the power module power cord before inserting the family barrier key in the power module jack. Refer the barrier key insertion to qualified service personnel.

The DC 5010 has the following rear interface input and output features:

- Arming Input
- 10 MHz Clock Output
- External Clock Input (1, 5, 10 MHz)
- Prescaler Function
- Reset Input

NOTE

Rear interface information will be found in the Maintenance section of this manual. Refer the interface connections to qualified service personnel.

Installation and Removal

The DC 5010 can only be used in the TM 5000-Series power modules.

NOTE

Refer to the Operator's Safety Summary in the front of this manual before installing this instrument in the power module.

Refer to the power module instruction manual and make sure that the line jumpers are positioned correctly for the line voltage in use. Check the counter and the power module for the proper fuses. Be certain that the power plug for the power module has the proper grounding conductor.

CAUTION

To prevent damage to the instrument, turn the power module off before installation or removal from the power module. Do not use excessive force to install or remove the instrument from the power module.

Check to see that the plastic barrier keys on the interconnecting jack of the selected power module compartment match the cutouts in the rear interface connector for the counter. If they do not match, do not insert the counter until the reason is investigated.

If the cutouts and barrier keys match, align the chassis of the counter with the upper and lower guides of the selected compartment. See Fig. 2-1. Insert the counter into the compartment and press firmly to seat the rear interface connector. Apply power by operating the POWER switch on the power module.

The plastic lockouts (see Fig. 2-1) prevent programmable instruments from being used in the TM 500-Series (manual instruments) Power Module.

To remove the counter from the power module, turn off the POWER switch, pull the release latch knob (located in the lower left front corner) until the interconnecting jack disengages. Pull the counter straight out of the power module compartment.

FRONT PANEL OPERATION

The following information is a brief, functional description of the front panel display, controls, and connectors (See Fig. 2-2).

FRONT PANEL DISPLAY

① **Display**

The display contains nine seven-segments LEDs and eight annunciators. All measurement results are displayed with the best possible resolution. The readout (result) for the

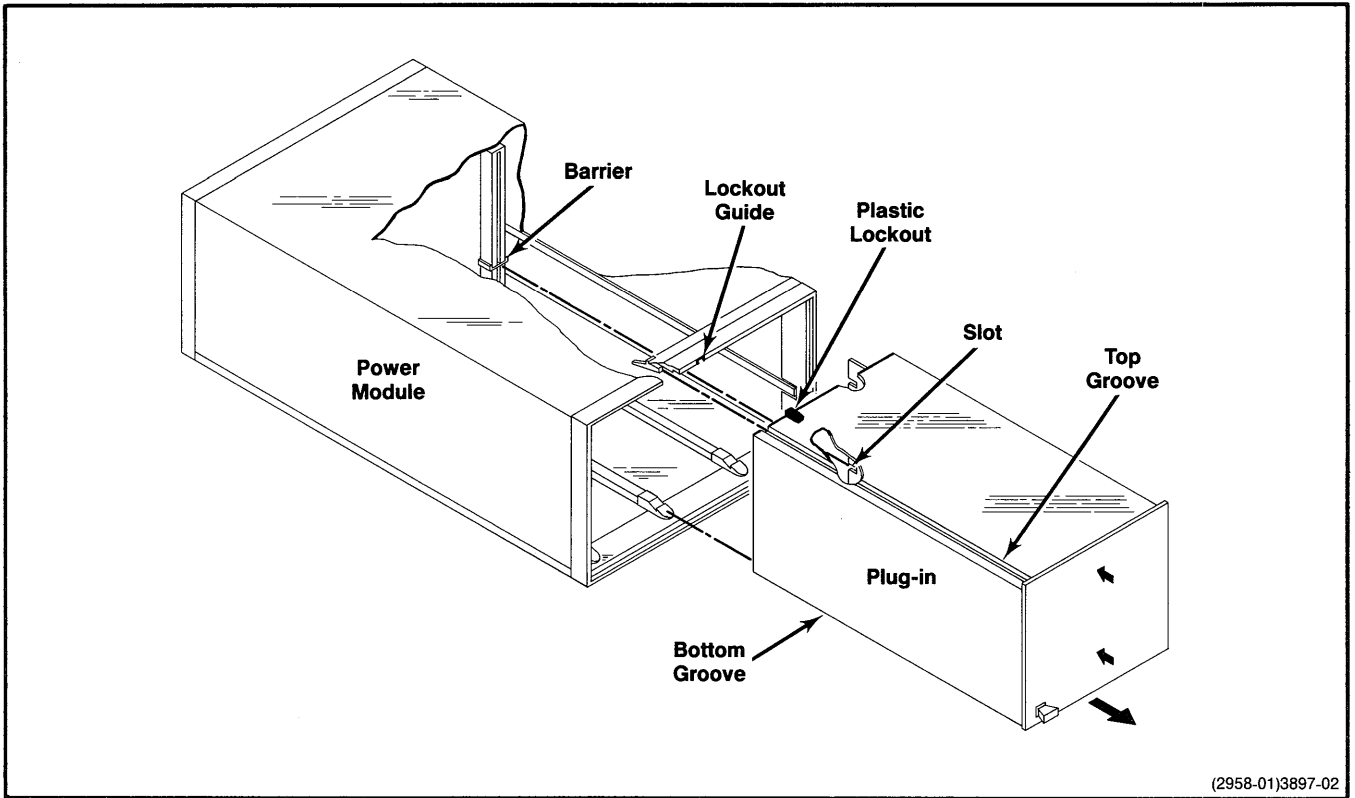


Fig. 2-1. Plug-in installation and removal.

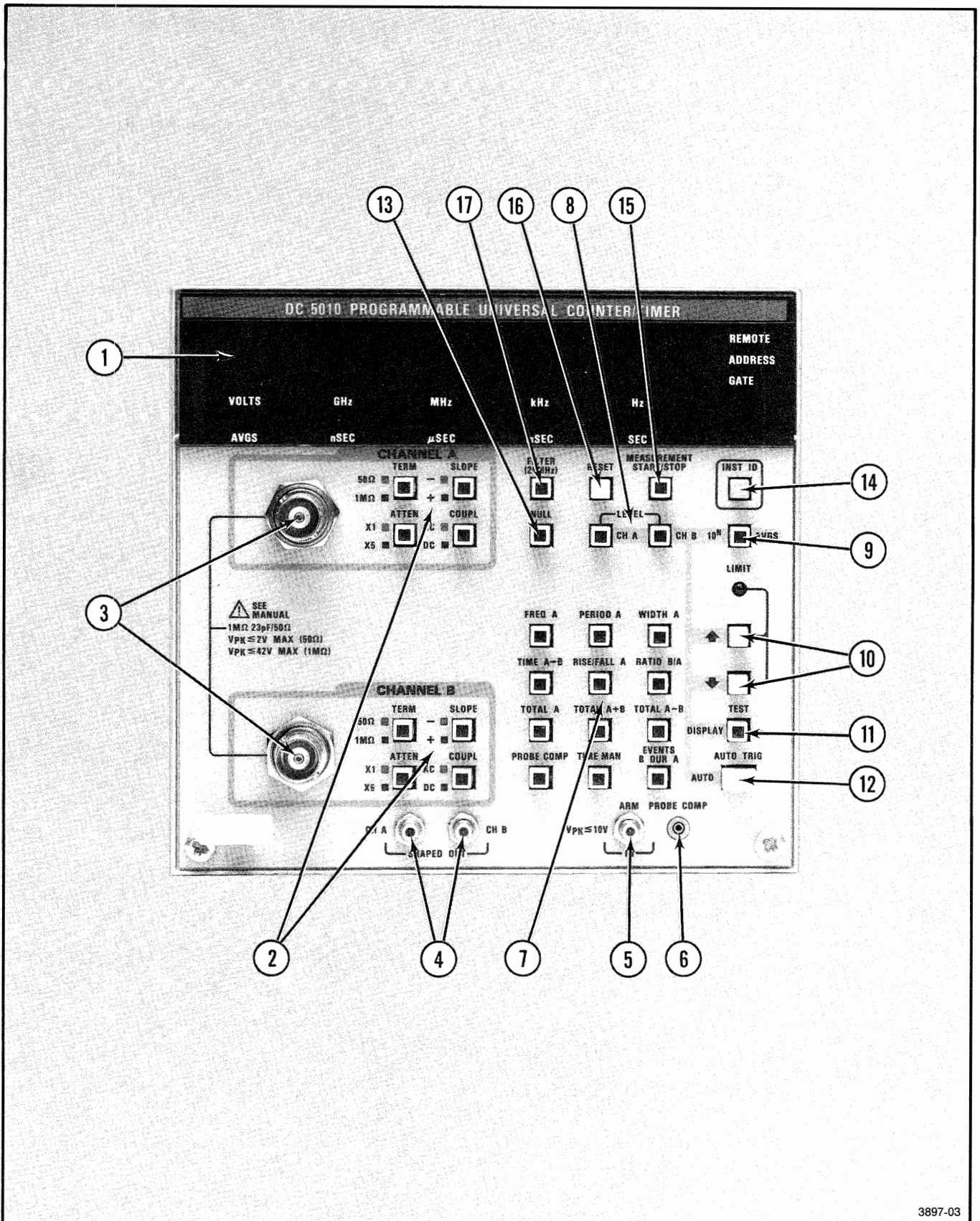


Fig. 2-2. DC 5010 front panel display, controls and connectors.

Operating Instructions—DC 5010

measurement is always displayed in a right-hand justified format with the decimal point automatically positioned. Displayed count overflow is indicated by a flashing display. In measurements such as Time A→B, where the number of resolved digits increases more slowly with an increase in averaging, only correct (resolvable) digits are displayed.

Five of the annunciators are used to indicate the units of measurements: Hz/SEC for Hertz or seconds, kHz/mSEC for kilohertz or milliseconds, MHz/ μ SEC for megahertz or microseconds, GHz/nSEC for gigahertz or nanoseconds, and VOLTS/AVGS for (trigger level) Volts, and (the exponent of) the number of Averages.

The GATE annunciator, when illuminated, indicates that the counter is in the process of accumulating counts for the measurement.

The REMOTE annunciator indicates the instrument is in a remotely-programmed state, when illuminated. The ADDRESS light indicates that the instrument is actually being addressed over the GPIB bus.

In addition to displaying the measurement results, the counter uses the extreme left three digits of the seven-segment LED display to indicate internal or operating error codes. The two digits (extreme left-digit Channel A and the extreme right-digit Channel B) on the display report the results of compensating external signal probes. See Self Test Display and Probe Compensation.

In addition, many of the front-panel pushbuttons are illuminated.

FRONT PANEL CONTROLS

② TERM, SLOPE, ATTEN, and COMPL (CHANNEL A and CHANNEL B)

TERM—50 Ω , 1 M Ω (termination). When unlighted, selects 1 M Ω , 23 pF; when lighted, selects 50 Ω . Allows user to properly terminate 50 Ω inputs when required. (Unit will automatically revert to 1 M Ω , 23 pF in the event of an overload.)

ATTEN—X1, X5. When unlighted, selects X5; when lighted, selects X1. Allows the signal to be applied directly to the amplifier without attenuation or attenuated by a factor of five. The attenuator effectively increases the input hysteresis and trigger level range by a factor of five.

SLOPE —, +. When unlighted, selects +; when lighted, selects —. This button selects the slope of the signal at the trigger level crossing, which is recognized as a countable event. CHANNEL A slope also selects between risetime (+ Slope) and fall time (— Slope); it must be set before the RISE/FALL A button is pushed.

COUPL—AC, DC. When unlighted selects DC; when lighted selects AC. DC is direct coupled. AC inserts a capacitor in series with the input which allows small signals with large dc offsets to be measured.

FRONT PANEL CONNECTORS

③ CHANNEL A - CHANNEL B (Identical in performance)

1 M Ω 23 pF/50 Ω . Signal input connectors.
Vpk \pm 2 V max (50 Ω)
Vpk \pm 42 V max (1 M Ω)

④ CH A, SHAPED OUT - CH B, SHAPED OUT (Shaped Out A/B/COM)

These outputs provide an exact replica of the internal signal that is being measured. It is an aid to proper triggering on complex waveforms. The outputs provide a 100 mV signal near ground from 50 Ω (200 mV unterminated). These are full bandwidth outputs, and function well beyond 350 MHz.

⑤ ARM, IN - Vpk \leq 10 V (Arming TTL)

This input (normally high) allows the counter to measure only when in the high state. When in the low state, this input prevents the counter from measuring. (Alternatively, this input may be provided through the rear interface.)

⑥ PROBE COMP

This test point provides a rectangular waveform (\approx 5 volts) that can be used in conjunction with the "PROBE COMP" function to compensate test probes (see Probe Compensation in this section.)

FRONT PANEL PUSH BUTTONS

⑦ Function Pushbuttons

FREQ A (Frequency A). Measures the period of the Channel A signal, calculates and then displays frequency.

PERIOD A. Measures and displays the period of the Channel A signal.

WIDTH A. Measures the width of a pulse on Channel A. When CHANNEL A SLOPE is +, the positive pulse width is measured. When CHANNEL A SLOPE is negative, the negative pulse width is measured.

TIME A + B. Measures the time between the first occurrence of an event on Channel A and the first succeeding event on Channel B.

RISE/FALL A (Risetime A - Falltime A). Automatically measures the risetime/falltime (10% and 90%) of the signal appearing on CHANNEL A. The appropriate trigger levels are measured and calculated at the time the button is pressed. If the signal amplitude changes, the button may be pressed again. When CHANNEL A SLOPE is +, risetime is measured; for falltime, press CHANNEL A SLOPE = (-) before pressing RISE/FALL A. Since this measurement uses the B channel, its settings are automatically updated to match those of CHANNEL A. After pressing RISE/FALL A, the user is free to modify either CHANNEL A or CHANNEL B separately to suit special measurement needs, though the result may no longer be a traditional Rise/Fall time. (See Risetime A and Falltime A later in this section.)

RATIO B/A. Measures and displays the ratio of events occurring on Channel B divided by the events occurring on Channel A over the same time interval.

The three totalize modes of operation count the events that are the occurrences of pulses on Channel A and B.

TOTAL A (Totalized A). In Total A, only Channel A events are displayed.

TOTAL A+B. Displays the total number of events on Channel A plus the total number of events on Channel B. Channel B events are counted only after the first valid Channel A event.

TOTAL A-B. Displays the total number of events on Channel A minus the total number of events on Channel B. Channel B events are counted only after the first valid Channel A event. If A-B is negative, a minus sign is lighted.

NOTE

After a TOTALIZE button is pushed, the START/STOP button lights to indicate a "STOPped"

condition. It must then be pressed to start the Totalize process.

Also, the number of digits displayed is "scaled" by the AVGS setting. This scaling does not affect the actual count process, and therefore may be changed while counting without losing counts. Even when counting has been stopped, the display may be moved to the right or left.

PROBE COMP. When in this mode, a visual indication is given (in the display area) that allows the user to easily compensate attached high impedance probes. (See Probe Compensation in this section.)

TIME MAN (Time Manual). Measures time after pressing the MEASUREMENT START/STOP pushbutton (once to start and once to stop). The accumulated count (time) is not reset until the RESET pushbutton is depressed. Like the Totalize modes, this function defaults to the STOPped state when first selected, as indicated by the START/STOP button being illuminated.

EVENTS B DUR A (Events B During A). Measures the number of occurrences of pulses on Channel B during the time interval where the Channel A input signal is greater than (+ SLOPE) or less than (- SLOPE) the Channel A trigger level.

8 LEVEL CH A, CH B

Displays the chosen trigger level. Trigger level settings may be set for either channel by depressing the appropriate LEVEL button and then using the increment or decrement buttons (labeled 10). To exit this mode, the user can press the LEVEL A (B) button a second time or press any function button.

9 AVGS (Averages)

Pressing this button displays the current AVGS setting and readies the instrument for a new setting. The user can then choose between several modes.

AUTO - (push the AUTO button, a -1 will be displayed). This mode provides the best resolution possible with a measurement time of approximately 300 mS.

0 - (decrement exponent to zero). The selected measurement is made with at least one event. This is the mode to be used for single-shot measurements. At most frequencies, more than one event will actually be averaged; see the Specification section for further detail.

10^n , $n=1$ to 9 - Provides selection of minimum number of averages in decade steps.

↕ The increment/decrement keys are used to increase or decrease the exponent to the next legal setting.

NOTE

The AVGS settings affects the number of digits displayed for Totalize measurements. When in Auto on $n=0$, the first nine digits to the left of the decimal point are displayed. When $n=1$ to 9 , the measurement result is "scaled" by 10^n and displayed.

10 ↑

This button increments the appropriate trigger level if LEVEL CH A -CH B is selected, or the number of averages if AVGS has been selected. Voltage levels are incremented or decremented in steps of $4 \text{ mV} \times$ attenuating setting.

↓ This button decrements the appropriate trigger level if LEVEL CH A - CH B is selected, or the number of averages if AVGS has been selected.

LIMIT

This light goes on whenever either the increment (↑) or decrement (↓) button has incremented or decremented a setting to its limit. This light goes out when increment (↑) or decrement (↓) button is released.

11 TEST/DISPLAY

When either of the LEVEL CH A, LEVEL CH B buttons or the AVGS button is lighted, this button alternates what is being displayed in the seven-segment readout. Pressing it once makes the readout revert back to displaying the functional results (frequency, period, etc.) while still leaving the increment/decrement buttons active. Pressing the button again will alternate the display back to showing the voltage level or averages exponent. This allows the user to view either the parameter being changed or the effect of that change on the functional results.

When the LEVEL buttons or the AVGS button is unlighted, the TEST/DISPLAY button is used to select the Test mode. In this mode a portion of the power up test (all but the RAM portion) is repeated. If an error is ever encountered, the test stops, with the appropriate error code displayed. To exit Test mode, push any other function key.

12 AUTO TRIG/AUTO

If the LEVEL buttons and the AVGS button are unlighted, pressing this button causes an auto trigger on both Channel A and Channel B (the maximum and minimum peak values of the Channel A and B input signals are measured and the trigger levels are set at the midpoints). If LEVEL CH A is selected, pressing this button causes an Auto trigger on Channel A only, and similarly for LEVEL B lighted. If AVGS is lighted, pressing the button enters a -1 , which is the code for Auto Averages.

13 NULL

Pressing the NULL button stores the present measurement result and then subtracts that number from all subsequent measurements (while the button remains lighted). It is most useful in Time A→B measurements, where it can be used to null out systematic errors such as unequal cable lengths and channel mismatches; however, it is available in all measurement functions.

The averages setting may be changed without losing the NULL stored measurement. Now, the instrument will be subtracting two numbers of differing resolution. Since the result of such a subtraction actually has the resolution of the lesser resolution number, that is the one that the counter automatically uses to determine how many digits to display.

Pressing the button again will re-null the result.

To exit the Null mode, press any function button (including that of the function already chosen).

14 INST ID

This pushbutton, when pressed, displays the current GPIB address and message terminator selected in the DC 5010. It will send an SRQ if enabled, even when in Local Lockout, and it's therefore a useful way for an operator to signal the controller during the running of a program.

15 MEASUREMENT START/STOP

This pushbutton can be used in all of the Function modes except Probe Comp and Test. When it's lighted, measurement is in the "STOPped" state. Pressing the button causes a "STOPped", Totalize, or Time Manual measurement to "Start" from the displayed result. Other measurements (except Probcomp and Test) will "Start" a new measurement. When "Started", pressing the button causes all measurements (except Probcomp and Test) to stop counting. When "STOPped", Totalize and Time Manual measurements read the final count in the count chains and update the display one more time.

16 RESET

When a measurement has been stopped, this pushbutton, when pressed, will initiate another single measurement. If RESET is pressed while the counter is in the middle of a measurement, the current measurement will be aborted and a new measurement started. RESET, while pressed, also provides a segment test for all the front panel LEDs, including pushbuttons and annunciators.

17 FILTER (20 MHz) (CHANNEL A and CHANNEL B)

When this button is lighted, the bandwidth of both channels is reduced to 20 MHz. This allows rejection of high frequency noise. It may also be used when initially setting Auto trigger levels or Rise/Fall levels for a signal with overshoot or undershoot.

OPERATORS FAMILIARIZATION

INTRODUCTION

General Operating Characteristics

The DC 5010 is a programmable universal counter based on a microprocessor system. The counter is capable of 11 measurement functions with full nine-digit resolution, plus two specialized functions; probe compensations (PROBE COMP) and self-test (TEST).

The microprocessor system automatically sets the measurement gate interval, performs the necessary calculations on the acquired data, and causes the result to be displayed with the best possible resolution for the selected measurement FUNCTION, number of averages (AVGS), and operating conditions.

Self Test Display

When power is applied, one of the error codes listed in Table 2-1 may appear in the display window if the counter fails its self-test routine. Refer the error code condition to qualified service personnel.

NOTE

At power up, a signal with a large dc offset voltage connected to the input terminals for either channel may cause the entire input signal to be outside the triggering level range. If this condition exists, an error code may be displayed. If any of these conditions occur, disconnect all inputs and reapply power. This error condition can also be caused by a low level ARM input signal during power-up.

NOTE

Refer error code conditions to qualified service personnel.

Table 2-1

FRONT-PANEL DISPLAY ERROR CODES	
Serial I/O Fault	313
Channel A	
Counter Integrity	320-324, 329
Channel B	
Counter Integrity	330-334, 339
System RAM Error U1410	340
System RAM Error U1610	341
System RAM Error U1311	342
ROM placement error U1610	361
ROM placement error U1102	374
ROM placement error U1201	375
ROM placement error U1410	380
ROM checksum error U1610	381
ROM checksum error U1102	394
ROM checksum error U1201	395

INPUT CONSIDERATIONS

Maximum Safe Input Voltage Limits



To avoid instrument damage, make certain that the input voltages to the front panel connectors or rear interface inputs do not exceed their specified limits. See Specification section.

The outer shell of the front panel bnc connectors is connected to earth ground through the ground connection for the power module power cord.

Always use a step-down isolation transformer (less than 15 V output) when measuring power line frequencies (50 or 60 Hz).

Be careful with high-frequency, high-amplitude signals (above 80 MHz). The front panel maximum safe input voltage at these high frequencies is 4 V, peak-to-peak times attenuator setting.

Connecting External and Internal Signal Sources

The DC 5010 can be used to measure input signals to either channel from the front panel. The SLOPE, TERM, ATTEN, and COUPL pushbuttons are effective in conditioning the signal.

If a high impedance signal probe is to be used between the front panel bnc connectors and the measurement source, use a probe capable of compensating for the input capacitance of the counter (less than 24 pF). A probe is recommended for all digital logic applications; the TEKTRONIX P6125 has been designed specifically for these counters, and its use is recommended. The counter has been designed, however, to properly trigger on ECL signals even when a X10 attenuator probe is used.

MEASUREMENT CONSIDERATIONS

Input Coupling, Noise, and Attenuation

You can use either the ac coupling (AC COUPL) or dc coupling (DC COUPL) mode to couple the input signal to the CHANNEL A or CHANNEL B input amplifiers. If the signal to be measured is riding on a dc level, its amplitude limits may not fall within the triggering level range. The AC COUPL mode should be used for repetitive signals having a fixed frequency and a constant duty cycle, or for signals riding on a large dc level. Slope selection is relatively unimportant when measuring the frequency or period of sine-waves. The 50 Ω Termination is selected for high frequency 50 Ω systems, while 1 MΩ is selected for high impedance probes and

for other high impedance situations. When in 50 Ω, the internal termination resistor could be damaged if the user accidentally applied an overly large signal. To prevent this, the DC 5010 automatically reverts to 1 MΩ for most signals that might damage the 50 Ω resistor. See the Specification section for more detail.

If the signal frequency or duty cycle changes, the triggering point may shift, stopping the measurement process. Use the DC COUPL mode for low frequency ac signals, signals with a low duty cycle, and during any time interval measurement (Time A→B, Rise/Fall A, Events B Dur A, and Width A).

Noise may be coupled to the input amplifiers along with the signal to be measured. Noise may originate from the operating environment, the signal source, or be caused by improper connections. If the noise is of sufficient amplitude, it can result in inaccurate measurements due to false triggering. See Fig. 2-3. The DC 5010 has a 20 MHz low pass filter (FILTER) that is helpful in removing or reducing noise.

The linear operating range describes the voltage limits that will allow proper triggering without distortion. The minimum signal amplitudes are defined by the input sensitivity requirements for the AC COUPL and DC COUPL modes for either the 1 MΩ or 50 Ω Termination selection (see the Specification section). Proper use of the ATTEN (attenuation) controls will ensure operation within the maximum limits; ±2.0 V for X1 ATTEN, ±10 V for X5 ATTEN.

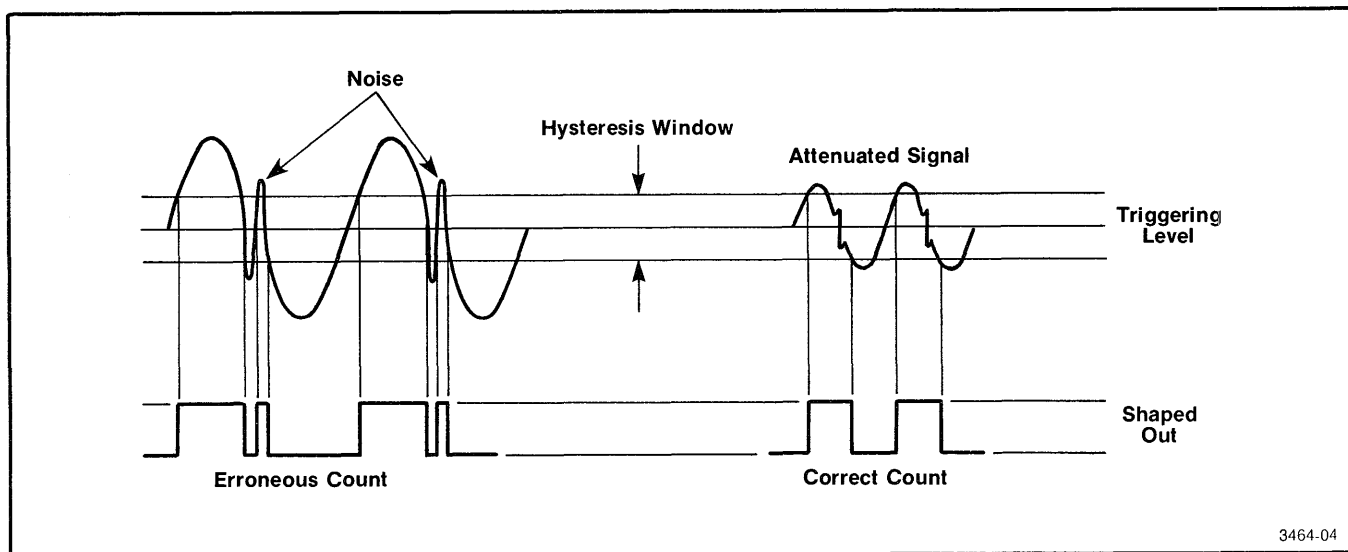


Fig. 2-3. Advantages in signal attenuation.

Triggering the Counter

The dc triggering level is determined by the SLOPE and LEVEL selection, or by the AUTO TRIG button.

The LEVEL CH A and CH B buttons, in conjunction with the increment (↑), and decrement (↓) buttons, are used to move the triggering hysteresis window continuously up or down through a ± 2.0 V range in 4 mV steps. The hysteresis window is typically 50 mV peak-to-peak. To determine the exact trigger level settings, push LEVEL CH A (or LEVEL CH B); the respective levels will be displayed. To return to the measurement cycle, press the LEVEL CH A or LEVEL CH B button again (whichever is lighted); pressing any function button will also return the instrument to the measurement mode.

When the AUTO TRIG button is activated, the microprocessor performs a software routine to determine the maximum and minimum limits of the Channel A and Channel B input voltage swings. Then the routine automatically sets the triggering levels of each channel to 50% (+24 mV for + slope, -24 mV for - slope) of its respective measured minimum and maximum values when making frequency, period, and totalize measurements. AUTO TRIG is also useful for pulse width measurements (WIDTH A mode) and TIME A→B measurements. Successful use of the Auto Trig here requires signal amplitudes of at least twice the effective hysteresis. Thus, signals with amplitudes greater than 140 mV peak-to-peak are typically necessary. This is because the actual trip level of the hysteresis window is set exactly at the 50% point for Width and Time A→B.

Figure 2-4 illustrates typical trigger level settings and shows the importance of setting trigger levels properly in order to avoid errors due to input signal risetimes (falltimes), or where the transition times of the start and stop pulses are different (or just slow). Observation of the SHAPED OUT signals on an oscilloscope, while setting the trigger levels on slow but complex waveforms, aids in reducing trigger setting difficulties.

The use of the Auto Trig, though very convenient, does not reduce the need to consider input noise amplitudes, coupling, impedance matching, and attenuation factors. Large amounts of overshoot and ringing of the input signal may cause erroneous counts due to an undesirable level setting. The median value of the input signal may be displayed. For mid-point settings, the low frequency limit for the Auto Trig mode is 10 Hz. Below 10 Hz, the automatic triggering level will still be set between the signals maximum and minimum, but not necessarily at the 50% point. For dc inputs, the level determination provided by auto trigger once again becomes correct.

Reducing Measurement Errors

As an aid in reducing measurement errors, keep in mind the following factors.

- Use the ATTEN controls and high impedance, attenuator type probes when measuring signals from high impedance circuits.
- Use the 50 Ω TERMination control for low impedance, high frequency 50 Ω systems.
- Consider trigger errors caused by input signals with slow rise or fall times.
- Use the 20 MHz FILTER to reduce high frequency noise.
- Average the measurement over a larger number of cycles of the input signal (greater number of AVGS)
- Maintain the counter environment at a constant temperature.
- For greater stability, allow extra instrument warm-up time ($> 1/2$ hour).
- Substitute the standard time base with the optional, higher stability time base.
- Apply a 1 MHz, 5 MHz, or 10 MHz external time reference standard (NBS) to the rear interface inputs.
- Recalibrate, if necessary.

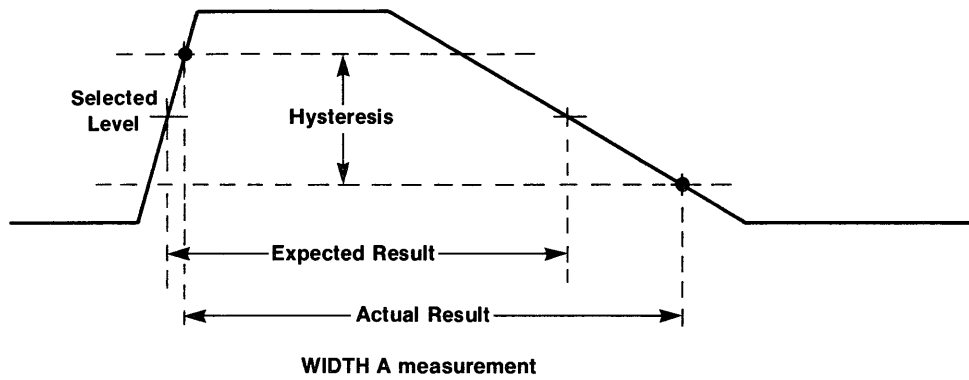
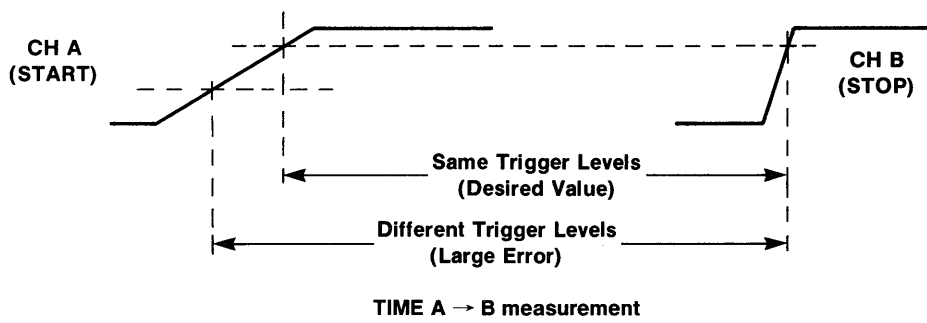
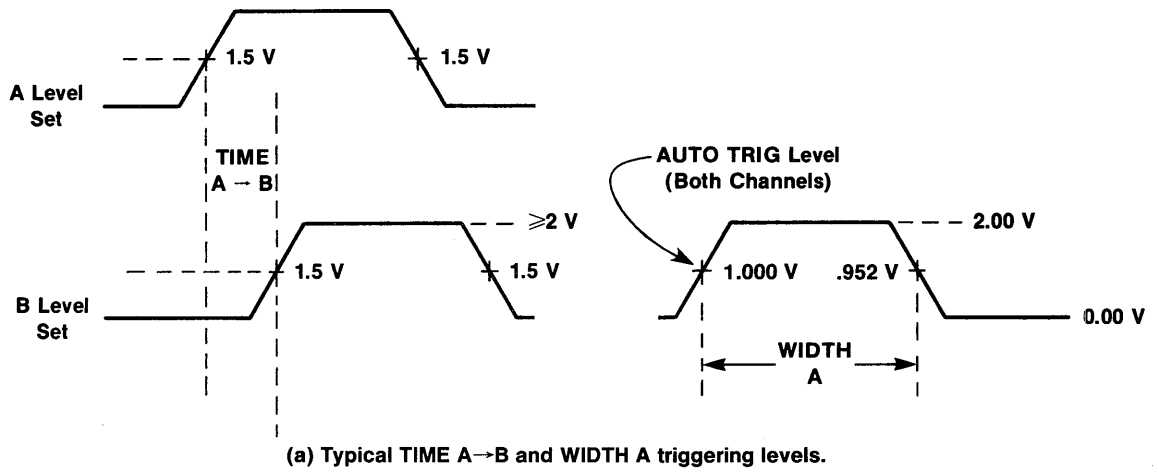
MEASUREMENT EXAMPLES

Frequency A and Period A

When the counter is in either the FREQ A or PERIOD A modes, it always measures the period of the Channel A input signal. For FREQ A, the microprocessor computes the frequency as:

$$f = \frac{1}{T} \quad (T = \text{period})$$

and displays the answer in frequency units. For PERIOD A, the answer is displayed in units of time. The 320 MHz internal clock insures very high resolution in both frequency and period. For period measurements of fast signals with 10^9 Averages, this resolution is ± 31.25 attosecs (31.25×10^{-18} sec).



(b) Sources of triggering errors.

(3464-05)3897-04

Ratio B/A

In Ratio B/A mode, the counter measures the number of events on both channels during the time it takes to accumulate the selected number of Channel A events (averaged by A events). The total number of Channel B events is then divided by the total number of Channel A events and the answer displayed without units of time or frequency.

The ratio range is from 10^{-8} to 10^9 . Applying the higher frequency to Channel B produces a ratio greater than one; applying the lower frequency to Channel B produces a ratio less than one. For better resolution, apply the higher frequency signal to Channel B.

Width A and Time A → B (Time Interval)

Figure 2-5 illustrates measurements for the WIDTH A and TIME A → B functions. The WIDTH A function measures the time interval between the first selected positive or negative edge (\pm SLOPE) of the waveform applied to Channel A and the next opposite polarity edge.

The TIME A → B function measures the time interval between the first selected occurrence (\pm SLOPE) of an event on Channel A to the first selected occurrence (\pm SLOPE) of an event on Channel B. The measurement can be averaged (AVGS) by the selected number of Channel A events because there is one Channel B event per Channel A event.

When either the WIDTH A, TIME A → B, or RISE/FALL A function is activated, the microprocessor turns on an internal pseudo-random noise generator that phase modulates the internal 3.125 ns time base, allowing the counter to measure without error, input signals that otherwise would be synchronous with its time base. See Fig. 2-5.

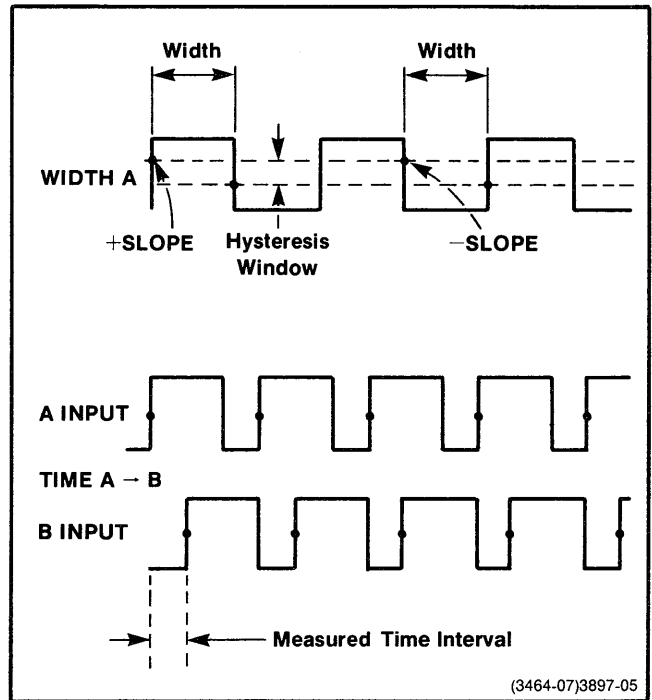


Fig. 2-5. Measurement examples for WIDTH A and TIME A → B.

In Fig. 2-6 the time interval (4.68525 ns, WIDTH A) would not be measured with a non-modulated time base any more accurately with averaging than it could have been by making a single-shot measurement (AVGS = 0). Using the pseudo-random phase-modulated clock pulses, and setting the AVGS switch greater than 1, causes the counter in this example to count one clock pulse one-half of the time and two clock pulses one-half of the time. For example, if AVGS is set to 10 (10^1) the total time for the count is at least

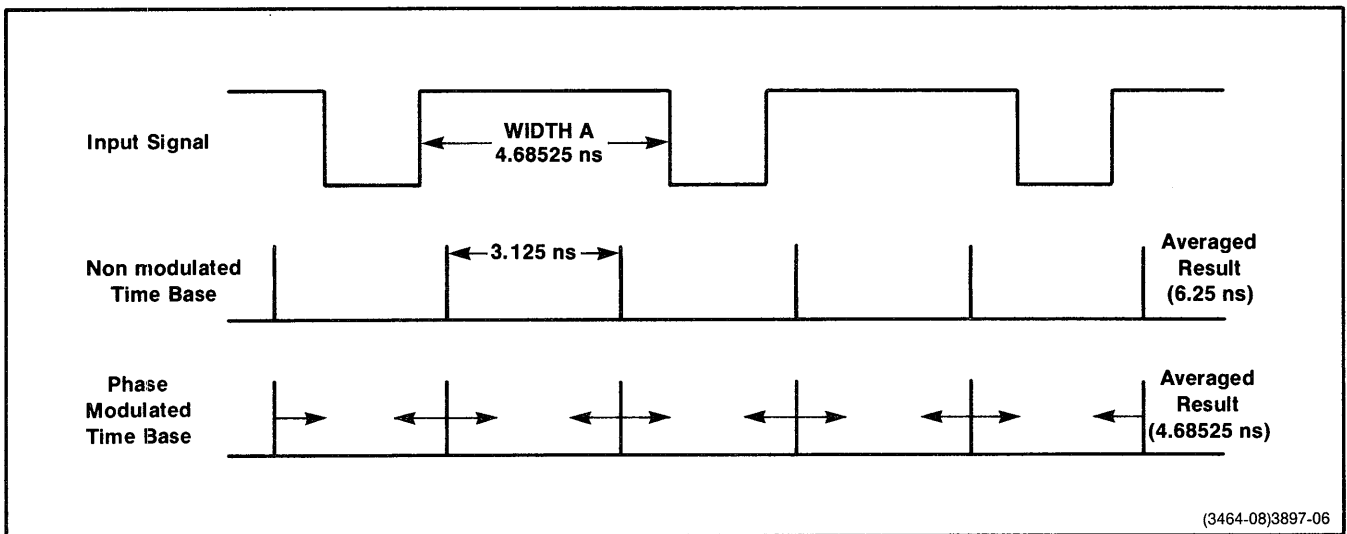


Fig. 2-6. Measurement example for synchronous input signals.

46.8525 ns. Ten averages yields 15 counts (5 counts + 10 counts). Dividing the total count by the number of averages, the average (count/interval) of each count corresponds to 3.125 nsec. The answer, is then $(15/10 \times 3.125 = 4.68525$, which on the DC 5010 would be displayed as 4.6 nsec.

Null

Pressing the NULL button stores the present measurement result and then subtracts that number from all subsequent measurements (while the button remains lighted). It is most useful in Time A → B measurements, where it can be used to null out systematic errors (such as unequal cable lengths and channel mismatches); however, it is available in all measurement functions.

The averages setting may be changed without losing the Null stored measurement. If the instrument is subtracting two numbers of differing resolution, the result of such a subtraction has the resolution of the lesser resolution number. This is the number that the counter automatically uses to determine how many digits to display.

Pressing the button again will re-null the result.

To exit the Null mode, press any function button (including that of the function already chosen).

Events B During A

The EVENTS B DUR A function is basically the same as WIDTH A; except, instead of clock edges, the counter counts the selected number of positive-going or negative-going events (\pm SLOPE, CHANNEL B) occurring during a selected positive or negative pulse width occurring on Channel A (\pm SLOPE, CHANNEL A). Therefore, the internal time base is not counted for this function. See Fig. 2-7 for a measurement example. The Channel B events are averaged over the selected number (AVGS) of Channel A pulse widths.

Time Manual

The TIME MANUAL function measures and displays the time interval (to the closest one-hundredth of a second) between the first and second depressions of the MEASUREMENT START/STOP pushbutton. The time count can be reset to zero and restarted by pressing and then releasing the RESET pushbutton. The AVGS switch has no affect in the Time Manual mode. When first entering this function, the measurement is in the STOPped mode, as indicated by the lighted START/STOP button.

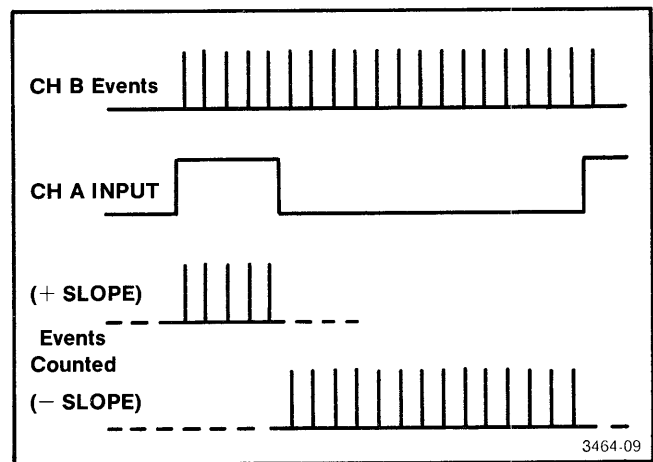


Fig. 2-7. Measurement example, EVENTS B DURING A.

Totalize A

The Total A function is basically the same as TIME MANUAL except that instead of counting the internal time base pulses, the counter counts the total number of Channel A events occurring between two successive depressions of the MEASUREMENT START/STOP pushbutton. The AVGS switch is active in this mode. With the AVGS exponent set to 0 or AUTO (-1), whole numbers are displayed. For other settings, AVGS operates as a power-of-ten scaling indicator (allowing totalizing to the full fourteen digits of the internal count chain). For example, with a 1 MHz input signal and the AVGS switch set to 10^6 , the least significant digit displayed would represent 10^6 counts and would increment at one count per second ($10^6 \text{ Hz}/10^6 = 1 \text{ Hz}$). This scaling factor may be changed (Refer to Text) after a measurement is over, effectively moving the display. This allows the user to view all thirteen digits of the count chain.

Totalize A+B

The TOTAL A+B function is as described for TOTAL A with the exception that the counter counts the total number of Channel A events plus the total number of Channel B events. The B count does not begin until after the first valid A count.

Totalize A-B

The TOTAL A-B function is similar to the TOTAL A+B function with the exception that the counter counts the total number of Channel A events minus the total number of Channel B events. The B count does not begin until after the first valid A count.

Risetime A and Falltime A

The RISE/FALL A function allows the operator to automatically measure the 10% to 90% risetime (or falltime) of the counter's specified input signal appearing on Channel A. See Fig. 2-8a. Select the SLOPE (+ = risetime; - = falltime) before pressing the RISE/FALL A button. The input signal size is automatically measured and the 10% and 90% levels are automatically calculated and set. These levels are available over the GPIB bus.

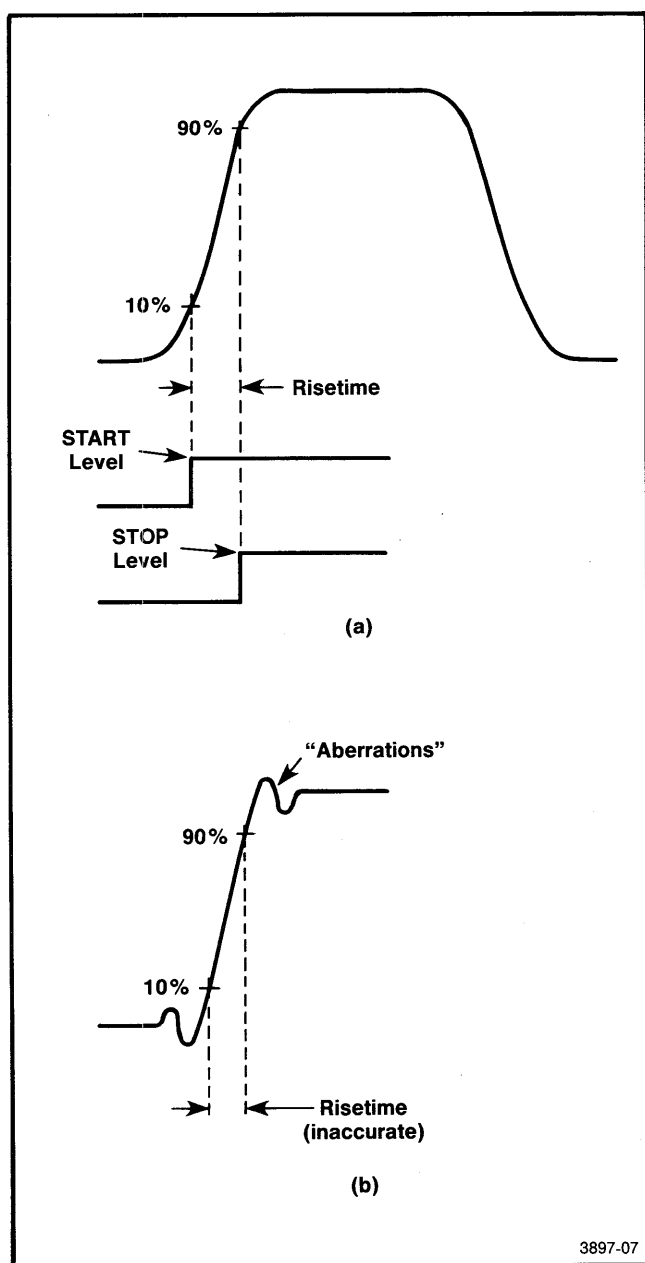


Fig. 2-8. Measurement example for risetime.

Internally, the A input is routed to both the A Channel and B Channel. The A Channel input conditioning is automatically duplicated (and indicated by the front panel lighted buttons) on the B Channel when the RISE/FALL A button is pressed. Although risetime measurements are simple to make, some operator problems can develop (even when using the automatic level setting capability of the counter). The signal being measured must satisfy the instrument requirements as detailed in the Specification section of this manual. The input signal amplitude must be greater than 1.4 V (50 Ω) or 700 mV (1 M Ω), have a risetime not less than 4 nsec (5 nsec for 1 M Ω), and not exceed 10% aberrations.

The DC 5010 uses a true peak detector circuit and detects the highest signal peak, even if the peak is an aberration (see Fig. 2-8b). If this aberration is too severe (greater than 10%), the instrument will not measure the correct risetime. Before pressing the RISE/FALL A button, the front panel FILTER (20 MHz) button can sometimes be selected to limit the internal risetime (less than 18 nsec) of the input signal to reduce these aberrations. Effective use of the filter will depend on the signal width and aberrations. Press the RISE/FALL A button. After the signal peak is measured and the 10% to 90% levels are set, the filter would be removed so the DC 5010 may display the actual unlimited risetime (without filter).

The counter front panel pushbuttons remain active after pressing the RISE/FALL A button, to enable the operator to modify signal input conditioning and trigger levels. The modified conditioning and levels must satisfy the instrument requirements as detailed in the Specification section of this manual.

For example, if the AUTO button is pressed (while in RISE/FALL A) the Channel A and Channel B levels will move from the 10% and 90% points to the 50% point. In the DC 5010 if the 20% and 80% risetime points are desired, MIN and MAX values (see the Programming notes in this section) are available over the GPIB bus. These values can be used to calculate these 20% and 80% risetime points and program them into the Channel A and Channel B.

Other specific signal levels such as TTL High or TTL Low can be programmed by the operator; however, consideration must be given for the termination setting. In the 50 Ω termination, the displayed trigger level is one-half the true trigger level due to the internal power splitter (not evident to the instrument). In the 1 M Ω termination the instrument does not take into account any attached probes (see Rise/Fall specification for level information with the use of probes).

Probe Compensation

The DC 5010 has been specifically designed to be compatible with standard probes when in 1 M Ω termination; however, the operator must still be sure that the probe is properly compensated.

In the DC 5010, a probe compensation (PROBE COMP) function is built into the counter. It allows the user to compensate the probe in place and without the use of an external oscilloscope.

A square-wave signal of approximately 1 kHz and an amplitude of approximately 5 V is provided at the front panel PROBE COMP tip jack.

Connect the probe tip to the PROBE COMP tip jack before entering the PROBE COMP mode.

The counter should display a zero for the most significant digit (far left) and a zero for the least significant digit (far right). The far left digit is for a probe connected to CHANNEL A and the far right digit for a probe connected to CHANNEL B. No decimal points or annunciators should be illuminated.

With the probe connected and the square-wave signal applied, perform the following steps.

1. Slowly rotate the probe adjustment in either direction until the display changes to a continuous 1 reading for the channel being compensated.

2. Slowly reverse the rotation of the probe adjustment until the display just goes back to a 0. At this point, the probe will be compensated. A 1 indicates that the probe is over compensated; a 0 indicates under compensation. Final adjustment should be made in the direction where the 1 just changes to a 0.

NOTE

If a display goes to a 1 and remains in that condition for one or more complete revolutions of the probe adjustment, press the RESET pushbutton to clear the condition. This can occur if the connection to the square-wave source became open during the adjustment procedure.

Test Function

A 000 display in the three MSD's for the TEST function is an indication that the microprocessor has checked itself. The test also checks the internal serial data path, the integrity of the internal counter chain (accumulators), and, as a by-product, the operation of the digital-to-analog converter (trigger levels) and input amplifier circuits.

The random-access memory space (RAM) is not checked during this front panel self-test; the RAM is checked only at power-up.

NOTE

If the CHANNEL A or CHANNEL B inputs are connected, the peaks of the input signals must be within the triggering level range of the counter for the test function to operate properly. If a failure occurs, first disconnect any CHANNEL A or CHANNEL B inputs and repeat the test. A connection to the arming input may also cause improper operation.

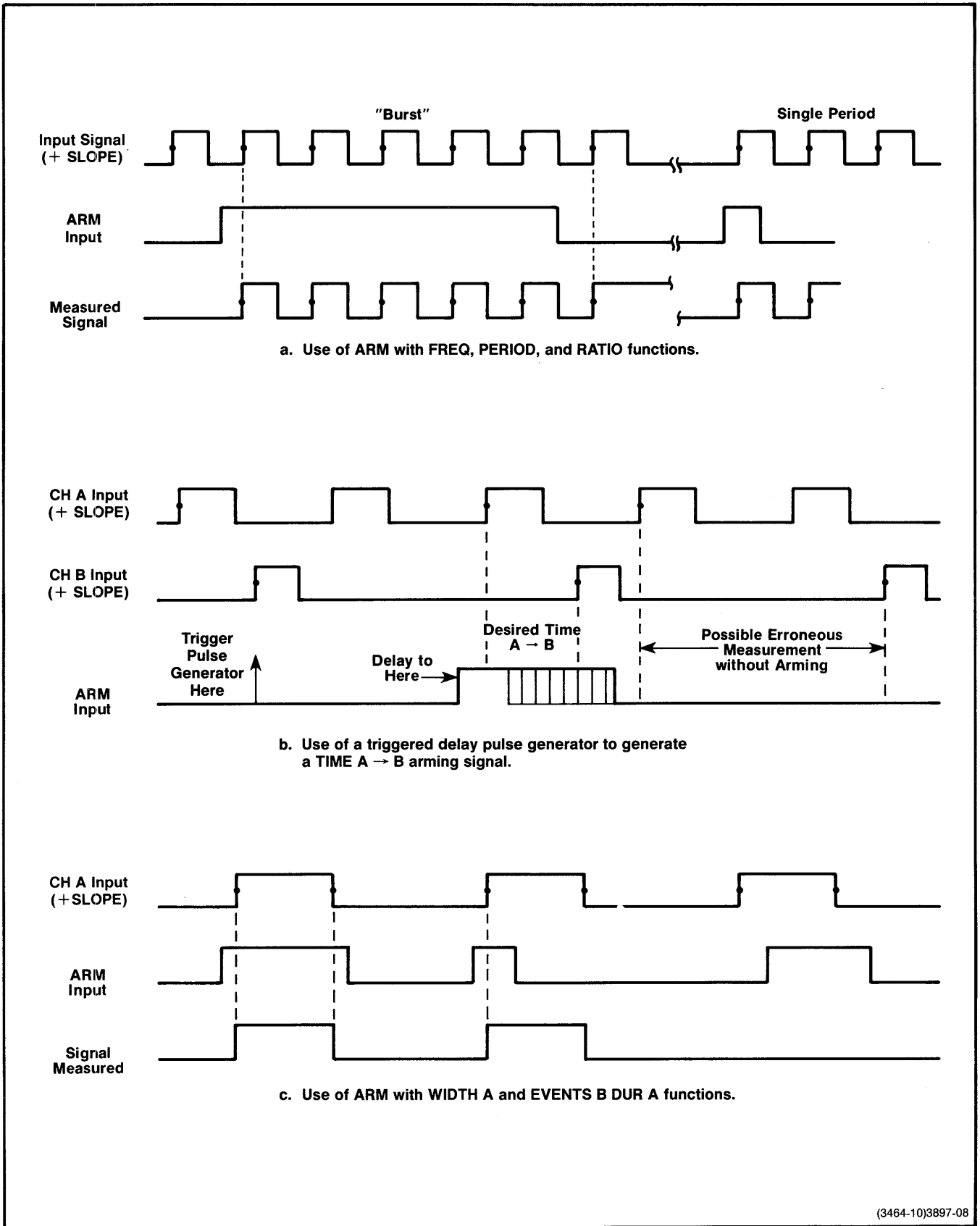
The gate light will flash once each time a full test cycle has been completed. If a failure is ever noted, the error code of that failure will be displayed in the three extreme left digits of the seven-segment display and the cycling will halt. The DC 5010 will stay in test mode until another function is selected.

Arming (ARM Input)

Arming provides a means by which single events or sets of events can be selected for measurement within a complex analog or digital signal. Figure 2-9 shows three different examples of arming.

The ARM input requires TTL signal levels. With no signal attached the ARM input is normally pulled high and is thus continuously armed. When the ARM input is pulled low, the counter is prevented from starting a measurement. Arming may be used in all measurement functions with the exception of TIME MANUAL, PROBE COMP, and TEST. In these three functions the ARM signal must be high.

When the arming signal changes to a high state, the first subsequent Channel A event will start the measurement process. When the arming signal changes to a low state, the next Channel A event will stop the measurement process. Therefore, the counter can be controlled as to when, in time, a measurement will be made (even in complex waveforms).



(3464-10)3897-08

Fig. 2-9. Examples of arming.

These armed measurements can then be averaged much like time interval averaging. The counter determines the number of digits to display (best possible resolution) based on the number of Channel A events averaged. Typically, each total measurement of Frequency, Period, and Ratio contains a 1 count error and the counter displays the number of digits that can be justified given this error. When using arming in the Frequency Period, or Ratio modes (non-time interval modes), each act of arming and disarming can introduce 1 count errors. The counter does not take this into account, however, and displays the number of digits based only on the total number of events per overall measurement, independent of the number of times the instrument was armed and disarmed.

The actual resolution for a period measurement using arming will be less than that displayed. It can be found using the following relationship:

$$\text{Resolution} = \frac{T_c}{N} \frac{\sqrt{N} T_p}{T_B}$$

T_c = clock period

T_p = input period (CH A)

T_B = time from starting A event to stopping A event

N = number of averages, i.e., 10^6 or 10^9 , etc.

PROGRAMMING

Introduction

This section of the manual provides information for programming the DC 5010 by remote control via the IEEE-488 General Purpose Interface Bus (GPIB). The following information assumes the reader is knowledgeable in GPIB communication and has some exposure to programming controllers. Communication via the GPIB is specified and described in the IEEE Standard 488-1978, "Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation"¹ All GPIB references in this manual refer to the IEEE-488 GPIB. TM 5000 instruments are designed to communicate with any GPIB-compatible controller that sends and receives ASCII messages (commands) over the GPIB. These commands program the instrument or request information from the instrument.

Commands for TM 5000 programmable instruments are designed for compatibility among instrument types. The same command is used in different instruments to control similar functions. In addition, commands are specified in mnemonics related to the functions they implement. For example, the command INIT initializes instrument settings to their power-up states. For further ease of programming, command mnemonics match those on the front panel in most cases.

¹ Published by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 345 East 47th Street, New York, N.Y., 10017.

Instrument commands are presented in three formats:

- A front panel illustration—showing command relationships to front panel operation (see Fig. 2-10).
- Functional Command List—a list divided into functional groups with brief descriptions.
- Detailed Command List—an alphabetical listing of commands with complete descriptions.

TM 5000 programmable instruments connect to the GPIB through a TM 5000 power module. Refer to Installation and Removal earlier in this section for information on installing the instrument in the power module. Also, review the Front Panel Operation portions of this section to become familiar with front panel and internally selectable instrument functions. The GPIB primary address for this instrument may be internally changed by qualified service personnel. The DC 5010 is shipped with the address set to decimal 20. The message terminator may also be internally selected by qualified service personnel. Message terminators are discussed in Messages and Communication Protocol (in this section). TM 5000 instruments are shipped with this terminator set to EOI ONLY. Refer qualified service personnel to the Maintenance section of this manual for locations and setting information. Pressing the INST ID button causes the instrument to display its selected GPIB primary address; the far right decimal point lights if the selected message terminator is LF/EOI.

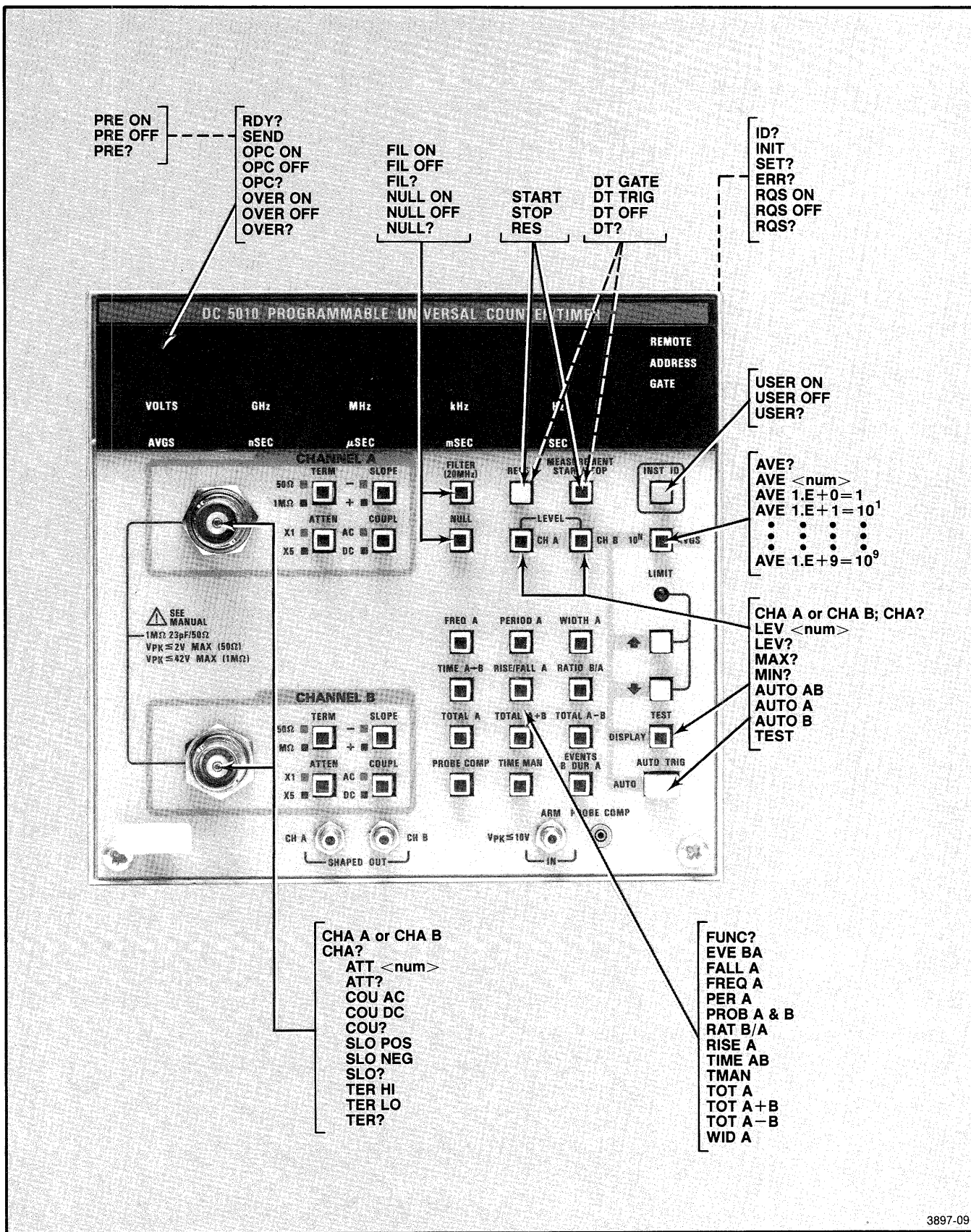


Fig. 2-10. Quick command list.

COMMANDS

The instrument is controlled by the front panel or via commands received from the controller. These commands are of three types:

Setting commands—control instrument settings.

Query-output commands—ask for data.

Operational commands—cause a particular action.

The instrument responds to and executes all commands when in the remote state. When in the local state, *setting* and *operational commands* generate errors since instrument functions are under front panel control; only *query-output commands* are executed.

Each command begins with a header—a word that describes the function implemented. Many commands require an argument following the header, a word or number which specifies the desired state for the function.



Using fewer characters than the abbreviated header or argument should be done with caution since erroneous results or damage could result if this data is sent to the wrong instrument.

FUNCTIONAL COMMAND LIST

INSTRUMENT COMMANDS

Function Commands

- EVE BA – Counts Channel B during Channel A pulse width
- FALL A – Measures the falltime of the signal on Channel A
- FREQ A – Measures frequency of input signal on Channel A
- FUNC? – Query returns current instrument function
- PER A – Measures period of Channel A signal
- PROB A&B – Enables probe compensation
- RAT B/A – Measures ratio of B events to A events
- RISE A – Measures the risetime of the signal on Channel A
- TEST – Tests ROM, I/O, accumulator
- TIME AB – Measures time from A event to B event
- TMAN – Manual timing function (stop watch)
- TOT A – Totalizes Channel A events
- TOT A+B – Measures the total number of events on Channel A plus the total of events on Channel B
- TOT A–B – Measures the total number of events on Channel A minus the total number of events on Channel B
- WID A – Measures pulse width of Channel A signal

Measurement Control

- AVE or AVGS – Sets number of measurements averaged (in decades only), or auto averaging
- AVE? or AVGS? – Query returns AVE <num>; (–1 for AUTO Averages)
- NULL ON – Subtracts present measurement results from all succeeding measurements
- NULL OFF – Resets Null value
- NULL ? – Query returns NULL ON or NULL OFF
- RDY? – Query returns RDY 1 for new data ready or RDY 0 for new data not ready
- RES – Resets counters, restarts current measurement
- START – Starts TMANual, STOPped, or TOTAlize measurement
- STOP – Stops any measurement except TEST or PROBECOMP

INPUT/OUTPUT CONTROL

ATT 1 or 5	- ×1 or ×5 Attenuation
ATT?	- Query returns ATT <num>
AUTO A	- Sets trigger level to signal midpoint (CH A)
AUTO B	- Sets trigger level to signal midpoint (CH B)
AUTO A&B	- Sets trigger level to signal midpoint (Both channels)
CHA A or B	- Selects channel for succeeding input settings
CHA?	- Query returns CHA A or CHA B
COU AC or DC	- Sets input coupling mode
COU?	- Query returns COU AC or COU DC
FIL ON	- Limits the channel A and B bandwidth to approximately 20 MHz
FILL OF	- Turns off filter
FIL ?	- Query returns FIL ON at FIL OFF
LEV	- Sets selected channel trigger level Num range = +2.000 to -2.000 (×1) or +10.000 to -10.000 (×5)
LEV?	- Query returns trigger level setting of selected channel
MAX?	- Query returns last AUTOtrig maximum peak voltage
MIN?	- Query returns last AUTOtrig minimum peak voltage
PRE ON	- Enables prescaler and internal scaling
PRE OFF	- Disables prescaler and internal scaling
PRE?	- Query returns PRE ON or PRE OFF
SEND	- Obtains and formats new measurement results
SLO POS	- Triggers on positive slope
SLO NEG	- Triggers on negative slope
SLO?	- Query returns SLO NEG or SLO POS
TER HI	- Sets channel input to termination 1 megohm, 23 pF
TER LO	- Sets channel input termination to 50 Ω
TER?	- Query returns TER HI or TER LO

SYSTEM COMMANDS

DT GATE	- <GET> controls Start and Stop
DT TRIG	- <GET> performs RESET
DT OFF	- Disables Device Trigger
DT?	- Query returns DT TRIG, DT OFF, or DT GATE
ERR?	- Returns error code for most recent event reported by serial poll when RQS is ON; with RQS OFF it returns the highest priority status
ID?	- Query returns instrument type and firmware versions
INIT	- Initializes instrument to power-on settings
SET?	- Query returns current instrument settings
TEST	- Tests ROM, I/O, accumulator

STATUS COMMANDS

OPC ON	- Enables assertion of SRQ on OPERATION COMPLETE
OPC OFF	- Disables SRQ on OPERATION COMPLETE
OPC?	- Query returns OPC ON or OPC OFF
OVER ON	- Enables asserting of SRQ on counter overflow
OVER OFF	- Disables SRQ on counter overflow
OVER?	- Query returns OVER ON or OVER OFF
RQS ON	- Enables SRQ assertion
RQS OFF	- Disables SRQ assertion and clears SRQ
RQS?	- Query returns RQS ON or RQS OFF
USER ON	- Enables asserting of SRQ when INST ID button is pushed
USER OFF	- Disables asserting of SRQ when INST ID is pushed
USER?	- Query returns USER ON or USER OFF

DETAILED COMMAND LIST

ATTENUATION

Type:

Setting or Query

Setting Syntax:

ATT <number>

Examples:

ATT .999999
 ATT 5.00001
 ATTENUATION 1

Query Syntax:

ATT?

Query Response:

ATT 1;
 ATT 5;

Discussion:

The ATTENUATION command sets the input signal attenuation for the selected channel to $\times 1$ (no attenuation) or $\times 5$. The argument is rounded to an integer and if it is not a 1 or a 5 an execution error (ERR 205) is issued indicating the argument is out of range.

The power-on initial setting is ATT 1.

For information on selecting channels see discussion of the CHANNEL command.

ATTENUATION

AUTOTRIG

Type:

Operational

Syntax:

AUTO A
 B
 A&B (argument is optional)

Examples:

AUTO
 AUTO A
 AUTOTRIG A&B

Discussion:

The AUTOTRIG command causes the DC 5010 to automatically set the trigger levels for channels to the approximate midpoints of the input signals. The maximum and minimum peak values for both channels are saved and may be read out using the MAX? and MIN? queries. The AUTOTRIG command accepts the following valid arguments:

- A — Automatically sets trigger level for Channel A only. Saves minimum and maximum peak values for both channels.
- B — Automatically sets trigger level for Channel B only. Saves minimum and maximum peak values for both channels.
- A&B — Automatically sets trigger levels for both channels. Also saves minimum and maximum peak values for both channels.

If no argument is specified, AUTO A&B is assumed.

When an AUTOTRIG is performed, previously set trigger levels for affected channels are replaced by the new values. These new values may not be at the midpoints if the input signals are outside the range of the instrument. Previously measured minimum and maximum peak values for both channels are always replaced.

The time required for the AUTOTRIG operation to complete is dependent on both Channel A and Channel B amplitudes and frequencies. Worst case time is approximately 2.5 seconds.

The following command sequence causes an AUTO TRIGGER to be performed and the resulting trigger levels to be output when the AUTOTRIG completes:

AUTO;CH A;LEV?;CH B;LEV?

AUTOTRIG

AVERAGES**Type:**

Setting or Query

Setting Syntax:

AVE <number>
or
AVGS <number>

Examples:

AVE -1
AVGS 1.E+2
AVERAGES 100

Query Syntax:

AVE? or AVGS?

Query Response:

AVE -1;
AVE 1.E+4;

Discussion:

The AVERAGES command sets the minimum number of events to be counted on Channel A before calculating measurement results. Valid <number> arguments are:

<number> ≤ 0 – Sets DC 5010 to “auto-averages” mode. In “auto-averages”, the instrument accumulates counts for ≈.3 seconds.

When in “auto-averages” query returns AVE -1.

<number> = 1, 1.E+1, 1.E+2, 1.E+3, 1.E+4, 1.E+5, 1.E+6, 1.E+7, 1.E+8, 1.E+9.

The argument <number> is first rounded to the nearest power of ten. If the resulting value is not one of the above valid values, the averages setting is left unchanged and an execution error (ERR 205) is issued.

The AVERAGES setting is also used to scale the displayed results for TOTALIZE measurements. Results output to the IEEE-488 bus, however are not scaled.

The power-on initial settings is AVE -1.

AVERAGES**CHANNEL (CHANNEL SELECT)****Type:**

Setting or Query

Setting Syntax:

CHA A
B

Examples:

CHANNEL A
CHA B

Query Syntax:

CHA?

Query Response:

CHA A;
CHA B;

Discussion:

The CHANNEL command selects the channel that the subsequent input setting commands affect. The input settings commands are SLOPE, SOURCE, ATTENUATION, COUPLING, and LEVEL. Valid arguments are:

A — Channel A is affected by input setting commands.

B — Channel B is affected by input setting commands.
The power-on initial setting is CHA A.

CHANNEL (CHANNEL SELECT)

COUPLING

Type:

Setting or Query

Setting Syntax:

COU AC
DC

Examples:

COUPL AC
COU DC

Query Syntax:

COU?

Query Response:

COU AC;
COU DC;

Discussion:

The COUPLING command sets the input signal coupling for the selected channel. Valid arguments are:

- AC — Select ac coupling for input signal.
- DC — Select dc coupling for input signal.

When switching from DC Coupling to AC Coupling or when the dc level of an input signal changes and the signal is ac coupled, the following settling times are required:

- ×1 probe connected — 1.0 seconds
- ×5 probe connected — 2.5 seconds
- ×10 probe connected — 5.0 seconds

The above times specify the time until the Coupling capacitor is charged to within 1% of its final value and assumes the source has a very low impedance.

The power-on initial setting is COU DC.

For information on selecting channels see discussion of the CHANNEL command.

COUPLING

DT (DEVICE TRIGGER)

Type:

Setting or Query

Setting Syntax:

DT GATE
TRIG
OFF

Examples:

DT GATE
DT TRIG
DT OFF

Query Syntax:

DT?

Query Response:

DT GATE
DT TRIG
DT OFF

Discussion:

The DT command controls the instrument's response to the GROUP EXECUTE TRIGGER <GET> interface message. The valid arguments are:

GATE — In this Device Trigger mode, <GET> controls the STARTing and STOPping of the measurement. If measurement is STOPped, <GET> will START measurement. When STARTed, <GET> will STOP the measurement.

TRIG — In this Device Trigger mode, <GET> causes a measurement RESET to be performed. If the measurement is already STARTed, this causes it to be reset and restarted. If the measurement is currently STOPped, this causes a single measurement to be initiated.

OFF — In this mode a <GET> causes instrument to issue an execution error (ERR 206).

The power on initial setting is DT OFF.

DT (DEVICE TRIGGER)

ERROR

Type:

Query

Syntax:

ERR?
ERROR?

Response:

ERR <number>;

Discussion:

The ERROR query is used to obtain information about the status of the instrument.

If RQS is ON, the ERROR query returns an event code <number> describing why the RQS bit was set in the last Status Byte reported by the instrument. The event code is then reset to 0.

If RQS is OFF, the ERROR query returns an event code <number> describing the highest priority condition currently pending in the instrument. This event code is then cleared and another ERROR query will return the event code for the next highest priority condition pending.

EVENTS (EVENTS B DURING A)

Type:

Operational

Syntax:

EVE BA (argument is optional)

Examples:

EVENTS BA
EVE

Discussion:

The EVENTS command sets up the DC 5010 to measure the total number of events occurring on Channel B during the pulse width of the input signal on Channel A.

ERROR

EVENTS (EVENTS B DURING A)

FALLTIME

Type:

Operational

Syntax:

FALL A (argument is optional)

Examples:

FALL
FALLTIME A

Discussion:

The FALLTIME command sets up the instrument to measure the falltime of the input signal on Channel A. CHANNEL A SLOPE is automatically set to — and the CHANNEL B ATTEN, COUPL, SLOPE, and TERM settings are updated to match those of CHANNEL A. The CHANNEL A input signal is internally routed through both Channels A and B input circuits and then the 90% and 10% trigger level points are determined and set.

The Falltime function uses the autotrigger operation to determine the 10% and 90% points. Therefore, the trigger levels and the minimum and maximum peak values are affected by Falltime measurements.

FALLTIME

FILTER

Type:

Setting

Syntax:

FIL ON
OFF

Examples:

FIL ON
FILTER OFF

Query Syntax:

FIL?

QUERY Response:

FIL ON:
FIL OFF:

Discussion:

The FILTER command controls the setting of the high frequency noise filter. Valid arguments are:

ON — Sets high frequency noise filter to limit bandwidth of both channels to 20 MHz.

OFF — Resets high frequency noise filter to allow full 350 MHz bandwidth.

The power-on initial setting is FIL OFF

FILTER

FREQUENCY

Type:

Operational

Syntax:

FREQ A (argument is optional)

Examples:

FREQUENCY A
FREQ

Discussion:

The FREQUENCY command sets up the DC 5010 to measure the frequency of the input signal on Channel A.

This is the power-on function setting.

FUNCTION

Type:

Query

Syntax:

FUNC?
FUNCTION?

Response:

EVE BA;
FALL A;
FREQ A;
PER A;
RAT B/A;
TIME AB;
TMAN;
TOT A;
TOT A+B;
TOT A-B;
WID A;
PROB A&B;
RISE A;
TEST;

Discussion:

The FUNCTION query returns one of the responses shown above. The response indicates the measurement function currently selected.

FREQUENCY

FUNCTION

IDENTIFY

Type:

Query

Syntax:

ID?
IDENTIFY?

Response:

ID TEK/DC5010,V79.1,Fx.y;

Discussion:

The IDENTIFY query returns the above response where:

TEK/DC 5010 — Identifies the instrument type.

V79.1 — Identifies the version of Tektronix Codes and Format Standard to which the instrument conforms.

Fx.y — Identifies the firmware version of the instrument, where x.y is a decimal number.

INITIALIZE

Type:

Operational

Syntax:

INIT
INITIALIZE

Discussion:

The INIT command performs a power-on initialization of the instrument's settings. The power-on settings for the DC 5010 are:

FREQ A
AVE -1
FIL OFF
NULL OFF
SLO POS (Channels A&B)
ATT 1 (Channels A&B)
COU DC (Channels A&B)
TERM HI (Channels A&B)
CHA A
OPC OFF
OVER OFF
PRE OFF
DT OFF
USER OFF
RQS ON

In addition, an autotrigger is performed to set the trigger levels. With the maximum and minimum peak values of autotrigger performed, the maximum execution time for the INIT function is 2.5 seconds.

The INIT command does not generate a power-on SRQ nor does it put the instrument in LOCAL mode as a normal power-on does.

IDENTIFY

INITIALIZE

LEVEL (TRIGGER LEVEL)

Type:

Setting or Query

Setting Syntax:

LEVEL <number>

Examples:

LEVEL -1.025
LEV 0.005
LEV 7.5

Query Syntax:

LEV?

Query Response:

LEV -1.025;
LEV 0.000;

Discussion:

The LEVEL command sets the trigger level of the previously selected channel to the value specified. The value is expressed in volts and has a range of -2.000 to 2.000 when in $\times 1$ attenuation and -10.000 to 10.000 when in $\times 5$ attenuation. The resolution is 0.004 for $\times 1$ attenuation and 0.020 for $\times 5$ attenuation.

The value is rounded to the nearest step and if this is not within the range of the DC 5010 the trigger level is left unchanged and an execution error (ERR 205) is issued.

For information on selecting Channels, see discussion of the CHANNEL command.

LEVEL (TRIGGER LEVEL)

MAXIMUM

Type:

Query

Syntax:

MAX?
MAXIMUM?

Response:

MAX <number>;

Discussion:

The MAX? query returns a value indicating the maximum input signal voltage for the selected channel measured during the last autotrigger cycle. If the signal has changed and/or the input signal conditioning has changed since the last autotrigger, another AUTOTRIG is required to obtain the new MAX values.

An autotrigger cycle occurs for each AUTOTRIG, PROBECOMP, RISE, or FALL operation. The maximum execution time for each operation is 2.5 sec, (1.5 sec, typical).

MAXIMUM

MINIMUM

Type:

Query

Syntax:

MIN?

Response:

MIN <number>

Discussion:

The MINIMUM? query returns a value indicating the minimum input signal voltage for the selected channel measured during the last autotrigger cycle. If the signal has changed and/or the signal conditioning has changed since the last autotrigger, another AUTOTRIG is required to obtain the new MIN values.

An autotrigger cycle occurs for each AUTOTRIG, PROBECOMP, RISE, or FALL operation. The maximum execution time for each operation is 2.5 sec, (1.5 sec, typical).

NULL

Type:

Operational

Syntax:

NULL ON
NULL OFF

Examples:

NULL ON
NULL OFF

QUERY Syntax:

NULL?

Query Response:

NULL ON;
NULL OFF;

Discussion:

The NULL command controls the storing of measurement results to be subtracted from all subsequent measurements. Valid arguments are:

ON — Store current measurement result and subtract it from all following measurements.

OFF — Reset stored Null value.

The Null value is reset each time the NULL OFF command is executed and each time a FUNCTION COMMAND IS EXECUTED. For Time interval measurement (TIME, WIDTH, RISE, FALL) the Null value is reset to 5.2 nsec to provide compensation for propagation delay time between Channels A and B input circuitry. For all other measurements, the Null value is reset to 0.

The power-on initial setting is NULL OFF.

MINIMUM

NULL

OPC (OPERATION COMPLETE)**Type:**

Setting or Query

Setting Syntax:OPC ON
OPC OFF**Examples:**OPC ON
OPC OFF**Query Syntax:**

OPC?

Query Response:OPC ON;
OPC OFF;**Discussion:**

The OPC command controls the asserting of SRQ when a measurement is completed. This command allows a controller to start a measurement, and then process some other task while waiting for an SRQ to inform it that measurement data is ready.

When OPC is ON and a measurement completes, SRQ is asserted and remains asserted until the status is read via a serial poll or until cleared by RQS OFF or a Device Clear. Operation Complete is indicated by a Status Byte of 66 or 82 and an ERROR query response of ERR 402.

For more Status Byte and ERROR information, see "Error and Status Reporting".

The Power on initial setting is OPC OFF.

OPC (OPERATION COMPLETE)**OVERFLOW****Type:**

Setting or Query

Setting Syntax:OVER ON
OVER OFF**Examples:**OVER ON
OVERFLOW OFF**Query Syntax:**

OVER?

Query Response:OVER ON;
OVER OFF;**Discussion:**

The OVERFLOW command controls the asserting of SRQ when the internal counting capacity of the DC 5010 is exceeded. This command allows the controller to detect and to respond to overflow conditions.

When making measurements, the DC 5010 uses two internal 43-bit counters, one for Channel A and one for Channel B.

For EVENTS, FREQUENCY, PERIOD, RATIO, TIME, or WIDTH measurements, OVERFLOW usually indicates that one of the input channels is not set up properly.

For TMANUAL and TOTALIZE measurements, OVERFLOW can easily be used by the controller to extend the range of the measurement. When making TMANUAL measurements, an OVERFLOW indicates that the Channel B counter has counted 2^{43} internal time base pulses (≈ 87960.9 seconds). When making TOTALIZE measurements, an OVERFLOW indicates that the Channel A counter has counted 2^{43} ($\approx 8.8 \times 10^{12}$) on the Channel A input. For both TMANUAL and TOTALIZE, the measurement result is reset and the measurement continues after an overflow is detected.

PROBECOMP and TEST measurements do not generate overflow conditions.

When OVERFLOW is ON and the instrument's internal capacity is exceeded, SRQ is asserted and remains asserted until the status is read via a serial poll or until cleared by RQS OFF or a Device Clear. Channel A overflow is indicated by a Status Byte of 193 or 209 and an ERROR query response of ERR 711. Channel B overflow is indicated by a Status Byte of 194 or 210 and an ERROR query response of ERR 712.

The power-on initial state is OVER OFF.

OVERFLOW

PERIOD

Type:

Operational

Syntax:

PER A (argument is optional)

Example:

PERIOD A
PER

Discussion:

The PERIOD command sets up the DC 5010 to measure the period of the input signal on Channel A.

PRESCALE

Type:

Setting or Query

Setting Syntax:

PRE ON
PRE OFF

Examples:

PRESCALE ON
PRE OFF

Query Syntax:

PRE?

Query Response:

PRE ON;
PRE OFF;

Discussion:

The PRESCALE command multiplies the Channel A count by 16 before calculating FREQUENCY, PERIOD, RATIO, and TOTALIZE. This command should be used when a divide by 16 prescaler is attached to Channel A, otherwise erroneous measurements will result. Valid arguments are:

- ON — The Channel A input is multiplied by 16 before calculating results.
- OFF — The Channel A input is not scaled before the results are calculated.

When the PRESCALE command is used and a compatible prescaler is not connected to the DC 5010 an execution warning (ERR 604) is issued.

The power-on initial setting is PRE OFF.

PERIOD

PRESCALE

PROBECOMP (PROBE COMPENSATION)**Type:**

Operational

Syntax:

PROBE A&B (argument is optional)

Examples:PROBECOMP A&B
PROB**Discussion:**

The PROBE COMP command sets up the DC 5010 to provide information which can be used to help compensate probes.

This function generates 2-digit results. The most significant digit is the result for Channel A and the least significant digit is the result for Channel B.

The PROBECOMP function uses the autotrigger operation in the compensation process. Therefore, trigger levels and MIN and MAX values will be affected by PROBECOMP measurements.

The autotrigger, used by PROBECOMP, is a fast version of auto, with f_{\min} approximately 100 Hz and maximum execution time approximately 0.25 second. This fast auto may be used to quickly update MIN and MAX values for signals greater than 100 Hz.

For more information see description of Probe Compensation in this manual.

PROBECOMP (PROBE COMPENSATION)**RATIO****Type:**

Operational

Syntax:

RAT B/A

Examples:RATIO B/A
RAT**Discussion:**

The RATIO command sets up the DC 5010 to measure the ratio of events on Channel B to the events on Channel A.

RATIO

RDY (DATA READY)

RESET

Type:

Query

Type:

Operational

Syntax:

RDY?

Syntax:

RES
RESET

Response:

RDY 0;
RDY 1;

Discussion:

Discussion:

The RDY query returns "data ready" status. If the value returned is 0, measurement data is not currently available. If the value returned is 1, measurement data is available.

The RESET command resets the instrument's count chains and initiates a new measurement. For EVENTS, FALL, FREQUENCY, PERIOD, RATIO, RISE, TIME, OR WIDTH measurements, a single result is determined if the measurement had been "STOPped" before the RESET. For PROBECOMP measurement, RESET clears current compensation status and restarts compensation process. For TMAN and TOTALIZE measurements, counts are reset to zero and a new measurement is restarted if not "Stopped" before the RESET. For TEST measurement, RESET clears any existing error result and restarts TEST process.

When measurement data is not available and the DC 5010 is "talked" by the controller, the instrument responds in one of two ways. If "talked" after receiving the SEND command and data is not ready, the DC 5010 waits for data to become ready and then sends it. If "talked" and the instrument has not received the SEND command and data is not ready, the DC 5010 responds by sending FF₁₆ (all data lines asserted).

Data becomes ready when a measurement is completed. It remains ready until the data is read out of the instrument or until an instrument setting, except averages, is changed. Data Ready is also cleared by a RESET.

RDY (DATA READY)

RESET

RISETIME**Type:**

Operational

Syntax:

RISE A (argument is optional)

Examples:

```
RISETIME A
RISE
```

Discussion:

The RISETIME command sets up the instrument to measure the risetime of the input signal on Channel A. CHANNEL A SLOPE is automatically set to + and the CHANNEL B ATTEN, COUPL, SLOPE, and TERM settings are updated to match those of CHANNEL A. The CHANNEL A input signal is internally routed through both Channels A and B input circuits, and then the 10% and 90% trigger level points are determined and set.

The Risetime function used the autotrigger operation to determine the 10% and 90% points. Therefore, the trigger levels and the minimum and maximum peak values are affected by Risetime measurements.

RQS (REQUEST FOR SERVICE)**Type:**

Setting or Query

Setting Syntax:

```
RQS ON
RQS OFF
```

Examples:

```
RQS ON
RQS OFF
```

Query Syntax:

RQS?

Query Response:

```
RQS ON;
RQS OFF;
```

Discussion:

The RQS command is a global control for assertion of SRQ by the DC 5010. When RQS is OFF the DC 5010 will not assert SRQ under any circumstance. When RQS is ON the DC 5010 is allowed to assert SRQ under appropriate circumstances; i.e., errors, operation complete, etc.

The ERROR? query can be used while RQS is OFF to see if any SRQ type conditions have occurred.

SRQ will be asserted for any previously unreported SRQ event when RQS is turned ON after being OFF.

The power-on initial setting is "RQS ON".

RISETIME**RQS (REQUEST FOR SERVICE)**

SEND

Type:

Output

Syntax:

SEND

Output Examples:

45.13755019E+6;	(Frequency)
3.0018E-6;	(Period)
01;	(Probecomp)
395;	(Test)
1977249.;	(Totalize)

Discussion:

The SEND command formats available data for output. Data is available when a completed measurement result has not previously been output. If no data is available the SEND command causes the DC 5010 to wait for the current measurement to complete and then formats the result.

SEND

SETTINGS

Type:

Query

Syntax:

SET?
SETTINGS?

Response:

<function>;CHA A;ATT <num>;COU xx;SLO xx;
TERM xx;LEV <num>;CHA B;ATT <num>;COU xx;
SLO xx;TERM xx;LEV <num>;AVE <num>;OPC xx;
OVER xx;PRE xx;FIL xx;NULL xx;DT xx; USER xx; RQS
xx;

Example Response:

FREQ A;CHA A;ATT 1;COU DC;SLO POS;TERM HI;
LEV 1.500;CHA B;ATT 5;COU AC;SLO NEG;TERM LO;
LEV -5.000;AVE -1;OPC OFF;OVER ON;PRE OFF;
FIL OFF;NULL OFF;DT OFF;USER OFF;RQS ON;

Discussion:

The SETTINGS query returns the current settings of the instrument.

The SETTINGS query response may then be used at a later time to reset the instrument back to those settings.

SETTINGS

SLOPE**Type:**

Setting or Query

Setting Syntax:SLO NEG
POS**Examples:**SLO POSITIVE
SLOPE POS
SLOPE NEGATIVE
SLO NEG**Query Syntax:**

SLO?

Query Response:SLO POS;
SLO NEG;**Discussion:**

The SLOPE command sets the input trigger for the selected channel to the specified slope. The valid arguments are:

NEG — Input will trigger on negative going edge.
POS — Input will trigger on positive going edge.

The power-on initial setting is SLO POS.

For information on selecting channels see discussion of the CHANNEL command.

START**Type:**

Operational

Syntax:

START

Discussion:

The START command starts a TMANUAL or TOTALIZE A, TOTALIZE A+B, TOTALIZE A-B, measurement. For EVENTS, FALL, FREQUENCY, PERIOD, RATIO, RISE, TIME, or WIDTH measurements, START restarts measurement if STOPped.

SLOPE**START**

STOP

Type:

Operational

Syntax:

STOP

Discussion:

The STOP command stops all measurements except TEST and PROBECOMP. The STOP command is ignored when TEST or PROBECOMP measurements are being made.

When FALL, FREQUENCY, PERIOD, RATIO, RISE, TIME, WIDTH, or EVENTS measurements are STOPped, the measurement in process is aborted.

When TMANUAL or TOTALIZE measurements are STOPped, the current result is retained and the measurement can be restarted from the point where stopped.

STOP

TERMINATION

Type:

Setting

Syntax:

TER HI
TER LO

Examples:

TER HI
TERM LOW
TERMINATION HIGH

Query Syntax:

TER?

Query Response:

TER HI;
TER LO

Discussion:

The TERMINATION command sets the input termination for the selected channel to the specified setting. Valid arguments are:

HI — Set input termination to 1 M Ω , 23 pF
LO — Set input termination to 50 Ω

When the Termination setting is LO (50 Ω) and an overly large input signal (greater than 2 volts at $\times 1$ attenuation) is detected, the instrument automatically switches the Termination from LO to HI.

If the Termination is automatically switched from LO to Hi, SRQ is asserted and remains asserted until the status is read via a serial poll or until cleared by RQS OFF or device clear. Channel A "50 Ω protect" is indicated by a Status Byte of 102 or 118 and an ERROR query response of 602. Channel B "50 Ω protect" is indicated by a Status Byte of 102 or 118 and an ERROR query response of 603.

The power-on initial setting is TERM HI.

For information on selecting channels, see the discussion of the CHANNEL command.

TERMINATION

TEST**Type:**

Operational

Syntax:

TEST

Discussion:

The TEST command sets up the instrument to perform repetitive self tests. The tests performed are the ROM tests, Serial I/O Hardware Test, and the Counter Hardware Integrity Test.

The tests performed by the TEST command are the same as those tests performed during the power-on self test sequence, with the exception of the instrument RAM tests. The RAM tests are only performed during power-on.

If a failure is detected by any of the tests, the test sequence is halted. The sequence is restarted when the instrument executes another TEST command or a RESET command.

The results of each TEST sequence are made available to be output by the instrument. A result of 0 indicates that no failures were detected. If a failure is detected, the value generated for output is the same as the error code that is displayed for power-on self test failures.

See section on "Error and Status Reporting".

TEST

TIME (TIME A TO B)**Type:**

Operational

Syntax:

TIME AB (argument is optional)

Examples:

TIME
TIME AB

Discussion:

The TIME command sets up the DC 5010 to measure the time interval from the first occurrence of an event on Channel A to the occurrence of the first succeeding event on Channel B.

TIME (TIME A TO B)

TMANUAL (TIME MANUAL)

TOTALIZE

Type:

Operational

Syntax:

TMAN
TMANUAL

Discussion:

The TMANUAL command sets up the DC 5010 to measure time in a "stop watch" type operation. Measurement is started by the "START" command and is halted by the "STOP" command. If in "DT GATE" mode, TMANUAL operation is started and stopped alternately using the Group Execute Trigger <GET> interface message.

See discussions of START, STOP, and DT commands.

See discussion of <GET> in Sending IEEE Interface Control Messages in this section.

Type:

Operational

Syntax:

TOT A (argument is optional)
A+B
A-B

Examples:

TOTALIZE A+B
TOT A-B
TOT A

Discussion:

This command sets up the DC 5010 to measure and calculate the total number of events on the specified channel or channels. The measurement is started by the "START" command and stopped by the "STOP" command. If in "DT GATE" mode, TOTALIZE operation is started and stopped alternately using the Group Execute Trigger <GET> interface message.

In the A+B and A-B modes, the DC 5010 will only count B events after the first valid A event.

If no argument is specified, TOT A is assumed.

See discussions of START, STOP, and DT commands.

See discussion of <GET> in sending in IEEE Interface Control Messages in this section.

TMANUAL (TIME MANUAL)

TOTALIZE

USEREQ (USER REQUEST)

Type:

Setting or Query

Setting Syntax:

USER ON
USER OFF

Examples:

USER ON
USEREQ OFF

Query Syntax:

USER?

Query Response:

USER ON;
USER OFF;

Discussion:

The USEREQ command controls the asserting of SRQ when the front panel INST ID button is pushed. This provides a communication capability between the instrument and a controller that can be initiated from the front panel of the instrument.

When USER is ON and the INST ID button is pushed, SRQ is asserted and remains asserted until the status is read via a serial poll or until cleared by RQS OFF or a Device Clear. The User Request is indicated by a Status Byte of 67 or 83 and an ERROR query response of ERR 403.

The power-on initial setting is USER OFF.

USEREQ (USER REQUEST)

WIDTH

Type:

Operational

Syntax:

WID A (argument is optional)

Examples:

WIDTH A
WID

Discussion:

This command sets up the DC 5010 to measure the pulse width of the input signal on Channel A. The slope setting of Channel A determines whether positive going pulse width or negative-going pulse width is measured.

WIDTH

MESSAGES AND COMMUNICATION PROTOCOL

Command Separator

A message consists of one command or a series of commands, followed by a message terminator. Messages consisting of multiple commands must have the commands separated by semicolons. A semicolon at the end of a message is optional. For example, each line below is a message.

```
INIT
TEST;INIT;RQS ON;USER OFF;ID?;SET?
TEST;
```

Message Terminator

Messages may be terminated with EOI or the ASCII line feed (LF) character. Some controllers assert EOI concurrently with the last data byte; others use only the LF character as a terminator. The instrument can be internally set to accept either terminator. With EOI ONLY selected as the terminator, the instrument interprets a data byte received with EOI asserted as the end of the input message; it also asserts EOI concurrently with the last byte of the output message. With the LF/EOI setting, the instrument interprets the LF character without EOI asserted (or any data byte received with EOI asserted) as the end of an input message; it transmits carriage return (CR) followed by line feed (the LF with EOI asserted) to terminate output messages. Refer service personnel to the Maintenance section of the manual for information on setting the message terminator. TM 5000 instruments are shipped with EOI ONLY selected.

Formatting A Message

Commands sent to TM 5000 instruments must have the proper format (syntax) to be understood; however, this format is flexible and many variations are acceptable. The following describes this format and the acceptable variations.

The instruments expect all commands to be encoded in ASCII; however, they accept both upper and lower case ASCII characters. All data output is in upper case (see Fig. 2-11).

As previously discussed, a command consists of a header followed, if necessary, by arguments. A command with arguments must have a header delimiter which is the space character SP between the header and the argument.

```
RQSSPON
```

If extra formatting characters SP, CR, and LF (the LF cannot be used for format in the LF/EOI terminator mode) are added between the header delimiter and the argument, they are ignored by the instrument. (SP) (CR) and (LF) are shown as subscripts in the following examples:

Example 1: RQS_{SP}ON;

Example 2: RQS_{SP SP}ON;

Example 3: RQS_{SP CR LF SP SP}ON

In the command list, some headers and arguments are listed in two forms, a full-length version and an abbreviated version. The instrument accepts any header or argument containing at least the characters listed in the short form; any characters added to the abbreviated version must be those given in the full-length version. For documentation of programs, the user may add alpha characters to the full-length version. Alpha characters may also be added to a query header, provided the question mark is at the end.

```
USER?
USERE?
USEREQ?
USEREQUEST?
```

Multiple arguments are separated by a comma; however, the instrument will also accept a space or spaces as a delimiter.

```
2,3
2SP3
2,SP3
```

NOTE

In the last example, the space is treated as a format character because it follows the comma (the argument delimiter).

Number Formats

The instrument accepts the following kinds of numbers for any of the numeric arguments.

- Signed or unsigned integers (including +0 and -0). Unsigned integers are interpreted as positive. Examples: +1, 2, -1, -10
- Signed or unsigned decimal numbers. Unsigned decimal numbers are interpreted to be positive. Examples: -3.2, +5.0, 1.2
- Floating point numbers expressed in scientific notation. Examples: +1.0E-2, 1.0E-2, 0.01E+0

ASCII & IEEE 488 (GPIB) CODE CHART

BITS				0 0		0 0 1		0 1 0		0 1 1		1 0 0		1 0 1		1 1 0		1 1 1				
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	CONTROL				NUMBERS SYMBOLS				UPPER CASE				LOWER			
0	0	0	0	0	0	0	0	NUL	20	DLE	40	SP	60	0	100	@	120	P	140	\	160	p
0	0	0	0	1	0	0	1	SOH	21	DC1	41	!	61	1	101	A	121	Q	141	a	161	q
0	0	0	1	0	0	0	2	STX	22	DC2	42	"	62	2	102	B	122	R	142	b	162	r
0	0	0	1	1	0	0	3	ETX	23	DC3	43	#	63	3	103	C	123	S	143	c	163	s
0	1	0	0	0	0	0	4	EOT	24	DC4	44	\$	64	4	104	D	124	T	144	d	164	t
0	1	0	0	1	0	0	5	ENQ	25	NAK	45	%	65	5	105	E	125	U	145	e	165	u
0	1	0	1	0	0	0	6	ACK	26	SYN	46	&	66	6	106	F	126	V	146	f	166	v
0	1	1	1	1	0	0	7	BEL	27	ETB	47	'	67	7	107	G	127	W	147	g	167	w
1	0	0	0	0	0	0	8	BS	30	CAN	50	(	70	8	110	H	130	X	150	h	170	x
1	0	0	0	1	0	0	9	HT	31	EM	51	)	71	9	111	I	131	Y	151	i	171	y
1	0	1	0	0	0	0	10	LF	32	SUB	52	*	72	:	112	J	132	Z	152	j	172	z
1	0	1	0	1	0	0	11	VT	33	ESC	53	+	73	;	113	K	133	[	153	k	173	{
1	1	0	0	0	0	0	12	FF	34	FS	54	,	74	<	114	L	134	\	154	l	174	|
1	1	0	1	0	0	0	13	CR	35	GS	55	-	75	=	115	M	135	]	155	m	175	}
1	1	1	0	0	0	0	14	SO	36	RS	56	.	76	>	116	N	136	^	156	n	176	~
1	1	1	1	0	0	0	15	SI	37	US	57	/	77	?	117	UNL	137	UNT	157	0	177	RUBOUT (DEL)
1	1	1	1	1	0	0	16		38		58		78		118		138		158		178	
1	1	1	1	1	1	0	17		39		59		79		119		139		159		179	
1	1	1	1	1	1	1	18		40		60		80		120		140		160		180	

ADDRESSED COMMANDS

UNIVERSAL COMMANDS

LISTEN ADDRESSES

TALK ADDRESSES

SECONDARY ADDRESSES OR COMMANDS

KEY TO CHART

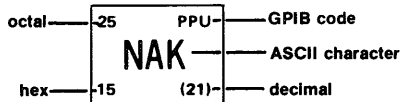


Fig. 2-11. ASCII and IEEE 488 (GPIB) code chart.

Rounding of Numeric Arguments

The instrument rounds numeric arguments to the nearest unit of resolution and then checks for out-of-range conditions.

Message Protocol

As the instrument receives a message it is stored in the Input Buffer, processed, and executed. Processing a message consists of decoding commands, detecting delimiters, and checking syntax. For *setting commands*, the instrument then stores the indicated changes in the Pending Settings Buffer. If an error is detected during processing the instrument asserts SRQ, ignores the remainder of the message, and resets the Pending Settings Buffer. Resetting the Pending Settings Buffer avoids undesirable states which could occur if some *Setting Commands* are executed while others in the same message are not.

Executing a message consists of performing the actions specified by its command(s). For *setting commands*, this involves updating the instrument settings and recording these updates in the Current Settings Buffer. The *setting commands* are executed in groups—that is, a series of *setting commands* is processed and recorded in the Pending Settings Buffer before execution takes place. This allows the user to specify a new instrument state without having to consider whether a particular sequence would be valid. Execution of the settings occurs when the instrument processes the message terminator, a *query-output command*, or an *operational command* in a message.

When the instrument processes a *query-output command* in a message, it executes any preceding *setting commands* to update the state of the instrument. It then executes the *query-output command* by retrieving the appropriate data and putting it in the Output Buffer. Then, processing and execution continue for the remainder of the message. The data are sent to the controller when the instrument is made a talker.

When the instrument processes an *operational command* in a message, it executes any preceding *setting commands* before executing the *operational command*.

Multiple Messages

The Input Buffer has finite capacity and a single message may be long enough to fill it. In this case, a portion of the message is processed before the instrument accepts additional input. During command processing the instrument holds off additional data (by asserting NRFD) until space is available in the buffer.

When space is available, the instrument can accept a second message before the first has been processed. However, it holds off additional messages with NRFD until it completes processing the first.

After the instrument executes a *query-output command* in a message, it holds the response in its Output Buffer until the controller makes the instrument a talker. If the instrument receives a new message before all of the output from the previous message is read it clears the Output Buffer before executing the new message. This prevents the controller from getting unwanted data from old messages.

One other situation may cause the instrument to delete output. The execution of a long message might cause both the Input and Output buffers to become full. When this occurs, the instrument cannot finish executing the message because it is waiting for the controller to read the data it has generated; but the controller cannot read the data because it is waiting to finish sending its message. Because the instrument's Input buffer is full and it is holding off the rest of the controller's message with NRFD, the system is hung up with the controller and instrument waiting for each other. When the instrument detects this condition, it generates an error, asserts SRQ and deletes the data in the Output buffer. This action allows the controller to transmit the rest of the message and informs the controller that the message was executed and that the output was deleted.

A TM 5000 instrument can be made a talker without having received a message which specifies what it should output. In this case, acquisition instruments (counters and digital multimeters) return a measurement if one is ready. If no measurement is ready, they return a single byte message with all bits equal to 1 (with message terminator); other TM 5000 instruments will return only this message.

Instrument Response to IEEE-488 Interface Messages

Interface messages and their effects on the instrument's interface functions are defined in IEEE Standard 488-1978. Abbreviations from the standard are used in this discussion which describes the effects of interface messages on instrument operation.

UNL—Unlisten UNT—Untalk

When the UNL command is received, the instrument's listener function goes to its idle state (unaddressed). In the idle state, the instrument will not accept instrument commands from the GPIB.

The talker function goes to its idle state when the instrument receives the UNT command. In this state, the instrument cannot output data via the GPIB.

The ADDRESSED light is off when both the talker and listener functions are idle. If the instrument is either talk addressed or listen addressed, the light is on.

IFC—Interface Clear

This uniline message has the same effect as both the UNT and UNL messages. The front panel ADDRESS light is off.

DCL—Device Clear

The Device Clear message reinitializes communication between the instrument and controller. In response to DCL, the instrument clears any input and output messages and any unexecuted settings in the Pending Settings Buffer. Also cleared are any errors or events waiting to be reported, except the power-on event. If the SRQ line is asserted for any reason other than power-on, when DCL is received the SRQ is unasserted.

SDC—Selected Device Clear

This message performs the same function as DCL; however, only instruments that are listen addressed respond to SDC.

GET—Group Execute Trigger

The instrument responds to GET only if it is listen addressed and the instrument device trigger function has been enabled by the Device Trigger command (DT). The GET message is ignored and an SRQ generated if the DT function is disabled (DT OFF), the instrument is in the local state, or if a message is being processed when GET is received.

SPE—Serial Poll Enable

SPD—Serial Poll Disable

The SPE message enables the instrument to output serial poll status bytes when it is talk addressed. The SPD message switches the instrument back to its normal operation of sending the data from the Output buffer.

MLA—My Listen Address

MTA—My Talk Address

The primary listen and talk addresses are established by the instruments GPIB address (internally set). The current setting of the GPIB address is displayed on the front panel when the INST ID button is pressed.

LLO—Local Lockout

In response to LLO, the instrument goes to a lockout state—from LOCS to LWLS or from REMS to RWLS.

REN—Remote Enable

If REN is true, the instrument goes to a remote state (from LOCS to REMS or from LWLS to RWLS) when its listen address is received. REN false causes a transition from any state to LOCS; the instrument stays in LOCS as long as REN is false.

A REN transition may occur after message processing has begun. In this case execution of the message being processed is not affected by a transition.

GTL—Go To Local

Only instruments that are listen addressed respond to GTL by going to a local state. Remote-to-local transitions caused by GTL do not affect the execution of the message being processed when GTL was received.

Remote-Local Operation

The preceding discussion of interface messages describes the state transitions caused by GTL and REN. Most front panel controls cause a transition from REMS to LOCS by asserting a message called return-to-local (*rtl*). This transition may occur during message execution; but in contrast to GTL and REN transitions, a transition initiated by *rtl* does affect message execution. In this case, the instrument generates an error if there are any unexecuted setting or operational commands. Front panel controls that only change the display (like ID) do not affect the remote-local states—only front panel controls that change settings assert *rtl*. *Rtl* is unasserted after processing the front panel control change.

Local State (LOCS)

In LOCS, instrument settings are controlled by the operator via front panel controls. When in LOCS, only bus commands that do not change instrument settings are executed (*query-output commands*); all other bus commands (*setting and operational*) generate an error since their functions are under front panel control.

Local With Lockout State (LWLS)

The instrument operates the same as it does in LOCS, except that *rtl* will not inhibit a transition to RWLS.

Remote With Lockout State (RWLS)

The instrument operation is identical to REMS operation except that the *rt/* message is ignored.

Remote State (REMS)

In this state, the instrument executes all instrument commands. Changing a front panel control, except trigger level controls, generates an *rt/* and causes the instrument to return to local (LOCS).

STATUS AND ERROR REPORTING

Through the Service Request function (defined in the IEEE-488 Standard), the instrument may alert the controller that it needs service. This service request is also a means of indicating that an event (a change in status or an error) has occurred. To service a request the controller performs a Serial Poll; in response the instrument returns a Status Byte (STB) which indicates whether it was requesting service or not. The STB can also provide a limited amount of information about the request. The format of the information encoded in the STB is given in Table 2-2. When data bit 8 is set, the STB conveys Device Status information which is indicated by bits 1 through 4.

Because the STB conveys limited information about an event, the events are divided into classes; the Status Byte reports the class. The classes of events are defined as follows:

- COMMAND ERROR** Indicates the instrument has received a command which it cannot understand.
- EXECUTION ERROR** Indicates that the instrument has received a command that it cannot execute. This is caused by arguments out of range or settings that conflict.
- INTERNAL ERROR** Indicates that the instrument has detected a hardware condition or firmware problem that prevents operation.
- SYSTEM EVENTS** Events that are common to instruments in a system (e.g., power-on, User Request, etc.).
- EXECUTION WARNING** The instrument is operating but the user should be aware of potential problems.
- INTERNAL WARNING** Internal warning indicates that the instrument has detected a problem. The instrument remains operational, but the problem should be corrected (e.g., out of calibration).
- DEVICE STATUS** Device dependent events.

Table 2-2
DEFINITION OF STATUS BYTE BITS

Status Byte (Example)	DATA BITS								DECIMAL	
	8	7	6	5	4	3	2	1	Not Busy	Busy
Power On	0	1	0	X	0	0	0	1	65	81
Channel A overflow	1	1	0	0	0	0	0	1	193	209
Channel B overflow	1	1	0	0	0	0	1	0	194	210

Annotations for Table 2-2:

- Bit 8: If 0, STB indicates event class; If 1, STB indicates device status
- Bit 7: 1 if requesting service
- Bit 6: 1 indicates an abnormal event
- Bit 5: 1 if message processor is busy
- Bits 4-1: Define events

The instrument can provide additional information about many of the events, particularly the errors reported in the Status Byte. After determining that the instrument requested service (by examining the STB) the controller may request the additional information by sending an error query (ERR?). In response, the instrument returns a code which defines the event. These codes are described in Table 2-3.

If there is more than one event to be reported, the instrument continues to assert SRQ until it reports all events. Each event is automatically cleared when it is reported via Serial Poll. The Device Clear (DCL) interface message may be used to clear all events except power-on.

Commands are provided to control the reporting of some individual events and to disable all service requests. For example, the User Request command (USEREQ) provides individual control over the reporting of the user request event which occurs when the front panel INST ID button is pressed. The Requests for Service command (RQS) controls whether the instrument reports any events with SRQ.

**Table 2-3
BUS ERROR CODES AND
SERIAL POLL RESPONSE**

Description	Error Query Response	Serial Poll ^a (Decimal)
Command Errors		
Command header error	101	97
Header delimiter error	102	97
Command argument error	103	97
Argument delimiter error	104	97
Nonnumeric argument (numeric expected)	105	97
Missing argument	106	97
Invalid message unit delimiter	107	97
Execution Errors		
Command not executable in Local	201	98
Settings lost due to "rti"	202	98
I/O buffers full, output dumped	203	98
Argument out of range	205	98
Group execute trigger ignored	206	98
Internal Errors		
Interrupt fault	301	99
System error	302	99
System Events		
Power on ^b	401	65
Operation Complete	402	66
User request	403	67
Device Warnings		
Channel A 50 Ω protect	602	102
Channel B 50 Ω protect	603	102
No prescaler	604	102
Device Dependent Events		
Channel A overflow	711	193
Channel B overflow	712	194
No Errors or Events		
Data not ready	0	128
Data ready	0	132

^aIf the instrument is busy, it returns a number which is 16 higher than the number shown.

^bSee Table 2-2 for example.

RQS OFF inhibits all SRQ's (except power-on event) so in this mode the ERR? query allows the controller to find out about events without first performing a Serial Poll. With RQS OFF, the controller may send the ERR? query at any time and the instrument returns an event waiting to be reported (see Table 2-4). The controller can clear all events by sending the error query until a zero (0) code is returned, or clear all events except power-on through the DCL interface message.

With RQS OFF the controller may perform a Serial Poll, but the Status Byte only contains Device Dependent Status information. With RQS ON, the STB contains the class of the event and a subsequent error query returns additional information about the previous event reported in the STB.

**Table 2-4
FRONT PANEL DISPLAY ERROR CODES**

Serial I/O Fault	313
Channel A Counter Integrity	320-324, 329
Channel B Counter Integrity	330-334, 339
System RAM Error U1410	340
System RAM Error U1610	341
System RAM Error U1311	342
ROM placement error U1610	361
ROM placement error U1102	374
ROM placement error U1201	375
ROM checksum error U1410	380
ROM checksum error U1610	381
ROM checksum error U1102	394
ROM checksum error U1201	395

SENDING INTERFACE CONTROL MESSAGES

Bus communications are performed through use of the controller input and output statements. ASCII commands are transmitted using the PRINT statements. The DC 5010 is factory set to address 20.

```
PRINT @ 20:"SET?;"
```

ASCII replies are received by the controller using input statements.

```
INPUT @ 20:A$
```

Bus interface control messages are sent as low level commands through the use of WBYTE controller commands. For the following commands A = 32 plus the instrument address and B = 64 plus the instrument address.

Listen	WBYTE @ A:
Unlisten	WBYTE @ 63:
Talk	WBYTE @ B:
Untalk	WBYTE @ 95:
Unlisten-untalk	WBYTE @ 63, 95:
Device clear (DCL)	WBYTE @ 20:
Selective device clear (SDC)	WBYTE @ A, 4:
Go to local (GTL)	WBYTE @ A, 1:
Remote with lockout	WBYTE @ A, 17, 63:
Local lockout of instruments	WBYTE @ 17:
Group execute trigger (GET)	WBYTE @ A, 8:

These commands are for the TEKTRONIX 4050-Series controllers and representative for other controllers.

A programming guide for Tektronix controllers, such as the 4052 Graphic Computing System; is available. This guide contains programming instructions, tips, and example programs for use with this instrument. Ask your Tektronix Sales Engineer for a copy or order the GPIB Programming Guide, Tektronix Part No. 070-3985-00.

POWER ON SETTINGS

At power-on the instrument's settings are initialized as indicated in Table 2-5.

In addition, an autotrigger is performed to set the trigger levels and to set the maximum and minimum peak values.

**Table 2-5
POWER ON SETTINGS**

Header	Argument
FREQ	A
AVG -1	AUTO
SLO (CHA & B)	POS
ATT (CHA A & B)	X1
COU (CHA A & B)	DC
TER (CHA A & B)	HI
FIL	OFF
PRE	OFF
CHA	A
OPC	OFF
OVER	OFF
DT	OFF
USER	OFF
RQS	ON

EXAMPLE PROGRAMS

TALKER LISTENER PROGRAMS

These sample programs allow a user to send any of the commands listed in the Functional Command List and to receive the data generated.

Talker Listener Program For 4050-Series Controllers

```
100 REM DC5010 TALKER/LISTENER PROGRAM
110 REM DC5010 PRIMARY ADDRESS = 20
120 INIT
130 ON SRQ THEN 260
140 DIM A$(200)
150 PRINT "ENTER MESSAGE(S): ";
160 INPUT C$
170 PRINT @20:C$
180 REM CHECK FOR QUERIES
190 IF POS(C$,"?",1)<>0 THEN 220
200 REM CHECK FOR 'SEND'
210 IF POS(C$,"SEND",1)=0 THEN 150
220 REM INPUT FROM DEVICE
230 INPUT @20:A$
240 PRINT A$
250 GO TO 150
260 REM SERIAL POLL ROUTINE
270 POLL X,Y;20
280 PRINT "STATUS BYTE: ";Y
290 RETURN
```

Talker Listener Program For 4040-Series Controllers

```
100 Rem DC5010 TALKER/LISTENER PROGRAM
110 Rem     PRIMARY ADDRESS = 20
120 Init all
130 On srq then gosub srqhdl
140 Enable srq
150 Dim respons$ to 200
160 Input prompt "ENTER MESSAGE(S): ":message$
170 Print #20:message$
180 Rem CHECK FOR QUERIES
190 If pos(message$,"?",1) then goto 260
200 Rem CHECK FOR 'SEND' COMMAND
210 If pos(message$,"SEND",1) then goto 260
220 Rem CHECK FOR 'TEST' COMMAND
230 If pos(message$,"TEST",1) then goto 260
240 Goto 160
250 Rem INPUT FROM DEVICE
260 Input #20:respons$
270 Print "RESPONSE: ";respons$
280 Goto 160
290 Rem SERIAL POLL ROUTINE
300 Srqhdl: poll stb,pri
310 Print "STATUS BYTE: ";stb
320 Resume
330 End
```

PROGRAMMING HINTS

The purpose of this section of the manual is to show how to program the DC 5010 to perform some basic measurement functions and how to take advantage of some of its special programming features.

The following examples are given in 4050-Series BASIC. The implementation details vary from controller to controller.

Changing Input Channel Settings

Before a meaningful measurement can be made, the input signal conditioning settings must be set properly. The following example first sets up the Channel A input signal conditioning. Next the trigger levels are automatically set to their midpoints using the AUTO command and the AVE -1 command sets up the instrument to make measurements at a rate of approximately 3 per second. Finally, the DC 5010 is instructed to make frequency measurements.

```
100 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;TERM HI;"
110 PRINT @20:"COU DC;ATT 1;AUTO;"
120 PRINT @20:"AVE -1;FREQ;SEND;"
130 INPUT @20:R
140 PRINT "THE FREQUENCY IS ";R
150 END
```

Although the above example shows all the Channel A input settings being programmed to the desired states, only those settings not already at the desired states need to be programmed.

Making Time Interval Measurement

The following example sets up the instrument to measure the time interval between two TTL level signals connected to the Channel A and Channel B inputs using $\times 5$ probes.

```
200 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;TERM HI;"
210 PRINT @20:"ATT 1;COU DC;LEV 0.275;"
220 PRINT @20:"CHA B;SLO POS;TERM HI;"
230 PRINT @20:"ATT 1 COU DC;LEV 0.275;"
240 PRINT @20:"AVE 1;TIME;SEND;"
250 INPUT @20:T
260 PRINT "TIME A TO B IS ";T
270 END
```

Again, only those input channel settings not already at the desired states would have to be programmed.

Making Single Measurements

Single measurements may be made using either of the two methods shown in the following examples. To make a single measurement, the instrument is first set to STOP mode. A RESET then causes a single measurement to be made and then the measurement process is again stopped. The first example shows how to make a single TIME interval measurement using STOP and RESET.

```
300 PRINT @20:"AVE 1;TIME;"
310 PRINT @20:"STOP;RESET;SEND;"
320 INPUT @20:R
330 PRINT "TIME INTERVAL IS ";R
340 END
```

The next example shows how to use Group Execute Trigger <GET> in place of the RESET, to make single measurements. To use <GET>, the instrument's Device Trigger Function must first be enabled using the DT TRIG command. Again, the instrument must be set to STOP mode before the <GET> causes a RESET and a single measurement to be made.

```
400 PRINT @20:"DT TRIG;AVE 1;TIME;"
410 PRINT @20:"STOP;"
420 FOR I=1 TO 200
430 REM ALLOW TIME FOR COUNTER TO
440 REM PROCESS PENDING SETTINGS
450 REM BUFFER
460 NEXT I
470 REM 52 IS LISTEN ADDR. 20 (32+20)
480 REM 8 IS <G.E.T.> IEEE-488
490 WBYTE @52,8:
500 PRINT @20:"SEND;"
510 INPUT @20:R
520 PRINT "TIME INTERVAL IS ";R
530 END
```

Reading Results

There are two basic ways of obtaining measurement data from the DC 5010. The first method shown below uses the SEND command to request a measurement result from the instrument. If a measurement result is available, the DC 5010 will respond immediately when "talked", otherwise it will wait until a result is available before responding.

```
300 PRINT @20:"FREQ;"
310 PRINT @20:"SEND;"
320 INPUT @20:A
330 PRINT "FREQUENCY IS ";A
340 END
```

The other method that may be used to obtain measurement data involves just "talking" the DC 5010 and then reading the results. If a result is available, "talking" the instrument causes the result to be output. If a result is not available, it causes the instrument to output an FF(hex) byte instead. The following example shows how to read out data by just "talking" the instrument and checking for FF(hex).

```
200 PRINT @20:"REQ;"
210 INPUT @20:A$
220 IF LEN(A$)=0 THEN 210
230 PRINT "FREQUENCY IS ";A
240 END
```

Both the RDY? and OPC commands can be used to determine when measurement data is available to be read out. Data ready status can be queried using the RDY? query command, as in the following example.

```
100 PRINT @20:"PER;"
110 PRINT @20:"RDY?;"
120 INPUT @20:R
130 IF R=0 THEN 110
140 INPUT @20:A
150 PRINT "PERIOD IS ";A
160 END
```

The following example shows how the OPC command allows the Service Request (SRQ) and the Status Byte response (STB) to be used to signal data ready.

```
100 REM USING OPC INTERRUPT AND
110 REM STATUS BYTE TO SIGNAL
120 REM WHEN THE DATA IS READY
130 A=0
140 PRINT @20:"PER;OPC ON;"
150 ON SRQ THEN 220
160 WAIT
170 IF A=0 THEN 160
180 PRINT @20:"SEND;OPC OFF;"
190 INPUT @20:A
200 PRINT "PERIOD IS ";A
210 END
220 POLL D,S;20
230 IF S=66 OR S=82 THEN 260
240 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
250 GO TO 270
260 A=1
270 RETURN
```

Extending Range Using Overflow

Overflow occurs when the internal 43-bit capacity of the counter is exceeded. By detecting these occurrences of Overflow, the range of Tmanual and Totalize measurements may be extended.

The following example monitors a Totalize measurement watching for the count to reach $1.0E+14$, approximately 11 times the counting capacity of the DC 5010. This is done by counting occurrences of Overflow and using this count to extend the precision of the result.

```
1 REM<EXTENDING RANGE USING>
2 REM OVERFLOW - TOTALIZE A
100 C=0
110 PRINT @20:"OVER ON;TOT;START;"
120 ON SRQ THEN 500
130 PRINT @20:"SEND;"
140 INPUT @20:A
150 R=A+C*8.796093022E+12
160 IF R<1.0E+14 THEN 130
170 PRINT "RESULT IS ";R
180 PRINT @20:"OVER OFF;"
190 END
500 POLL D,S;20
510 IF S=193 OR S=209 THEN 540
520 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
530 RETURN
540 C=C+1
550 RETURN
```

The next example monitors a Tmanual measurement to determine when 24 hours have elapsed. Since 24 hours is equivalent to 86,400 seconds, it exceeds the 27487.8 seconds counting capacity of the DC 5010. By counting the occurrences of Overflow, the precision can be extended to count this amount of time.

```
1 REM<EXTENDING RANGE USING>
2 REM OVERFLOW - TIME MANUAL
100 C=0
110 PRINT @20:"OVER ON;"
120 PRINT @20:"TMAN;START;"
130 ON SRQ THEN 210
140 PRINT @20:"SEND;"
150 INPUT @20:A
160 R=A+C*27487.79069
170 IF R<86400 THEN 140
180 PRINT "RESULT IS ";R
190 PRINT @20:"OVER OFF;"
200 END
210 POLL D,S;20
220 IF S=194 OR S=210 THEN 250
230 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
240 RETURN
250 C=C+1
260 RETURN
```

Using INST ID Button

Communication between the controller and an instrument operator can be accomplished using the INST ID button and the USER command. The following example allows a front panel operator to compensate probes and then inform the controller that the Probecomp is complete. As shown, the probes can be compensated and the INST ID button used even while the rest of the front panel controls are locked out.

```

1 REM {USING THE INST ID BUTTON}
100 PRINT "COMPENSATE PROBES - ";
110 PRINT "PUSH INST ID BUTTON ";
120 PRINT "WHEN DONE."
130 I=0
140 PRINT @20:"USER ON;PROBE;"
150 REM GPIB "LLO" IS 17
160 WBYTE @17:
170 ON SRQ THEN 300
180 WAIT
190 IF I=0 THEN 180
200 PRINT @20:"INIT;"
210 PRINT "COMPENSATION DONE."
220 END
300 POLL D,S;20
310 IF S=67 OR S=93 THEN 340
320 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
330 GO TO 360
340 PRINT "INST ID BUTTON SENSED."
350 I=1
360 RETURN
    
```

The INST ID button can also be used to inform the controller that the instrument has been set up properly to measure the input signals. Once informed, the controller can then "learn" the current instrument settings, using the SET? query command, and save the setup for later use.

```

800 REM LEARN SETTINGS
810 PRINT "SET UP THE INSTRUMENT - ";
820 PRINT "PUSH INST ID WHEN DONE."
830 DIM A$(215)
840 I=0
850 PRINT @20:"USER ON;"
860 ON SRQ THEN 940
870 WAIT
880 IF I=0 THEN 870
890 PRINT @20:"SET?;"
900 INPUT @20:A$
910 PRINT "STORED SETTINGS ARE: ";A$
920 PRINT @20:"USER OFF;"
930 END
940 POLL D,S;20
950 IF S=67 OR S=93 THEN 980
960 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
970 GO TO 990
980 I=1
990 RETURN
    
```

Duty Cycle Measurement

Duty Cycle measurements can easily be made using a combination of Width and Period measurements. The following example determines the Duty Cycle of the positive going pulse of the Input signal. This example assumes the trigger level is already set to the desired value.

```

400 REM DUTY CYCLE MEASUREMENT
410 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;"
420 PRINT @20:"WID;SEND;"
430 INPUT @20:W
440 PRINT @20:"PER;SEND;"
450 INPUT @20:P
460 D=W/P
470 PRINT "THE DUTY CYCLE IS ";D
480 END
    
```

Phase Measurement

A combination of Period and Time measurements can be used to make Phase measurements. The following example determines the phase difference between the Channel A and Channel B signals by first measuring the Period of one signal and then using the Time function to measure the time difference between the two signals. The phase angle is then computed using these two measurements. This example assumes that the appropriate signals are connected to input channels A and B and assumes that the trigger levels are set correctly.

```

1 REM {PHASE MEASUREMENT}
100 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;"
110 PRINT @20:"CHA B;SLO POS;"
120 PRINT @20:"PER;SEND;"
130 INPUT @20:P
140 PRINT @20:"TIME;SEND;"
150 INPUT @20:T
160 F=T/P*360
170 PRINT "THE PHASE IS ";F
180 END
    
```


Slew Rate Measurements

Slew Rate measurements can be made using a combination of the RISE and MIN?; MAX? commands. The RISE command measures the risetime between the 10% and 90% points. The signal level difference between the 10% and 90% points is then calculated using the results returned for the MIN? and MAX? query commands. Using the signal level difference and risetime values, the slew rate is determined.

```

400 REM SLEW RATE
410 PRINT @20:"RISE;SEND;"
420 INPUT @20:R
430 PRINT @20:"CHA A;MIN?;MAX?;"
440 INPUT @20:A1,A2
450 D=(A2-A1)*0.8
460 S=D/R
470 PRINT "SLEW RATE IS ";S
480 END

```

Additional assistance in developing specific application oriented software is available in the following Tektronix manuals.

- 1 070-3985-00—GPIB Programming Guide. This manual is specifically written for applications of this instrument in IEEE-488 systems. It contains programming instructions, tips and some specific example programs.
- 2 070-2270-00—4051 GPIB Hardware Support Manual. This manual gives an indepth discussion of IEEE-488 bus operation, explanations of bus timing details and early bus interface circuitry.
- 3 070-2058-01—Programming In BASIC
- 4 070-2059-01—Graphic Programming In BASIC
- 5 062-5971-01—4050-Series Programming Aids, T1 (includes software)
062-5972-01—4050-Series Programming Aids, T2 (includes software)
- 6 070-2380-01—4907 File Manager Operators manual
- 7 070-2128-00—4924 Users manual
- 8 070-1940-01—4050 Series Graphic System Operators manual
- 9 070-2056-01—4050 Series Graphic System Reference manual
- 10 070-3918-00—4041 Operators manual
- 11 061-2546-00—4041 Programming Reference manual

INSTRUCTIONS D'UTILISATION

INTRODUCTION

Première inspection

Inspecter l'instrument pour repérer tout dommage apparent (bosses, éraflures, etc.). Garder le carton et le matériel d'emballage d'origine en vue d'une utilisation ultérieure. Si l'appareil présente des défauts extérieurs, en aviser le centre Tektronix le plus proche.

Instructions de réemballage

Si cet instrument doit être renvoyé à un centre de maintenance Tektronix pour une révision ou une réparation, y apposer une étiquette portant le nom (et l'adresse) de la société utilisatrice et le nom de la personne à y contacter, ainsi que le numéro de série complet de l'instrument et la description du défaut constaté.

Si l'emballage d'origine n'est plus disponible, emballer l'appareil de la façon suivante :

1. Se procurer un carton résistant dont les dimensions internes soient supérieures de 15 cm aux dimensions de l'appareil. La résistance de l'emballage doit être de 90 kg/cm².
2. Entourer l'instrument d'une feuille de polyéthylène.
3. Tapisser le fond et les bords du carton de mousse d'urethane sur une épaisseur de 7,5 cm.
4. Fermer le carton au moyen d'une bande adhésive.
5. Y inscrire la mention "FRAGILE".

Conditions d'environnement

Les caractéristiques d'utilisation (en et hors fonctionnement) de cet instrument ne sont valables que dans les conditions définies au chapitre Caractéristiques de ce manuel. Toutefois, éviter d'utiliser le DC 5010 à des températures extrêmes (possibilité de condensation interne).

PREPARATION

Interface arrière

Une encoche entre les contacts 21 et 22 du connecteur arrière identifie cet instrument comme appartenant aux compteurs de la série TM 5000. S'il doit être utilisé en conjonction avec d'autres instruments, installer un détrompeur (n+ de référence 214-1593-02) dans la position correspondante du connecteur du module d'alimentation pour prévenir l'utilisation dans ce même module de tiroirs appartenant à des familles différentes.

AVERTISSEMENT

En vue d'éviter tout danger d'électrocution, débrancher le cordon d'alimentation du module d'alimentation avant d'installer le détrompeur. Cette opération ne doit être effectuée que par un personnel de maintenance qualifié.

Le DC 5010 présente les possibilités d'entrée et de sortie suivantes sur l'interface du panneau arrière :

- Entrée de validation
- Sortie de l'horloge 10 MHz
- Entrée de l'horloge externe (1, 5, 10 MHz)
- Fonction de Prédvision
- Entrée de réinitialisation

NOTE

Les indications relatives à l'interface arrière figurent au chapitre Maintenance de ce manuel. Toute connexion doit être effectuée par un personnel de maintenance qualifié.

Installation et retrait de l'instrument

Le DC 5010 ne peut être utilisé que dans les modules d'alimentation de la Série 5000.

NOTE

Se référer aux Consignes de sécurité en première page de ce manuel avant d'installer cet appareil dans le module d'alimentation.

Instructions d'utilisation-DC 5010

Se référer au manuel d'instructions correspondant au module d'alimentation et s'assurer que le sélecteur de tension se trouve sur la position correspondant à la tension réseau utilisée. Vérifier que les fusibles appropriés ont été installés (compteur, module d'alimentation). S'assurer que la fiche d'alimentation du module d'alimentation a son conducteur de masse.

ATTENTION

En vue de prévenir toute détérioration de cet instrument, couper l'alimentation du module d'alimentation avant l'installation ou le retrait de tout tiroir. Installer et ôter le tiroir avec précaution.

Veiller à ce que les détrompeurs (du connecteur du compartiment sélectionné du module d'alimentation) coïncident avec les encoches du connecteur du tiroir.

Aligner les rainures supérieure et inférieure du tiroir avec les guides du compartiment sélectionné (v. figure 2-1). Insérer le Compteur dans le compartiment et le pousser à fond pour que le circuit imprimé se place correctement. Mettre le module en service (commutateur POWER).

Pour extraire le compteur du module d'alimentation, couper l'alimentation (commutateur POWER), tirer le bouton de déverrouillage (coin gauche à l'avant du tiroir). Tirer l'instrument hors du compartiment en le maintenant dans la position horizontale.

UTILISATION DU PANNEAU AVANT

Les informations ci-dessous décrivent le fonctionnement des commandes et connecteurs de la face avant (voir Fig. 2-2).

COMMANDES DE VISUALISATION

① Affichage

L'affichage du résultat de chaque mesure est assuré par neuf DELs 7 segments et 8 indicateurs. La résolution de l'affichage est excellente. Les caractères sont justifiés à droite avec positionnement automatique du point décimal. Un clignotement de l'affichage indique un dépassement de capacité de comptage.

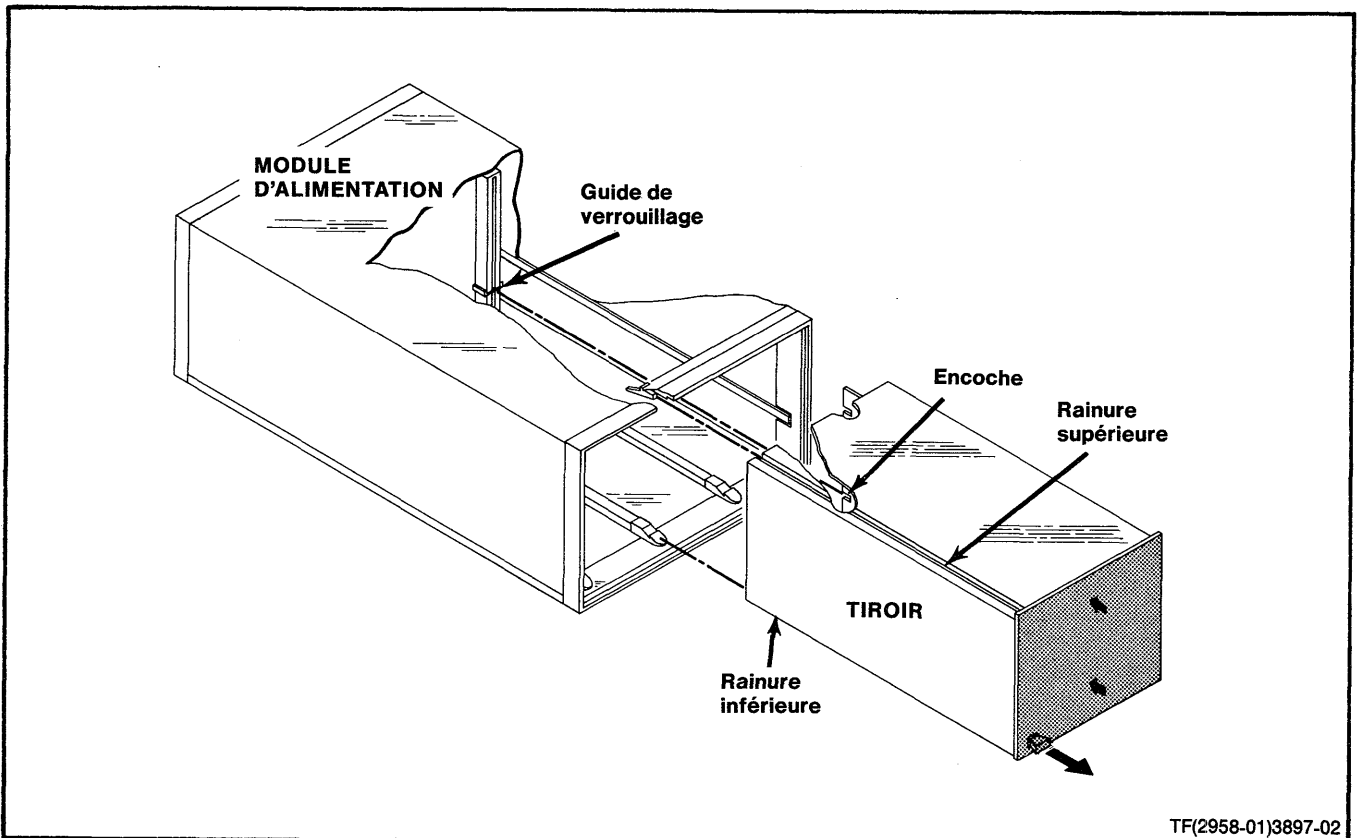


Fig. 2-1. Installation et retrait du tiroir.

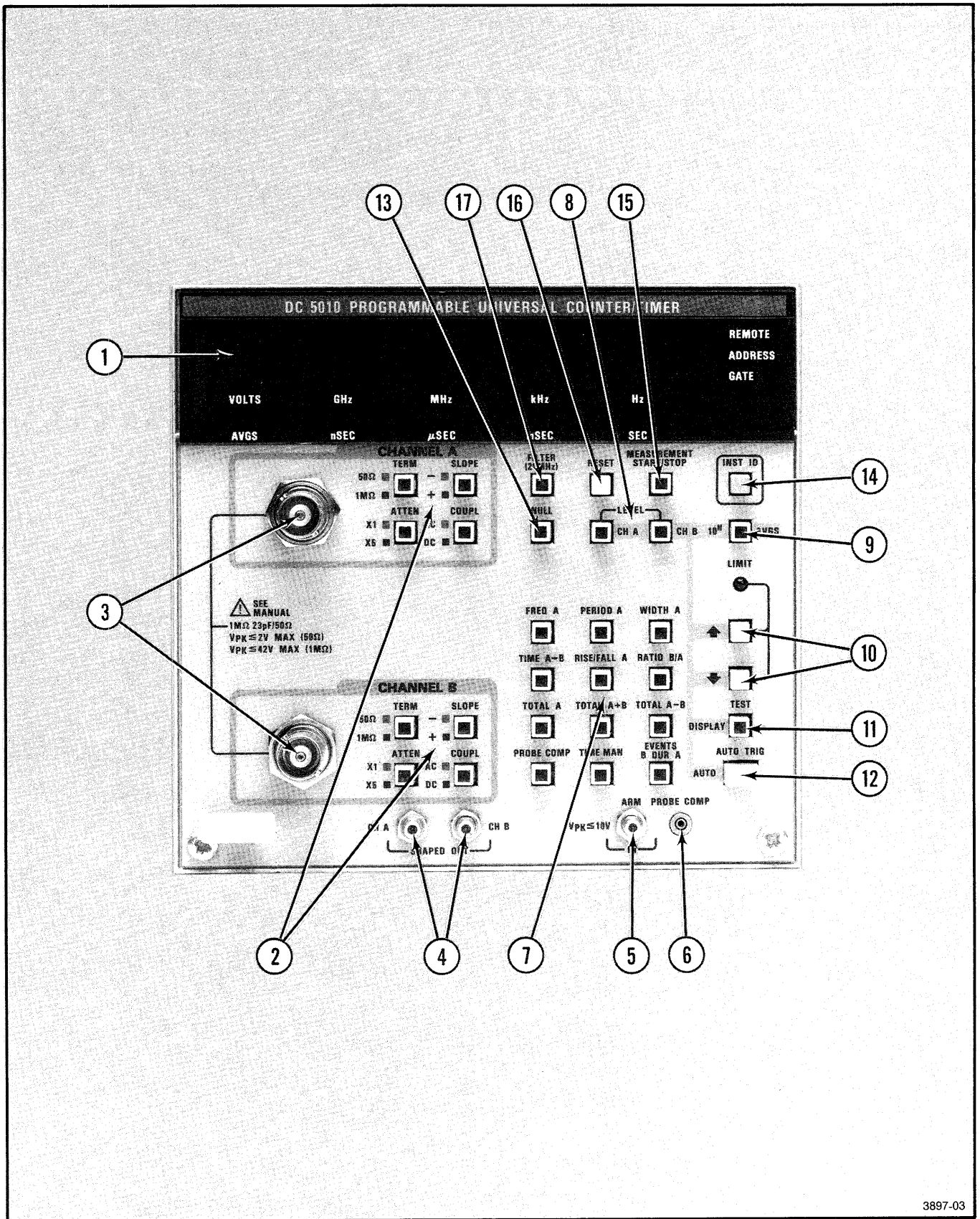


Fig. 2.2. Affichage, commandes et connecteurs de la face avant

Instructions d'utilisation-DC 5010

Pour les mesures telles que la mesure de temps A - B, dans lesquelles la résolution de l'affichage est inversement proportionnelle au nombre de moyennes à effectuer, seuls les chiffres corrects (bonne résolution) sont affichés.

Cinq des indicateurs d'unités de mesure sont : Hz/SEC - Hertz ou seconde. KHz/mSEC - kilohertz ou milliseconde, MHz/ μ SEC - megahertz ou microseconde. GHz/nSEC - gigahertz ou nanoseconde, VOLTS/AVGS - (niveau de déclenchement en) Volts/(exposant du) nombre de moyennes

L'allumage de l'indicateur GATE signale que le processus de comptage est en cours.

L'indicateur REMOTE (allumé) indique que l'instrument est dans l'état Commande à Distance. L'indicateur ADDRESS indique que l'instrument est actuellement adressé sur le Bus GPIB.

Le compteur n'affiche pas que les résultats de la mesure. Il utilise les trois chiffres de gauche pour signaler toute erreur interne ou toute erreur d'utilisation. Les deux chiffres aux deux extrémités de l'affichage (Voie A : chiffre de gauche, Voie B : chiffre de droite) fournissent les résultats de la compensation de la sonde. Se reporter aux paragraphes Auto-test et Compensation de Sondes.

Une indication supplémentaire est fournie par l'illumination de nombreux boutons poussoirs en face avant.

COMMANDES DE LA FACE AVANT

② TERM, SLOPE, ATTEN et COMPL (Voie A et Voie B)

TERM - 50 Ω , 1 M Ω (terminaison). Non allumé, sélectionne 1 M Ω , 23 pF. Allumé, sélectionne 50 Ω . Permet à l'utilisateur de terminer correctement les entrées en 50 Ω si nécessaire. (Dans le cas d'un dépassement de capacité, l'instrument reviendra automatiquement à 1 M Ω , 23 pF.)

ATTEN - X1, X5. Non allumé, sélectionne le facteur d'atténuation X5. Allumé, sélectionne le facteur d'atténuation X1. Permet d'appliquer le signal directement à l'amplificateur sans atténuation, ou atténué d'un facteur 5. L'atténuateur accroît automatiquement l'hystérésis d'entrée et la plage de niveaux de déclenchement d'un facteur 5.

SLOPE -, +. Non allumé, sélectionne + (pente positive). Allumé, sélectionne - (pente négative). Ce bouton sélectionne la pente du signal à l'intersection du niveau de déclenchement, qui est identifié comme un événement pris en compte par la mesure. La commande SLOPE de la Voie A est également utilisée pour la mesure de temps de montée (SLOPE +) ou de descente (SLOPE -). Elle doit être positionnée avant l'utilisation du bouton poussoir RISE/FALL A.

COUPL-AC, DC. Non allumé, sélectionne le couplage continu (DC). Allumé, sélectionne le couplage alternatif (AC). DC correspond au couplage direct. AC insère une capacité en série avec l'entrée, permettant de mesurer les petits signaux alternatifs superposés à une tension continue importante.

CONNECTEURS DE LA FACE AVANT

③ CHANNEL A - CHANNEL B (performances identiques)

1 M Ω 23 pF/50 Ω . Connecteurs d'entrée.

V crête \pm 2 V max (50 Ω)

V crête \pm 42 V max (1 M Ω)

④ CHA, SHAPED OUT - CHB, SHAPED OUT (Mise en forme des signaux A, B, et Commun)

Ces sorties fournissent la réplique exacte des signaux utilisés intérieurement pour la mesure. Elles permettent un déclenchement stable sur des signaux complexes. Elles fournissent un signal d'une amplitude de 100 mV, proche de la masse, issu d'une source 50 Ω (200 mV, si non terminée). Ces sorties sont à la pleine bande passante (plus de 350 MHz).

⑤ ARM, IN - V crête \leq 10 V (niveau TTL)

Entrée de niveau TTL haut. Un niveau TTL bas inhibe le Compteur (entrée également disponible sur l'interface arrière).

⑥ PROBE COMP

Fournit un signal rectangulaire \approx 5 V utilisable en conjonction avec la fonction "PROBE COMP" pour la compensation de sondes (se reporter au paragraphe Compensation de Sondes de ce même chapitre).

BOUTONS POUSSOIRS EN FACE AVANT

⑦ Commandes de fonctions

FREQ A (Fréquence A). Mesure la période du signal de la Voie A, calcule et affiche la fréquence.

PERIOD A. Mesure et affiche la période du signal de la Voie A.

WIDTH A. Mesure la largeur du signal de la Voie A. Mesure de la largeur d'une impulsion positive lorsque la pente positive du signal est sélectionnée (SLOPE +, CHANNEL A). Mesure de la largeur d'une impulsion négative lorsque la pente négative du signal est sélectionnée (SLOPE -, CHANNEL A).

TIME A + B. Mesure l'intervalle de temps entre la première occurrence d'un événement sur la Voie A et le premier événement qui suit sur la Voie B.

RISE/FALL A (Temps de montée A - Temps de descente A). Mesure automatiquement le temps de montée ou de descente (niveaux 10 % et 90 %) du signal de la Voie A. Une pression sur ce bouton valide la mesure et le calcul des niveaux de déclenchement appropriés. Enfoncer de nouveau ce bouton lors de tout changement d'amplitude du signal en entrée. Mesure le temps de montée si SLOPE +, CHANNEL A, sont sélectionnés. Mesure le temps de descente si SLOPE -, CHANNEL A ont été sélectionnés avant la pression sur RISE/FALL A. Cette mesure utilisant la Voie B, cette dernière est réglée automatiquement en concordance avec la Voie A. Après avoir appuyé sur la touche RISE/FALL A, l'utilisateur est libre de modifier séparément la Voie A ou la Voie B pour répondre à des conditions de mesure spécifiques. Toutefois, le résultat peut ne plus être un temps de montée ou de descente. (Se reporter aux paragraphes Temps de Montée A et Temps de Descente A plus loin dans ce chapitre.)

RATIO B/A. Mesure et affiche le rapport des événements de la Voie B sur les événements de la Voie A, durant le même intervalle de temps. Les trois modes Totalisation consistent en le comptage des événements (ou occurrences d'impulsions) sur les Voies A et B.

TOTAL A (Totalisation des événements A). Seuls les événements de la Voie A sont affichés.

TOTAL A + B. Affiche le nombre total d'événements de la Voie A plus le nombre total d'événements de la Voie B. Le comptage des événements de la Voie B n'a lieu qu'après le premier événement valide de la Voie A.

TOTAL A - B. Affiche le nombre total d'événements de la Voie A moins le nombre total d'événements de la Voie B. Le comptage des événements de la Voie B n'a lieu qu'après le premier événement valide de la Voie A. Si A-B est négatif, le signe - est éclairé.

NOTE

Une fois l'un des trois modes TOTALIZE sélectionné, le bouton START/STOP s'allume pour indiquer la condition STOP (arrêt de la mesure). Enfoncer ce bouton pour démarrer le processus de Totalisation.

Le nombre de chiffres affichés est "mis à l'échelle" selon le réglage de la commande AVGS. Cette opération n'affecte pas le processus de comptage en cours. L'affichage peut être modifié en cours de comptage sans incidence sur le nombre de comptes. La valeur affichée peut être déplacée sur la droite ou sur la gauche même à l'arrêt du comptage.

PROBE COMP. Dans ce mode, une indication visuelle (affichée) permet à l'utilisateur de compenser aisément les sondes haute impédance (se reporter au paragraphe Compensation des Sondes de ce même chapitre).

TIME MAN. Mesure manuelle du temps. Mesure l'intervalle de temps entre deux pressions successives du bouton poussoir MEASUREMENT STOP/START. On peut réinitialiser le comptage en enfonçant le bouton poussoir RESET. Comme en mode Totalisation, la fonction START/STOP par défaut (lors d'une première sélection de la commande TMAN) est STOP, comme indiqué par l'illumination du bouton START/STOP.

EVENTS B DUR. Compte le nombre d'impulsions appliquées à la voie B durant l'intervalle de temps où le signal de la Voie A est supérieur (+ SLOPE) ou inférieur (- SLOPE) au niveau de déclenchement de la Voie A.

8 LEVEL CHA, CHB

Affichent le niveau de déclenchement sélectionné. Pour régler le niveau de déclenchement de l'une des voies, appuyer sur le bouton LEVEL approprié, puis utiliser les boutons permettant d'incrémenter ou de décrémenter le niveau de déclenchement (numéro 10). Pour mettre fin à cette fonction, l'utilisateur peut appuyer sur le bouton LEVEL A (B) ou appuyer sur une autre touche de fonction.

9 AVGS (Moyennes).

Une pression sur ce bouton affiche l'état actuel de la commande AVGS, et prépare l'instrument pour un nouveau réglage de cette commande. L'utilisateur a alors le choix entre différents modes de Moyennage.

AUTO - (Enfoncer la touche AUTO, -1 est affiché). Permet d'obtenir la meilleure résolution possible avec une porte de mesure d'environ 300 ms.

0 - (Remet l'exposant à 0). La mesure sélectionnée repose sur au moins un événement. Mode utilisé pour les mesures uniques. A la plupart des fréquences utilisées, le Moyennage porte sur plus d'un événement. Se reporter au chapitre Caractéristiques pour plus de détails.

Instructions d'utilisation-DC 5010

10ⁿ, n = 1 à 9 - Permet la sélection par décades du nombre minimal de moyennes.

↕ Touches incrémentant ou décrémentant l'exposant d'une décade à l'autre.

NOTE

Le réglage de la commande AVGS affecte le nombre de chiffres affichés en mode Totalisation. En mode Moyennage Automatique (AUTO), et l'exposant (n) étant "0", les neuf premiers chiffres à gauche du point décimal sont affichés. Lorsque l'exposant (n) est compris entre 1 et 9, le résultat de la mesure est "mis à l'échelle" (élevé à une puissance de 10) puis affiché.

10 ↑

Ce bouton incrémente le niveau de déclenchement approprié (si LEVEL CHA-CHB a été sélectionné) ou le nombre de moyennes (si AVGS a été sélectionné). Les niveaux de tension sont incrémentés ou décrémentés par pas de 4 mV X facteur d'atténuation.

↓ Ce bouton décrémente le niveau de déclenchement approprié (LEVEL CHA-CHB) ou le nombre de moyennes (AVGS).

LIMIT

Voyant éclairé lorsqu'une valeur est incrémentée (↑) ou décrémentée (↓) au delà de sa limite. S'éteint lorsqu'on libère le bouton (↑) ou (↓).

11 TEST DISPLAY

L'éclairage des boutons LEVEL CHA, LEVEL CHB, ou AVGS reflète le contenu de la fenêtre d'affichage (9 chiffres à 7 segments). Une pression sur l'un de ces boutons entraîne l'affichage des résultats de la mesure (Fréquence, Période, etc...) sans inhiber le réglage d'incrément/décrément. Une nouvelle pression sur l'un de ces boutons entraîne l'affichage du niveau de déclenchement ou du nombre de moyennes. Ceci permet à l'utilisateur de visualiser le paramètre modifié, ou l'effet de ce changement sur les résultats de la mesure.

Lorsque ni les boutons LEVEL, ni le bouton AVGS, ne sont éclairés, le bouton TEST/DISPLAY est utilisé pour sélectionner le mode de Test. Ceci permet de répéter une partie du test de mise en service (à l'exception du test des RAMs). A l'occurrence d'une erreur, le test s'arrête, et le code d'erreur approprié est affiché. Pour mettre fin à la fonction TEST, enfoncer une autre touche de fonction.

12 AUTO TRIG/AUTO

Lorsque ni les boutons LEVEL, ni le bouton AVGS ne sont éclairés, une pression sur cette commande valide un déclenchement automatique sur la Voie A et la Voie B (les valeurs crête maximale et minimale des signaux d'entrée sont mesurées, et les niveaux de déclenchement positionnés à mi-amplitude). Si LEVEL CH A est sélectionné, une pression sur cette commande valide un déclenchement automatique sur la Voie A, de même si LEVEL CH B est éclairé. Si AVGS est éclairé, une pression sur ce bouton entraîne l'affichage de "-1", code signifiant "Moyennage Automatique".

13 NULL

Une pression sur le bouton NULL mémorise le résultat de la mesure actuelle et soustrait ce dernier de toutes les mesures ultérieures (le bouton NULL restant allumé). Ce mode est particulièrement utile dans les mesures de temps de A vers B (A - B) dans lesquelles il peut être utilisé pour annuler des erreurs systématiques dues à des longueurs de câble inégales ou à des différences entre les Voies. Toutefois, ce mode est disponible dans toutes les fonctions de mesure.

Le réglage de la commande de Moyennage peut être modifié sans incidence sur le résultat de la mesure, mémorisé par la fonction NULL. L'instrument soustrait maintenant deux nombres de la résolution résultante, ce qui donne la plus faible résolution, utilisée automatiquement pour déterminer le nombre de chiffres à afficher.

Une nouvelle pression sur ce bouton annule de nouveau la mesure.

Pour mettre fin à la fonction NULL, appuyer sur n'importe quelle touche de fonction (y compris la fonction précédemment sélectionnée).

14 INST ID

Une pression sur ce bouton entraîne l'affichage de l'adresse GPIB et de la Fin de Message sélectionnées. Elle valide également la transmission d'une demande de service (si la ligne correspondante est validée), même en mode Blocage du Contrôle Local. Ceci représente une façon commode de s'adresser au contrôleur durant l'exécution d'un programme.

15 MEASUREMENT START/STOP

Ce bouton poussoir peut être utilisé dans tous les modes de mesure à l'exception de Compensation des Sondes et de Test. L'éclairage de ce bouton indique l'arrêt de la mesure (STOP). Une pression sur ce bouton entraîne l'arrêt de la mesure, ou le départ d'une Totalisation (START), ou d'une mesure manuelle de temps à partir du résultat affiché. Dans les autres modes de mesure (à l'exception de Compensation des Sondes, et de Test), START démarre une nouvelle mesure. En mode "START", une pression sur ce bouton entraîne l'arrêt de toute mesure en cours (à l'exception de Compensation des Sondes et de Test). En mode "STOP", si l'on se trouve en mode Totalisation ou Mesure Manuelle de Temps, le compte final (dans les registres) est affiché, et l'affichage est remis à jour une fois de plus.

16 RESET

Réinitialise une mesure après un arrêt (STOP). Une pression sur ce bouton au milieu d'une mesure met fin à la mesure en cours et démarre une nouvelle mesure. Permet également de tester toutes les DELs de la face avant, y compris celles des boutons poussoirs et des indicateurs.

17 FILTER (20 MHz) (CHANNEL A et CHANNEL B)

Lorsque ce bouton est éclairé, la bande passante des deux voies est réduite à 20 MHz. Ceci permet la réjection de bruit haute fréquence. Peut également être utilisé lors du réglage des niveaux de déclenchement automatiques ou des niveaux de mesure de temps de descente ou de montée d'un signal présentant une suroscillation ou un affaiblissement.

**PROCEDURE DE FAMILIARISATION
INTRODUCTION**

Caractéristiques générales d'utilisation

Le DC 5010 est un compteur universel programmable basé sur un microprocesseur. Il assure 11 fonctions de mesure avec une résolution d'affichage de 9 chiffres, plus deux fonctions spécialisées : compensation des sondes (PROBE COMP) et auto-test (TEST).

Le microprocesseur établit automatiquement la porte de mesure, exécute les calculs nécessaires sur les données acquises, et affiche les résultats avec une résolution optimale, selon la fonction de mesure sélectionnée (FUNCTION), le nombre de moyennes (AVGS) et les conditions d'utilisation.

Affichage en mode Auto-test

A la mise sous tension, l'un des codes d'erreur définis au tableau 2-1 peut apparaître dans la fenêtre d'affichage si le résultat de la procédure d'auto-test est négatif. Pour découvrir la cause de l'erreur, s'adresser à un personnel de maintenance qualifié.

NOTE

A la mise en service, un signal à composante continue relié aux deux connecteurs d'entrée peut provoquer une sortie de la plage de déclenchement. Dans ce cas, un code d'erreur peut être affiché. Déconnecter toutes les entrées, ou réduire la tension de décalage et remettre l'instrument en service. Un signal d'armement (ARM) de niveau bas durant la mise sous tension peut également provoquer une erreur.

NOTE

Pour découvrir la cause d'une erreur, s'adresser à un personnel de maintenance qualifié.

**Tableau 2-1
CODES D'ERREUR AFFICHES EN FACE AVANT**

Les Entrées/Sorties série sont défectueuses	313
Voie A	
Test du fonctionnement du Compteur	320-324, 329
Voie B	
Test du fonctionnement du Compteur	330-334, 339
La RAM U1410 du système est défectueuse	340
La RAM U1610 du système est défectueuse	341
La RAM U1311 du système est défectueuse	342
La ROM U1610 est mal positionnée	361
La ROM U1102 est mal positionnée	374
La ROM U1201 est mal positionnée	375
La ROM U1410 est mal positionnée	380
Le checksum de la ROM U1610 est erroné	381
Le checksum de la ROM U1102 est erroné	394
Le checksum de la ROM U1201 est erroné	

CONDITIONS D'ENTREE

Tension maximale autorisée 

ATTENTION

Pour éviter toute détérioration de l'instrument, s'assurer que les tensions d'entrée appliquées aux connecteurs de la face avant ou aux entrées de l'interface arrière n'excèdent pas les limites autorisées. Voir chapitre Caractéristiques Electriques.

La partie externe des connecteurs BNC en face avant est reliée à la masse par la connexion de masse du cordon d'alimentation du module d'alimentation. Eviter qu'elle ne soit en contact avec le fil de liaison du signal.

Veiller à utiliser un transformateur d'isolation (tension de sortie inférieure à 15V) lors de la mesure de la fréquence du réseau (50 ou 60 Hz).

Attention, lors de l'utilisation de signaux haute fréquence, haute amplitude (plus de 80 MHz) : la tension d'entrée maximale (par rapport à la face avant) autorisée à ces hautes fréquences est 4V crête à crête.

Connexion de signaux externes et internes

Le DC 5010 peut être utilisé pour mesurer des signaux d'entrée sur les deux voies, issus des connecteurs de la face avant. Les boutons poussoirs SLOPE, TERM, ATTEN, et COUPL sont utilisés pour conditionner le signal.

S'il est nécessaire d'utiliser une sonde haute impédance entre les connecteurs BNC (face avant) et la source de signaux, utiliser de préférence une sonde capable de compenser la capacité d'entrée du compteur (moins de 24 pF). La sonde P6125 Tektronix est recommandée pour toutes les applications numériques logiques. Le Compteur a été conçu, toutefois, pour déclencher correctement sur des signaux ECL même lorsqu'une sonde d'atténuation X10 est utilisée.

CONDITIONS DE MESURE

Couplage d'entrée, bruit, et atténuation

Pour appliquer le signal aux entrées des Voies A ou B, il est possible d'utiliser le couplage alternatif (AC COUPL) ou le couplage continu (DC COUPL). Si le signal à mesurer chevauche un niveau continu, ses limites d'amplitude peuvent se trouver hors de la plage de déclenchement. Le mode AC COUPL doit être utilisé pour les signaux répétitifs à fréquence fixe et facteur de forme constant, lorsque ces signaux chevauchent un niveau continu élevé. La commande SLOPE est relativement sans importance pour la mesure de fréquences sinusoïdales. La terminaison 50 Ω est sélectionnée pour les systèmes haute fréquence nécessitant une impédance d'entrée de 50 Ω. La terminaison 1 MΩ est sélectionnée pour les sondes haute impédance et dans toute autre situation nécessitant une haute impédance. Dans le cas d'une terminaison 50 Ω, la résistance de terminaison interne peut être détériorée par l'application accidentelle d'un signal haute tension. Dans ce cas, le

DC 5010 commute sur l'impédance 1 MΩ. Des informations plus détaillées sont fournies au chapitre Caractéristiques.

Si le facteur de forme du signal varie en cours de mesure, un déplacement du point de déclenchement a lieu ; ceci peut donner des résultats erronés. Utiliser le couplage continu (DC COUPL) pour les signaux alternatifs basse fréquence sans tension de décalage continue importante, pour les signaux à facteur de forme faible, et pour les mesures d'intervalles de temps (Temps de A, B, Temps de montée/descente du signal A, Evénements B durant A, Largeur du signal A).

Les signaux appliqués aux amplificateurs d'entrée peuvent s'accompagner de bruit, dû aux conditions d'environnement, issu de la source du signal, ou provoqué par des connexions incorrectes. Si l'amplitude du bruit est importante, il peut s'ensuivre des mesures imprécises dues à un mauvais déclenchement du signal. (v. fig. 2.3). Pour résoudre ce problème, le DC 5010 a été équipé d'un filtre passe-bas 20 MHz (FILTER).

Les limites de tension dans lesquelles peut s'effectuer un déclenchement correct sans distorsion sont définies par les caractéristiques de fonctionnement linéaire. Les amplitudes minimales du signal sont définies par les caractéristiques de sensibilité d'entrée des modes AC COUPL et DC COUPL (v. chapitre Caractéristiques) selon la terminaison sélectionnée, 50 Ω ou 1 M Ω. L'utilisation des commandes d'atténuation (ATTEN) permet de rester à l'intérieur des limites maximales : ±2,0V pour l'atténuation X1, ±10V pour l'atténuation X5.

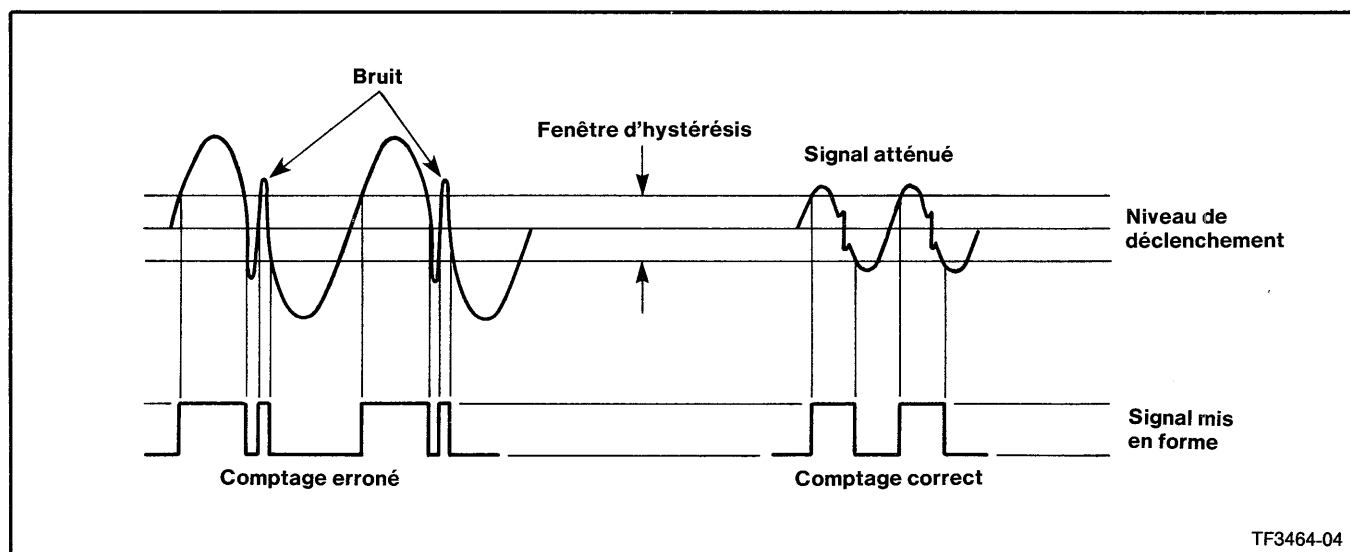


Fig. 2.3. Avantages résultant de l'atténuation du signal.

Déclenchement du compteur

Le niveau de déclenchement est déterminé par les commandes SLOPE et LEVEL ou par le commutateur AUTO TRIG.

Les commandes LEVEL (CH A et CH B), utilisées en conjonction avec les boutons (↑) et (↓) permettent de faire varier continûment l'hystérèse de la fenêtre de déclenchement, de haut en bas, dans une plage de $\pm 2,0V$ par pas de 4 mV. La fenêtre d'hystérèse est normalement de 50 mV crête à crête. Pour déterminer le réglage des niveaux de déclenchement, appuyer sur le bouton LEVEL CH A (ou LEVEL CH B) : les niveaux de déclenchement respectifs seront affichés. Pour revenir en mode de Mesure, appuyer de nouveau sur les boutons LEVEL CH A ou LEVEL CH B (bouton allumé). Une pression sur une touche de fonction permet de revenir dans le mode Mesure.

Dans le mode AUTO TRIG (commande enclenchée), le microprocesseur exécute un programme établissant les tensions crêtes maximale et minimale des signaux des deux voies. Puis le programme règle automatiquement le niveau de déclenchement de chaque voie (50 % + 24 mV pour la pente +, 50 % - 24 mV pour la pente -) pour les mesures de fréquence, de période et les totalisations. Le mode AUTO TRIG est également utilisé pour les mesures de largeur d'impulsions (mode WIDTH A) et de temps de A vers B (TIME A → B). Le mode AUTO TRIG nécessite des signaux d'amplitudes d'au moins deux fois l'hystérèse, soit des signaux d'amplitudes supérieures à 140 mV crête à crête. Ceci est dû au fait que la plage de fonctionnement de la fenêtre d'hystérèse est centré exactement à 50 % pour les mesures de largeur d'impulsions et de temps de A → B.

La figure 2-4 contient quelques exemples de niveaux de déclenchement et montre la nécessité de les régler correctement pour éviter les erreurs dues au temps de montée (ou de descente) du signal ou dues à la différence des temps de transition des impulsions de démarrage et d'arrêt. L'observation sur un oscilloscope des signaux issus des connecteurs SHAPED OUT réduit les erreurs de déclenchement lors du déclenchement sur des signaux lents mais complexes.

L'utilisation du Déclenchement Automatique ne supprime pas les problèmes posés par l'amplitude du bruit en entrée, le couplage, l'adaptation d'impédances, et l'atténuation. Un dépassement et une oscillation importants du signal d'entrée se traduisent par des mesures imprécises, provenant d'un niveau de déclenchement erroné. La valeur médiane du signal peut être affichée. La fréquence basse limite en mode AUTO TRIG est 10 Hz (points milieu). Aux fréquences inférieures, un niveau de déclenchement automatique sera défini mais pas nécessairement à mi-amplitude. Le Déclenchement Automatique permet également d'obtenir un déclenchement correct dans le cas d'une tension continue en entrée.

Réduction des erreurs de mesure

Pour l'obtention d'une précision optimale, il convient de respecter les consignes suivantes :

- Utiliser les commandes ATTEIN appropriées et des sondes atténuatrices de haute impédance pour la mesure de signaux provenant de circuits haute impédance.
- Utiliser la commande TERMinaison 50 Ω pour les systèmes basse impédance, haute fréquence, impédance 50 Ω .
- Prendre garde aux erreurs de déclenchement causées par des signaux à temps de montée ou de descente lents.
- Utiliser le filtre (FILTER) 20 MHz pour réduire le bruit haute fréquence.
- Effectuer un moyennage sur un grand nombre de périodes du signal (commande AVERAGES).
- Garder l'environnement du compteur à température constante.
- Pour une meilleure stabilité de fonctionnement, laisser l'instrument chauffer plus d'une demi-heure.
- Substituer la base de temps optionnelle à la base de temps standard (meilleure stabilité).
- Appliquer une référence de temps étalon externe de 1 MHz, 5 MHz, ou 10 MHz aux entrées de l'interface arrière.
- Réétalonner l'instrument si nécessaire.

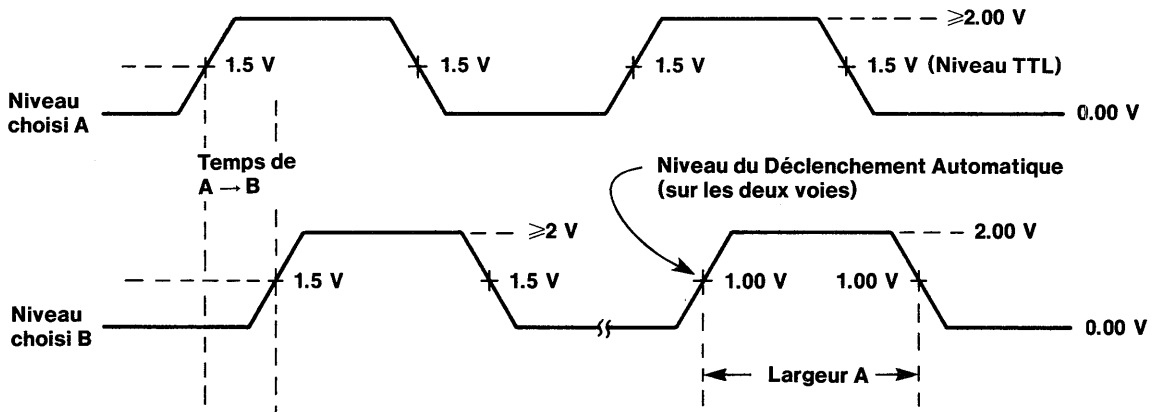
EXEMPLES DE MESURE

Fréquence A et Période A

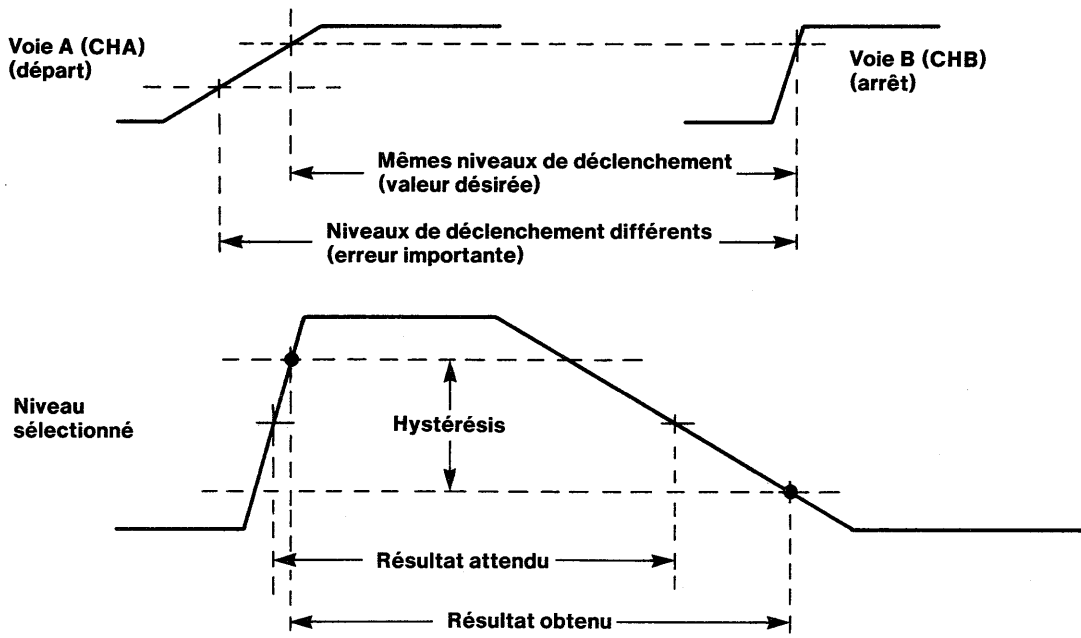
Dans les modes PERIOD A ou FREQUENCY A, le compteur mesure toujours la durée d'une période du signal de la Voie A. Le résultat est affiché en unités de temps. En mode FREQUENCY A, le microprocesseur calcule la fréquence de ce signal, en appliquant la formule :

$$f = \frac{1}{T} \quad (T = \text{période})$$

et affiche le résultat en unités de fréquence. En mode PERIOD A, le résultat est affiché en unités de temps. L'horloge interne 350 MHz assure une très bonne résolution pour les mesures de fréquence et de période. Pour les mesures de période de signaux rapides avec un nombre de moyennes de 10^9 , cette résolution est $\pm 31,25$ attosecondes ($31,25 \times 10^{-18}$ sec).



(a) Exemples de niveaux de déclenchement utilisés en modes de mesure WIDTH A et TIME A → B..



(b) Sources d'erreurs de déclenchement

TF(3464-05)3897-04

Fig. 2.4. Exemples typiques de niveaux de déclenchement et de sources d'erreurs de déclenchement

Rapport B/A

En mode RATIO B/A, le compteur mesure le nombre d'évènements sur les deux voies durant le temps de l'accumulation du nombre sélectionné d'évènements de la voie A (moyennage par les évènements A). Le total des évènements B est alors divisé par le total des évènements A et le résultat est affiché sans unité (de temps ou de fréquence).

La plage de rapports est comprise entre 10^{-8} et 10^9 . En appliquant la plus haute fréquence à la Voie B, on obtient un rapport supérieur à 1. En lui appliquant la plus basse fréquence, on obtient un rapport inférieur à 1. Appliquer le signal de plus haute fréquence à la Voie B pour assurer la meilleure résolution.

Largeur de A et Mesure de temps de A → B (Intervalle de temps)

La figure 2-5 contient des exemples de mesure obtenus à l'aide des fonctions WIDTH A et TIME A → B. La fonction WIDTH A consiste en la mesure de l'intervalle de temps entre le premier front montant ou descendant sélectionné (\pm SLOPE) du signal appliqué à la Voie A et le front de polarité opposée suivant.

La fonction TIME A → B consiste en la mesure de l'intervalle de temps entre le premier front sélectionné (\pm SLOPE) d'un évènement sur la Voie A et le premier front sélectionné (\pm SLOPE) d'un évènement sur la Voie B. Un moyennage (AVERAGES) peut être effectué par le nombre sélectionné d'évènements en A, du fait qu'il se produit un évènement B pour un évènement A.

Les fonctions WIDTH A ou TIME A → B utilisent un générateur interne de bruit pseudo-aléatoire modulant en phase la base de temps interne 3.125 ns et permettant au compteur de moyenner correctement les signaux d'entrée synchrones avec sa base de temps. Voir Figure 2-5.

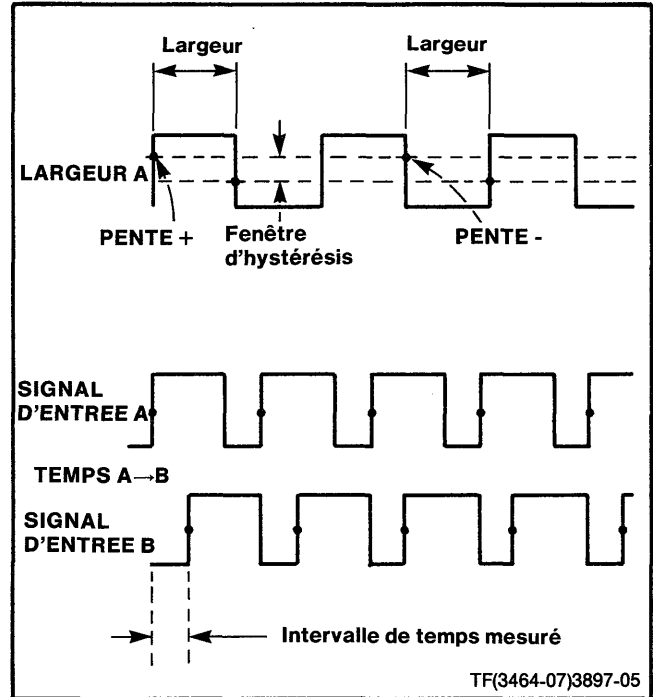


Fig. 2.5. Exemples de mesures effectuées à l'aide des fonctions WIDTH A et TIME A → B.

Figure 2-6, l'intervalle de temps (4,68525 ns, largeur A,) ne pourrait être mesuré plus précisément (avec une base de temps non modulée) qu'en mono-coup avec moyennage nul (AVGS = 0). L'utilisation d'une horloge pseudo-aléatoire modulée en phase, avec un nombre de moyennes supérieur à 1, oblige le compteur à compter une impulsion d'horloge la moitié du temps et deux impulsions d'horloge l'autre moitié du temps. Par exemple, si 10 largeurs sont moyennées (10^1), la durée totale du comptage est 46.8525 ns. Dix moyennes donnent 15 comptages (5 + 10). En divisant

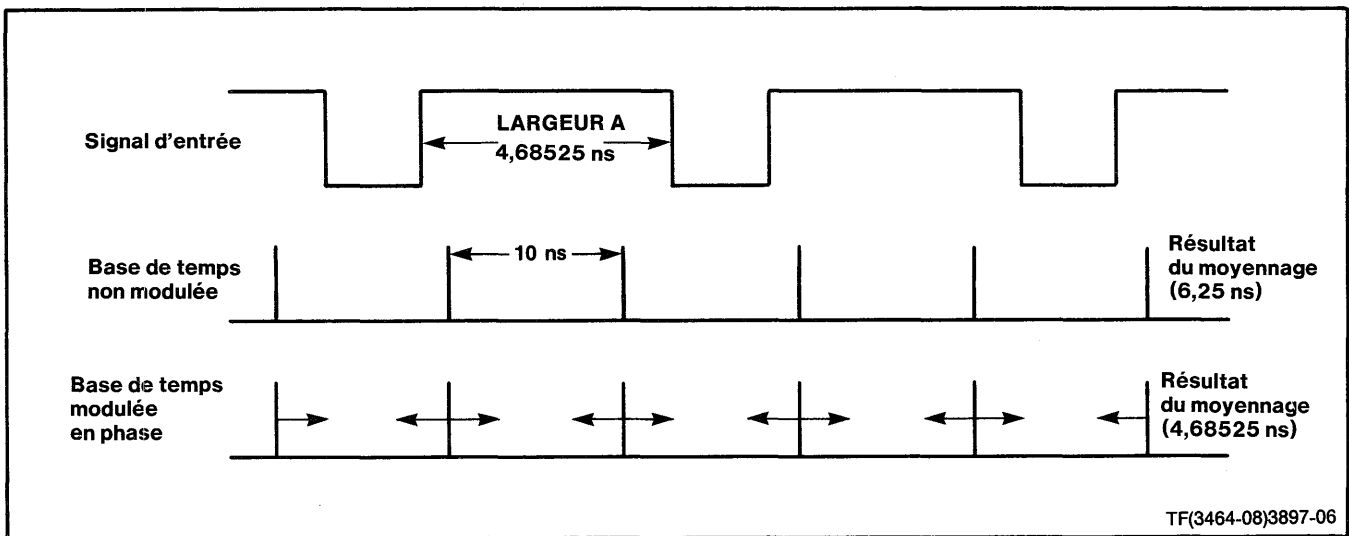


Fig. 2-6. Exemple de mesure de signaux d'entrée synchrones.

Instructions d'utilisation-DC 5010

ce résultat par le nombre de moyennes effectuées, la moyenne (compte/intervalle) de chaque compte correspond à 3,125 nsec). Le DC 5010 affiche la réponse 4,6 ns ($15/10 \times 3.125 = 4.68525$).

NULL

Une pression sur le bouton NULL mémorise le résultat de la mesure actuelle, et soustrait ce dernier de toutes les mesures ultérieures (le bouton NULL restant allumé). Ce mode est particulièrement utile dans les mesures de temps de A vers B ($A \rightarrow B$) pour lesquelles il peut être utilisé pour annuler des erreurs systématiques dues à des longueurs de câble inégales ou à des différences entre les Voies. Toutefois, ce mode est disponible dans tous les modes de mesure.

Le réglage de la commande de Moyennage peut être modifié sans incidence sur le résultat de la mesure (mémorisé par la fonction NULL). L'instrument soustrait maintenant deux nombres de la résolution résultante, ce qui donne la plus faible résolution (utilisée automatiquement pour déterminer le nombre de chiffres à afficher).

Une nouvelle pression sur ce bouton annule le résultat.

Pour mettre fin à la fonction NULL, appuyer sur n'importe quelle touche de fonction (y compris la fonction précédemment sélectionnée).

Evènements B durant A

La fonction EVENTS B DUR A est pratiquement identique à la fonction WIDTH A (Largeur A), excepté que le comptage porte sur un nombre défini d'évènements dans le sens positif ou négatif (\pm SLOPE, Voie B) pendant une largeur d'impulsion (positive ou négative) sélectionnée (\pm SLOPE, Voie A). La base de temps interne n'est pas utilisée pour cette fonction. Voir Figure 2-7 pour exemple de mesure. Les évènements B sont moyennés par le nombre sélectionné de largeurs d'impulsions de la Voie A.

Mesure manuelle de temps

La fonction TIME MANUAL consiste à mesurer et à afficher (jusqu'au 100ème de seconde) l'intervalle de temps entre la première et la deuxième pressions sur la touche MEASUREMENT START/STOP. Le comptage peut être remis à 0 puis redéclenché en enfonçant et en libérant le bouton poussoir RESET. Le commutateur AVGS est sans effet en mode TIME MANUAL. Lorsqu'on entre cette fonction pour la première fois, la mesure est arrêtée (STOP) comme indiqué par le bouton START/STOP illuminé.

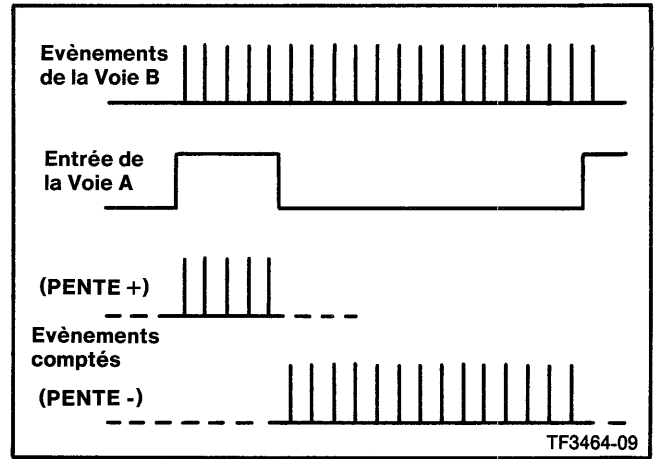


Fig. 2.7. Exemple de mesure d'Evènements B durant A

Totalisation des évènements A

La fonction TOTAL A est pratiquement identique à la fonction TIME MANUAL, à l'exception du fait qu'au lieu de compter les impulsions de la base de temps interne, le compteur totalise le nombre total d'évènements appliqués à la Voie A entre deux pressions successives du bouton poussoir MEASUREMENT START/STOP. Le commutateur AVGS est utilisable dans ce mode. Avec l'exposant 0, ou en mode Moyennage Automatique, (-1 étant affiché), des nombres entiers peuvent être affichés. Sinon le commutateur AVGS opère comme un indicateur de facteur d'échelle, par puissance de 10 (permettant un comptage utilisant les quatorze chiffres de la chaîne de comptage interne). Par exemple, avec un signal d'entrée de 1 MHz et l'indication 10^6 du commutateur AVGS, le chiffre de poids faible représente 10^6 comptes et s'incrémente d'un compte par seconde ($10^6 \text{ Hz} / 10^6 = 1 \text{ Hz}$). Ce facteur d'échelle peut être changé (voir le texte) après un dépassement de la mesure et déplace effectivement la visualisation. L'utilisateur peut ainsi voir tous les treize chiffres de la chaîne de comptage.

Totalisation des évènements A + B

La fonction TOTAL A + B est similaire à la fonction TOTAL A, excepté que le compteur calcule le nombre total d'évènements de la Voie A, plus le nombre total d'évènements de la Voie B. Le comptage des évènements B ne commence qu'après le premier comptage d'évènements A valide.

Totalisation des évènements A - B

La fonction TOTAL A - B est similaire à la fonction TOTAL A + B, excepté que le compteur calcule le nombre total d'évènements de la Voie A, moins le nombre total d'évènements de la Voie B. Le comptage des évènements B ne commence qu'après le premier comptage d'évènements A valide.

Temps de montée A et temps de descente A

La fonction RISE/FALL A permet à l'opérateur de mesurer automatiquement le temps de montée ou de descente (entre les niveaux 10 % et 90 %) du signal d'entrée appliqué à la Voie A. Voir figure 2-8a. Sélectionner à l'aide de la commande SLOPE (+ = temps de montée ; - = temps de descente) la partie de signal à mesurer, avant d'appuyer sur le bouton RISE/FALL A. La dimension du signal d'entrée est mesurée automatiquement et les niveaux 10 % et 90 % sont automatiquement calculés et positionnés.

Le signal d'entrée du connecteur A est acheminé intérieurement vers les Voies A et B. Lorsqu'on appuie sur le bouton RISE/FALL A, les réglages de la Voie A sont automatiquement reproduits (comme indiqué par l'allumage des boutons en face avant) sur la Voie B. Les mesures de temps de montée sont parfois difficiles à réaliser. Des problèmes peuvent surgir, même avec le réglage automatique des niveaux. Le signal mesuré doit satisfaire aux conditions d'utilisation de l'instrument (décrites au chapitre Caractéristiques de ce manuel). L'amplitude du signal doit être supérieure à 1,4 V (50 Ω) ou 700 mV (1 MΩ), avoir un temps de montée supérieur ou égal à 4 nsec (5 ns pour 1 MΩ) et ne doit pas présenter plus de 10 % d'aberrations.

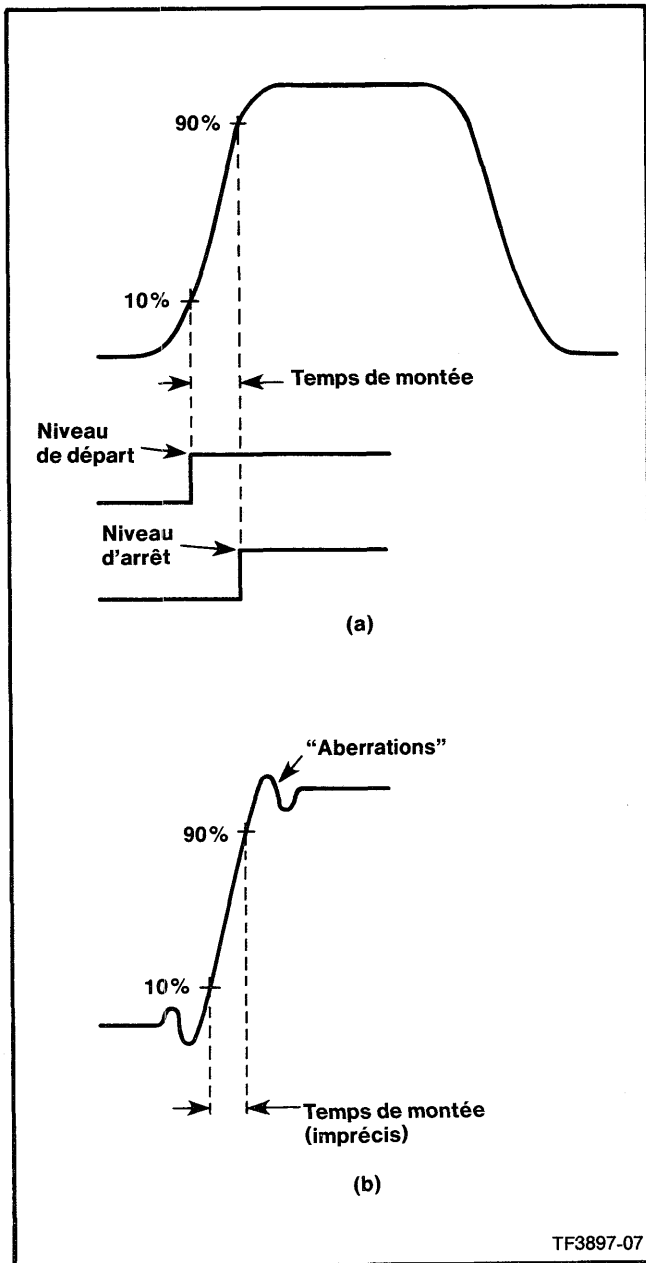


Fig. 2.8. Exemples de mesures de temps de montée.

Le DC 5010 possède un circuit de détection de crêtes. Il détecte la crête maximale du signal, même si cette crête correspond à une aberration (v. Fig. 2-8b). Si cette aberration est trop importante (> 10 %), le temps de montée mesuré est erroné. Dans ce cas, avant d'appuyer sur le bouton RISE/FALL A, enfoncer le bouton FILTER (20 MHz) pour limiter à moins de 18 ns le temps de montée interne du signal d'entrée. L'utilisation, ou non, du filtre dépendra de la largeur et du pourcentage d'aberration du signal. Puis appuyer sur le bouton RISE/FALL A. Une fois la crête du signal mesurée, et les niveaux 10 % et 90 % déterminés, le filtre pourra être inhibé. Le DC 5010 affichera alors le temps de montée réel (non limité).

Les boutons de la face avant du DC 5010 demeurent opérants après l'utilisation du bouton RISE/FALL A, pour permettre à l'opérateur de modifier les conditions d'entrée d'un signal et les niveaux de déclenchement. Ces réglages doivent satisfaire aux conditions d'utilisation de l'instrument (v. chapitre Caractéristiques).

Par exemple, si le bouton AUTO est enfoncé (en mode de mesure RISE/FALL A), les niveaux des Voies A et B passeront des points 10 % et 90 % au point 50 %. D'autres niveaux du signal, tels un niveau TTL haut ou bas, peuvent être programmés par l'opérateur ; toutefois, le réglage de la terminaison doit être pris en compte.

En terminaison 50 Ω, le niveau de déclenchement affiché représente 50 % du niveau réel, du fait de la réduction interne de tension (peu pratique). En terminaison 1 MΩ l'instrument n'a pas à se préoccuper du type de sondes connectées (voir dans les Caractéristiques de temps de montée/descente, les niveaux propres aux différents types de sondes).

Instructions d'utilisation-DC 5010

Compensation de la sonde

Le DC 5010 a été conçu pour être compatible avec les sondes standard (terminaison 1 M Ω). Toutefois, l'opérateur doit s'assurer que la sonde est correctement compensée.

La fonction PROBE COMP permet à l'opérateur d'adapter une sonde externe à la capacité interne du compteur sans recourir à un oscilloscope.

Un signal carré d'environ 1 KHz et d'une amplitude d'environ 5 V est disponible sur le connecteur (jack) PROBE COMP en face avant.

Connecter l'embout de la sonde au connecteur PROBE COMP avant de passer en mode Compensation de la Sonde.

À l'affichage, le chiffre de poids fort (à l'extrémité gauche), correspondant à la Voie A doit être un zéro, ainsi que le chiffre de poids faible (à l'extrémité droite), correspondant à la Voie B. Il ne doit pas apparaître de point décimal et aucun indicateur ne doit être allumé.

Une fois la sonde connectée et le signal carré appliqué, exécuter la procédure suivante :

1. Tourner lentement la vis dans les deux sens, jusqu'à ce que la valeur affichée de la voie compensée soit "1".

2. Inverser le sens de rotation et tourner de nouveau lentement la vis jusqu'à ce que la valeur affichée soit "0". La sonde est maintenant compensée. Un "1" indique une compensation excessive, un "0" une compensation insuffisante. Le réglage optimal est obtenu dans le sens "1-0", juste au changement d'état.

NOTE

Si, en un point de la procédure, la valeur affichée est toujours "1" après une rotation complète de la vis, appuyer sur la touche RESET et essayer de nouveau. Ceci peut se produire dans le cas d'une déconnexion à la source du signal carré durant la procédure de réglage.

Fonction Test

L'affichage de la valeur "000" (sur les trois chiffres les plus à gauche) après l'exécution du test indique que le microprocesseur s'est lui-même vérifié (transferts de données internes, compteurs internes (accumulateurs), fonctionnement du convertisseur numérique-analogique (niveaux de déclenchement) et circuits des amplificateurs d'entrée).

La mémoire à accès aléatoire (RAM) n'est pas vérifiée au cours de cette procédure automatique par commande en face avant (testée uniquement à la mise en service).

NOTE

Tout signal appliqué à la Voie A ou à la Voie B doit être dans la plage de niveaux de déclenchement du compteur. Si une erreur apparaît, déconnecter en premier les entrées des Voies A et B, puis recommencer le test. L'erreur peut provenir également d'une connexion à l'entrée ARM.

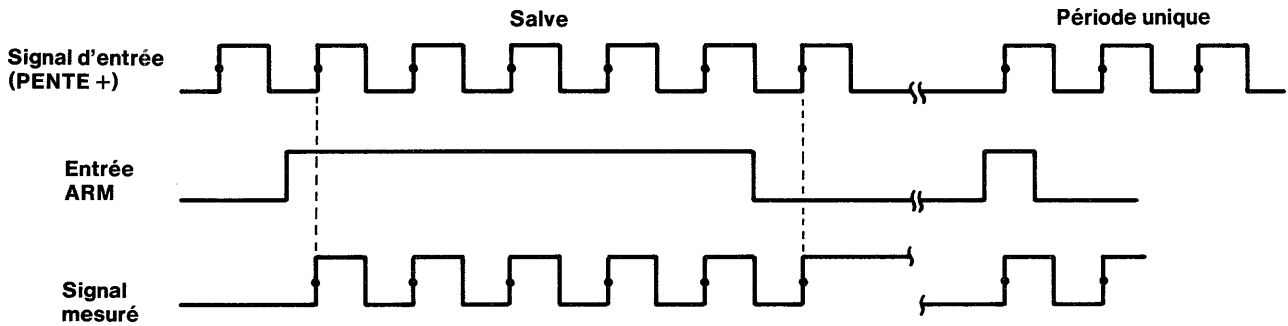
L'indicateur GATE clignote à l'issue de chaque test complet. En cas d'erreur, le code d'erreur du défaut est affiché sur trois chiffres à l'extrémité gauche de l'affichage, et le programme de test s'interrompt. Toute sélection d'une autre fonction met fin au mode Test.

Armement (entrée ARM)

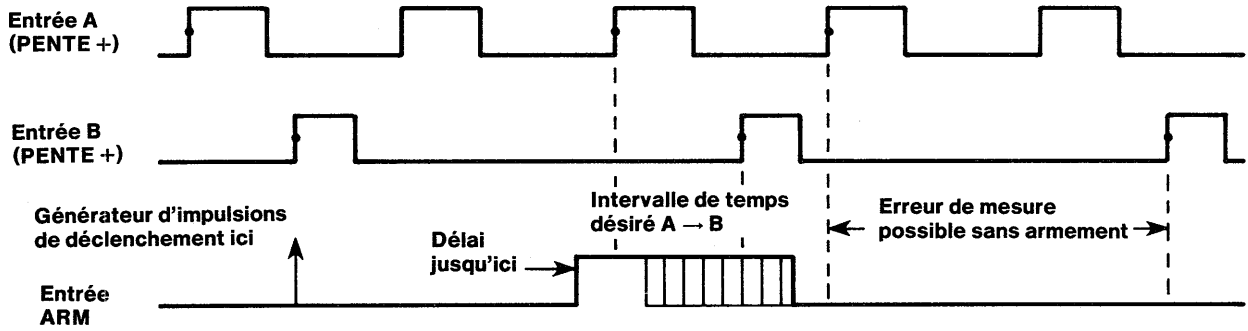
Cette entrée permet d'isoler un événement unique ou un ensemble particulier d'événements inclus dans un signal numérique ou analogique complexe. La figure 2.9 illustre trois applications du mode Armement.

Seuls des signaux de niveau TTL doivent être appliqués à l'entrée ARM. En l'absence de signal, l'entrée ARM passe à l'état haut (armement continu). Lorsque cette entrée est à l'état bas, aucune mesure n'est possible. Elle peut être utilisée pour toutes les fonctions de mesure, à l'exception de TIME MANUAL, PROBE COMP, et TEST (pour ces trois fonctions, l'entrée ARM doit être à l'état haut).

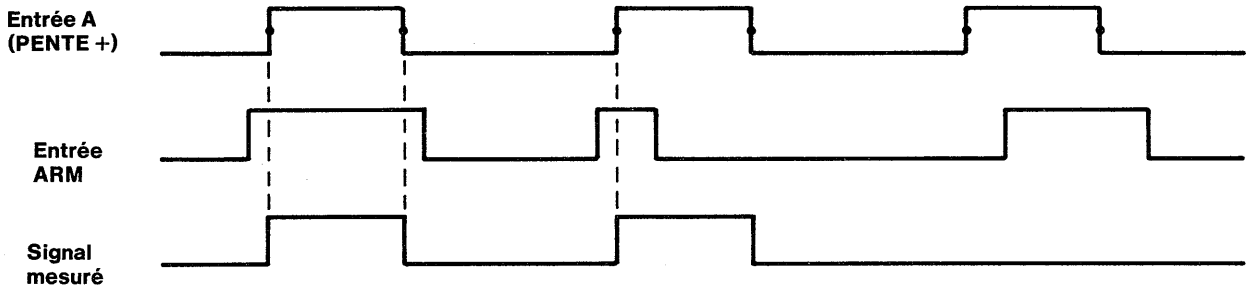
Lorsque le signal d'armement passe à l'état haut, le premier événement de la Voie A qui suit démarre le processus de mesure. Lorsque le signal d'armement passe à l'état bas, l'événement de la Voie A suivant arrête le processus de mesure. Ceci permet de contrôler l'occurrence et la durée des mesures (même sur des signaux complexes). Ces mesures peuvent être moyennées tout comme des mesures d'intervalles de temps. Le Compteur détermine le nombre de chiffres à afficher (selon la meilleure résolution possible) en fonction du nombre d'événements moyennés de la Voie A.



a. Utilisation du mode Armement avec les fonctions FREQUENCY, PERIOD et RATIO.



b. Utilisation d'un générateur d'impulsions à déclenchement retardé pour générer un signal d'armement avec la fonction TIME A - B.



c. Utilisation du mode Armement avec les fonctions WIDTH A et EVENTS B DUR A.

TF(3464-10)3897-08

Fig. 2.9 Exemples d'utilisation de l'entrée ARM.

Instructions d'utilisation-DC 5010

En modes FREQUENCY A, PERIOD A ou RATIO B/A, l'affichage est formatté pour une erreur d'un compte. Lorsque le mode Armement est utilisé avec ces modes (ne mesurant pas d'intervalle de temps), chaque armement ou désarmement peut introduire une erreur d'un compte. Toutefois, le compteur n'en tient pas compte et affiche un nombre de chiffres basé uniquement sur le nombre total d'évènements par mesure (indépendamment du nombre d'armements effectués).

La résolution d'une mesure de période en mode Armement est inférieure à la résolution affichée. Elle peut être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Résolution} = \frac{T_c}{N} \frac{\sqrt{N} T_p}{T_{Bp}}$$

T_c = période d'horloge

T_p = période du signal d'entrée (CH A)

T_B = temps entre le départ et l'arrêt de l'évènement A

N = nombre de moyennes, 10^6 , 10^9 , etc...

PROGRAMMATION

Introduction

Ce chapitre est relatif à la programmation à distance du DC 5010, par l'intermédiaire d'un Bus d'Interface Général (GPIB) IEEE-488. Les informations qui suivent s'adressent à un lecteur déjà familiarisé avec les communications sur le GPIB et la programmation des contrôleurs. Le protocole des messages transmis sur le GPIB est spécifié et décrit dans les normes IEEE 488-1978, "Interface Numérique Standard pour Instruments Programmables"¹. Les instruments de la série TM 5000 sont conçus pour communiquer avec tout contrôleur compatible GPIB transmettant et recevant des messages ASCII (commandes) sur le bus GPIB. Ces messages sont constitués de commandes de programmation de l'instrument ou de demandes d'informations issues de l'instrument.

Les commandes des instruments programmables de la série TM 5000 sont compatibles avec d'autres types d'instruments. La même commande peut être utilisée par différents instruments pour le contrôle de fonctions similaires. En outre, chaque commande se présente sous forme d'un mnémonique décrivant sa fonction. Par exemple, la commande INIT réinitialise les réglages d'un instrument en restaurant les conditions de mise en service. De plus, les mnémoniques de commande coïncident avec les appellations en face avant (programmation simplifiée).

Les commandes de l'instrument sont présentées dans ce manuel sous trois formes :

- Une illustration de la face avant - et les commandes ayant trait aux différents modes d'utilisation (v. fig. 2.10).
- Une liste des commandes fonctionnelles - réparties par groupes. Chaque fonction est décrite brièvement.
- Une liste de commandes détaillée - liste alphabétique des commandes. Chaque commande est suivie de sa description complète.

Les instruments programmables de la série TM 5000 sont connectés sur le Bus GPIB par l'intermédiaire d'un module d'alimentation TM 5003 ou TM 5006. Des informations sur l'installation de l'instrument dans le module d'alimentation, ainsi que la description des diverses fonctions en face avant et des fonctions sélectionnables (internes) sont données au chapitre Instructions d'Utilisation. L'adresse primaire du DC 5010 (20) peut être modifiée par un personnel de maintenance qualifié, ainsi que la Fin de Message (v. dans ce même chapitre le paragraphe Messages et Protocole de Communication). Cette Fin de Message est réglée sur EOI ONLY (à la livraison). Pour toute information sur une localisation ou un réglage interne, se référer au chapitre Maintenance. Une pression sur le bouton INST ID entraîne l'affichage de l'adresse primaire ; le point décimal droit s'allume si la Fin de Message sélectionnée est LF/EOI.

¹Institute of Electrical and Electronic Engineers, New York

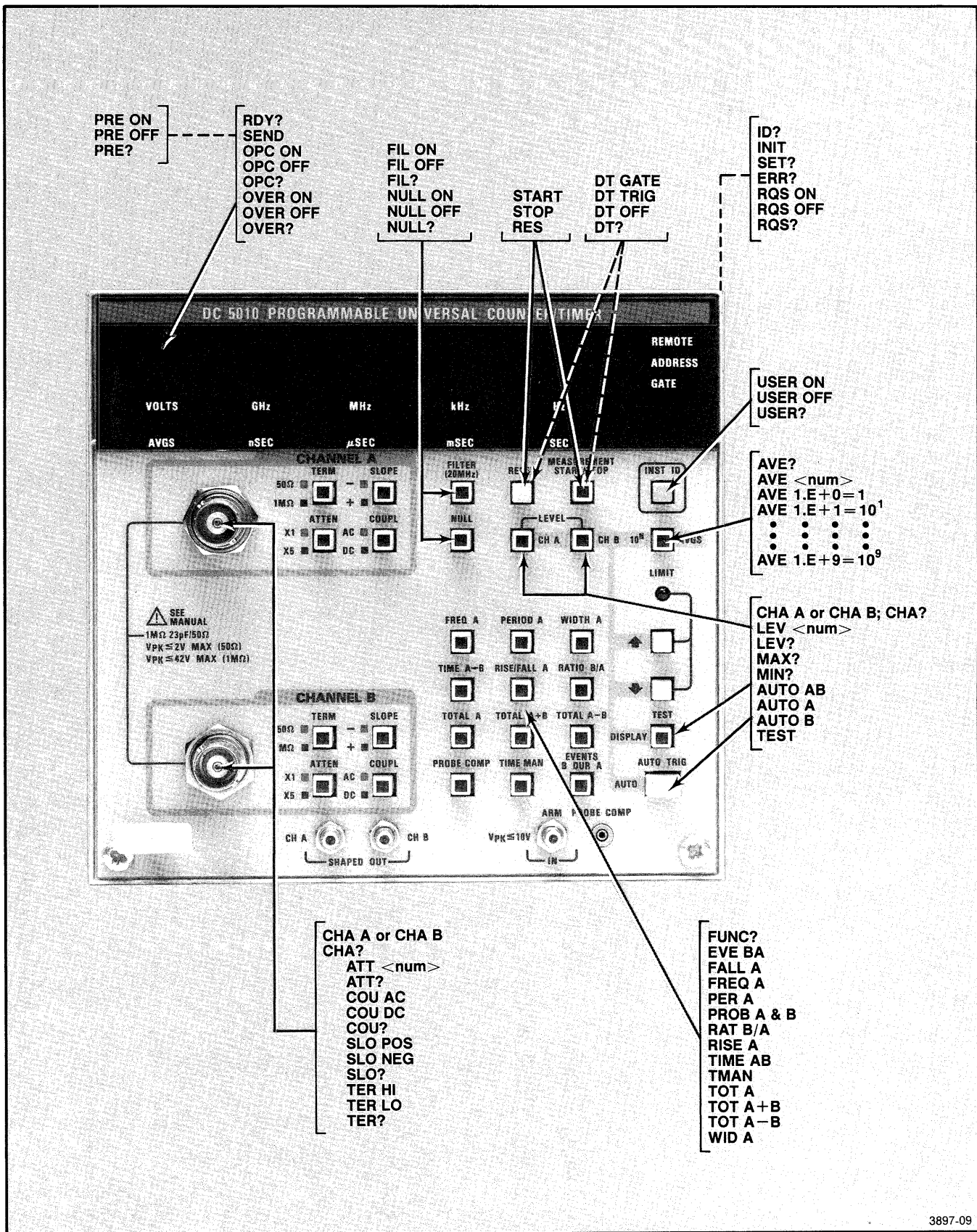


Fig. 2.10. Liste des commandes

COMMANDES

L'instrument est contrôlé soit par la face avant, soit par les commandes reçues (envoyées par le contrôleur). Ces commandes sont de trois types :

Commandes de réglage - permettent de régler l'instrument

Demandes d'informations - requièrent des données

Commandes d'utilisation - provoquent une opération spécifique.

Le DC 5010 répond à et exécute toute commande lorsqu'il est dans le mode Commande à Distance. En mode Local, les fonctions du DC 5010 étant sous le contrôle de la face avant, toute commande de réglage et de fonction transmise par le contrôleur donne lieu à un message d'erreur. Seules les demandes d'informations sont exécutées.

Chaque commande débute par un mnémonique - préfixe décrivant la fonction exécutée. De nombreuses commandes nécessitent un argument à la suite du préfixe, pour décrire l'état désiré de la fonction concernée.

ATTENTION

Prendre garde à ne pas transmettre un nombre de caractères inférieur à celui du préfixe ou de l'argument (abrégé). Toute transmission à un instrument non concerné pourrait entraîner un risque d'erreur.

LISTE DES COMMANDES DE FONCTIONS

COMMANDES DE L'INSTRUMENT

Commandes de fonctions du DC 5010

EVE BA	Compte les événements de la voie B durant la largeur de l'impulsion de la Voie A
FALL A	Mesure le temps de descente du signal de la Voie A
FREQ A	Mesure la fréquence du signal de la Voie A
FUNC?	Renvoie la fonction actuellement utilisée par le Compteur
PER A	Mesure la période du signal de la Voie A
PROB A&B RAT B/A	Valide la compensation des sondes Mesure le rapport des événements B sur les événements A
RISE A	Mesure le temps de montée du signal de la Voie A
TEST	Valide le test des ROMs, des Entrées/Sorties et de l'accumulateur
TIME AB	Mesure le temps de l'évènement A vers l'évènement B
TMAN	Mesure de Temps Manuelle (chronomètre)
TOT A TOT A+B	Totalise les événements de la Voie A Mesure le nombre total d'évènements de la Voie A plus le nombre total d'évènements de la Voie B
TOT A-B	Mesure le nombre total d'évènements de la Voie A moins le nombre total d'évènements de la Voie B
WID A	Mesure la largeur de l'impulsion du signal de la Voie A

Commandes de mesure

AVE ou AVGS	Détermine le nombre de moyennages à effectuer (par décades) ou le mode Moyennage Automatique
AVE? ou AVGS?	Renvoie AVE <nombre> ; (-1 en mode Moyennage Automatique) (AUTO AVERAGES)
NULL ON	Soustrait les résultats de la mesure actuelle de toutes les mesures suivantes
NULL OFF	Réinitialise la valeur NULL
NULL?	Renvoie NULL ON ou NULL OFF
RDY?	Renvoie RDY 1 (nouvelle donnée prête) ou RDY 0 (nouvelle donnée non prête)
RES	Réinitialise les compteurs et redémarre la mesure en cours
START	Déclenche une Mesure de Temps Manuelle (TMANUAL), une mesure après un arrêt (STOP) ou une totalisation (TOTALIZE)
STOP	Met fin à toute mesure en cours, à l'exception des fonctions TEST et PROBECOMP

COMMANDES D'ENTREE/SORTIE

ATT 1 ou 5	Atténuation 1X ou 5X
ATT?	Renvoie ATT <nombre> pour la voie désignée
AUTO A&B	Place le niveau de déclenchement à mi-amplitude du signal sur les deux voies
AUTO A	Place le niveau de déclenchement de la Voie A à mi-amplitude du signal
AUTO B	Place le niveau de déclenchement de la Voie B à mi-amplitude du signal
CHA A ou B	Sélectionne la voie d'entrée sur laquelle porteront les réglages suivants
CHA?	Renvoie CHA A ou CHA B
COU AC ou DC	Détermine le mode de couplage (alternatif ou continu) de l'entrée
COU?	Renvoie COU AC ou COU DC
FIL ON	Limite la bande passante de la Voie A et de la Voie B à environ 20 MHz
FIL OFF	Inhibe le filtre
FIL?	Renvoie FIL ON ou FIL OFF
LEV	Positionne le niveau de déclenchement de la voie sélectionnée. Plage de déclenchement : de +2000 à -2000 (X1) ou de +10.000 à -10.000 (X5)
LEV?	Renvoie le niveau de déclenchement de la voie sélectionnée
MAX?	Renvoie la dernière tension crête MAXimale en mode Déclenchement Automatique (AUTO TRIG)
MIN?	Renvoie la dernière tension crête minimale en mode Déclenchement Automatique (AUTO TRIG)
PRE ON	Valide la prédivison et la mise à l'échelle interne
PRE OFF	Inhibe la prédivison et la mise à l'échelle interne
PRE?	Renvoie : PRE ON ou PRE OFF
SEND	Obtient et formate les résultats de la nouvelle mesure
SLO NEG	Déclenche sur la pente négative du signal d'entrée
SLO POS	Déclenche sur la pente positive du signal d'entrée
SLO?	Renvoie SLO NEG ou SLO POS
TER HI	Règle l'impédance d'entrée de la voie sélectionnée à 1 M Ω , 23 pF
TER LO	Règle l'impédance d'entrée de la voie sélectionnée à 50 Ω
TER?	Renvoie TER HI ou TER LO

COMMANDES DU SYSTEME

DT GATE	Déclenchement (START) et arrêt (STOP) commandés par un Déclenchement Simultané de tous les Instruments (<GET>)
DT TRIG	Réinitialisation (RESET) commandée par un Déclenchement Simultané de tous les Instruments (<GET>)
DT OFF	Inhibition du déclenchement de l'instrument
DT?	Renvoie DT TRIG, DT OFF ou DT GATE
ERR?	Renvoie le code d'erreur correspondant à l'évènement le plus récent obtenu par le contrôleur, à l'aide d'un appel sélectif en série (commande RQS ON) ; sinon renvoie l'état de la plus haute priorité (RQS OFF)
ID?	Renvoie le type de l'instrument et la version logicielle
INIT	Restaure les réglages en face avant et les conditions d'utilisation existant à la mise en service
SET?	Renvoie l'état des réglages actuels de l'instrument
TEST	Valide le test des ROMs, des Entrées/Sorties et de l'accumulateur

COMMANDES D'ETAT

OPC ON	Valide la ligne SRQ (état bas) à l'issue d'une opération complète (OPERATION COMPLETE)
OPC OFF	Inhibe la ligne SRQ (état haut) à l'issue d'une opération complète (OPERATION COMPLETE)
OPC?	Renvoie OPC ON ou OPC OFF
OVER ON	Valide la ligne SRQ lors d'un dépassement de la capacité du compteur (OVERFLOW)
OVER OFF	Inhibe la ligne SRQ lors d'un dépassement de la capacité du compteur (OVERFLOW)
OVER?	Renvoie OVER ON ou OVER OFF
RQS ON	Valide la ligne SRQ
RQS OFF	Inhibe la ligne SRQ et annule la demande d'interruption
RQS?	Renvoie : RQS ON ou RQS OFF
USER ON	Valide la ligne SRQ (état bas) lorsque le bouton INST ID est enfoncé
USER OFF	Inhibe la ligne SRQ (état haut) lorsque le bouton INST ID est enfoncé
USER?	Renvoie USER ON ou USER OFF

LISTE DETAILLEE DES COMMANDES

ATTENUATION

Type :

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage

ATT <nombre>

Exemples :

ATT.999999
ATT 5.00001
ATTENUATION 1

Syntaxe d'interrogation

ATT?

Réponse à une interrogation

ATT 1;
ATT 5;

Explication

Cette commande atténue le signal d'entrée (sur la voie sélectionnée) de X1 (pas d'atténuation) ou de X5. L'argument est arrondi à un entier et, si l'atténuation n'est pas 1 ou 5, une erreur d'exécution (ERR 205) est générée pour indiquer que la valeur de l'argument est erronée.

Le réglage initial (à la mise en service) est ATT 1.

Des informations plus détaillées sur la sélection des voies sont données à la commande CHANNEL.

AUTOTRIG (Déclenchement automatique)

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

AUTO A
AUTO B
AUTO A&B (l'argument est optionnel)

Exemples

AUTO
AUTO A
AUTOTRIG A&B

Explication :

Cette commande positionne les niveaux de déclenchement des deux voies approximativement à mi-amplitude des signaux d'entrée. Les valeurs crêtes minimale et maximale des deux voies sont sauvegardées et peuvent être obtenues par les interrogations MAX? et MIN?. Les arguments valides sont :

- A Règle automatiquement le niveau de déclenchement de la Voie A. Sauvegarde les valeurs crêtes minimale et maximale des deux voies.
- B Règle automatiquement le niveau de déclenchement de la Voie B. Sauvegarde les valeurs crêtes minimale et maximale des deux voies.
- A&B Règle automatiquement les niveaux de déclenchement des deux voies. Sauvegarde les valeurs crête minimale et maximale des deux voies.

Si aucun argument n'est spécifié, l'argument par défaut est A&B.

Si un AUTOTRIG est réalisé, tout niveau de déclenchement défini précédemment est remplacé par les nouvelles valeurs et le contrôle en face avant des niveaux de déclenchement est inhibé. Si les signaux d'entrée ne sont pas dans la plage de déclenchement du DC 5010, les niveaux de déclenchement automatique ne seront pas positionnés à mi-amplitude. Les précédentes valeurs MIN et MAX des deux voies sont toujours remplacées.

Le temps nécessaire à l'exécution de AUTOTRIG dépend de l'amplitude et de la fréquence des signaux A et B. Il est de 2,5 secondes dans le cas le plus défavorable.

La séquence de commandes qui suit provoque l'exécution d'un déclenchement automatique suivi de la transmission des niveaux de déclenchement :

AUTO ; CH A ; LEV? ; CH B ; LEV?

AVERAGES (Moyennages)

Type :

Réglage ou interrogation.

Syntaxe de réglage :

AVE <nombre>
ou
AVGS <nombre>

Exemples :

AVE -1
AVGS 1.E +2
AVERAGES 100

Syntaxe d'interrogation :

AVE? ou AVGS?

Réponse :

AVE -1;
AVE 1.E +4;

Explication :

La commande AVERAGES détermine le nombre minimal d'événements devant être comptés sur la Voie A avant le calcul des résultats de la mesure. Les arguments valides <nombre> sont :

<nombre> ≤ 0 - fait passer le DC 5010 en mode Moyennage Automatique (Auto Averages). L'instrument accumule alors les comptes durant ≈ 0,3 seconde environ.

En mode Moyennage automatique, la réponse à l'interrogation (AVE?) est AVE -1.

<nombre> § 1, 1.E +1, 1.E +2, 1.E +3, 1.E +4, 1.E +5, 1.E⁶, 1.E +7, 1.E +8, 1.E +9

L'argument <nombre> est d'abord arrondi à la plus proche puissance de 10. Si la valeur résultante n'appartient pas aux valeurs données ci-dessus, le nombre de moyennes sélectionné reste le même et une erreur d'exécution (ERR 205) est générée.

Le nombre de moyennes est également utilisé pour mettre à l'échelle les résultats affichés lors de mesures en mode Totalisation. Les résultats transmis sur le bus IEEE-488, toutefois, ne sont pas mis à l'échelle.

Le réglage initial à la mise en service est AVE -1.

CHANNEL (CHANNEL SELECT) (Choix de la voie)

Type :

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage :

CHA A
CHA B

Exemples :

CHANNEL A
CHA B

Syntaxe d'interrogation

CHA?

Réponses :

CHA A;
CHA B;

Explication :

La commande CHANNEL sélectionne la voie sur laquelle seront effectués les réglages SLOPE (pente), SOURCE, ATTENUATION, COUPLING (couplage) et LEVEL (niveau). Les arguments valides sont :

- A - Réglages de la Voie A.
- B - Réglages de la Voie B. La Voie A est choisie à la mise en service (CHA A).

COUPLING (Couplage)

Type :

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage :

COU AC
DC

Exemples :

COUPL AC
COU DC

Syntaxe d'interrogation :

COU?

Réponses :

COU AC;
COU DC;

Explication :

La commande COUPLING détermine le couplage du signal en entrée : AC ou DC. Les arguments valides sont :

AC - couplage alternatif

DC - couplage continu.

Lors de la commutation DC-AC ou de la modification du niveau continu du signal, en couplage alternatif, les délais suivants sont nécessaires :

Sonde X1 connectée - 1,0 seconde
Sonde X5 connectée - 2,5 secondes
Sonde X10 connectée - 5,0 secondes

Ces délais sont nécessaires à la charge du condensateur de couplage jusqu'à 1 % (ou moins) de sa valeur finale (avec une faible impédance de source).

Le couplage continu COU DC est choisi à la mise en service.

Des informations sur la sélection des voies sont données dans l'explication de la commande CHANNEL.

DT (DEVICE TRIGGER) (L'instrument est déclenché par le contrôleur)

Type :

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage :

DT GATE
TRIG
OFF

Exemples :

DT GATE
DT TRIG
DT OFF

Syntaxe d'interrogation :

DT?

Réponses :

DT GATE
DT TRIG
DT OFF

Explication :

La commande DT détermine la réponse de l'instrument au message de l'interface GROUP EXECUTE TRIGGER <GET> (Déclenchement simultané de tous les instruments). Les arguments valides sont :

GATE	Dans ce mode de déclenchement, <GET> contrôle le démarrage (START) et l'arrêt (STOP) de la mesure. Si la mesure est arrêtée, le message <GET> démarrera la mesure ; si la mesure est en cours, un <GET> l'arrêtera.
TRIG	Dans ce mode de déclenchement, <GET> réinitialise la mesure (RESET). A la suite d'un START, <GET> initialise et redéclenche une mesure. A la suite d'un STOP, <GET> initialise une mesure unique.
OFF	Dans ce mode, <GET> provoque l'affichage d'une erreur d'exécution (ERR 206).

Le réglage initial (à la mise en service) est : DT OFF.

ERROR
(Erreur)**Type :**

Interrogation

Syntaxe :ERR?
ERROR?**Réponse :**

ERR <nombre>;

Explication :

Cette commande est utilisée pour obtenir des informations sur l'état de l'instrument.

Si la ligne RQS est validée (état bas - ON), la commande ERROR renvoie un code d'évènement <nombre> décrivant la raison pour laquelle le bit RQS a été placé dans le dernier mot d'état transmis par l'instrument. Le code d'évènement est alors remis à 0.

Si la ligne RQS est inhibée (état haut - OFF), l'interrogation ERROR renvoie un code d'évènement <nombre> définissant la plus haute priorité en attente dans l'instrument. Ce code d'évènement est alors remis à 0 pour la prochaine interrogation ERROR.

EVENTS (EVENTS B DURING A)
(Evénements B pendant A)**Type :**

Commande d'utilisation

Syntaxe :

EVE BA (argument optionnel)

Exemples :EVENTS BA
EVE**Explication :**

La commande EVENTS détermine la mesure du nombre total d'évènements survenant sur la Voie B durant la largeur de l'impulsion du signal de la Voie

ERROR

EVENTS

FALLTIME (Temps de descente)

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

FALL A (argument optionnel)

Exemples :

FALL
FALLTIME A

Explication :

La commande FALL TIME règle l'instrument pour la mesure du temps de descente du signal de la Voie A. La commande SLOPE de la Voie A est automatiquement placée sur la position -, et les réglages ATTEN, COUPL, SLOPE et TERM de la Voie B reproduisent ceux de la Voie A. Le signal de la Voie A est automatiquement acheminé vers les circuits d'entrée des Voies A et B et les niveaux 10 % et 90 % sont déterminés et positionnés.

Cette fonction utilise le mode Autodéclenchement (AUTOTRIG) pour déterminer les points 10 % et 90 %. Elle affecte donc les niveaux de déclenchement et les valeurs crête maximale et minimale.

FALLTIME

FILTER (Filtre)

Type :

Commande de réglage

Syntaxe :

FIL ON
FIL OFF

Exemples :

FIL ON
FILTER OFF

Syntaxe d'interrogation :

FIL?

Réponse à l'interrogation :

FIL ON:
FIL OFF:

Explication :

La commande FILTER contrôle le réglage du filtre de bruit haute fréquence. Les arguments valides sont :

ON - limite la bande passante des deux voies à 20 MHz.

OFF - permet d'utiliser la pleine bande passante, 350 MHz.

Le réglage initial (à la mise en service) est FIL OFF.

FILTER

FREQUENCY (Fréquence)

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

FREQ A (argument optionnel)

Exemples :

FREQUENCY A
FREQ

Explication :

Cette commande règle le DC 5010 pour la mesure de la fréquence du signal de la Voie A.

FUNCTION (Fonction)

Type :

Interrogation

Syntaxe :

FUNC?
FUNCTION?

Réponses :

EVE BA;
FALL A;
FREQ A;
PER A;
RAT B/A;
TIME AB;
TMAN;
TOT A;
TOT A+B
TOT A-B
WID A;
PROB A&B;
RISE A;
TEST;

Explication :

Cette commande d'interrogation renvoie l'une des réponses ci-dessus, indiquant la fonction de mesure sélectionnée.

FREQUENCY

FUNCTION

**IDENTIFY
(Identification)**

Type :

Interrogation

Syntaxe :

ID?
IDENTIFY?

Réponse :

ID TEK/DC5010, V79.1, Fx.y;

Explication :

Cette interrogation renvoie la réponse ci-dessus, dans laquelle :

- | | |
|-------------|--|
| TEK/DC 5010 | Identifie le type de l'instrument. |
| V79.1 | Identifie la version de la norme Codes et Formats TEKTRONIX à laquelle se conforme l'instrument. |
| Fx.y | Identifie la version du logiciel de l'instrument. x.y est un nombre décimal. |

**INITIALIZE
(Initialisation)**

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

INIT
INITIALIZE

Explication :

La commande INIT restaure les réglages imposés à la mise en service.
Les réglages du DC 5010 à la mise en service sont :

- FREQ A
- AVE - 1
- FIL OFF
- NULL OFF
- SLO POS (Voies A et B)
- ATT 1 (Voies A et B)
- COU DC (Voies A et B)
- TERM HI (Voies A et B)
- CHA A
- OPC OFF
- OVER OFF
- PRE OFF
- DT OFF
- USER OFF
- RQS ON

De plus, une séquence AUTOTRIG règle les niveaux de déclenchement. En incluant les valeurs crêtes minimale et maximale, le temps d'exécution maximum nécessaire à une fonction INIT est 2,5 secondes.

La commande INIT ne génère pas de demande de service (SRQ) à la mise en route et ne fait pas passer l'instrument en mode LOCAL comme une mise en service normale.

IDENTIFY

INITIALIZE

**LEVEL (TRIGGER LEVEL)
(Niveau de déclenchement)****Type :**

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage

LEVEL <nombre>

Exemples :LEVEL - 1.025
LEV 0.005
LEV 7.5**Syntaxe d'interrogation**

LEV?

Réponses :LEVEL - 1.025;
LEV 0.000;**Explication :**

La commande LEVEL positionne le niveau de déclenchement de la voie sélectionnée sur la valeur spécifiée. Cette valeur est exprimée en volts dans une plage de -2.000 à 2.000 pour une atténuation par 1 (X1) et de -10.000 à 10.000 pour une atténuation par 5 (X5). La résolution est 0.004 pour l'atténuation par 1 et 0.020 pour l'atténuation par 5.

Cette valeur est arrondie au pas le plus proche ; elle n'est pas modifiée si elle n'est pas incluse dans la plage de niveaux de déclenchement du DC 5010, mais une erreur d'exécution (ERR 205) est générée.

MAXIMUM**Type :**

Interrogation

Syntaxe :MAX?
MAXIMUM?**Réponse :**

MAX <nombre>;

Explication :

L'interrogation MAX? renvoie la valeur de la tension maximale du signal, valeur mesurée durant le dernier cycle de déclenchement automatique. Si le signal et/ou les conditions d'entrée ont changé depuis le dernier déclenchement automatique, une autre commande AUTOTRIG est nécessaire pour obtenir la nouvelle valeur MAX.

Un cycle AUTOTRIG est utilisé pour chaque utilisation de AUTOTRIG, PROBECOMP, RISE et FALL. Le temps d'exécution maximum pour chaque opération est 2,5 secondes (1,5 seconde typique).

LEVEL

MAXIMUM

MINIMUM

Type :

Interrogation

Syntaxe :

MIN?

Réponse:

MIN <nombre>

Explication :

L'interrogation MIN? renvoie la valeur de la tension minimale du signal (de la voie sélectionnée), valeur mesurée au cours du dernier déclenchement automatique. Si le signal et/ou les conditions d'entrée ont changé depuis le dernier déclenchement automatique, une autre commande AUTOTRIG est nécessaire pour obtenir la nouvelle valeur MIN.

Un cycle AUTOTRIG est utilisé pour chaque utilisation de AUTOTRIG, PROBECOMP, RISE et FALL. Le temps d'exécution maximum pour chaque opération est 2,5 secondes (1,5 seconde typique).

MINIMUM

NULL (Fonction NULL)

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

NULL ON
NULL OFF

Exemples :

NULL ON
NULL OFF

Syntaxe d'interrogation :

NULL ?

Réponse à l'interrogation :

NULL ON;
NULL OFF;

Explication :

La commande NULL mémorise les résultats de la mesure, et les soustrait ainsi de toutes les mesures ultérieures. Les arguments valides sont :

ON - mémorise le résultat de la mesure, et le soustrait des mesures suivantes.

OFF - réinitialise la valeur mémorisée.

La valeur mémorisée par la fonction NULL est réinitialisée à chaque exécution de la commande NULL OFF ou d'une commande de fonction. Pour les mesures d'intervalles de temps (TIME, WIDTH, RISE, FALL), la valeur NULL est réinitialisée à 5,2 ns, pour la compensation du délai de propagation entre les circuits d'entrée des Voies A et B. Pour toutes les autres mesures, la valeur NULL est remise à 0.

Le réglage initial (à la mise en service) est NULL OFF.

NULL

OPC (Opération complète)

Type :

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage :

OPC ON
OPC OFF

Exemples :

OPC ON
OPC OFF

Syntaxe d'interrogation :

OPC?

Réponses :

OPC ON;
OPC OFF;

Explication :

La commande OPC valide ou inhibe la ligne SRQ à l'issue d'une mesure. Elle permet au contrôleur de démarrer une mesure, lequel passe à une autre tâche en attendant une demande de service lorsque les données de la mesure sont prêtes.

OPC ON : à l'issue d'une mesure, valide et maintient la ligne SRQ jusqu'à ce que le mot d'état soit lu par un appel sélectif en série, ou jusqu'à l'exécution d'une fonction Device Clear. Une opération complète (OPERATION COMPLETE) est indiquée par le mot d'état 66 (ou 82) et la réponse "ERR 402" à l'interrogation ERROR.

Des informations détaillées sur le Mot d'Etat (Status Byte) et la commande ERROR sont fournies au paragraphe "Liste des Erreurs et des Etats".

Le réglage initial (à la mise en service) est : OPC OFF.

OVERFLOW (Dépassement de capacité)

Type :

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage :

OVER ON
OVER OFF

Exemples :

OVER ON
OVERFLOW OFF

Syntaxe d'interrogation :

OVER?

Réponses :

OVER ON;
OVER OFF;

Explication :

La commande OVERFLOW valide la ligne SRQ (état bas) lors du dépassement de la capacité de comptage du DC 5010. Elle permet au contrôleur de détecter un dépassement et d'y répondre.

Le DC 5010 dispose de deux compteurs internes 40 bits (l'un pour la Voie A et l'autre pour la Voie B) pour réaliser les mesures.

Pour les mesures d'évènements (EVENTS), de fréquences (FREQUENCY), de périodes (PERIOD), de rapports de fréquences (RATIO), de temps (TIME) et de largeurs d'impulsions (WIDTH), l'état OVERFLOW indique généralement une erreur de réglage de l'une des voies d'entrée.

Pour les mesures manuelle de temps (TMANUAL) et de totalisation (TOTALIZE), l'état OVERFLOW permet au contrôleur d'étendre la plage de la mesure. Lors de mesures manuelles de temps, le dépassement indique que le compteur de la Voie B a compté 2^{43} impulsions de la base de temps interne (≈ 87960.9 secondes). Lors de mesures de totalisation, le dépassement indique que le compteur de la Voie A a compté 2^{40} (env. 8.8×10^{12}) évènements à l'entrée de la Voie A. Pour ces deux types de mesure, le résultat est réinitialisé, et la mesure continue après une détection de dépassement de capacité.

Les fonctions Compensation de la sonde (PROBECOMP) et Test (TEST) ne génèrent pas de dépassement de capacité.

OVER ON : valide la ligne SRQ (si dépassement) jusqu'à l'obtention par le contrôleur de l'état de l'instrument (par un appel sélectif en série) ou jusqu'à l'exécution d'une fonction Device Clear. Un dépassement de la Voie A est indiqué par le mot d'état 193 (ou 209) et par la réponse "ERR 711" à l'interrogation ERROR. Un dépassement de la Voie B est indiqué par le mot d'état 194 (ou 210) et par la réponse "ERR 712" à l'interrogation ERROR.

Le réglage initial (à la mise en service) est : OVER OFF.

OPC

OVERFLOW

**PERIOD
(Période)**

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

PER A (argument optionnel)

Exemple :

PERIOD A
PER

Explication :

La commande PERIOD règle le DC 5010 pour la mesure de la période du signal de la Voie A.

**PRESCALE
(Prédivision)**

Type :

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage :

PRE ON
PRE OFF

Exemples :

PRESCALE ON
PRE OFF

Syntaxe d'interrogation :

PRE?

Réponses :

PRE ON;
PRE OFF;

Explication :

La commande PRESCALE multiplie le compte de la Voie A par 16 avant tout calcul de fréquence, de période, de rapport de fréquences et de totalisation. Elle doit être utilisée dans le cas d'une prédivision par 16 du signal de la Voie A, pour éviter toute erreur de mesure. Les arguments valides sont :

ON - Le signal de la Voie A est multiplié par 16 avant le calcul des résultats.

OFF - Le signal de la Voie A n'est pas mis à l'échelle avant le calcul des résultats.

Si un prédiviseur compatible n'est pas connecté au DC 5010, l'utilisation de la commande PRESCALE donne lieu à un avertissement (ERR 604).

Le réglage initial (à la mise en service) est : PRE OFF.

PERIOD

PRESCALE

PROBE COMP (Compensation de la sonde)

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

PROBE A&B (argument optionnel)

Exemples :

PROBECOMP A&B
PROB

Explication :

Cette commande entraîne la fourniture par le DC 5010 des informations nécessaires à la compensation des sondes.

Cette fonction génère deux résultats d'un chiffre. Le chiffre de poids fort représente le résultat de la Voie A à gauche de l'affichage, et le chiffre de poids faible le résultat de la Voie B (à droite de l'affichage).

La fonction PROBECOMP utilise le mode AUTOTRIG, dans la procédure de compensation. Aussi, les niveaux de déclenchement et les valeurs MIN et MAX peuvent être affectées par les mesures PROBECOMP.

La fonction AUTOTRIGGER, utilisée par PROBECOMP, est une version rapide du mode AUTO, avec une fréquence minimale f_{min} d'environ 100 Hz et un temps maximum d'exécution d'environ 0,25 sec. Ce mode AUTO rapide peut être utilisé pour mettre rapidement à jour les valeurs MIN et MAX de signaux supérieurs à 100 Hz.

Des informations plus détaillées sont données au paragraphe Compensation des Sondes de ce manuel.

RATIO (Rapport)

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

RAT B/A

Exemples :

RATIO B/A
RAT

Explication :

La commande RATIO règle le DC 5010 pour mesurer le rapport entre les événements de la voie B et les événements de la Voie A.

PROBECOMP | RATIO

RDY (DATA READY)
(Données prêtes)

Type :

Interrogation

Syntaxe :

RDY?

Réponse :

RDY 0;
RDY 1;

Explication :

La commande RDY renvoie l'état "Data Ready" (données prêtes). La valeur 0 indique que les données de la mesure ne sont pas encore disponibles. La valeur 1 indique que les données de la mesure sont prêtes.

Dans le premier cas (données non disponibles), le DC 5010 est interrogé par le contrôleur et transmet l'une des réponses suivantes :

après réception de la commande SEND : il attend que la donnée requise soit disponible pour la transmettre

avant réception de la commande SEND : il répond en envoyant FF₁₆ (toutes les lignes de données sont validées).

Une donnée est prête dès qu'une mesure est complète. Elle reste prête jusqu'à ce qu'elle soit extraite du DC 5010, ou qu'un réglage soit retouché (à l'exception du moyennage). L'information Data Ready peut aussi être annulée par une commande RESET.

RESET
(Réinitialisation)

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

RES
RESET

Explication :

La commande RESET réinitialise la chaîne de compte et initialise une nouvelle mesure. Pour les mesures de fréquences, de périodes, de rapports, de temps, de largeur d'impulsions, de temps de montée ou de descente ou d'évènements, un résultat unique est obtenu si la mesure a été arrêtée (STOP) avant l'envoi de la commande RESET. Pour la compensation des sondes (PROBECOMP), cette commande efface l'état de compensation actuel et redémarre le processus de compensation. Pour les tests (TESTS), elle annule les résultats d'erreurs existants (erreurs) et redéclenche un processus de test. Pour les mesures manuelles de temps (TMAN) et les totalisations (TOTALIZE), les compteurs sont remis à zéro, et une nouvelle mesure est initialisée, si elle n'est pas arrêtée par un STOP avant le RESET.

RDY

RESET

RISETIME (Temps de montée)

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

RISE A (argument optionnel)

Exemple :

RISETIME A
RISE

Explication :

La commande RISETIME règle l'instrument pour la mesure du temps de montée du signal de la Voie A. La commande SLOPE de la Voie A est placée automatiquement sur la position +, et les réglages ATTEN, COUPL, SLOPE et TERM de la Voie B reproduisent ceux de la Voie A. Le signal d'entrée de la Voie A est acheminé vers les circuits d'entrée des Voies A et B, puis les niveaux de déclenchement 10 % et 90 % sont déterminés et positionnés. Cette fonction utilise le Déclenchement Automatique pour déterminer les points 10 % et 90 %. De ce fait, les niveaux de déclenchement et les valeurs crêtes maximale et minimale sont affectés par les mesures de temps de montée.

RQS (REQUEST FOR SERVICE) (Demande de service)

Type :

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage :

RQS ON
RQS OFF

Exemples :

RQS ON
RQS OFF

Syntaxe d'interrogation :

RQS?

Réponses :

RQS ON;
RQS OFF;

Explication :

La commande RQS est une commande globale de la ligne SRQ par le DC 5010.

RQS OFF : le DC 5010 ne peut jamais faire passer la ligne SRQ à l'état bas.

RQS ON : le DC 5010 peut faire passer la ligne SRQ à l'état bas dans les circonstances appropriées : erreur, opération complète, etc...

L'interrogation ERROR? peut être utilisée avec RQS OFF pour s'informer d'éventuelles conditions de Demande de Service. Lorsque la commande RQS passe de l'état OFF à l'état ON, la ligne SRQ est validée pour toute condition de demande de service survenue précédemment.

Le réglage initial (à la mise en service) est : RQS ON.

RISETIME

RQS

**SEND
(Envoi)**

Type :

Commande de sortie

Syntaxe :

SEND

Exemples de sortie :

45.13755019E +6 (Fréquence)
3.0018E -6; (Période)
01 (Compensation de sonde)
395 (Test)
1977249; (Totalisation)

Explication :

La commande SEND formate les données disponibles en sortie. Une donnée est disponible tant qu'un résultat de mesure complet n'a pas été sorti. Si aucune donnée n'est disponible, la commande SEND fait attendre le DC 5009 jusqu'à la fin de la mesure complète et formate le résultat.

**SETTINGS
(Réglages)**

Type :

Interrogation

Syntaxe :

SET?
SETTINGS?

Réponse :

<fonction> ; CHA A ; ATT <nombre> ; COU xx ; SLO xx ; TERM xx ; LEV <nombre> ; CHA B ; ATT <nombre> ; COU xx ; SLO xx ; SOUR xx ; LEV <nombre> ; AVE <nombre> ; OPC xx ; OVER xx ; PRE xx ; DT xx ; USER xx ; RQS xx ;

Exemple de réponse :

FREQ A;CHA A; ATT 1 ; COU DC ; SLO POS ; TERM HI
: LEV 1 500 ; CHA B ; ATT 5 ;
COU AC ; SLO NEG ; TERM LO ; LEV -5 000 ; AVE -1 ;
OPC OFF ; OVER ON ; PRE OFF ; FIL OFF ; NULL OFF ;
DT OFF ; USER OFF ; RQS ON ;

Explication :

L'interrogation SETTINGS renvoie les réglages actuels d'un instrument.

La réponse peut être utilisée ultérieurement pour réinitialiser l'instrument dans les conditions spécifiées.

SEND

SETTINGS

**SLOPE
(Pente)**

Type :

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage

SLO NEG
 POS

Exemples :

SLO POSITIVE
SLOPE POS
SLOPE NEGATIVE
SLO NEG

Syntaxe d'interrogation :

SLO?

Réponse :

SLO POS;
SLO NEG;

Explication :

La commande SLOPE positionne le déclenchement de la voie sélectionnée sur la pente spécifiée. Les arguments valides sont :

NEG	Déclenchement sur la pente négative.
POS	Déclenchement sur la pente positive.

Le réglage initial (à la mise en service) est SLO POS.

Des informations sur la sélection des voies sont données à la commande.

**START
(Démarrage)**

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

START

Explication :

La commande START démarre une mesure manuelle (TMANUAL) ou de totalisation (TOTALIZE). Pour les mesures d'évènements (EVENTS), de fréquences (FREQUENCY), de périodes (PERIOD), de rapports de fréquences (RATIO), de temps (TIME) ou de largeurs (WIDTH), cette commande redéclenche la mesure après un arrêt (STOP).

SLOPE START

STOP (Arrêt)

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

STOP

Explication :

La commande STOP met fin à toutes les mesures à l'exception des tests et de la compensation des sondes. Elle est ignorée dans ces deux cas.

Pour toutes les mesures de fréquences (FREQUENCY), de périodes (PERIOD), de temps de montée (RISE), de temps de descente (FALL), de rapports de fréquences (RATIO), de temps (TIME), de largeurs d'impulsions (WIDTH) ou d'évènements (EVENTS), la commande STOP met fin au processus en cours.

Lorsque cette commande est utilisée en mode Mesure Manuelle de Temps (TMANUAL) ou dans les modes Totalisation (TOTALIZE), le résultat actuel est gardé en mémoire et la mesure peut être redémarrée à partir du point d'arrêt.

TERMINATION (Terminaison de la source du signal)

Type :

Réglage

Syntaxe :

TER HI
TER LO

Exemples :

TER HI
TERM LOW
TERMINATION HIGH

Syntaxe d'interrogation :

TER?

Réponse à l'interrogation :

TER HI;
TER LO;

Explication :

Cette commande règle l'impédance d'entrée de la voie sélectionnée à la valeur spécifiée. Les arguments valides sont :

HI	Règle automatiquement la terminaison à 1 M Ω , 23 pF.
LO	Règle la terminaison à 50 Ω .

Dans le cas d'une impédance d'entrée de 50 Ω (LO) et de la détection d'un signal d'entrée trop grand (>2 volts à l'atténuation par 1), l'instrument commute automatiquement l'impédance d'entrée de LO à HI.

Dans ce cas, la ligne SRQ est validée et le demeure jusqu'à ce que l'état de l'instrument soit lu par le contrôleur (à la suite d'un appel sélectif en série), où jusqu'à ce qu'elle soit inhibée par une commande RQS OFF, ou par une fonction initialisation de l'instrument (DC). L'état "Protection de la 50 Ω " de l'entrée de la Voie A est indiqué par le mot d'état 102 ou 118, et la réponse 602 à l'interrogation ERROR. L'état "Protection de la 50 Ω " de la Voie B est indiqué par le mot d'état 102 ou 118 et la réponse 603 à l'interrogation ERROR.

Le réglage initial (à la mise en service) est TERM HI.

Des informations sur la sélection des voies sont données à la commande CHANNEL.

STOP

TERMINATION

TEST**Type :**

Commande d'utilisation

Syntaxe :

TEST

Explication :

Cette commande déclenche l'exécution d'auto tests répétitifs : test des mémoires ROM, des entrées/sorties séries et du bon fonctionnement du compteur.

Les tests exécutés par la commande TEST sont identiques à ceux opérés à la mise en service (procédure d'auto-test). Ils ne comprennent pas les tests des mémoires RAM qui ne sont effectués qu'à la mise en service.

Toute détection d'une erreur met fin à la séquence de test. Celle-ci est déclenchée de nouveau à l'exécution (par le DC 5010) d'une autre commande TEST ou par la commande RESET.

Les résultats de chaque séquence de test sont préparés pour être sortis. "0" indique l'absence d'erreur. En cas d'erreur, la valeur générée en sortie est la même que le code d'erreur affiché à la mise en service.

Se reporter au chapitre "Indication d'états et d'erreurs".

**TIME (TIME A TO B)
(Temps de A vers B)****Type :**

Commande d'utilisation

Syntaxe :

TIME AB (argument optionnel).

Exemples :

TIME
TIME AB

Explication :

La commande TIME règle le DC 5010 pour mesurer l'intervalle de temps entre la première occurrence d'un événement de la Voie A et l'occurrence de l'évènement suivant de la Voie B.

TEST TIME

**TMANUAL (TIME MANUAL)
(Mesure manuelle de temps)**

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

TMAN
TMANUAL

Explication :

La commande TMANUAL permet d'effectuer des mesures manuelles de temps (chronomètre). Une commande START démarre la mesure et une commande STOP l'arrête. En mode DT GATE, la mesure manuelle est déclenchée et arrêtée alternativement par le message de l'interface <GET> (Déclenchement simultané de tous les instruments).

Voir les explications des commandes START, STOP et DT.

Voir l'explication de <GET> à la rubrique Transmission des Messages de Contrôle de l'Interface IEEE de ce chapitre.

**TOTALIZE
(Totalisation)**

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

TOT A (argument optionnel)
TOT A+B
TOT A-B

Exemples :

TOTALIZE A+B
TOT A-B
TOT

Explication :

Cette commande règle le DC 5010 pour mesurer et calculer le nombre total d'événements survenant sur une des deux voies. Une commande START démarre la mesure et une commande STOP y met fin. En mode "DT GATE", la totalisation est déclenchée et arrêtée alternativement par le message de l'interface <GET> (Déclenchement simultané de tous les instruments).

Dans les modes A+B et A-B, le DC 5010 ne peut compter les événements B qu'après le premier événement correct A.

Se reporter aux explications des commandes START, STOP, et DT.

Voir l'explication de <GET> à la rubrique Transmission de Messages de Contrôle de l'Interface IEEE de ce chapitre.

TMANUAL TOTALIZE

USEREQ (USER REQUEST)
(Demande de service de l'utilisateur)

Type :

Réglage ou interrogation

Syntaxe de réglage :

USER ON
 USER OFF

Exemples :

USER ON
 USEREQ OFF

Syntaxe d'interrogation

USER?

Réponse :

USER ON;
 USER OFF;

Explication :

La commande USEREQ contrôle le passage de la ligne SRQ à l'état bas lorsque le bouton INST ID (face avant) est enfoncé. Ceci permet à l'instrument de communiquer avec le contrôleur (communication qui peut être initialisée à partir de la face avant du DC 5010).

En mode USER ON et le bouton INST ID étant enfoncé, la ligne SRQ passe à l'état bas, jusqu'à ce que le contrôleur obtienne l'état de l'instrument par un Appel Sélectif en Série, ou jusqu'à l'exécution d'une fonction Device Clear. La requête de l'utilisateur est annoncée par le Mot d'Etat 67 ou 83 et la réponse ERR 403 à l'interrogation ERROR.

Le réglage initial (à la mise en service) est USER OFF.

WIDTH
(Largeur)

Type :

Commande d'utilisation

Syntaxe :

WID A (argument optionnel)

Exemples :

WIDHT A
 WID

Explication :

Cette commande règle le DC 5010 pour mesurer la largeur de l'impulsion du signal de la Voie A. Le réglage de la pente de déclenchement de la Voie A détermine si l'impulsion mesurée est positive ou négative.

USEREQ WIDTH

MESSAGES ET PROTOCOLE DE COMMUNICATION

Délimiteur de commande

Un message consiste en une commande ou une série de commandes, suivies d'une fin de message. Dans le cas de messages constitués de plusieurs commandes, celles-ci doivent être séparées par des points virgules. Un point virgule n'est pas obligatoire en fin de message. Chacune des lignes ci-dessous est un message :

```
INIT
TEST;INIT;RQS ON;USER OFF;ID?;SET?
TEST;
```

Fin de message

Les messages peuvent être terminés par EOI ou le caractère ASCII de saut de ligne (LF). Certains contrôleurs valident la ligne EOI concurrentement avec la transmission du dernier octet de données ; d'autres n'utilisent que le caractère LF comme fin de message. L'un ou l'autre peut être sélectionné à l'intérieur du DC 5010. Si EOI ONLY est sélectionné, l'instrument interprète comme fin du message entré tout octet de données reçu. De même, il valide la ligne EOI concurrentement avec la transmission du dernier octet du message sorti. Si LF/EOI est sélectionné, l'instrument interprète le caractère LF comme fin du message entré si la ligne EOI est inhibée (ou tout octet de données reçu lorsque la ligne EOI est validée). Il transmet un retour chariot (CR) suivi d'un saut de ligne (LF avec la ligne EOI validée) pour mettre fin aux messages en sortie. Lire le chapitre Maintenance avant la sélection manuelle interne (personnel qualifié) de la fin de message. Les instruments de la série TM 5000 sont livrés avec la fin de message EOI ONLY sélectionnée.

Formattage d'un message

Pour être comprises, les commandes transmises aux instruments de la série TM 5000 doivent avoir le format (ou syntaxe) approprié. Toutefois, ce format est très souple et peut subir de nombreuses variations. Une description de ce format et des variations admises est donnée ci-après :

Toutes les commandes doivent être en code ASCII. Toutefois, les minuscules et majuscules sont acceptées. Toute donnée sortie doit être en majuscules (voir figure 2.11).

Comme expliqué précédemment, une commande consiste en un préfixe suivi, si nécessaire, par des arguments. Une commande suivie d'arguments doit posséder un délimiteur, le caractère SP (SPACE = espace), entre le préfixe et l'argument.

```
RQSSPON
```

Si les caractères formatés spéciaux, SP, CR, et LF (LF ne pouvant être utilisé si le mode LF/EOI est sélectionné) sont ajoutés entre le délimiteur de préfixe et l'argument, ils sont ignorés par le DC 5010. (SP) (CR) et (LF) sont indiqués en indices dans les exemples qui suivent :

```
Exemple 1 : RQSSPON;
Exemple 2 : RQSSP SPON;
Exemple 3 : RQSSP CR LF SP SPON
```

Dans la liste des commandes, certains préfixes et arguments sont présentés sous une forme complète et sous une forme abrégée. L'instrument accepte tout préfixe ou argument contenant au moins les caractères de la forme abrégée. Les caractères ajoutés à celle-ci doivent être ceux de la forme complète. Pour documenter ses programmes, l'utilisateur peut ajouter des caractères alphanumériques à un mot complet. Des caractères alphanumériques peuvent également être ajoutés à une interrogation, à condition d'être placés avant le point d'interrogation.

```
USER?
USERE?
USEREQ?
USEREQUEST?
```

De nombreux arguments sont séparés par une virgule ; toutefois, l'instrument acceptera comme délimiteur un (ou des) espace(s).

```
2,3
2SP3
2SP3
```

NOTE

Dans le dernier exemple, l'espace est traité comme un caractère formaté parce qu'il suit la virgule (délimiteur de l'argument).

Formats numériques

L'instrument accepte les nombres suivants comme arguments numériques :

- nombres entiers avec ou sans signe (y compris +0 et -0). Les nombres entiers sans signe sont interprétés comme des nombres positifs. Exemples : +1, 2, -1, -10
- nombres décimaux avec ou sans signe. Les nombres décimaux sans signes sont interprétés comme des nombres positifs. Exemples : -3.2, +5.0, 1.2
- les nombres à virgules flottantes exprimés en notation scientifique. Exemples : +1.0E-2, 1.0E-2, 0.01E+0

TABLE DE CONVERSION ASCII ET IEEE 488 (GPIB)

BITS				0 0		0 0 1		0 1 0		0 1 1		1 0 0		1 0 1		1 1 0		1 1 1																				
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	CONTROL				NUMBERS SYMBOLS				UPPER CASE				LOWER																			
0	0	0	0	0	0	0	0	20	40	60	100	120	140	160	NUL	DLE	SP	0	@	P	'	p	0	(0)	10	(16)	20	(32)	30	(48)	40	(64)	50	(80)	60	(96)	70	(112)
0	0	0	1	0	0	1	1	21	41	61	101	121	141	161	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	1	(1)	11	(17)	21	(33)	31	(49)	41	(65)	51	(81)	61	(97)	71	(113)
0	0	1	0	0	0	0	2	22	42	62	102	122	142	162	STX	DC2	"	2	B	R	b	r	2	(2)	12	(18)	22	(34)	32	(50)	42	(66)	52	(82)	62	(98)	72	(114)
0	0	1	1	0	0	0	3	23	43	63	103	123	143	163	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s	3	(3)	13	(19)	23	(35)	33	(51)	43	(67)	53	(83)	63	(99)	73	(115)
0	1	0	0	0	0	0	4	24	44	64	104	124	144	164	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t	4	(4)	14	(20)	24	(36)	34	(52)	44	(68)	54	(84)	64	(100)	74	(116)
0	1	0	1	0	0	0	5	25	45	65	105	125	145	165	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u	5	(5)	15	(21)	25	(37)	35	(53)	45	(69)	55	(85)	65	(101)	75	(117)
0	1	1	0	0	0	0	6	26	46	66	106	126	146	166	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v	6	(6)	16	(22)	26	(38)	36	(54)	46	(70)	56	(86)	66	(102)	76	(118)
0	1	1	1	0	0	0	7	27	47	67	107	127	147	167	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w	7	(7)	17	(23)	27	(39)	37	(55)	47	(71)	57	(87)	67	(103)	77	(119)
1	0	0	0	0	0	0	8	28	48	68	108	128	148	168	BS	CAN	(	8	H	X	h	x	8	(8)	18	(24)	28	(40)	38	(56)	48	(72)	58	(88)	68	(104)	78	(120)
1	0	0	1	0	0	0	9	29	49	69	109	129	149	169	HT	EM	)	9	I	Y	i	y	9	(9)	19	(25)	29	(41)	39	(57)	49	(73)	59	(89)	69	(105)	79	(121)
1	0	1	0	0	0	0	10	30	50	70	110	130	150	170	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z	10	(10)	20	(26)	30	(42)	40	(58)	50	(74)	60	(90)	70	(106)	80	(122)
1	0	1	1	0	0	0	11	31	51	71	111	131	151	171	VT	ESC	+	;	K	[	k	{	11	(11)	21	(27)	31	(43)	41	(59)	51	(75)	61	(91)	71	(107)	81	(123)
1	1	0	0	0	0	0	12	32	52	72	112	132	152	172	FF	FS	,	<	L	\	l	|	12	(12)	22	(28)	32	(44)	42	(60)	52	(76)	62	(92)	72	(108)	82	(124)
1	1	0	1	0	0	0	13	33	53	73	113	133	153	173	CR	GS	-	=	M	]	m	}	13	(13)	23	(29)	33	(45)	43	(61)	53	(77)	63	(93)	73	(109)	83	(125)
1	1	1	0	0	0	0	14	34	54	74	114	134	154	174	SO	RS	.	>	N	^	n	~	14	(14)	24	(30)	34	(46)	44	(62)	54	(78)	64	(94)	74	(110)	84	(126)
1	1	1	1	0	0	0	15	35	55	75	115	135	155	175	SI	US	/	?	UNL	UNT	o	0	15	(15)	25	(31)	35	(47)	45	(63)	55	(79)	65	(95)	75	(111)	85	(127)

Commandes adressées

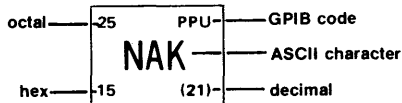
Commandes universelles

Adresse "recevoir"

Adresse "transmettre"

Adresses secondaires ou commandes.

KEY TO CHART



TF3888-24

Fig. 2.11. Table de conversion ASCII et IEEE 488 (GPIB).

Instructions d'utilisation-DC 5010

Arguments numériques arrondis

L'instrument arrondit les arguments numériques à l'unité de résolution la plus proche puis recherche toute condition hors de la plage autorisée.

Protocole des messages

Tout message reçu par le DC 5010 est stocké dans la Mémoire Tampon d'Entrée, traité, puis exécuté. Le traitement d'un message consiste en le décodage des commandes, la détection des délimiteurs, et la vérification de la syntaxe. En ce qui concerne les commandes de réglage, l'instrument consigne les modifications indiquées dans la mémoire Réglages en Attente. Si une erreur est détectée en cours de traitement, l'instrument fait passer la ligne SRQ à l'état bas, ignore le reste du message, et réinitialise la mémoire Réglages en Attente. Ceci évite toute condition de fonctionnement incorrecte pouvant résulter de l'exécution partielle des commandes de réglage contenues dans un message.

L'exécution d'un message consiste en l'exécution des actions spécifiées par la (ou les) commande(s) qu'il contient. S'agissant des Commandes de Réglage, ceci signifie la remise à jour des réglages de l'instrument, et leur stockage dans la mémoire tampon Réglages Actuels. Les commandes de réglage sont exécutées par groupes - une série de commandes de réglage est traitée et consignée dans la mémoire Réglages en Attente avant leur exécution. Ceci permet à l'utilisateur de spécifier de nouveaux réglages sans avoir à se préoccuper de la validité d'une séquence particulière. Leur exécution survient lors du traitement par l'instrument de la fin du message, d'une commande d'interrogation en sortie, ou d'une commande d'utilisation contenue dans un message.

Lors du traitement d'une commande d'interrogation en sortie (contenue dans un message), l'instrument exécute toutes les commandes de réglage qui précèdent (remise à jour de ses conditions de fonctionnement). Il exécute alors la commande d'interrogation en extrayant la donnée appropriée et en la plaçant dans la Mémoire Tampon de Sortie. Puis il traite et exécute le reste du message. Lorsque l'instrument est désigné comme Emetteur, cette donnée est transmise au contrôleur.

Lors du traitement d'une commande d'utilisation (contenue dans un message), l'instrument exécute d'abord toutes les commandes de réglages précédentes avant de l'exécuter.

Messages multiples

La Mémoire Tampon d'Entrée a une capacité limitée et un message unique peut être assez long pour la remplir. Dans ce cas, une partie du message est traitée avant que l'appareil accepte une entrée supplémentaire. Durant un traitement de commande, il rejette toute autre donnée (en validant la ligne NRFD) jusqu'à ce que de l'espace soit disponible en mémoire tampon.

L'instrument pourra alors accepter un second message avant que le premier ne soit traité complètement, mais non un troisième (signal NRFD).

Après l'exécution d'une commande d'interrogation de sortie, l'instrument garde la réponse dans sa Mémoire Tampon de Sortie jusqu'à ce qu'il soit désigné comme Emetteur par le contrôleur. S'il reçoit un nouveau message avant la lecture de toute la sortie du précédent, il annule le contenu de la Mémoire Tampon de Sortie avant d'exécuter ce nouveau message. Ceci évite au contrôleur de recevoir des données indésirées issues d'anciens messages.

Autre situation pouvant annuler une sortie : l'exécution d'un long message peut remplir complètement les mémoires tampons d'entrée et de sortie. Dans ce cas, l'instrument ne peut finir d'exécuter le message avant que le contrôleur ait lu les données transmises. Mais le contrôleur ne peut lire ces données avant d'avoir fini de transmettre son message. La Mémoire Tampon d'Entrée, étant pleine, rejette le reste du message du contrôleur (signal NRFD). Cette situation suspend l'activité du système, le contrôleur et l'instrument s'attendant réciproquement. Le DC 5010 génère alors un message d'erreur, fait passer la ligne SRQ à l'état bas, et annule le contenu de la Mémoire Tampon de Sortie. Cette action permet au contrôleur de transmettre le reste de son message, puis l'informe de l'exécution du message et de la disparition des autres données en sortie.

Un instrument de la série TM 5000 peut être désigné comme Emetteur sans avoir reçu de message lui spécifiant ce qu'il doit transmettre. Dans ce cas, les instruments d'acquisition (compteurs et multimètres numériques) renvoient une mesure (si elle est prête). Sinon, ils renvoient un message unique sur un octet dont tous les bits sont égaux à 1 (avec une Fin de Message) ; les autres instruments de la série TM 5000 ne renverront que ce message.

Réponse de l'instrument aux messages de l'interface IEEE-488

Les messages de l'interface et leurs effets sur les fonctions de l'interface de l'instrument sont définis dans les normes IEEE 488-1978. Ce paragraphe, qui en décrit les effets sur le fonctionnement de l'appareil, utilise des abréviations de ces normes.

UNL - Unlisten - (N'est pas Récepteur) UNT - Untalk - (N'est pas Emetteur)

La commande UNL fait passer la fonction Récepteur à l'état inactif (non adressé) ; l'instrument n'accepte pas de commande du GPIB.

La commande UNT fait passer la fonction Emetteur à l'état inactif ; l'instrument ne peut transmettre de données sur le GPIB.

Le voyant ADDRESSED est éteint lorsque ces deux fonctions sont à l'état inactif. Il est allumé si l'instrument est adressé soit en tant qu'Emetteur, soit en tant que Récepteur.

IFC - Interface Clear (Initialisation de l'interface)

Ce message à ligne unique a le même effet que les messages UNT et UNL. Le voyant ADDRESSED (face avant) est éteint.

DCL - Device Clear (Initialisation de l'instrument)

Ce message réinitialise les communications entre l'instrument et le contrôleur. En réponse à ce message, l'instrument annule tout message en entrée et en sortie et toute commande de réglage dans la mémoire tampon Réglages en Attente. Il en est de même pour toute erreur ou tout évènement non encore transmis, à l'exception de la mise en service. Si la ligne SRQ est à l'état bas (validée) pour une autre raison que la mise en service, elle passe à l'état haut à la réception du message DCL.

SDC - Selected Device Clear (Initialisation particulière de l'instrument)

Ce message exécute la même fonction que DCL ; toutefois, seuls les instruments adressés comme Récepteurs (Listen) répondent à ce message.

GET - Group Execute Trigger (Déclenchement simultané de tous les instruments par le contrôleur)

L'instrument n'exécute cette commande que s'il est adressé comme Récepteur (Listen) et si la fonction Device Trigger (déclenchement de l'instrument par le contrôleur) a été validée par la commande Device Trigger (DT). Le message GET est ignoré et une demande de service est générée si la fonction DT est inhibée (DT OFF), si l'instrument est en mode Local, ou si un message est en cours de traitement à la réception de GET.

SPE - Serial Poll Enable (Validation de l'appel sélectif)

SPD - Serial Poll Disable (Inhibition de l'appel sélectif)

Le message SPE valide la génération par l'instrument de mots d'état (en réponse à un appel sélectif en série) lorsqu'il est adressé comme Emetteur (Talk). Le message SPD ramène l'instrument en mode d'utilisation normal (transmission de données issues de la Mémoire Tampon de Sortie).

MLA - My Listen Address (Mon adresse en tant que Récepteur)

MTA - My Talk Address (Mon adresse en tant qu'Emetteur)

Les adresses primaires "Talk" et "Listen" sont déterminées par l'adresse des instruments sur le GPIB (sélectionnée à l'intérieur). L'adresse GPIB actuelle est affichée en face avant lorsque le bouton ID est enfoncé.

LLO - Local Lockout (Ne fonctionne plus en mode Local)

En réponse à LLO, l'instrument passe à l'état "bloqué" - de LOCS à LWLS ou de REMS à RWLS.

REN - Remote Enable (Commande à Distance)

Si la ligne REN est à l'état bas (validée), l'instrument passe en mode Contrôle à distance (de LOCS à REMS ou de LWLS à RWLS) une fois reçue son adresse Récepteur. Si la ligne REN est à l'état haut (inhibée), l'instrument passe en mode Local (LOCS), et y reste tant que la ligne REN est à l'état haut.

Cette transition REN peut se produire après le début du traitement d'un message. Dans ce cas, l'exécution de celui-ci n'est pas affectée par une transition.

GTL - Go To Local (Contrôle Local)

Seuls les instruments adressés comme Récepteurs répondent à cette commande en passant en mode Local. Les transitions Contrôle à Distance-Contrôle Local provoquées par cette commande n'affectent pas l'exécution du message en cours de traitement (quand GTL est reçu).

Remote (Contrôle à Distance) - Local Operation (Contrôle Local)

Les lignes qui précèdent décrivent les transitions d'un état à l'autre provoquées par les messages GTL et REN. La plupart des commandes en face avant provoquent une transition entre REMS et LOCS en validant le message "Retour en mode Local" (rtl). Cette transition peut se produire durant l'exécution d'un message ; mais, par opposition aux transitions GTL et REN, elle en affecte l'exécution. Dans ce cas, l'instrument génère une erreur s'il subsiste des commandes de réglage ou d'utilisation non exécutées. Les commandes en face avant n'affectant que l'affichage (telle ID) n'ont pas d'incidence sur les états "A distance-Local" - seules les commandes agissant sur les réglages (à l'exception des commandes de déclenchement) génèrent le message rtl. Celui-ci est validé par l'entrée de plusieurs commandes au clavier, et est inhibé après le traitement de ces commandes.

L'instrument conserve une copie de ses réglages dans la mémoire tampon Réglages Actuels ; ceux-ci sont remis à jour par tous nouveaux réglages issus de la face avant ou du contrôleur.

Local State (LOCS) - (Etat Local)

Les réglages de l'instrument sont contrôlés en face avant par l'opérateur. Seules les commandes du bus n'agissant pas sur les réglages sont exécutées (interrogations) ; toutes les autres commandes du bus (de réglage et d'utilisation) génèrent une erreur car leurs fonctions sont contrôlées en face avant.

Local With Lockout State (LWLS) - (Etat Local avec blocage de l'Etat Local)

L'instrument opère de la même façon qu'en mode LOCS, excepté que le message rtl n'inhibe pas le passage dans l'état RWLS.

Instructions d'utilisation-DC 5010

Remote With Lockout State (RWLS) - (Contrôle à Distance avec blocage de l'Etat Local)

Identique à REMS excepté que le message rtl est ignoré.

Remote State (REMS) - (Etat Commande à Distance)

L'instrument exécute toutes ses commandes. Tout changement d'une commande en face avant (sauf d'une commande de déclenchement) génère un message rtl et provoque le retour en mode Local (LOCS).

INDICATIONS D'ETATS ET ERREURS

En utilisant la fonction Demande de Service (définie dans les normes IEEE-488), l'instrument peut adresser une demande de service au contrôleur. Cette demande de service permet également de signaler qu'un événement (changement d'état ou erreur) est survenu. En réponse à une demande de service, le contrôleur effectue un Appel Sélectif en Série. Chaque instrument renvoie alors un mot d'état (STB) indiquant s'il est, ou non, à l'origine de la demande de service. Ce mot d'état peut également contenir une information (succincte) sur la tâche requise. Le format de cette information est indiqué tableau 2.2. Lorsque le bit de donnée 8 est présent, le STB contient une information sur l'état de l'instrument qui est fournie par les bits 1 à 4.

Tableau 2.2
DEFINITION DES BITS DU MOT D'ETAT

0 : le STB indique le type d'évènement.

1 : le STB indique l'état d'un instrument.

1 pour une demande de service.

1 pour un évènement anormal.

1 si le processeur de messages est occupé.

Définit un évènement

Mot d'état (exemple)	BITS DE DONNEES								DECIMAL	
	8	7	6	5	4	3	2	1	Pas occupé	occupé
Mise en service	0	1	0	X	0	0	0	1	65	81
Dépassement de capacité de la Voie A	1	1	0	0	0	0	0	1	193	209
Dépassement de capacité de la Voie B	1	1	0	0	0	0	1	0	194	210

Parce que le STB convoie une information limitée concernant un évènement, les évènements sont divisés en deux types : le Mot d'Etat définit le type. Les types d'évènements se définissent de la façon suivante :

Erreur de commande Indique que l'instrument a reçu une commande qu'il ne peut comprendre.

Erreur d'exécution Indique que l'instrument a reçu une commande qu'il ne peut exécuter. Ceci peut provenir d'arguments erronés, ou de réglages contradictoires.

Erreur interne Indique que l'instrument a détecté une condition (matérielle ou logicielle) empêchant une opération.

Evénements du système Evènements communs à tous les éléments d'un système (Mise en Service, Requête Utilisateur, etc..).

Avertissement en cours d'exécution L'instrument fonctionne mais l'utilisateur doit prendre conscience de problèmes potentiels.

Avertissement interne Indique que l'instrument a détecté un problème. Il reste opérationnel, mais le problème doit être résolu (ex. : atténuation non étalonnée).

Etat de l'instrument Evènement relatif à un instrument particulier.

Par une Demande de Service, un instrument a la possibilité de fournir des informations supplémentaires sur de nombreux évènements, particulièrement les erreurs signalées dans le Mot d'Etat. Après avoir déterminé d'où est issue la Demande de Service (en examinant le STB), le contrôleur peut requérir ces informations en transmettant l'interrogation ERR?. En réponse, l'instrument renvoie un code définissant l'évènement (v. tableau 2.3).

Dans le cas de plusieurs évènements, l'instrument maintient la ligne SRQ à l'état bas jusqu'à ce que tous les évènements aient été signalés au contrôleur. Une fois que celui-ci en a pris connaissance (par un Appel Sélectif en Série), chaque évènement est annulé automatiquement. Le message de l'interface Device Clear (DCL) peut être utilisé pour annuler tous les évènements, sauf la Mise en Service.

Certaines commandes valident la transmission d'évènements individuels au Contrôleur et inhibent les Demandes de Service. Par exemple, la commande User Request (USEREQ) permet à l'utilisateur de communiquer l'évènement "Requête de l'utilisateur" à partir de la face avant (bouton ID enfoncé). La commande RQS contrôle l'utilisation de demandes de service pour transmettre des évènements au Contrôleur.

Tableau 2.3.
CODES D'ERREURS DU BUS ET
REPONSE A L'APPEL SELECTIF EN SERIE

Description	Réponse à l'interrogation	Appel sélectif ^a en série (décimal)
Erreurs de commande		
Préfixe erroné	101	97
Délimiteur de préfixe erroné	102	97
Argument erroné	103	97
Délimiteur d'argument erroné	104	97
Argument non numérique (nombre requis)	105	97
Argument manquant	106	97
Délimiteur de l'unité du message invalide	107	97
Erreurs d'exécution		
Commande non exécutable en mode Local	201	98
Réglages perdus du fait du retour en mode Local (rtl)	202	98
Mémoires d'E/S pleines, données de sortie "déchargées"	203	98
Argument hors-gamme	205	98
Déclenchement de groupe ignoré (GET)	206	98
Erreurs internes		
Erreur d'interruption	301	99
Erreur du système	302	99
Evènements du système		
Mise en service ^b	401	65
Opération complète	402	66
Requête de l'utilisateur	403	67
Avertissements spécifiques à l'instrument		
Protection de la 50 Ω de la Voie A	602	102
Protection de la 50 Ω de la Voie B	603	102
Pas de prédivision	604	102
Evènements spécifiques à l'instrument		
Dépassement de capacité de la Voie A	711	193
la Voie B	712	194
Ni erreur ni évènement		
Données non prêtes	0	128
Données prêtes	0	132

^aSi l'instrument est occupé, il renvoie le nombre indiqué auquel il ajoute 16.

^bVoir exemple - tableau 2.2.

RQS OFF inhibe toutes les demandes de service (sauf la Mise en Service). Dans ce mode, l'interrogation ERR? permet au Contrôleur de s'informer des évènements sans exécuter un Appel Sélectif en Série. Il peut émettre cette interrogation à tout instant ; l'instrument lui transmet alors tout évènement en attente d'être communiqué. Le Contrôleur peut annuler tous les évènements, soit en transmettant l'interrogation ERR? jusqu'à ce que le code zéro (0) soit renvoyé, soit par l'intermédiaire du message DCL de l'interface (Mise en Service exceptée).

En mode RQS OFF, le Contrôleur peut exécuter un Appel Sélectif en Série, mais le mot d'état obtenu ne contient que l'indication d'Etat propre à l'appareil. En mode RQS ON, le STB (mot d'état) contient le type de l'évènement et un message d'erreur.

Tableau 2-1
CODES D'ERREUR AFFICHES EN FACE AVANT

Les Entrées/Sorties série sont défectueuses	313
Voie A	
Test du fonctionnement du Compteur	320-324, 329
Voie B	
Test du fonctionnement du Compteur	330-334, 339
La RAM U1410 du système est défectueuse	340
La RAM U1610 du système est défectueuse	341
La RAM U1311 du système est défectueuse	342
La ROM U1610 est mal positionnée	361
La ROM U1102 est mal positionnée	374
La ROM U1201 est mal positionnée	375
La ROM U1410 est mal positionnée	380
Le checksum de la ROM U1610 est erroné	381
Le checksum de la ROM U1102 est erroné	394
Le checksum de la ROM U1201 est erroné	395

TRANSMISSION DE MESSAGES DE CONTROLE DE L'INTERFACE

Les communications sur le Bus se font par l'intermédiaire des instructions d'entrée et de sortie du Contrôleur. Les commandes ASCII sont transmises à l'aide des instructions PRINT. Le DC 5010 est livré avec l'adresse primaire 20.

```
PRINT @ 20:"SET?";
```

La réception par le Contrôleur des réponses ASCII s'effectue par l'intermédiaire des instructions d'entrée.

```
INPUT 20:A$
```

Les messages de contrôle du bus interface sont transmis sous forme de commandes de bas niveau, par l'intermédiaire des commandes du Contrôleur WBYTE et RBYTE. Pour les commandes suivantes, A = 32 plus l'adresse de l'instrument, et B = 64 plus l'adresse de l'instrument.

Listen (Recevoir)	WBYTE @ A:
Unlisten (Ne pas recevoir)	WBYTE @ 63:
Talk (Emettre)	WBYTE @ B:
Untalk (Ne pas émettre)	WBYTE @ 95:
Unlisten-untalk (Ne pas recevoir/Ne pas émettre)	WBYTE @ 63, 95:
Device clear (DCL) (initialisation de l'instrument)	WBYTE @ 20:
Selective device clear (SDC) (initialisation particulière de l'instrument)	WBYTE @ A,4:
Go to local (GTL) (retour en mode Local)	WBYTE @ A,1:
Remote with lockout (contrôle à distance avec blocage)	WBYTE @ A,17,63:
Local lockout (blocage du contrôle local)	WBYTE @ 17:
Group Execute Trigger (GET) (déclenchement groupé)	WBYTE @ A,8:

Ces commandes sont utilisées par les contrôleurs de la série 4050 Tektronix et utilisables par les autres contrôleurs.

Un Guide de Programmation des contrôleurs Tektronix, tel le Système Graphique 4052, est disponible. Il contient des instructions et conseils de programmation, ainsi que des exemples de programmes utilisables avec votre instrument. (GPIB Programming Guide, Ref. 070-3985-00).

REGLAGES EFFECTUES A LA MISE EN SERVICE

A la mise en service, les réglages du DC 5010 sont initialisés comme indiqué tableau 2.5.

De plus, un Déclenchement Automatique est généré pour déterminer les niveaux de déclenchement et les valeurs crêtes maximale et minimale.

Tableau 2.5
REGLAGES EXISTANTS A LA MISE SOUS TENSION

Préfixe	Argument
FREQ	A
AVG - 1IAUTO	
SLO (CHA A & B)	POS
ATT (CHA A & B)	X1
COU (CHA A & B)	DC
TER (CHA A & B)	HI
FIL	OFF
PRE	OFF
CHA	A
OPC	OFF
OVER	OFF
DT	OFF
USER	OFF
RQS	ON

EXEMPLES DE PROGRAMMES

Programmes de Transmission et de Réception

Ce programme permet la transmission de n'importe laquelle des commandes énumérées dans la Liste des Commandes de fonctions, et la réception des données générées.

Programme de transmission et de réception pour contrôleurs de la série 4050

```

100 REM PROGRAMME DE
    TRANSMISSION/RECEPTION DC 5010
110 REM L'ADRESSE PRIMAIRE DU DC 5010 EST 20
120 INIT
130 ON SRQ THEN 260
140 DIM A$(200)
150 PRINT "ENTRER LE(S) MESSAGE(S):";
160 INPUT C$
170 INPUT @ 20:C$
180 REM RECHERCHER LES INTERROGATIONS
190 IF POS(C$,"?",1)<>0 THEN 220
200 REM RECHERCHER 'SEND'
210 IF POS(C$,"SEND",1)$0 THEN 150
220 REM ENTREE ISSUE DE L'INSTRUMENT
230 INPUT @ 20:A$
240 PRINT A$
250 GO TO 150
260 REM SOUS-PROGRAMME D'APPEL SELECTIF EN
    SERIE
270 POLL X,Y;20
280 PRINT "MOT D'ETAT: ";Y
290 RETURN
    
```


**Programme de Transmission et de Réception pour
Contrôleurs de la série 4040**

```
90  REM          PROGRAMME          DE
    TRANSMISSION/RECEPTION DC5010
95  REM ADRESSE PRIMAIRE DU DC 5010 § 20
100 OPEN #1:"GPIB(PRI$20,EOM$<>):"
110 ON SRQ THEN GOSUB 240
115 ENABLE SRQ
120 DIM A$ TO (200)
130 PRINT "ENTRER LA (OU LES)
    COMMANDE(S)/INTERROGATION"
140 INPUT C$
145 IF C$$"EX" THEN GOTO 230
150 PRINT #1:C$
160 REM RECHERCHER LES INTERROGATIONS
170 IF POS(C$,"?",1)<>0 THEN GOTO 200
180 IF POS(C$,"SEND",1)§0 THEN GOTO 130
190 REM ENTREE ISSUE DE L'INSTRUMENT
200 INPUT #1:A$
210 PRINT A$
220 GOTO 130
230 STOP
240 POLL SB,P,S;20
250 PRINT "SRQ VUE, MOT D'ETAT:",SB
260 RETURN
```

APERÇUS DE PROGRAMMATION

Nous allons maintenant programmer le DC 5010 pour l'exécution de mesures de base, et exploiter quelques unes de ses possibilités de programmation spécifiques.

Les exemples suivants sont en BASIC et se réfèrent à un Contrôleur de la série 4050 Tektronix. Les détails d'implantation varient d'un Contrôleur à l'autre.

Modification des réglages d'entrée

Avant d'effectuer une mesure, il convient de régler correctement les conditions d'entrée du signal. L'exemple qui suit détermine en premier lieu les réglages de l'entrée de la Voie A, puis positionne automatiquement les niveaux de déclenchement à mi-amplitude (commande AUTO), et règle l'instrument pour une cadence d'environ 3 mesures par seconde (commande AVE - 1). Enfin, le DC 5010 est programmé pour effectuer des mesures de fréquence (FREQ).

```
100 PRINT @ 20:"CHA A;SLO POS;TERM HI;"
110 PRINT @ 20:"COU DC;ATT 1;AUTO;"
120 PRINT @ 20:"AVE -1;FREQ;SEND;"
130 INPUT @ 20:R
140 PRINT "FREQUENCE $ ";R
150 END
```

Mesure d'un intervalle de temps

L'exemple qui suit consiste à mesurer l'intervalle de temps entre deux signaux de niveau TTL appliqués aux entrées des Voies A et B à l'aide de sondes atténuatrices X5.

```
200 PRINT @ 20:"CHA A;SLO POS;TERM HI;"
210 PRINT @ 20:"ATT 1;COU DC;LEV 0.275;"
220 PRINT @ 20:"CHA B;SLO POS;TERM HI;"
230 PRINT @ 20:"ATT 1;COU DC;LEV 0.275;"
240 PRINT @ 20:"AVE 1;TIME;SEND;"
250 INPUT @ 20:T
260 PRINT "TEMPS DE A VERS B $ ";T
270 END
```

Seuls les réglages ne correspondant pas aux états désirés doivent être programmés.

Réalisation d'une mesure unique

Pour cela, on utilise l'une des deux méthodes indiquées ci-dessous. L'instrument est d'abord placé en mode "STOP". Un "RESET" démarre une mesure unique, puis le processus de mesure s'arrête. Le premier exemple montre comment effectuer une mesure d'intervalle de temps (TIME) de cette manière.

```
300 PRINT @ 20:"AVE 1;TIME;"
310 PRINT @ 20:"STOP;RESET;SEND;"
320 INPUT @ 20:R
330 PRINT "INTERVALLE DE TEMPS $ ";R
340 END
```

L'exemple qui suit montre comment utiliser la commande Group Execute Trigger (Déclenchement Global) <GET> à la place de RESET, pour effectuer une mesure unique. Pour utiliser la commande <GET>, il faut au préalable valider la fonction Déclenchement de l'Instrument (Device Trigger), à l'aide de la commande DT TRIG. Pour cela, l'instrument doit être en mode "STOP", avant que le <GET> provoque un RESET pour effectuer la mesure unique.

```
400 PRINT @ 20:"DT TRIG;AVE 1;TIME;"
410 PRINT @ 20:"STOP;"
420 FOR I$1 TO 200
430 REM LAISSER AU COMPTEUR LE TEMPS
440 REM DE TRAITER LA MEMOIRE TAMPON
450 REM REGLAGES EN ATTENTE
460 NEXT I
470 REM 52 EST L'ADRESSE LISTEN DE 20 (32+20)
480 REM 8 EST LE <GET> IEEE-488
500 PRINT @ 20:"SEND;"
510 INPUT @ 20:R
520 PRINT "INTERVALLE DE TEMPS = ";R
530 END
```

Lecture des résultats

Il existe deux façons d'obtenir un résultat de mesure du DC 5010. La première méthode (ci-dessous) utilise la commande SEND. Si un résultat est disponible, le DC 5010 répond dès qu'il est adressé en tant qu'Emetteur (Talk) ; sinon, il attend qu'un résultat soit disponible pour répondre.

```
300 PRINT @ 20:"FREQ;"
310 INPUT @ 20:SEND;"
320 INPUT @ 20:A
330 PRINT "FREQUENCE $ ";A
340 END
```

L'autre méthode consiste à adresser le DC 5010 comme Emetteur (Talk), puis à lire les résultats. Si un résultat est disponible, il est transmis par l'instrument. Sinon, le DC 5010 génère un octet FF (hexadécimal). L'exemple qui suit montre comment générer l'adresse "Talk" et rechercher la valeur FF(hexadécimal).

```
200 PRINT @ 20:"FREQ;"
210 INPUT @ 20:A$
220 IF LEN(A$)0 THEN 210
230 PRINT "FREQUENCE $ ";A
240 END
```

Les commandes RDY? et OPC permettent de déterminer le moment où le résultat de la mesure est disponible. L'état Data Ready (Données Prêtes) peut être interrogé en utilisant la commande d'interrogation RDY?, comme dans l'exemple suivant :

```
100 PRINT 20:"PER;"
110 PRINT @ 20:"RDY?;"
120 INPUT @ 20:R
130 IF R$0 THEN 110
140 PRINT @ 20:A
150 PRINT "PERIODE $ ";A
160 END
```

Dans l'exemple qui suit, la commande OPC permet de signaler la disponibilité de données (Data ready) à l'aide d'une demande de service (SRQ) et de la réponse du Mot d'Etat (STB).

```
100 REM UTILISATION DE LA COMMANDE
    D'INTERRUPTION OPC
110 REM ET DU MOT D'ETAT POUR
120 REM SIGNALER LA DISPONIBILITE DE
    DONNEES
130 A$0
140 PRINT @ 20:"PER;OPC ON;"
150 ON SRQ THEN 220
160 WAIT
170 IF A$0 THEN 160
180 PRINT @ 20:"SEND;OPC OFF;"
190 INPUT @ 20:A
200 PRINT "PERIODE $ ";A
210 END
220 POLL D,S;20
230 IF S$66 OR S$82 THEN 260
240 PRINT "SI SRQ ARRIVEE, ETAT $ ";S
250 GO TO 270
260 A$1
270 RETURN
```

Extension de la plage de comptage dans le cas d'un OVERFLOW

Un dépassement de capacité (OVERFLOW) se produit chaque fois que la capacité du compteur (43 bits) est dépassée. En détectant chaque occurrence d'un OVERFLOW, il est possible d'étendre la plage de mesure en modes Mesure Manuelle de Temps (TMANUAL) et Totalisation (TOTALIZE).

L'exemple qui suit consiste en une totalisation avec recherche de comptage jusqu'à la valeur 1.0E+14, environ 11 fois supérieure à la capacité de comptage du DC 5010. Ceci s'effectue en comptant les occurrences OVERFLOW et en utilisant ce résultat pour étendre la précision de la mesure.

```
1 REM EXTENSION DE LA PLAGE DE COMPTAGE
  EN UTILISANT
2 REM L'ETAT OVERFLOW - TOTALISATION DES
  EVENEMENTS DE LA VOIE A
100 C$0
110 PRINT @ 20:"OVER ON;TOT;START;"
120 ON SRQ THEN 500
130 PRINT @ 20:"SEND;"
140 INPUT @ 20:A
150 R$A+C*8.796093022E+12
160 IF R<1.0E+14 THEN 130
170 PRINT "LE RESULTAT EST";R
180 PRINT @ 20:"OVER OFF;"
190 END
500 POLL D,S;20
510 IF S$193 OR S$209 THEN 540
520 PRINT "SRQ ARRIVEE, ETAT $ ";S
530 RETURN
540 C$C+1
550 RETURN
```

L'exemple qui suit consiste en une mesure manuelle de temps (TMANUAL) pour évaluer un temps de 24 heures. 24 heures représentent 86.400 secondes. Cet intervalle de temps excède la capacité de comptage du DC 5010 : 27487.8 secondes. En comptant les occurrences de l'état OVERFLOW, il est possible d'étendre la précision de la mesure.

```
1 REM EXTENSION DE LA PLAGE DE MESURE EN
  UTILISANT
2 REM L'ETAT OVERFLOW - MESURE MANUELLE
  DE TEMPS
100 C$0
110 PRINT @ 20:"OVER ON;"
120 PRINT @ 20:"TMAN;START;"
130 ON SRQ THEN 210
140 PRINT @ 20:"SEND;"
150 INPUT @ 20:A
160 R$A+C*27487.79069
170 IF R<86400 THEN 140
180 PRINT "LE RESULTAT EST";R
190 PRINT 20:"OVER OFF;"
200 END
210 POLL D,S;20
220 IF S$194 OR S$210 THEN 250
230 PRINT "SRQ ARRIVEE, ETAT $ ";S
240 RETURN
250 C$C+1
260 RETURN
```

Instructions d'utilisation-DC 5010

Utilisation du bouton INST ID

La communication entre le Contrôleur et l'utilisateur d'un instrument s'effectue à l'aide du bouton INST ID et de la commande USER. Dans l'exemple qui suit, la compensation des sondes est effectuée en face avant, puis le Contrôleur est avisé de l'exécution de la fonction PROBECOMP. Les sondes peuvent être compensées, et le bouton INST ID utilisé, même si les autres commandes en face avant sont inhibées.

```
1   REM <UTILISATION DU BOUTON INST ID>
100 PRINT "COMPENSER LES SONDES - ";
110 PRINT "PUIS APPUYER SUR LE BOUTON INST
    ID";
120 PRINT "UNE FOIS CECI EFFECTUE."
130 I$0
140 PRINT @ 20:"USER ON;PROBE;"
150 REM 17 EST LA COMMANDE LLO DU GPIB
160 WBYTE 17:
170 ON SRQ THEN 300
180 WAIT
190 IF I$0 THEN 180
200 PRINT @ 20:"INIT;"
210 PRINT "COMPENSATION EFFECTUEE"
220 END
300 POLL D,S;20
310 IF S$67 OR S$93 THEN 340
320 PRINT "SRQ ARRIVEE, ETAT$ " S
330 GO TO 360
340 PRINT "BOUTON INST ID ACTIVE"
350 I$1
360 RETURN
```

Le bouton INST ID peut également être utilisé pour aviser le Contrôleur que l'instrument a été réglé correctement pour la mesure du signal d'entrée. Le Contrôleur peut alors "apprendre" ces réglages, à l'aide de l'interrogation SET? et les sauvegarder pour un usage ultérieur.

```
8   REM APPRENDRE LES REGLAGES
810 PRINT "REGLER L'INSTRUMENT - ";
820 PRINT "PUIS APPUYER SUR INST ID."
830 DIM A$(215)
840 I$0
850 PRINT @ 20:"USER ON;"
860 ON SRQ THEN 940
870 WAIT
880 IF I$0 THEN 870
890 PRINT @ 20:"SET?;"
900 INPUT @ 20:A$
910 PRINT "REGLAGES MEMORISES: ";A$"
920 PRINT @ 20:"USER OFF;"
930 END
940 POLL D,S;20
950 IF S$67 OR S$93 THEN 980
960 PRINT "SRQ ARRIVEE, ETAT$ ";S
970 GO TO 990
980 I$1
990 RETURN
```

Mesure du facteur de forme

Utilise une combinaison des fonctions WIDTH et PERIOD. L'exemple qui suit est la mesure du facteur de forme de la partie positive d'un signal. Ceci suppose que le niveau de déclenchement est déjà positionné selon la valeur désirée.

```
4   REM MESURE DU FACTEUR DE FORME
410 PRINT @ 20:"CHA A;SLO POS;"
420 PRINT @ 20:"WID;SEND;"
430 INPUT @ 20:W
440 PRINT @ 20:"PER;SEND;"
450 INPUT @ 20:P
460 D$W/P
470 PRINT "LE FACTEUR DE FORME EST";D
480 END
```

Mesure de déphasage

Utilise une combinaison des fonctions PERIOD et TIME. L'exemple qui suit consiste à mesurer la différence de phase entre les Voies A et B, en mesurant d'abord la période (PERIOD) de l'un des signaux. Puis, en utilisant la fonction TIME, établir la différence de temps entre les deux signaux. Le déphasage se calcule à partir des résultats de ces deux mesures. Ceci suppose que les signaux appropriés sont appliqués aux Voies A et B, et que les niveaux de déclenchement sont positionnés correctement.

```
1   REM MESURE DU DEPHASAGE
100 PRINT @ 20:"CHA A;SLO POS;"
110 PRINT @ 20:"CHA B;SLO POS;"
120 PRINT @ 20:"PER;SEND;"
130 INPUT @ 20:P
140 PRINT @ 20:"TIME;SEND;"
150 INPUT @ 20:T
160 P$T/P*360
170 PRINT "LE DEPHASAGE EST: ";P
180 END
```

Mesure de SLEW RATE (vitesse de croissance de la tension)

Les mesures de SLEW RATE peuvent être effectuées à l'aide d'une combinaison des commandes RISE, MIN?, et MAX?. La commande RISE calcule le temps de montée entre les points 10 % et 90 %. La différence de niveau entre ces points est alors calculée en utilisant les résultats renvoyés par les commandes d'interrogation MIN? et MAX?. Ce temps de montée et cette différence de niveau permettent d'établir le SLEW RATE.

```

400 REM SLEW RATE
410 PRINT 20:"RISE;SEND;"
420 INPUT 20:R
430 PRINT 20:"CHA A;MIN?;MAX?;"
440 INPUT 20:A1,A2
450 D$(A2-A1)*0.8
460 S$/R
470 PRINT "SLEW RATE : ";S
480 END
    
```

Une aide supplémentaire au développement de logiciels spécifiques (applications particulières) est fournie dans les manuels Tektronix suivants :

- 1 070-3985-00 - GPIB Programming Guide (Guide de Programmation du GPIB) - destiné aux applications du DC 5010 - systèmes compatibles IEEE-488. Contient des instructions de programmation, des conseils de programmation, et quelques exemples de programmes.
- 2 070-2270-00 - 4051 GPIB Hardware Support Manual (Manuel de support matériel du GPIB utilisable avec le Calculateur Graphique 4051). Description détaillée du fonctionnement du bus IEEE-488, des diverses fonctions de contrôle du bus, et des circuits d'interface.
- 3 070-2058-01 - Programming in Basic (Programmation en BASIC).
- 4 070-2059-01 - Graphic Programming in BASIC (Programmation graphique en BASIC).
- 5 062-5971-01 - 4050-Series Programming Aids, T1 (Aides à la Programmation des Systèmes Graphiques de la Série 4050) (logiciel inclus).

062-5972-01 - 4050-Series Programming Aids, T2 (Aides à la Programmation des Systèmes Graphiques de la Série 4050) (logiciel inclus).
- 6 070-2380-01 - 4907 File Manager Operators Manual (Manuel d'utilisation du système de gestion de fichiers 4907).
- 7 070-2128-00 - 4924 Users manual (Manuel d'utilisation du 4924).
- 8 070-1940-01 - 4050 Series Graphic System Operators Manual (Manuel d'utilisation des Systèmes Graphiques de la série 4050).
- 9 070-2056-01 - 4050 Series Graphic System Reference manual (Manuel de référence des systèmes graphiques de la série 4050).
- 10 070-3918-00 - 4041 Operators manual (Manuel d'utilisation 4041).
- 11 061-2546-00 - 4041 Programming Reference manual (Manuel de programmation du 4041).

BEDIENUNGSANLEITUNG

EINFÜHRUNG

Untersuchung auf Beschädigung

Prüfen Sie das Gerät auf sichtbare Beschädigungen (Beulen, Kratzer usw.). Die Originalverpackung sollte zur späteren Verwendung aufbewahrt werden. Wenn das Gerät beschädigt ist, benachrichtigen Sie das Transportunternehmen und die nächstgelegene Tektronix Geschäftsstelle.

Versandhinweise

Wenn das Gerät für Servicearbeiten oder zur Reparatur an ein Tektronix Service-Center eingeschickt werden muß, befestigen Sie daran einen Zettel mit folgenden Angaben: Name und Anschrift des Besitzers, Name einer Kontaktperson, vollständige Seriennummer und Optionnummer des Gerätes und eine Beschreibung der gewünschten Servicearbeiten.

Wenn die Originalverpackung nicht mehr zur Verfügung steht, verpacken Sie das Gerät wie folgt:

1. Nehmen Sie einen Karton aus Wellpappe, dessen Innenabmessungen wenigstens 15 cm größer sind als die äußeren Abmessungen des Gerätes. Die Prüffestigkeit des Versandkartons für Ihr Gerät beträgt 90 kg.
2. Zum Schutz der Oberfläche hüllen Sie das Gerät in eine Plastikfolie.
3. Polstern Sie die Zwischenräume zwischen Karton und Gerät mit Schaumstoff oder Papierschnitzeln fest aus.
4. Verschließen Sie den Karton mit Klebeband oder Industrie-Heftklammern.
5. Bringen Sie einen Aufkleber „VORSICHT GLAS“ oder „ZERBRECHLICH“ an.

Umweltbedingungen in- und außer Betrieb

Das Gerät kann innerhalb der Grenzen der im Abschnitt Spezifikationen genannten Umweltbedingungen betrieben, gelagert und versandt werden. Der Zähler sollte jedoch immer vor Temperaturen geschützt werden, die zu Feuchtigkeits-Kondensation im Inneren des Gerätes führen können.

VORBEREITENDE HINWEISE

Hintere Interface Steckverbindungen

Eine Aussparung zwischen den Stiften 21 und 22 der hinteren Steckverbindung identifiziert dieses Gerät als ein Mitglied der TM 5000 Zählerfamilie. Wenn Sie mit Ihrem Zähler ein System aufbauen möchten, bringen Sie an der entsprechenden Stelle der Steckverbindung der Versorgungseinheit eine Familiensperre an (Tektronix Teile-Nr.: 214-1593-02) um zu verhindern, daß Einschübe, die zu einer anderen Familie gehören in diesem Abteil der Versorgungseinheit verwendet werden.

WARNUNG

Um elektrische Schläge zu vermeiden, muß vor Einbau der Sperre in die Steckverbindung der Versorgungseinheit das Netzkabel abgenommen werden. Überlassen Sie das Einsetzen der Sperre dem qualifizierten Servicepersonal.

Der DC 5010 hat an der hinteren Schnittstelle die nachstehenden Eingänge und Ausgänge:

- Arming Eingang
- 10 MHz-Takt Ausgang
- Externer Takt Eingang (1, 5, 10 MHz)
- Vorzähler-Funktion
- Rückstell-Eingang

ANMERKUNG

Informationen über die hintere Schnittstelle finden Sie im Abschnitt Wartung. Überlassen Sie die Anschlüsse an die Schnittstelle dem qualifizierten Servicepersonal.

Ein- und Ausbau des Einschubes

Der DC 5010 kann nur in Versorgungseinheiten der Serie TM 5000 betrieben werden.

ANMERKUNG

Beachten Sie die Angaben zur Bedienungssicherheit im vorderen Teil dieses Handbuches, bevor Sie das Gerät in die Versorgungseinheit einsetzen.

Stellen Sie anhand der Bedienungsanleitung für die Versorgungseinheit fest, ob der Spannungswähler auf die richtige Netzspannung eingestellt ist. Prüfen Sie, ob Zähler und Versorgungseinheit mit den richtigen Sicherungen ausgerüstet sind. Stellen Sie fest, ob das Netzkabel einen Erdungsschutzleiter besitzt.

VORSICHT

Um eine Beschädigung des Gerätes zu vermeiden, ist die Versorgungseinheit vor Ein- und Ausbau des Einschubes abzuschalten. Das Einsetzen oder Herausnehmen des Gerätes darf nicht mit Gewalt erfolgen.

Prüfen Sie, ob die Kunststoffsperrn an der Steckverbindung des ausgewählten Abteils der Versorgungseinheit mit der Aussparung an der Steckerleiste des Zählers

übereinstimmen. Wenn nicht, darf der Zähler nicht eingeschoben werden bevor Sie den Grund dafür herausgefunden haben.

Stimmen die Aussparungen und Sperrn überein, setzen Sie das Chassis des Zählers an die oberen und unteren Führungsschienen des ausgewählten Faches an (siehe Bild 2-1) und schieben das Gerät mit leichtem Druck ein, bis die hintere Steckverbindung einrastet. Dann schalten Sie die Versorgungseinheit ein.

Die Kunststoffsperrn (siehe Bild 2-1) verhindern, daß programmierbare Geräte in Versorgungseinheiten der Serie TM 500 (manuell bedienbare Geräte) verwendet werden.

Zum Herausnehmen des Zählers ziehen Sie den Entriegelungshebel (an der unteren, linken Ecke der Frontplatte) bis die Steckverbindung getrennt ist. Dann ziehen Sie den Zähler gerade aus der Versorgungseinheit heraus.

BEDIENUNG VON DER FRONTPLATTE

Nachstehend finden Sie eine kurze Funktionsbeschreibung der Anzeige, Regler und Anschlüsse auf der Frontplatte (siehe Bild 2-2).

ANZEIGE AUF DER FRONTPLATTE

① Anzeige

Die Anzeige besteht aus neun LEDs mit sieben Segmenten und acht Anzeigelämpchen. Alle Meßergebnisse werden mit der bestmöglichen Auflösung dargestellt.

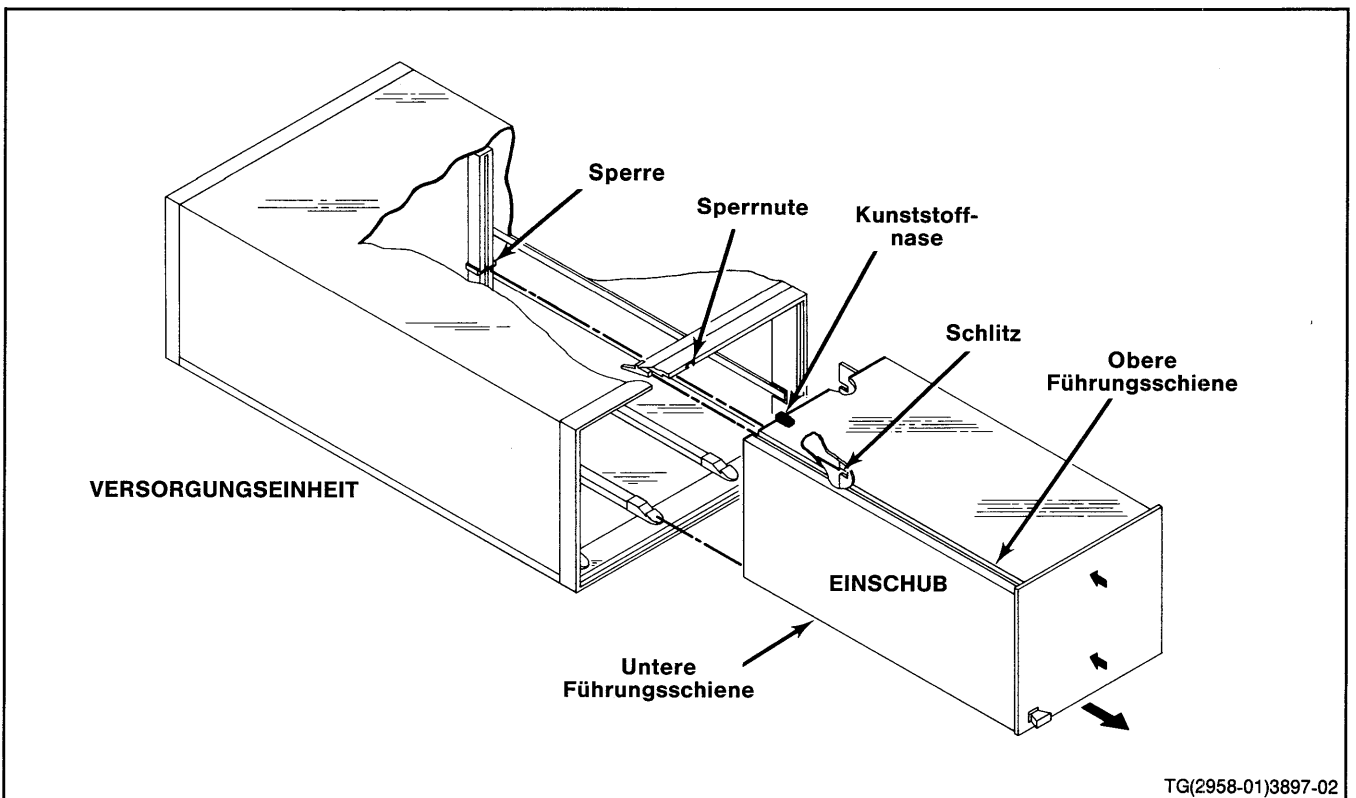


Bild 2-1. Ein- und Ausbau des Einschubes.

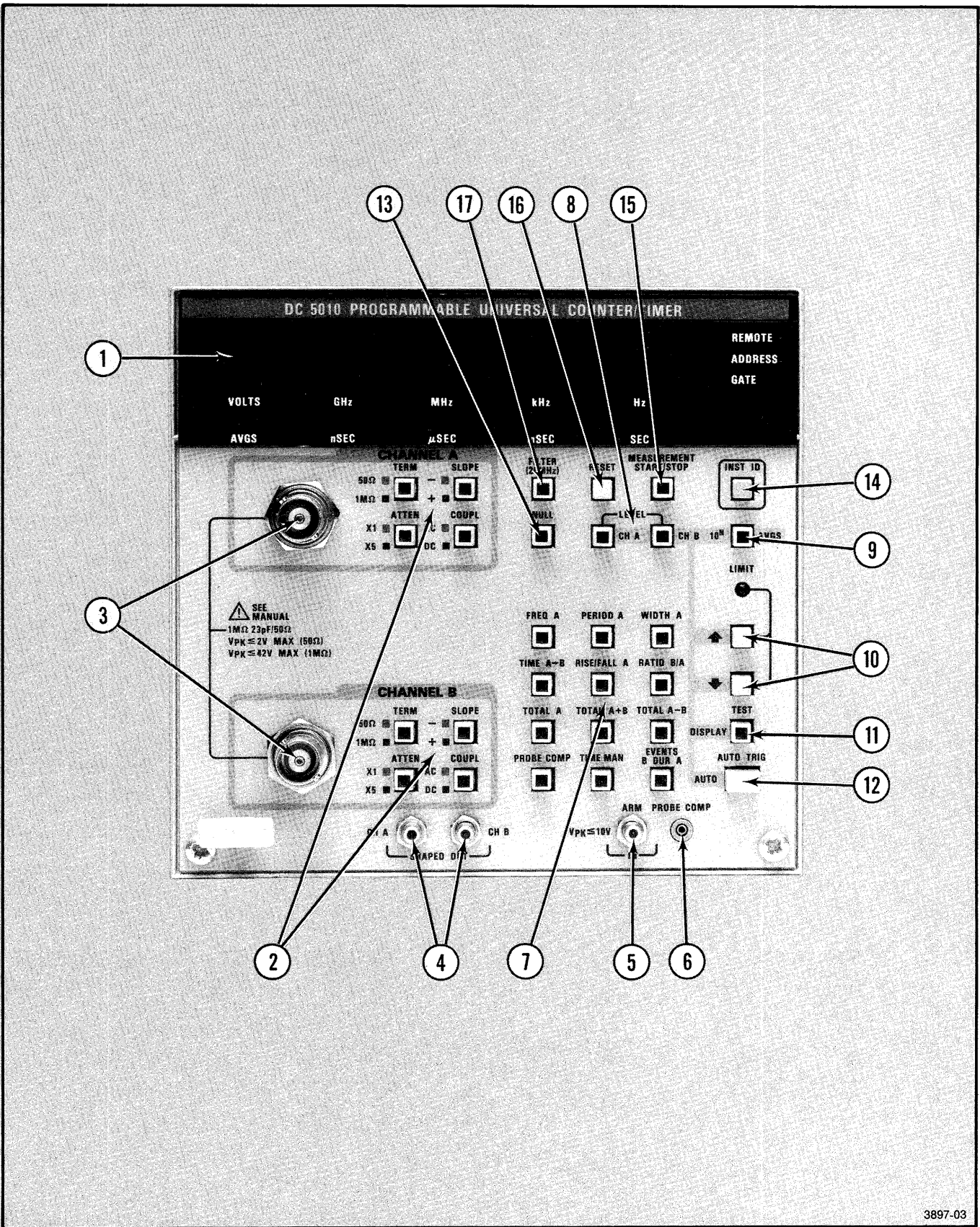


Bild 2-2. DC 5010 Anzeige, Bedienungselemente und Anschlüsse auf der Frontplatte.

Das Ergebnis der Messung wird immer in einem nach rechts ausgerichteten Format dargestellt, wobei der Dezimalpunkt automatisch gesetzt wird. Ein Überfließen der Zählung wird durch eine blinkende Darstellung angezeigt. Bei Messungen wie TIME A → B, wobei die Anzahl der aufgelösten Zahlen langsamer ansteigt mit der Erhöhung des Mittelwerts, werden nur korrekte (auflösbare) Zahlen dargestellt.

Fünf der Anzeigelämpchen werden für die Anzeige der Messeinheiten verwendet: Hz/SEC für Hertz oder Sekunden, kHz/mSEC für Kilohertz oder Millisekunden, MHz/μSEC für Megahertz oder Mikrosekunden und GHz/nSEC für Gigahertz oder Nanosekunden und VOLTS/AVGS für (Triggerpegel) Volt und (der Exponent) die Anzahl der Mittelwertbildungen.

Wenn das Anzeigelämpchen GATE aufleuchtet wird dadurch angezeigt, daß der Zähler dabei ist Zählungen für die Messung vorzunehmen.

Wenn das Anzeigelämpchen REMOTE aufleuchtet wird dadurch angezeigt, daß das Gerät mit Fernbedienung arbeitet. Das Anzeigelämpchen ADDRESS zeigt an, daß das Gerät über den GPIB Bus adressiert wird.

Zusätzlich zur Darstellung der Messergebnisse verwendet der Zähler eine dreistellige, sieben Segment LED-Anzeige für die Anzeige interner oder Betriebs-Fehlercodes und zwei Zahlen für die Darstellung des Kompensationsergebnisses eines externen Signal-Tastkopfes. Siehe Selbsttest-Darstellung und Tastkopfkompensation.

Ferner sind viele Druckknöpfe auf der Frontplatte beleuchtet.

REGLER AUF DER FRONTPLATTE

② TERM, SLOPE, ATTEN und COMPL (CHANNEL A und CHANNEL B)

Term-50Ω, 1 MΩ (Abschluss). Wählt wenn nicht erleuchtet 1 MΩ, 23 pF; wählt wenn erleuchtet 50 Ω. Ermöglicht dem Anwender die 50 Ω Eingänge, falls erforderlich, richtig abzuschließen. (Das Gerät schaltet bei Überlastung automatisch auf 1 MΩ, 23 pF)

ATTEN-X1, X5. Wählt wenn nicht erleuchtet X5; wenn erleuchtet X1. Ermöglicht das direkte Anlegen des Signals an den Verstärker ohne Dämpfung oder mit Dämpfung um den Faktor 5. Der Dämpfer erhöht die Eingangshysterese und den Triggerpegelbereich um den Faktor 5.

SLOPE -, +. Wählt wenn nicht erleuchtet +; wenn erleuchtet -. Dieser Knopf wählt am Triggerpegelpunkt die Flanke des Signals, die als zählbares Ereignis erkannt wurde. CHANNEL A Slope wählt auch zwischen Anstiegszeit (+ Slope) und Abfallzeit (- Slope); muß vor Drücken des Knopfes RISE/FALL A eingestellt werden.

COUPL-AC, DC. Wählt wenn nicht erleuchtet DC; wenn erleuchtet AC. DC ist direkt gekoppelt. Bei AC wird ein Kondensator mit dem Eingang in Reihe geschaltet, der die Messung kleiner Signale mit großem Gleichspannungs-Offset ermöglicht.

ANSCHLÜSSE AUF DER FRONTPLATTE

③ CHANNEL A – CHANNEL B (im Betrieb identisch)

1 MΩ 23 pF/50 Ω. Signal-Eingangsanschlüsse.
 $V_s \pm 2$ V maximal (50 Ω)
 $V_s \pm 42$ V maximal (1 MΩ)

④ CH A, SHAPED OUT – CH B, SHAPED OUT (Shaped Out A/B/COM)

Diese Ausgänge bieten eine genaue Wiedergabe des intern gemessenen Signals. Sie dienen als Hilfe bei der richtigen Triggerung auf komplexen Signalen. Die Ausgänge geben ein 100 mV Signal nahe 0 aus 50 Ω ab (200 mV nicht abgeschlossen). Sie arbeiten über die volle Bandbreite und bis über 350 MHz.

⑤ ARM, IN – $V_{pk} \leq 10$ V (Arming TTL)

Dieser Eingang (der normalerweise hoch liegt) erlaubt dem Zähler nur dann zu messen, wenn er auf hohem Niveau liegt. Liegt er auf niedrigem Niveau, hindert dieser Eingang den Zähler daran Messungen durchzuführen. (Alternativ kann dieser Eingang an die rückseitige Schnittstelle gelegt werden.)

⑥ PROBE COMP

Dieser Testpunkt liefert ein Rechtecksignal (≈ 5 V), das in Verbindung mit der Funktion „PROBE COMP“ für die Kompensation von Prüf-Tastköpfen verwendet werden kann (siehe Abschnitt Tastkopfkompensation).

DRUCKKNÖPFE AUF DER FRONTPLATTE

⑦ Funktions-Druckknöpfe

FRQ A (Frequenz A). Mißt die Periode des Signals auf Kanal A, berechnet sie und stellt dann die Frequenz dar.

PERIOD A. Mißt die Periode des Signals auf Kanal A und stellt sie dar.

WIDTH A. Mißt die Breite eines Impulses auf Kanal A. Steht CHANNEL A SLOPE auf +, wird die positive Impulsbreite gemessen. Steht CHANNEL A SLOPE auf –, wird die negative Impulsbreite gemessen.

TIME A → B. Mißt die Zeit zwischen dem ersten Auftreten eines Ereignisses auf Kanal A und dem ersten, darauffolgenden Ereignis auf Kanal B.

RISE/FALL A (Anstiegszeit A – Abfallzeit A). Mißt automatisch die Anstiegszeit/Abfallzeit (10% und 90%) des Signals auf Kanal A. Wenn der Knopf gedrückt wird, werden die entsprechenden Triggerpegel gemessen und berechnet. Wenn sich die Signalamplitude ändert, kann der Knopf nochmals gedrückt werden. Bei CHANNEL A SLOPE +, wird die Anstiegszeit gemessen; für die Abfallzeit drücken Sie CHANNEL A SLOPE –, vor RISE/FALL A. Da bei dieser Messung der Kanal B verwendet wird, werden dessen Einstellungen automatisch so eingestellt, daß sie denen auf Kanal A entsprechen. Nach dem Drücken von RISE/FALL A steht es dem Anwender frei Kanal A oder Kanal B an spezielle Messanforderungen anzupassen, auch wenn das Ergebnis keine traditionelle Anstiegs-/Abfallzeit mehr ist. (Siehe Anstiegszeit A und Abfallzeit A weiter hinten in diesem Abschnitt).

RATIO B/A. Das Verhältnis der Ereignisse auf Kanal B, geteilt durch die Ereignisse auf Kanal A im gleichen Zeitintervall, wird gemessen und dargestellt.

In den drei Totalize-Betriebsarten werden die Ereignisse die auf Kanal A und Kanal B auftreten gezählt.

TOTAL A. In der Betriebsart Total A werden nur die Ereignisse auf Kanal A dargestellt.

TOTAL A + B. Stellt die Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal A plus der Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal B dar. Die Ereignisse auf Kanal B werden erst nach dem ersten gültigen Ereignis auf Kanal A gezählt.

TOTAL A – B. Stellt die Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal A minus der Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal B dar. Die Ereignisse auf Kanal B werden erst nach dem ersten gültigen Ereignis auf Kanal A gezählt. Wenn A–B negativ ist, leuchtet ein Minuszeichen auf.

ANMERKUNG

Nach Drücken eines Totalize-Knopfes leuchtet der Knopf START/STOP auf und zeigt an, daß ein Stopp-

Zustand besteht. Um den Totalize-Vorgang zu starten, muß der Knopf START/STOP gedrückt werden.

Auch die Anzahl der dargestellten Zahlen wird durch die AVGS-Einstellung „skaliert“. Der Zählvorgang wird durch diese Skalierung nicht beeinflusst und kann daher während des Zählens, ohne Verlust von Zählungen, verändert werden. Auch wenn die Zählung gestoppt wurde, kann die Darstellung nach rechts oder links verschoben werden.

PROBE COMP. In dieser Betriebsart wird im Anzeigebereich ein sichtbares Zeichen gegeben, das dem Anwender ermöglicht, angeschlossene Tastköpfe mit hoher Impedanz, einfach zu kompensieren. (Siehe Abschnitt Tastkopf-Kompensation.)

TIME MAN (Time Manual). Mißt die Zeit nach Drücken des Knopfes MEASUREMENT START/STOP (einmal für Start und einmal für Stopp). Die summierte Zählung (Zeit) wird nicht zurückgestellt, bis der Druckknopf RESET gedrückt wird. Wie bei den Totalize-Betriebsarten geht diese Funktion beim ersten Anwählen in den Stopp-Status, was durch das Aufleuchten des Knopfes START/STOP angezeigt wird.

EVENTS B DUR A (Ereignisse B während A). Mißt die Anzahl der Impulse auf Kanal B in der Zeitspanne, während der das Eingangssignal auf Kanal A größer (+ SLOPE), oder kleiner (– SLOPE) als der Triggerpegel von Kanal A ist.

8 LEVEL CH A, CH B.

Stellt den gewählten Triggerpegel dar. Die Triggerpegel können für beide Kanäle durch Eindrücken des entsprechenden LEVEL-Knopfes und dann Anwendung der Erhöhungs-, oder Verminderungs-Taste (10) eingestellt werden. Um aus dieser Betriebsart wieder herauszukommen, kann der Anwender den Knopf LEVEL A (B) ein zweites Mal oder irgendeinen Funktionsknopf drücken.

9 AVGS (Averages)

Nach Drücken dieses Knopfes wird die derzeitige AVGS-Einstellung dargestellt und das Gerät für eine neue Einstellung bereit gemacht. Der Anwender kann dann zwischen mehreren Betriebsarten wählen.

AUTO – (drücken Sie den Knopf AUTO, –1 wird dargestellt). Diese Betriebsart bietet die bestmögliche Auflösung bei einer Meßzeit von etwa 300 ms.

0 – (setzt den Exponenten auf Null). Die gewählte Messung wird mit mindestens einem Ereignis durchgeführt. Diese Betriebsart wird für die Messung einzelner Signale verwendet. Bei den meisten Frequenzen wird in Wirklichkeit aus mehr als einem Ergebnis der Mittelwert gebildet; weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt Spezifikationen.

10^n , = 1 bis 9 – Bietet Auswahl der Mindestanzahl von Mittelwertbildungen in dekadischen Stufen.

▲▼ Die Erhöhungs-/Verminderungstasten werden zur Erhöhung/Verminderung des Exponenten auf die nächste gültige Einstellung verwendet.

ANMERKUNG

Die AVGS-Einstellungen beeinflussen bei Totalize-Messungen die Anzahl der dargestellten Zahlen. In Stellung Auto bei $n = 0$, werden die ersten neun Zahlen links vom Dezimalpunkt dargestellt. Bei $n = 1$ bis 9, wird das Meßergebnis mit 10^n „skaliert“ und dargestellt.

10

▲ Dieser Knopf erhöht den entsprechenden Triggerpegel, wenn LEVEL CH A – CH B gewählt wurde oder die Anzahl der Mittelwertbildungen, wenn AVGS gewählt wurde. Die Spannungspegel werden in Stufen von 4 mV x eingestellter Dämpfungsfaktor erhöht oder vermindert.

▼ Dieser Knopf vermindert den entsprechenden Triggerpegel, wenn LEVEL CH A – CH B gewählt wurde oder die Anzahl der Mittelwertbildungen wenn AVGS gewählt wurde.

LIMIT

Dieses Licht leuchtet auf, wenn entweder die Erhöhungs- (↑) oder die Verminderungstaste (↓) eine Einstellung bis zu ihrem Grenzwert erhöht oder vermindert hat. Das Licht geht aus, wenn die Erhöhungs- (↑) oder Verminderungstaste (↓) losgelassen wird.

11 TEST/DISPLAY

Wenn entweder die Knöpfe LEVEL CH A, LEVEL CH B oder der Knopf AVGS erleuchtet sind, kann die Darstellung der Sieben-Segment-Anzeige mit diesem Knopf abwechselnd dargestellt werden. Einmaliges Drücken schaltet die Darstellung zurück auf die Wiedergabe der Funktionsergebnisse (Frequenz, Periode usw.), wobei die Erhöhungs-/Verminderungstasten aktiv bleiben. Bei nochmaligem Drücken wechselt die Anzeige zurück auf die Darstellung des Spannungspegels oder des Mittelwertexponenten. Dies ermöglicht dem Anwender, entweder die Änderung der Parameter oder den Einfluß den diese Änderung auf die Funktionsergebnisse hat, zu beobachten.

Wenn die Knöpfe LEVEL oder der Knopf AVGS nicht aufleuchten, wird der Knopf TEST/DISPLAY für die Wahl der Betriebsart Test verwendet. In dieser Betriebsart wird ein Teil des Einschalt-Tests (ohne RAM) wiederholt. Wird ein Fehler entdeckt hält der Test an und der entsprechende Fehlercode wird dargestellt. Um die Betriebsart Test zu verlassen, drücken Sie irgendeine Funktionstaste.

12 AUTO TRIG/AUTO

Wenn die Knöpfe LEVEL und AVGS nicht erleuchtet sind, veranlaßt ein Drücken dieses Knopfes eine automatische Triggerung auf beiden Kanälen A und B (die maximalen und minimalen Spitzenwerte der Eingangssignale auf den Kanälen A und B werden gemessen und die Triggerpegel auf die Mittelpunkte gestellt). Ist LEVEL CH A gewählt, veranlaßt das Drücken dieses Knopfes eine automatische Triggerung nur auf Kanal A, wenn LEVEL CH B erleuchtet ist nur auf Kanal B. Ist AVGS erleuchtet, wird mit Drücken des Knopfes –1 eingegeben, der Code für Auto Averages.

13 NULL

Durch Drücken des Knopfes NULL wird das derzeitige Meßergebnis gespeichert und diese Zahl dann von allen darauf folgenden Messungen abgezogen (wobei der Knopf erleuchtet bleibt). Dies ist besonders nützlich bei Time A → B Messungen, wo es für das Ausnullen systematisch auftretender Fehler, wie ungleiche Kabellängen und Fehlanpassungen verwendet werden kann; es steht jedoch für alle Messfunktionen zur Verfügung.

Die Average-Einstellung kann verändert werden, ohne daß die mit NULL gespeicherte Messung verlorengeht. Jetzt zieht das Gerät zwei Zahlen unterschiedlicher Auflösung ab. Das Ergebnis einer solchen Subtraktion hat in Wirklichkeit die Auflösung der niedrigeren Auflösungszahl, das ist die Zahl, die der Zähler automatisch zu der Bestimmung verwendet, wieviele Zahlen darzustellen sind.

Nochmaliges Drücken des Knopfes stellt das Ergebnis auf Null zurück.

Um die Betriebsart Null zu verlassen, drücken Sie irgendeinen Funktionsknopf (einschließlich des Knopfes für die bereits gewählte Funktion).

14 INST ID

Wird dieser Druckknopf gedrückt, wird die Darstellung ausgetastet. Bei programmierbaren Geräten wird bei Drücken dieses Knopfes die derzeitige GPIB Adresse und das Mitteilungs-Endezeichen dargestellt.

15 MEASUREMENT START/STOP

Dieser Druckknopf kann bei allen Funktions-Betriebsarten, mit Ausnahme von Probe Comp und Test, verwendet werden. Ist er erleuchtet, ist die Messung „geSTOPpt“. Durch Drücken des Knopfes wird eine „geSTOPpte“ Totalize oder Time Manual Messung an dem dargestellten Ergebnis „geSTARTed“. Andere Messungen (mit Ausnahme von Probe Comp und Test) „STARTen“ eine neue Messung. Ist die Messung „geSTARTet“, veranlaßt das Drücken des Knopfes alle Messungen (mit Ausnahme von Probe Comp und Test) die Zählung anzuhalten.

Ist „geSTOPpt“, lesen Totalize und Time Manual Messungen die letzte Zählung in der Zählerkette ab und stellen die Darstellung noch einmal auf den neuesten Stand.

16 RESET

Wenn eine Messung gestoppt worden ist, wird durch Drücken dieses Knopfes eine weitere Einzelmessung ausgelöst. Wird RESET gedrückt wenn der Zähler sich in der Mitte einer Messung befindet, wird die laufende Messung unterbrochen und eine neue Messung gestartet. Während RESET gedrückt ist, wird auch ein Segment-Test aller LED's auf der Frontplatte, einschließlich der Druckknöpfe und Anzeigelämpchen durchgeführt.

17 FILTER (20 MHz) (Kanal A und Kanal B)

Wenn dieser Knopf aufleuchtet, wird die Bandbreite beider Kanäle auf 20 MHz reduziert. Dies ermöglicht die Unterdrückung von HF-Brumm. Es kann auch für die erste Einstellung der Auto Triggerpegel oder der Anstiegs-/Abfallpegel bei einem Signal mit positivem oder negativem Überschwingen verwendet werden.

BEDIENUNGSHINWEISE

EINFÜHRUNG

Allgemeine Angaben

Der DC 5010 ist ein Universalzähler, der auf einem Mikroprozessorsystem aufgebaut ist. Der Zähler kann elf Meßfunktionen mit neunstelliger Auflösung und zwei spezielle Funktionen – Tastkopfkompensation (PROBE COMP) und Selbst-Test (TEST) – durchführen.

Das Mikroprozessorsystem stellt automatisch das Meßintervall ein, führt die erforderlichen Berechnungen auf den erfaßten Daten durch und veranlaßt die Darstellung des Ergebnisses mit der für die jeweils gewählte Meß-FUNCTION, die Anzahl der Messungen (AVERAGES) und die Betriebsbedingungen, bestmöglichen Auflösung.

Darstellung Selbst-Test

Wenn die Selbst-Test-Routine beim Einschalten einen Fehler entdeckt, kann im Anzeigefenster einer der in Tabelle 2-1 angegebenen Fehlercodes erscheinen. Überlassen Sie die Behebung des Fehlers dem qualifizierten Servicepersonal.

ANMERKUNG

Ein Signal mit einem großen Gleichspannungs-Offset, das beim Einschalten an einem der Kanaleingänge liegt, kann das gesamte Eingangssignal aus dem Triggerbereich bringen. Wenn dieser Zustand besteht, kann ein Fehlercode angezeigt werden. Klemmen Sie alle Eingangsverbindungen ab oder reduzieren Sie das Offset und schalten dann wieder ein. Dieser Fehlerzustand kann auch durch ein ARM Eingangssignal mit niedrigem Pegel während des Einschaltvorgangs verursacht werden.

ANMERKUNG

Überlassen Sie die Behebung von Fehlerzuständen dem qualifizierten Servicepersonal.

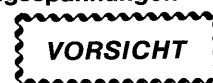
Tabelle 2-1

FEHLERCODES DER FRONPLATTEN-DARSTELLUNG

Serieller I/O Fehler	313
Kanal A	
Zähler Integrität	320–324, 329
Kanal B	
Zähler Integrität	330–334, 339
System RAM Fehler U1410	340
System RAM Fehler U1610	341
System RAM Fehler U1311	342
ROM Plazierungsfehler U1610	361
ROM Plazierungsfehler U1102	374
ROM Plazierungsfehler U1201	375
ROM Plazierungsfehler U1410	380
ROM Prüfsummenfehler U1610	381
ROM Prüfsummenfehler U1102	394
ROM Prüfsummenfehler U1201	395

EINGÄNGE

Maximale Eingangsspannungen



Um Beschädigungen des Gerätes zu vermeiden achten Sie darauf, daß die an die Anschlüsse auf der Frontplatte und die rückseitigen Interface-Eingänge angelegten Spannungen nicht die angegebenen Grenzwerte übersteigen. Siehe Abschnitt Spezifikationen.

Der Außenmantel der BNC-Buchse auf der Frontplatte ist über den Erdungsschutzleiter des Netzkabels mit Masse verbunden. Achten Sie darauf, daß der Leiter der Eingangssignal-Leitung diesen Außenmantel nicht berührt.

Bei der Messung von Netzfrequenzen (50 oder 60 Hz) soll immer ein Trenntransformator (mit weniger als 15 V Ausgang) verwendet werden.

Vorsicht bei Signalen mit hoher Frequenz und großer Amplitude (über 80 MHz). Bei diesen hohen Frequenzen beträgt die höchstzulässige Eingangsspannung $4 V_{SS}$.

Anschluß externer und interner Signalquellen

Der DC 5010 kann für die Messung von Eingangssignalen zu den Kanälen von der Frontplatte verwendet werden. Die Druckschalter SLOPE, TERM, ATTEN und COUPL sind bei jeder Signalquelle wirksam.

Wenn zwischen den BNC-Anschlüssen auf der Frontplatte und der Meßquelle ein Signaltastkopf mit hoher Impedanz verwendet werden soll, nehmen Sie einen Tastkopf der die Eingangskapazität des Zählers (unter 24 pF) kompensieren kann. Für alle Digital-, Logik-Anwendungen wird der speziell für diese Zähler entwickelte Tastkopf TEKTRONIX P6125 empfohlen. Der Zähler ist jedoch so konstruiert, daß er auf ECL-Signalen richtig triggert, auch wenn ein X10 Teiler-Tastkopf verwendet wird.

MESSUNGEN

Eingangskopplung, Brumm und Dämpfung

Für die Ankopplung des Eingangssignals an die CH A oder CH B Eingangsverstärker, können Sie entweder die Betriebsart AC-Kopplung (AC COUPL) oder DC-Kopplung (DC COUPL) verwenden. Wenn das zu messende Signal auf einem DC-Pegel liegt, kann seine Amplitude außerhalb des Triggerpegel-Bereichs liegen. Die Betriebsart AC COUPL sollte für sich wiederholende Signale mit fixierter Frequenz und konstanter Periode verwendet werden, die auf einem hohen Gleichspannungspegel liegen. Bei der Messung von Sinus-Frequenzen ist die Wahl der SLOPE relativ unwichtig. Der 50 Ω Abschluß wird für hochfrequente 50 Ω -Systeme verwendet, während 1 M Ω für Tastköpfe mit hoher Impedanz und für andere Fälle hoher Impedanz benutzt wird. Bei 50 Ω könnte der interne Anschlußwiderstand

beschädigt werden, wenn der Anwender versehentlich ein großes Überschwingsignal anlegt. Um dies zu verhindern, schaltet der DC 5010 bei den meisten Signalen die den 50 Ω Widerstand beschädigen könnten automatisch auf 1 M Ω um. Weitere Einzelheiten finden Sie im Abschnitt Spezifikationen.

Wenn sich die Frequenz oder die Periode des Signals verändert kann sich der Triggerpunkt verschieben, wodurch der Meßvorgang angehalten wird. Verwenden Sie darum für niederfrequente AC-Signale, Signale mit niedriger Periode und bei Zeitintervall-Messungen die Betriebsart DC COUPL (Time A \rightarrow B, Rise/Fall A, Events B Dur A und Width A).

Brumm kann mit dem zu messenden Signal an die Eingangsverstärker gelangen. Brumm kann aus der Betriebsumgebung und der Signalquelle kommen oder durch schlechte Anschlüsse verursacht werden. Besitzt der Brumm genügend Amplitude, kann er durch falsche Triggerung zu ungenauen Messungen führen. Siehe Bild 2-3. Der DC 510 besitzt ein 20 MHz Tiefpaßfilter (FILTER), das bei der Beseitigung oder Reduzierung von Brumm nützlich ist.

Der lineare Betriebsbereich beschreibt die Spannungsgrenzen, die richtige Triggerung ohne Störung erlauben. Die minimalen Signalamplituden werden durch die Eingangsempfindlichkeiten der Betriebsarten AC COUPL und DC COUPL, bei entweder 1 M Ω oder 50 Ω Abschluß (siehe Spezifikationen), definiert. Richtige Einstellung der Regler ATTEN (Dämpfung) sichert den Betrieb innerhalb der maximalen Spannungsgrenzen; ± 2.0 V bei X1 ATTEN, ± 10 V bei X5 ATTEN.

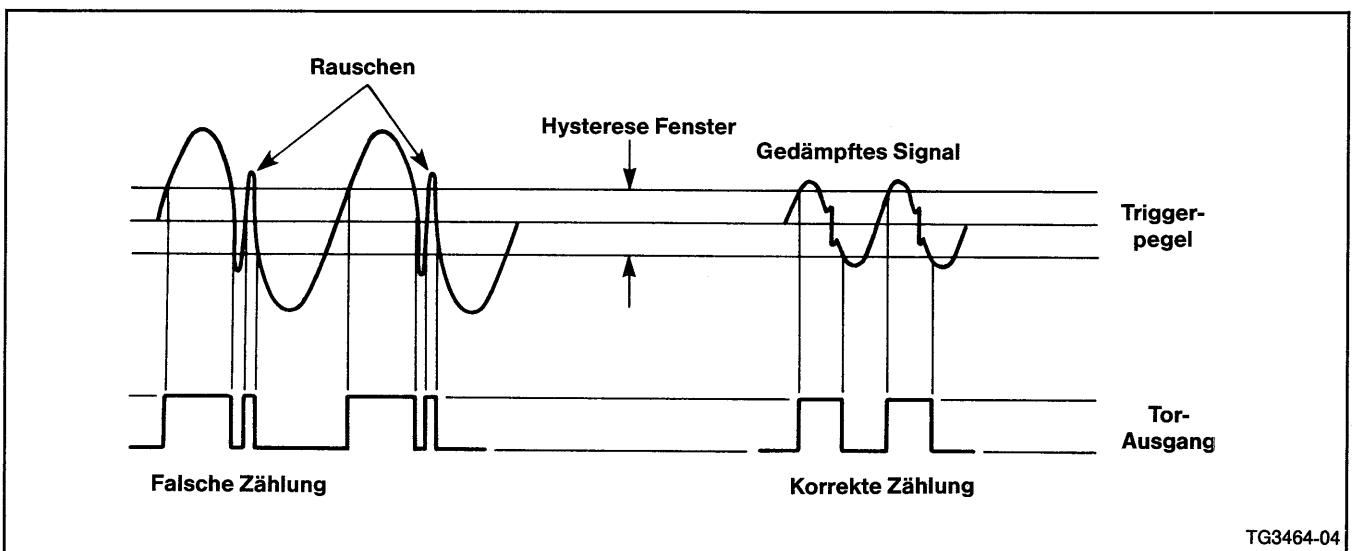


Bild 2-3. Vorteile der Signaldämpfung

Triggenung des Zählers

Der DC-Triggerpegel wird durch die Wahl von SLOPE und LEVEL oder durch den Knopf AUTO TRIG bestimmt.

Die Knöpfe LEVEL CH A und LEVEL CH B werden zusammen mit den Erhöhungs- (↑) und Verminderungs- (↓)-Tasten dazu verwendet, das Triggerungs-Hysteresefenster kontinuierlich nach oben oder unten durch einen ± 2.0 V Bereich in Stufen von 4 mV einzustellen. Das Hysteresefenster ist typisch 50 mV_{SS}. Zur Bestimmung der exakten Triggerpegel-Einstellungen, drücken Sie LEVEL CH A (oder LEVEL CH B); die entsprechenden Pegel werden dargestellt. Für die Rückkehr zum Meßvorgang drücken Sie nochmals LEVEL CH A oder LEVEL CH B (jenachdem welcher gerade erleuchtet ist). Das Drücken irgendeiner Funktionstaste läßt das Gerät ebenfalls in die Betriebsart Messen zurückgehen.

Wenn der Knopf AUTO TRIG aktiviert ist, führt der Mikroprozessor eine Software-Routine durch, um die maximalen und minimalen Grenzen der Eingangsspannungen auf Kanal A und B zu bestimmen. Dann stellt die Routine automatisch die Triggerpegel der Kanäle auf 50% +(-) 24 mV für die +(-) Flanken ihrer gemessenen Minimum- und Maximum-Werte ein. Dies geschieht bei Frequency, Period und Totalize Messungen. Auto Trig ist auch für Impulsbreiten- (Betriebsart WIDTH A) und Time A → B Messungen nützlich. Die erfolgreiche Anwendung des Auto Trig benötigt dazu Signalamplituden von mindestens der zweifachen Größe der effektiven Hysterese. Typisch sind Signale mit Amplituden über 140 mV_{SS}. Der Grund dafür ist, daß der tatsächliche Auslösepegel des Hysteresefensters bei Width und Time A → B genau auf den 50% Punkt gestellt wird.

Bild 2-4 zeigt typische Triggerpegel-Einstellungen und die Wichtigkeit der richtigen Triggerpegel-Einstellung, um Fehler durch Anstiegszeiten (Abfallzeiten) des Eingangssignals oder durch unterschiedliche (oder einfach langsame) Übertragungszeiten der Start- und Stoppimpulse zu vermeiden. Die Beobachtung der SHAPED OUT Signale auf einem Oszilloskop – während der Einstellung des Triggerpegels – kann bei der Reduzierung von Triggerfehlern eine Hilfe sein.

Obwohl die Betriebsart Auto Trig sehr bequem ist, wird durch sie nicht die Notwendigkeit aufgehoben auf die Amplituden des Eingangsbrumms, die Ankopplung, den passenden Eingangswiderstand und die Dämpfungsfaktoren zu achten. Großes Überschwingen des Eingangssignals kann durch unerwünschte Pegel-einstellung zu falschen Zählungen führen. Der mittlere Wert des Eingangssignals kann dargestellt werden. Für Mittelwerteinstellungen beträgt die Niederfrequenzgrenze der Betriebsart Auto Trig 10 Hz. Unter 10 Hz wird der automatische Triggerpegel auch noch zwischen die Maximal- und Minimalwerte des Signals eingestellt, aber nicht unbedingt auf den 50% Punkt. Bei Gleichspannungs-Eingängen wird der durch Auto Trig eingestellte Pegel wieder korrekt.

Reduzierung von Meßfehlern

Als Hilfe bei der Reduzierung von Meßfehlern merken Sie sich die nachstehenden Faktoren

- Verwenden Sie die Regler ATTEN und Teiler-Tastköpfe mit hoher Impedanz, wenn Sie Signale aus Schaltkreisen mit hoher Impedanz messen.
- Verwenden Sie den Regler 50 Ω TERMination für Hochfrequenz 50 Ω Systeme mit niedriger Impedanz.
- Achten Sie auf Triggerfehler, die durch Eingangssignale mit langsamen Anstiegs- und Abfallzeiten verursacht werden.
- Verwenden Sie zum Reduzieren von Hochfrequenz-Rauschen das 20 MHz FILTER.
- Ermitteln Sie den Meßdurchschnitt aus einer großen Anzahl von Perioden des Eingangssignals (größere Anzahl von AVERAGES).
- Halten Sie die Umgebung des Zählers auf einer gleichbleibenden Temperatur.
- Um eine größere Stabilität zu erreichen, gewähren Sie dem Gerät eine längere Aufwärmzeit (> 1/2 Std.).
- Ersetzen Sie die normale Zeitbasis durch die zusätzliche Zeitbasis mit höherer Stabilität.
- Legen Sie an die rückseitigen Interface-Eingänge ein externes Zeitbezugs-Normal von 1 MHz, 5 MHz oder 10 MHz an.
- Falls erforderlich, kalibrieren Sie neu.

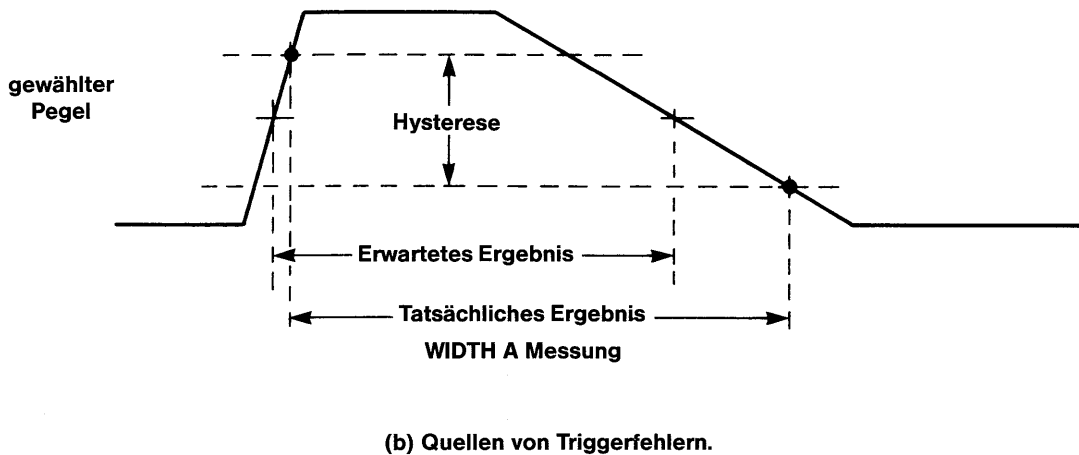
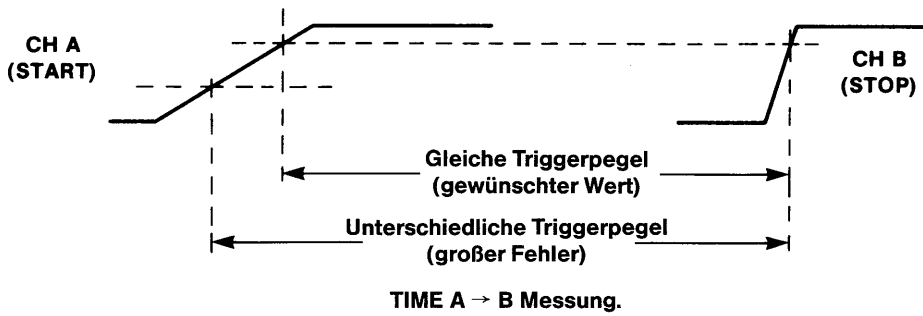
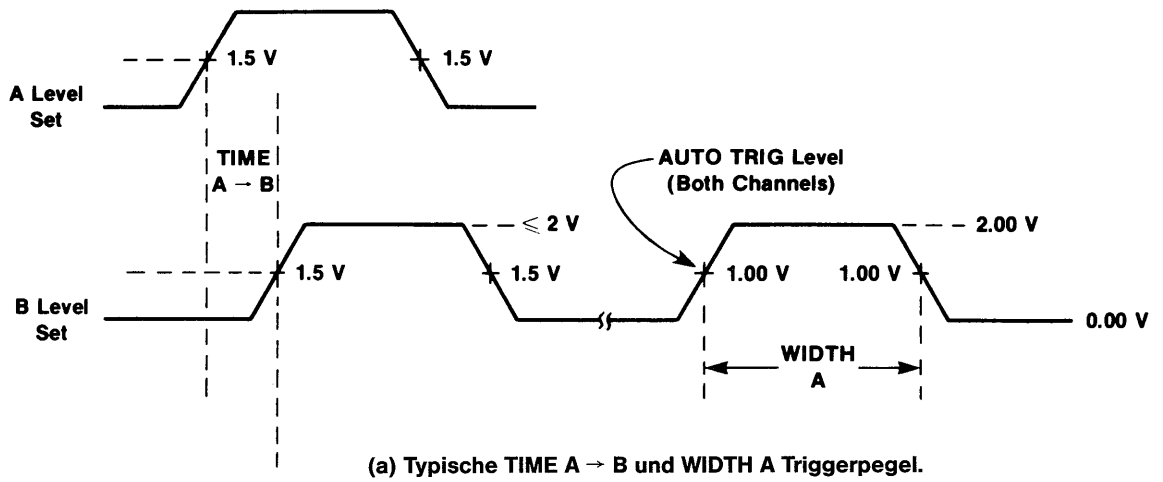
MESSEBEISPIELE

Frequency A und Period A

Wenn der Zähler in den Betriebsarten FREQUENCY A oder PERIOD A arbeitet, mißt er immer die Periode des Eingangssignals auf Kanal A. Bei FREQUENCY A berechnet der Mikroprozessor die Frequenz aus

$$f = \frac{1}{T} \quad (T = \text{Periode})$$

und stellt das Ergebnis in Frequenzeinheiten dar. Bei PERIOD A wird das Ergebnis in Zeiteinheiten dargestellt. Der interne 320 MHz Takt gewährleistet sehr hohe Auflösung bei Frequenz und Periode. Bei Periodenmessungen schneller Signale mit Mittelwertbildungen aus 10⁹, beträgt diese Auflösung $\pm 31,25$ Attosek. (31,25 x 10⁻¹⁸ Sek.).



TG(3464-05)3897-04

Bild 2-4. Typische Triggerpegel und Quellen für Triggerfehler

Ratio B/A

In der Betriebsart RATIO B/A mißt der Zähler die Anzahl der Ereignisse auf beiden Kanälen während der Zeit die benötigt wird, um die gewählte Anzahl der Ereignisse auf Kanal A zu sammeln. Die Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal B wird dann durch die Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal A geteilt und das Ergebnis, ohne Zeit- oder Frequenzeinheiten, dargestellt.

Der Verhältnsbereich geht von 10^{-8} bis 10^9 . Anlegen der höheren Frequenz an Kanal B erzeugt ein Verhältnis größer als Eins; Anlegen der niedrigeren Frequenz an Kanal B erzeugt ein Verhältnis kleiner als Eins. Die beste Auflösung bei großen Verhältnissen erhält man mit der höheren Frequenz an Kanal B.

Width A und Time A → B (Zeitintervall)

Bild 2-5 zeigt Messungen mit den Funktionen WIDTH A und TIME A → B. Die Funktion WIDTH A mißt das Zeitintervall zwischen der ersten gewählten, positiven oder negativen Flanke (\pm SLOPE) des Signals auf Kanal A und der nächsten Flanke entgegengesetzter Polarität.

Die Funktion TIME A → B mißt das Zeitintervall zwischen dem ersten gewählten Auftreten (\pm SLOPE) eines Ereignisses auf Kanal A und dem ersten gewählten Auftreten (\pm SLOPE) eines Ereignisses auf Kanal B. Über die gewählte Anzahl der Ereignisse auf Kanal A kann der Mittelwert (AVGS) ermittelt werden, da es ein Ereignis auf Kanal B je Ereignis auf Kanal A gibt.

Wenn eine der Funktionen WIDTH A, TIME A → B, oder RISE/FALL A aktiviert ist, schaltet der Mikroprozessor einen internen Rauschgenerator ein, der die interne 3,125 ns Zeitbasis moduliert und dem Zähler die fehlerfreie Messung von Eingangssignalen ermöglicht, die sonst mit seiner Zeitbasis synchron laufen würden. Siehe Bild 2-5.

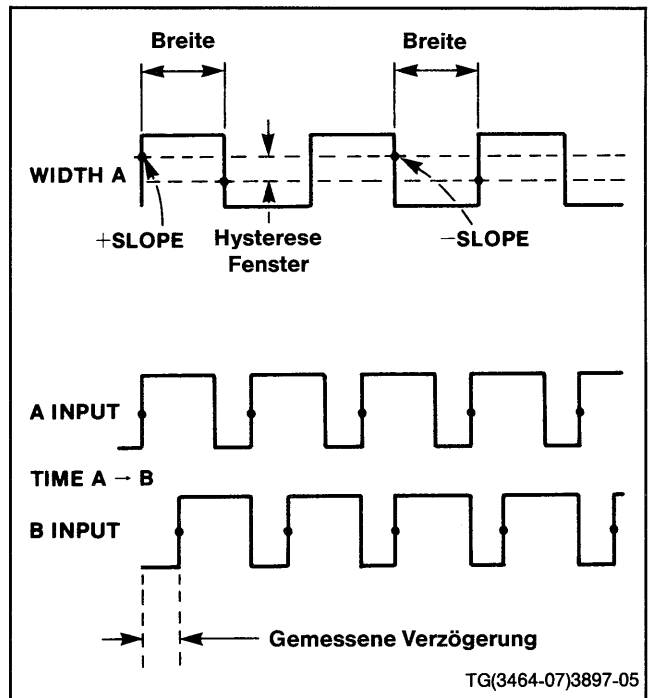


Bild 2-5. Meßbeispiele WIDTH A und TIME A → B.

In Bild 2-6 könnte das Zeitintervall (4,68525 ns, WIDTH A) mit einer nicht modulierten Zeitbasis und Mittelwertbildung nicht mehr so genau gemessen werden, wie bei einer Einzelmessung (AVGS = 0). Durch Anwendung des phasenmodulierten Takt-Impulses und Einstellen des Schalters AVGS auf größer als 1, wird der Zähler in diesem Beispiel veranlaßt, in einer Hälfte der Zeit einen Takt-Impuls und in der anderen Hälfte der Zeit zwei Takt-Impulse zu zählen. Wenn, z. B., AVGS auf 10 (10^1) gestellt wird, beträgt die Gesamtzeit für die Zählung min-

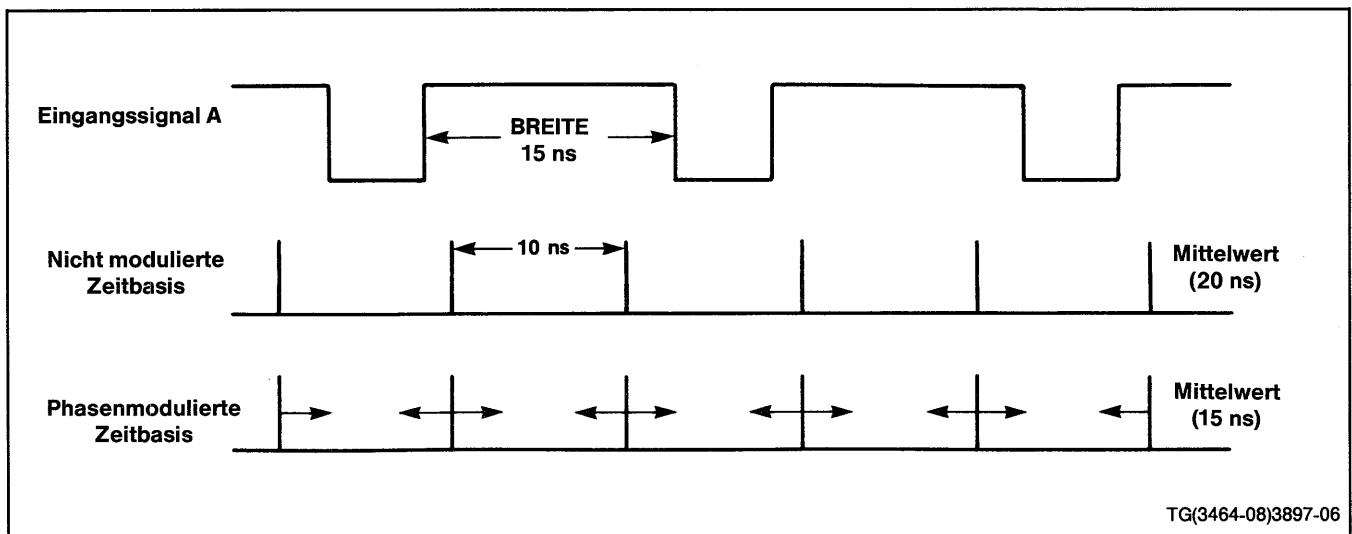


Bild 2-6. Meßbeispiel für synchrone Eingangssignale.

destens 46,8525 ns. Zehn Mittelwertbildungen ergeben 15 Zählungen (5 Zählungen + 10 Zählungen). Teilt man die Gesamtzählung durch die Anzahl der Mittelwertbildungen, entspricht der Mittelwert (Zählung/Intervall) jeder Zählung 3,125 ns. Das Ergebnis ist dann $15 / 10 \times 3,125 = 4,68525$, was auf dem DC 5010 als 4,6 ns dargestellt würde.

Null

Durch Drücken des Knopfes NULL wird das derzeitige Meßergebnis gespeichert und diese Zahl dann von allen darauffolgenden Messungen abgezogen (wobei der Knopf erleuchtet bleibt). Dies ist besonders nützlich bei TIME A → B Messungen, wo es für das Ausnullen systematisch auftretender Fehler, wie ungleiche Kabellängen und Fehlanpassungen verwendet werden kann; es steht jedoch für alle Meßfunktionen zur Verfügung.

Die Average-Einstellung kann verändert werden, ohne daß die mit NULL gespeicherte Messung verloren geht. Wenn das Gerät zwei Zahlen unterschiedlicher Auflösung abzieht, hat das Ergebnis einer solchen Subtraktion die Auflösung der niedrigeren Auflösungszahl. Das ist die Zahl, die der Zähler automatisch zu der Bestimmung verwendet, wieviele Zahlen darzustellen sind.

Nochmaliges Drücken des Knopfes stellt das Ergebnis auf Null zurück.

Um die Betriebsart Null zu verlassen, drücken Sie irgendeinen Funktionsknopf (einschl. des Knopfes für die bereits gewählte Funktion).

Events B During A

Die Funktion EVENTS B DUR A ist im Grunde die Gleiche wie WIDTH A mit der Ausnahme, daß der Zähler anstelle der Taktflanken, die gewählte Anzahl positiver oder negativer Ereignisse zählt (\pm SLOPE, Kanal B), die während einer gewählten positiven oder negativen Impulsbreite auf Kanal A (\pm SLOPE, Kanal A) auftreten. Daher wird die interne Zeitbasis in dieser Funktion nicht gezählt. Bild 2-7 zeigt ein Meßbeispiel. Von den Ereignissen auf Kanal B wird über die gewählte Anzahl der Impulsbreiten auf Kanal A der Durchschnitt (AVGS) ermittelt.

Time Manual

In der Funktion TIME MANUAL wird das Zeitintervall (bis auf eine hunderstel Sekunde genau) zwischen dem ersten und zweiten Eindrücken des Druckknopfes MEASUREMENT START/STOP gemessen und dargestellt. Durch Drücken und wieder Loslassen des Druckknopfes RESET, kann die Zeitzählung auf Null zurückgestellt und wieder gestartet werden. Der Schalter AVGS hat in der Betriebsart Time Manual keinen Einfluß. Beim ersten Umschalten auf diese Funktion steht die Messung auf STOP, was durch den erleuchteten Knopf START/STOP angezeigt wird.

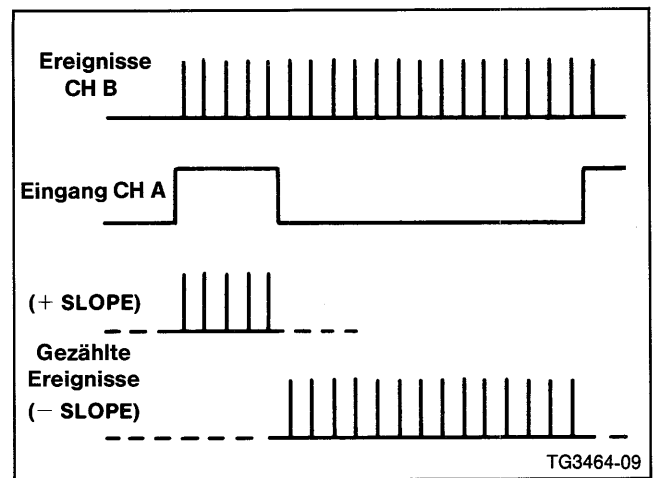


Bild 2-7. Meßbeispiel EVENTS B DURING A.

Totalize A

Die Funktion TOTALIZE A ist im Grunde die Gleiche wie TIME MANUAL mit der Ausnahme, daß der Zähler statt der Impulse der internen Zeitbasis die Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal A zählt, die zwischen zweimaligem, aufeinanderfolgendem Eindrücken des Druckknopfes MEASUREMENT START/STOP auftreten und daß der Schalter AVGS in dieser Betriebsart wirksam ist. Steht der AVGS Exponent auf 0 oder AUTO (-1), werden ganze Zahlen dargestellt. Bei anderen Einstellungen arbeitet der Schalter AVGS als ein Zehnfach-Skalierungsanzeiger (ermöglicht die Summierung auf alle vierzehn Stellen der internen Zählerkette). Zum Beispiel, mit einem Eingangssignal von 1 MHz und dem Schalter AVGS eingestellt auf 10^6 , repräsentiert die niederwertigste Zahl 10^6 Zählungen und wird jeweils um eine Zählung/Sekunde erhöht ($10^6 \text{ Hz} / 10^6 = 1 \text{ Hz}$). Ist eine Messung beendet, kann dieser Skalierungsfaktor geändert werden (siehe Text); wobei die Darstellung verschoben wird. Dies ermöglicht dem Anwender alle dreizehn Stellen der Zählerkette abzulesen.

Totalize A + B

Die Funktion TOTAL A + B entspricht der Funktion TOTAL A mit der Ausnahme, daß der Zähler die Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal A plus der Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal B zählt. Die B Zählung beginnt erst nach der ersten gültigen A Zählung.

Totalize A - B

Die Funktion TOTAL A - B ist der Funktion TOTAL A + B ähnlich mit der Ausnahme, daß der Zähler die Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal A zählt und davon die Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal B abzieht. Die B Zählung beginnt erst nach der ersten gültigen A Zählung.

Anstiegszeit A und Abfallzeit A

Die Funktion RISE/FALL A ermöglicht dem Anwender die automatische Messung der 10% bis 90% Anstiegszeit (oder Abfallzeit) des für den Zähler spezifizierten Eingangssignals auf Kanal A. Siehe Bild 2–8a. Vor Drücken des Knopfes RISE/FALL A wählen Sie die Flanke (+ = Anstiegszeit; – = Abfallzeit). Die Größe des Eingangssignals wird automatisch gemessen und die 10% und 90% Pegel werden automatisch berechnet und eingestellt.

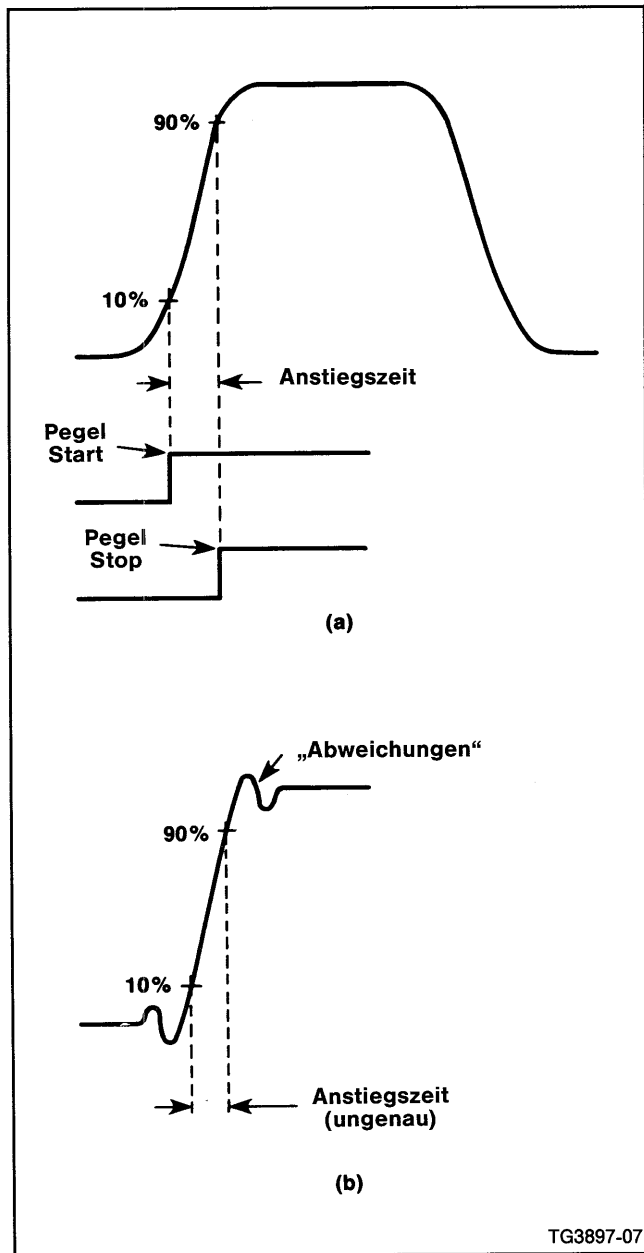


Bild 2–8. Meßbeispiel für die Anstiegszeit.

Intern wird der A Eingang auf beide Kanäle A und B geleitet. Wenn der Knopf RISE/FALL A gedrückt wird, wird die Konditionierung des Eingangs von Kanal A automatisch auch auf Kanal B gegeben (und durch Aufleuchten der Knöpfe auf der Frontplatte angezeigt). Manchmal sind Messungen der Anstiegszeit schwierig durchzuführen und es können Probleme auftreten (auch bei Anwendung der Fähigkeit des Zählers, Pegel automatisch einzustellen). Das zu messende Signal muß den Anforderungen des Zählers (wie sie im Abschnitt Spezifikationen in diesem Handbuch angegeben sind) entsprechen. Die Amplitude des Eingangssignals muß größer als 1.4 V (50 Ω) oder 700 mV (1 M Ω) sein, eine Anstiegszeit nicht unter 4 ns (5 ns bei 1 M Ω) haben und 10% Abweichung nicht überschreiten.

Der DC 5010 verwendet eine Spitzen-Detektorschaltung und erkennt die höchsten Signalspitzen, auch wenn die Spitze eine Abweichung ist (siehe Bild 2–8b). Ist die Abweichung zu groß (mehr als 10%) mißt das Gerät nicht die korrekte Anstiegszeit. Vor Drücken des Knopfes RISE/FALL A, kann der Knopf FILTER (20 MHz) auf der Frontplatte für die Begrenzung der Anstiegszeit (unter 18 ns) des Eingangssignals gewählt werden, um diese Abweichungen zu reduzieren. Die effektive Anwendung des Filters hängt von der Signalbreite und den Abweichungen ab. Drücken Sie den Knopf RISE/FALL A. Nachdem die Signalspitze gemessen und die 10% bis 90% Pegel eingestellt sind, wird das Filter entfernt und der DC 5010 stellt die tatsächliche, unbegrenzte Anstiegszeit dar (ohne Filter).

Nach Drücken des Knopfes RISE/FALL A bleiben die Druckknöpfe auf der Frontplatte aktiv und geben dem Anwender die Möglichkeit, die Signal-Eingangskonditionierung und die Triggerpegel zu modifizieren. Die modifizierte Konditionierung und die Pegel müssen den Anforderungen des Gerätes, wie sie im Abschnitt Spezifikationen in diesem Handbuch angegeben sind, entsprechen.

Wenn, z.B., der Knopf AUTO gedrückt wird (in der Betriebsart RISE/FALL A), bewegen sich die Pegel von Kanal A und Kanal B von den 10% und 90% Punkten auf den 50% Punkt. Werden beim DC 5010 die 20% und 80% Punkte der Anstiegszeit gewünscht, kann man die MIN und MAX Werte (siehe Programmierungshinweise) über den GPIB Bus bekommen. Diese Werte können für die Berechnung dieser 20% und 80% Punkte der Anstiegszeit verwendet werden und in die Kanäle A und B programmiert werden.

Andere spezielle Signalpegel wie TTL hoch oder TTL niedrig können durch den Anwender programmiert werden; es muß jedoch die Einstellung des Abschlusses beachtet werden. Bei 50 Ω Abschluß ist der dargestellte Triggerpegel, wegen der internen Spannungsteilung, nur die Hälfte des tatsächlichen Triggerpegels (was das Gerät nicht bemerkt). Bei 1 M Ω Abschluß berücksichtigt das Gerät keinen angeschlossenen Tastkopf (siehe Anstiegszeit/Abfallzeit Spezifikation für Pegelinformation bei Anwendung von Tastköpfen).

Tastkopfkompensation

Bei 1 M Ω Abschluß wurde der DC 5010 speziell für Kompatibilität mit serienmäßigen Tastköpfen ausgelegt; der Anwender muß jedoch darauf achten, daß der Tastkopf richtig kompensiert ist.

Im DC 5010 ist in den Zähler eine Funktion zur Tastkopfkompensation (PROBE COMP) eingebaut. Sie ermöglicht dem Anwender, ohne Oszilloskop, den Tastkopf am Ort zu kompensieren.

Am Anschluß PROBE COMP auf der Frontplatte, steht ein Rechtecksignal von etwa 1 kHz, mit einer Amplitude von etwa 5 V zur Verfügung.

Bevor Sie auf die Betriebsart PROBE COMP umschalten, verbinden Sie die Spitze des Tastkopfes mit dem Anschluß PROBE COMP.

Der Zähler sollte als höchstwertigste Zahl (ganz links) eine Null und als niedrigstwertigste Zahl (ganz rechts) eine Null anzeigen. Die Zahl ganz links gilt für einen Tastkopf an Kanal A und die Zahl ganz rechts für einen Tastkopf an Kanal B. Es sollten keine Dezimalpunkte oder Anzeigen erleuchtet sein.

Bei angeschlossenem Tastkopf und angelegtem Rechtecksignal gehen Sie wie folgt vor.

1. Drehen Sie langsam die Tastkopfeinstellung in beide Richtungen, bis die Anzeige für den zu kompensierenden Kanal auf 1 wechselt.

2. Wechseln Sie langsam die Drehrichtung der Tastkopfeinstellung, bis die Anzeige gerade auf 0 zurückspringt. An diesem Punkt ist der Tastkopf kompensiert. Eine 1 zeigt an, daß der Tastkopf überkompensiert ist; eine 0 zeigt Unterkompensation an. Die Feineinstellung sollte in der Richtung erfolgen, in der die 1 gerade auf 0 überspringt.

ANMERKUNG

Wenn eine Anzeige auf 1 geht und dort während einer oder mehrerer vollständiger Umdrehungen der Tastkopfeinstellung bleibt, drücken Sie den Knopf RESET um diesen Zustand zu löschen. Dies kann vorkommen, wenn die Verbindung zum Rechtecksignal während des Einstellvorgangs unterbrochen wurde.

Test-Funktion

Bei der Funktion TEST ist die Darstellung 000 eine Anzeige dafür, daß der Mikroprozessor sich selbst geprüft hat. Der Test prüft auch die internen seriellen Datenpfade, die Integrität der internen Zählerkette (Akkumulatoren) und, nebenbei, die Arbeitsweise des D/A-Wandlers (Triggerpegel) und der Eingangsverstärker.

Das RAM wird bei diesem Selbst-Test nicht geprüft; das RAM wird nur beim Einschaltvorgang geprüft.

ANMERKUNG

Wenn die Eingänge von Kanal A oder Kanal B abgeschlossen sind, müssen die Spitzen der Eingangssignale innerhalb des Triggerpegel-Bereichs des Zählers liegen, damit die Test-Funktion einwandfrei arbeiten kann. Tritt ein Fehler auf, lösen Sie zuerst die Verbindungen zu den Eingängen von Kanal A und Kanal B und wiederholen dann den Test. Eine Verbindung am Eingang Arming kann auch eine fehlerhafte Arbeitsweise verursachen.

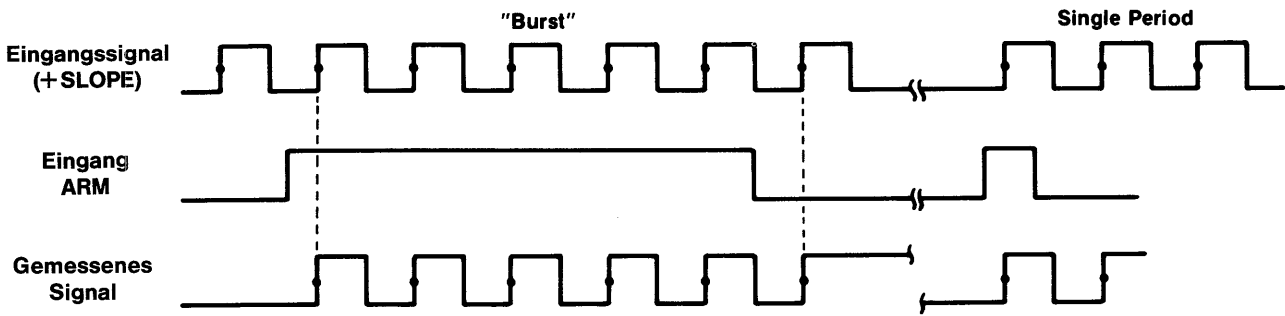
Das Anzeigelämpchen GATE blinkt jedesmal, wenn ein ganzer Testzyklus abgelaufen ist. Wird ein Fehler erkannt, wird der Code dieses Fehlers auf den drei äußersten linken Stellen der siebenstelligen Anzeige dargestellt und der Testzyklus hält an. Der DC 5010 bleibt in der Betriebsart Test, bis eine andere Funktion gewählt wird.

Arming (Eingang ARM)

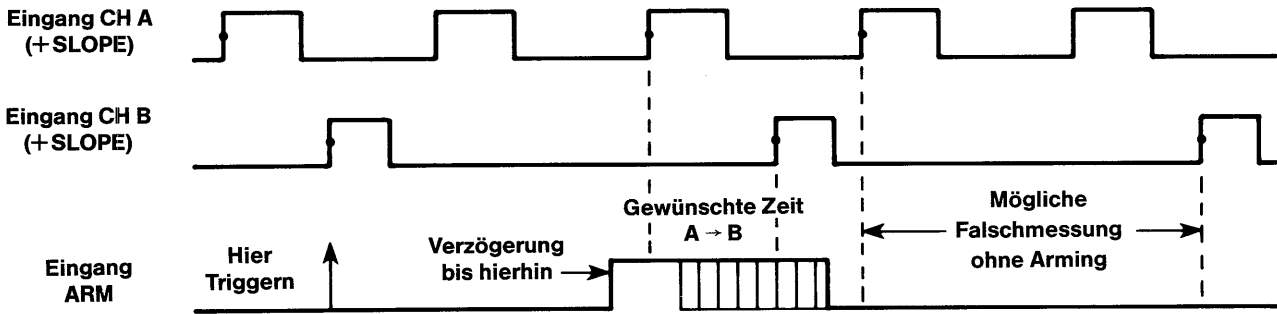
Arming bietet ein Mittel, mit dem einzelne Ereignisse oder Gruppen von Ereignissen für die Messung innerhalb eines komplexen analogen oder digitalen Signals ausgewählt werden können.

Der Eingang ARM benötigt TTL-Signalpegel. Ohne angelegtes Signal liegt der Eingang ARM normalerweise hoch und ist so kontinuierlich in Betrieb. Liegt der Eingang ARM auf einem niedrigen Pegel, wird der Zähler daran gehindert eine Messung zu beginnen. Arming kann bei allen Meßfunktionen verwendet werden außer bei TIME MANUAL, PROBE COMP und TEST. Bei diesen drei Funktionen muß das ARM-Signal hoch liegen.

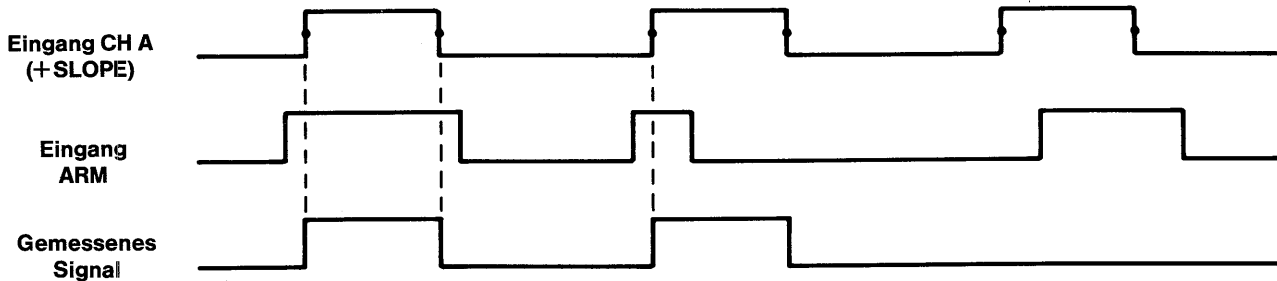
Wenn das Arming-Signal auf ein hohes Niveau übergeht, startet das erste darauffolgende Ereignis auf Kanal A den Meßvorgang. Geht das Arming-Signal auf ein niedriges Niveau über, stoppt das nächste Ereignis auf Kanal A den Meßvorgang. Daher ist eine Steuerung des Zählers, hinsichtlich des Zeitpunktes an dem eine Messung durchgeführt wird, möglich (auch bei komplexen Signalen).



a. Anwendung des „ARMING“ bei den Funktionen FREQUENCY, PERIOD und RATIO.



b. Verwendung eines getriggerten Impulsgenerators zur Erzeugung eines TIME A → B Arming-Signals.



c. Anwendung des „ARMING“ bei den Funktionen WIDTH A und EVENTS B DUR A.

TG(3464-10)3897-08

Bild 2-9. Beispiele des Arming.

Aus diesen Arming-Messungen kann dann der Mittelwert gebildet werden, ähnlich der Mittelwertbildung beim Zeitintervall. Der Zähler bestimmt die Anzahl der darzustellenden Zahlen (mit der bestmöglichen Auflösung) nach der mittleren Anzahl der Ereignisse auf Kanal A. Typisch ist, daß jede Gesamtzählung von Frequenz, Periode und Verhältnis einen Zählfehler enthält und, daß der Zähler die Anzahl von Zahlen darstellt, die unter Berücksichtigung dieses Fehlers richtig ist. Bei Anwendung des Arming in den Betriebsarten Frequency, Period oder Ratio (keine Zeitintervall-Betriebsarten), kann bei jedem Arming und Disarming 1 Zählfehler auftreten. Der Zähler berücksichtigt dies jedoch nicht und stellt nur die Anzahl von Zahlen dar, die auf der Gesamtanzahl der Ereignisse pro Gesamtmessung basieren, unabhängig davon, wie oft das Gerät im Zustand des Arming oder Disarming war.

Die tatsächliche Auflösung bei Periodenmessung mit Arming, ist niedriger als die, die dargestellt wird. Sie kann mit der nachstehenden Verhältnisformel berechnet werden:

$$\text{Auflösung} = \frac{T_c}{N} \sqrt{\frac{NT_p}{T_B}}$$

T_c = Taktperiode

T_p = Eingangsperiode (CH A)

T_B = Zeit vom Startereignis A bis Stopperereignis A

N = Anzahl der Mittelwertbildungen, d. h. 10^6 oder 10^9 usw.

PROGRAMMIERUNG

Einführung

Dieser Abschnitt des Handbuches informiert über die Programmierung des DC 5010 durch Fernsteuerung über den IEEE-488 General Purpose Interface Bus (GPIB). Die nachstehenden Informationen setzen voraus, daß der Leser mit der GPIB-Kommunikation vertraut ist und einige Erfahrung mit der Programmierung von Controllern hat. Mitteilungs-Protokolle sind in der Norm IEEE-488-1978, „Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation“¹ beschrieben und spezifiziert. Alle Bezugnahmen auf GPIB in diesem Handbuch beziehen sich auf den IEEE-488 GPIB. TM 5000 Geräte wurden für die Kommunikation mit allen GPIB-kompatiblen Controllern entwickelt, die ASCII Mitteilungen (Befehle) über den GPIB senden und empfangen. Diese Befehle programmieren das Gerät, oder fragen Informationen vom Gerät ab.

Die Befehle für programmierbare Geräte der Serie TM 5000 wurden für Kompatibilität unter den Gerätetypen entwickelt. Der gleiche Befehl wird bei verschiedenen Geräten für die Steuerung ähnlicher Funktionen verwendet. Ferner sind die Befehle in Mnemoniken spezifiziert, die sich auf die jeweilige Funktion beziehen. Der Befehl INIT, z.B., stellt das Gerät auf seinen Einschalt-Zustand ein. Zur weiteren Erleichterung der Programmierung, entsprechen die Befehls-Mnemoniken in den meisten Fällen denen auf der Frontplatte.

¹ Veröffentlicht durch das Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 345 East 47th Street, New York, N.Y., 10017.

Die Geräte-Befehle werden in drei Formaten dargestellt:

- Eine Abbildung der Frontplatte – die die Beziehung der Befehle zu den Bedienungselementen auf der Frontplatte zeigt (siehe Bild 2-10).
- Liste der funktionellen Befehle – eine Liste, die in Funktionsgruppen mit kurzen Beschreibungen aufgestellt ist.
- Detaillierte Befehlsliste – eine alphabetische Auflistung der Befehle mit vollständiger Beschreibung.

Programmierbare Geräte der Serie TM 5000 werden über eine Versorgungseinheit TM 500x mit dem GPIB verbunden. Der Abschnitt Bedienungsanleitung in diesem Handbuch gibt Hinweise für den Einbau des Gerätes in die Versorgungseinheit. Dieser Abschnitt macht Sie auch mit den Bedienungselementen auf der Frontplatte und den intern wählbaren Gerätefunktionen vertraut. Die GPIB Primäradresse für dieses Gerät kann intern durch qualifiziertes Servicepersonal verändert werden. Bei Versand ist der DC 5010 auf die Adresse mit dem Dezimaläquivalent 20 eingestellt. Auch das Endezeichen kann intern durch qualifiziertes Servicepersonal ausgewählt werden. Endezeichen werden in diesem Handbuch im Abschnitt „Mitteilungen und Kommunikations-Protokoll“ beschrieben. Bei Versand von TM 5000 Geräten ist dieses Endezeichen auf EOI ONLY eingestellt. Hinweise für qualifiziertes Servicepersonal, wo und wie die Einstellung erfolgt, sind in diesem Handbuch im Abschnitt Wartung enthalten. Eindrücken des Druckknopfes INST ID veranlaßt das Gerät seine gewählte GPIB-Primäradresse darzustellen; der Dezimalpunkt ganz rechts leuchtet auf, wenn das gewählte Endezeichen LF/EOI ist.

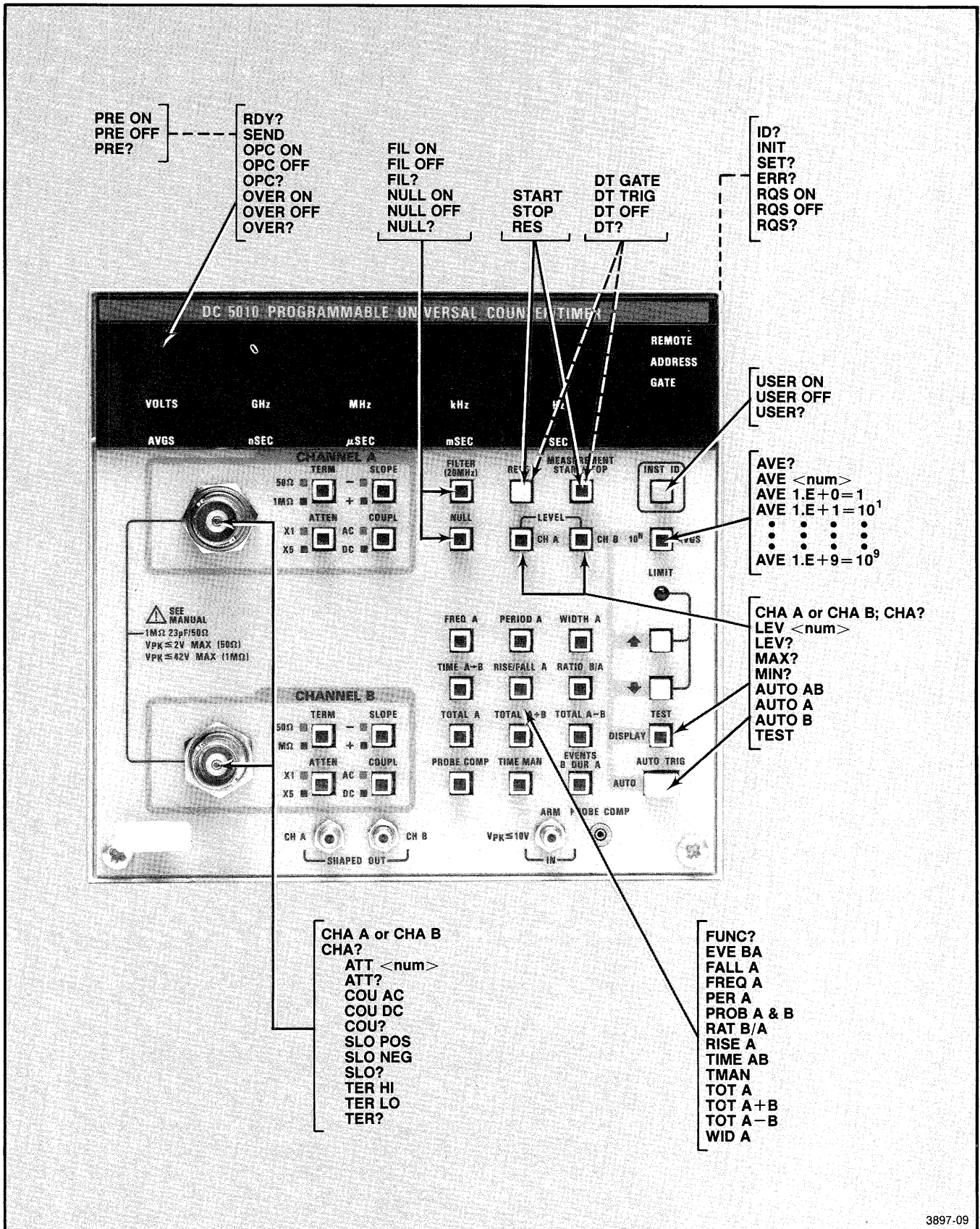


Bild 2-10. Liste der Befehle.

BEFEHLE

Das Gerät wird über die Bedienungselemente auf der Frontplatte, oder über Befehle vom Controller gesteuert. Es gibt drei Befehlsarten:

Einstell-Befehle – steuern die Einstellung des Gerätes.

Abfrage-Befehle – fragen nach Daten.

Betriebs-Befehle – veranlassen eine bestimmte Tätigkeit.

Ist das Gerät auf Fernbedienung eingestellt, werden alle Befehle beantwortet und ausgeführt. Im „Local“ Status erzeugen „Einstellungs-“ und „Betriebs-Befehle“ Fehler, da die Gerätefunktionen über die Bedienungselemente auf der Frontplatte gesteuert werden; nur „Abfrage-Befehle“ werden beantwortet.

Jeder Befehl beginnt mit einem Kopfteil – einem Wort das die jeweilige Funktion beschreibt. Viele Befehle müssen durch ein Argument nach dem Kopfteil ergänzt werden, einem Wort oder einer Zahl, die die gewünschte Funktion näher beschreibt.



Vorsicht bei der Verwendung von weniger Zeichen als im abgekürzten Kopfteil oder Argument enthalten sind; falsche Ergebnisse und Beschädigungen können auftreten wenn diese Daten an das falsche Gerät gelangen.

LISTE DER FUNKTIONELLEN BEFEHLE

GERÄTE BEFEHLE

Funktions-Befehle

- EVE BA – Zählt Kanal B während der Impulsbreite von Kanal A
- FALL A – Mißt die Abfallzeit des Signals auf Kanal A
- FREQ A – Mißt die Frequenz des Eingangssignals auf Kanal A
- FUNC? – Abfrage nach der derzeitigen Gerätefunktion
- PER A – Mißt die Periode des Signals auf Kanal A
- PROB A & B – Gibt die Tastkopfkompensation frei
- RAT B/A – Mißt das Verhältnis der Ereignisse B zu den Ereignissen A
- RISE A – Mißt die Anstiegszeit des Signals auf Kanal A
- TIME AB – Mißt die Zeit vom Ereignis A zum Ereignis B
- TEST – Prüft ROM, I/O und Akkumulator
- TMAN – Manuelle Zeitfunktion (Stoppuhr)
- TOT A – Summiert die Ereignisse auf Kanal A
- WID A – Mißt die Impulsbreite des Signals auf Kanal A

Messungs-Steuerung

- AVE oder AVGS – Stellt die Anzahl der Messungen für die Durchschnittsbildung ein
- AVE? oder AVGS? – Abfrage nach AVE < num >; (-1 für AUTO Averages)
- NULL ON – Subtrahiert das derzeitige Meßergebnis von allen folgenden Messungen
- NULL OFF – Stellt auf Nullwert zurück
- NULL? – Abfrage nach NULL ON oder NULL OFF
- RDY? – Abfrage nach RDY 1 fertig für neue Daten, oder RDY 0 nicht fertig für neue Daten
- RES – Stellt die Zähler zurück, beginnt wieder mit der derzeitigen Messung
- START – Startet die Messungen TMANual, STOPped, oder TOTAlize
- STOP – Stoppt jede Messung außer TEST und PROBE COMP

STEUERUNG EINGANG/AUSGANG

ATT 1 oder 5	– 1X oder 5X Dämpfung
ATT?	– Abfrage nach ATT < num >
AUTO A	– Stellt den Triggerpegel auf den Mittelpunkt des Signals (Kanal A)
AUTO B	– Stellt den Triggerpegel auf den Mittelpunkt des Signals (Kanal B)
AUTO A&B	– Stellt den Triggerpegel auf den Mittelpunkt des Signals (beide Kanäle)
CHA A oder CHA B	– Wählt den Kanal für die nachfolgende Eingangs-Einstellung
CHA?	– Abfrage nach CHA A oder CHA B
COU AC oder DC	– Stellt die Ankopplungsart des Eingangs ein
COU?	– Abfrage nach COU AC oder COU DC
FIL ON	– Begrenzt die Bandbreite von Kanal A und B auf etwa 20 MHz
FIL OFF	– Schaltet den Filter ab
FIL?	– Abfrage nach FIL ON oder FIL OFF
LEV	– Stellt den gewählten Kanal-Triggerpegel ein. Num Bereich = + 2.000 bis – 2.000 (X1) oder + 10.000 bis – 10.000 (X5)
LEV?	– Abfrage nach der Triggerpegelein- stellung des gewählten Kanals
MAX?	– Abfrage nach der letzten, maximalen AUTOTrig Spitzenspannung
MIN?	– Anfrage nach der letzten, minimalen AUTOTrig Spitzenspannung
PRE ON	– Gibt den Vorteiler und die interne Skalierung frei
PRE OFF	– Sperrt den Vorteiler und die interne Skalierung
PRE?	– Anfrage nach PRE ON oder PRE OFF
SEND	– Erhält und formatiert neue Meßer- gebnisse
SLO POS	– Triggert auf positiven Flanken
SLO NEG	– Triggert auf negativen Flanken
SLO?	– Abfrage nach SLO POS oder SLO NEG
TER HI	– Stellt den Kanal-Eingangsabschluß auf 1 M Ω , 23 pF
TER LO	– Stellt den Kanal-Eingangsabschluss auf 50 Ω
TER?	– Abfrage nach TER HI oder TER LO

SYSTEM-BEFEHLE

DA GATE	– < GET > steuert Start und Stop
DT TRIG	– < GET > führt RESET aus
DT OFF	– Sperrt die Gerätetriggerung
DT?	– Abfrage nach DT TRIG, DT OFF oder DT GATE
ERR?	– Bringt den Fehlercode für das letzte, über Serial-Poll berichtete Ereignis wenn RQS ON; bei RQS OFF bringt er den höchsten Prioritätsstatus
ID?	– Anfrage nach Gerätetyp und Firm- ware
INIT	– Stellt auf die derzeitigen Einstellun- gen auf der Frontplatte und die Ein- schalt-Parameter ein
SET?	– Abfrage nach den derzeitigen Ein- stellungen
TEST	– Prüft ROM, I/O, Akkumulator

STATUS-BEFEHLE

OPC ON	– Gibt die Bedienungsanfrage nach OPERATION COMPLETE frei
OPC OFF	– Sperrt die Bedienungsanfrage nach OPERATION COMPLETE
OPC?	– Abfrage nach OPC ON oder OPC OFF
OVER ON	– Gibt Bedienungsanfrage nach Über- fließen des Zählers frei
OVER OFF	– Sperrt Bedienungsanfrage nach Überfließen des Zählers
OVER?	– Abfrage nach OVER ON oder OVER OFF
RQS ON	– Gibt Bedienungsanfrage (SRQ) frei
RQS OFF	– Sperrt Bedienungsanfrage (SRQ) und löscht SRQ
RQS?	– Abfrage nach RQS ON oder RQS OFF
USER ON	– Gibt SRQ frei wenn der Knopf INST ID gedrückt wird
USER OFF	– Sperrt SRQ wenn der Knopf INST ID gedrückt wird
USER?	– Abfrage nach USER ON oder USER OFF

DETAILLIERTE BEFEHLSLISTE

DÄMPFUNG

Art:

Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:

ATT < number >

Beispiele:

ATT .999999
ATT 5.00001
ATTENUATION 1

Abfrage-Syntax:

ATT?

Abfrage-Antwort:

ATT 1;
ATT 5;

Beschreibung:

Der Befehl ATTENUATION stellt die Dämpfung des gewählten Kanals auf X1 (keine Dämpfung) oder X5. Das Argument wird auf eine ganze Zahl gerundet und wenn diese nicht 1 oder 5 ist, wird ein Ausführungsfehler (ERR 205) ausgegeben der anzeigt, daß das Argument außerhalb des Bereichs liegt.

Die Anfangseinstellung beim Einschalten ist ATT 1.

Hinweise über die Auswahl der Kanäle finden Sie in der Beschreibung des CHANNEL-Befehls.

ATTENUATION

AUTOTRIG

Art:

Betrieb

Syntax:

AUTO A
B
A&B

Beispiele:

AUTO
AUTO A
AUTOTRIG A & B

Beschreibung

Der Befehl AUTOTRIG veranlaßt den DC 5010 die Triggerpegel automatisch für beide Kanäle auf den Mittelpunkt des Eingangssignals zu stellen. Die maximalen und minimalen Spitzenwerte werden gespeichert und können mit den Abfragen MAX? und MIN? abgerufen und abgelesen werden. Der Befehl AUTOTRIG akzeptiert die folgenden, gültigen Argumente:

- A — Stellt automatisch den Triggerpegel nur für Kanal A ein. Speichert die minimalen maximalen Spitzenwerte beider Kanäle.
- B — Stellt automatisch den Triggerpegel nur für Kanal B ein. Speichert die minimalen und maximalen Spitzenwerte beider Kanäle.
- A & B — Stellt automatisch die Triggerpegel beider Kanäle ein. Speichert auch die minimalen und maximalen Spitzenwerte beider Kanäle.

Ist kein Argument angegeben, gilt AUTO A & B.

Bei AUTOTRIG werden die vorher eingestellten Triggerpegel der betroffenen Kanäle durch die neuen Werte ersetzt. Wenn die Eingangssignale außerhalb des Gerätebereichs liegen kann es sein, daß diese neuen Werte nicht auf den Mittelpunkten liegen. Vorher gemessene minimum und maximum Spitzenwerte beider Kanäle werden immer ersetzt.

Die für AUTOTRIG erforderliche Zeit hängt von den Amplituden und Frequenzen auf Kanal A und Kanal B ab. Die ungünstigste Zeit beträgt etwa 2,5 Sekunden.

Die nachstehende Befehlsfolge veranlaßt die Ausführung des AUTOTRIG und macht die sich ergebenden Triggerpegel zum Ausgang wenn AUTOTRIG beendet ist:

AUTO; CH A; LEV?; CH B; LEV?

AUTOTRIG

AVERAGES

Art:
Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:
AVE < number >
oder
AVGS < number >

Beispiele:
AVE - 1
AVGS 1.E+2
AVERAGES 100

Abfrage-Syntax:
AVE? oder AVGS?

Abfrage-Antwort:
AVE - 1
AVE 1.E+4;

Beschreibung

Der Befehl AVERAGES stellt die Anzahl der zu zählenden Ereignisse auf Kanal A vor der Berechnung der Meßergebnisse ein. Gültige < number > Argumente sind:

< number > ≤ 0 – Stellt den DC 5010 in die Betriebsart „auto-averages“. In der Betriebsart „auto-averages“ summiert das Gerät die Zählungen während ≈,3 Sekunden.

In der Betriebsart „auto-averages“ ergibt die Anfrage AVE -1.

< number > = 1, 1.E+1, 1.E+2, 1.E+3, 1.E+4, 1.E+5, 1.E+6, 1.E+7, 1.E+8, 1.E+9.

Das Argument < number > wird zuerst auf die der Zehn nächstliegende Zahl gerundet. Ist der resultierende Wert nicht einer der o. g. gültigen Werte, bleibt die Averages-Einstellung unverändert und ein Ausführungsfehler (ERR 205) wird ausgegeben.

Die Einstellung AVERAGES wird auch für die Skalierung der dargestellten Ergebnisse bei TOTALIZE Messungen verwendet. Ergebnisse die über den IEEE-488 Bus gehen, werden jedoch nicht skaliert.

Die Anfangseinstellung beim Einschalten ist AVE -1.

AVERAGES**CHANNEL (Kanal Wahl)**

Art:
Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:
CH A
B

Beispiele:
CHANNEL A
CHA B

Abfrage-Syntax:
CHA?

Abfrage-Antwort:
CHA A;
CHA B;

Beschreibung:

Der Befehl CHANNEL wählt den Kanal, der von den darauffolgenden Eingangs-Einstellbefehlen beeinflusst wird. Die Eingangs-Einstellbefehle sind: SLOPE, SOURCE, ATTENUATION, COUPLING und LEVEL. Gültige Argumente sind:

- A – Kanal A wird durch Eingangs-Einstellbefehle beeinflusst.
- B – Kanal B wird durch Eingangs-Einstellbefehle beeinflusst. Nach dem Einschalten ist die Einstellung CHA A.

CHANNEL (Kanal-Wahl)

COUPLING

Art:

Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:

COU AC
DC

Beispiele:

COUPL AC
COU DC

Abfrage-Syntax:

COU?

Abfrage-Antwort:

COU AC;
COU DC;

Beschreibung:

Der Befehl COUPLING stellt die Kopplung des Eingangssignals auf AC oder DC. Gültige Argumente sind:

- AC – Wähle AC-Kopplung für das Eingangssignal.
- DC – Wähle DC-Kopplung für das Eingangssignal.

Bei der Umschaltung von DC-Kopplung auf AC-Kopplung, oder wenn sich der DC-Pegel eines Eingangssignals ändert und das Signal AC-gekoppelt ist, werden die nachstehenden Einstellzeiten benötigt:

- X1 Tastkopf – 1,0 Sek.
- X5 Tastkopf – 2,5 Sek.
- X10 Tastkopf – 5,0 Sek.

Die vorstehenden Zeiten geben die Zeit bis zur Aufladung des Kopplungskondensators auf 1% seines Endwertes an, vorausgesetzt die Quelle hat eine sehr niedrige Impedanz.

Hinweise über die Kanalwahl finden Sie in der Beschreibung des Befehls CHANNEL.

COUPLING

DT (DEVICE TRIGGER)

Art:

Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:

DT GATE
TRIG
OFF

Beispiele:

DT GATE
DT TRIG
DT OFF

Abfrage-Syntax:

DT?

Abfrage-Antwort:

DT GATE
DT TRIG
DT OFF

Beschreibung:

Der Befehl DT steuert die Antwort des Gerätes auf die Interface-Mitteilung GROUP EXECUTE TRIGGER <GET>.

Gültige Argumente sind:

- GATE – In dieser DT-Betriebsart steuert <GET> START und STOP der Messung. Ist die Messung geSTOPpt, wird sie durch <GET> geSTARTet. Ist sie geSTARTet, wird sie durch <GET> geSTOPpt.
- TRIG – In dieser DT-Betriebsart verursacht <GET> ein RESET der Messung. Ist die Messung bereits geSTARTet, wird sie dadurch zurückgestellt und wieder gestartet. Ist die Messung geSTOPpt, wird eine einzelne Messung begonnen.
- OFF – In dieser Betriebsart verursacht ein <GET> die Ausgabe eines Ausführungsfehlers (ERR 206).

Die erste Einstellung beim Einschalten ist DT OFF.

DT (DEVICE TRIGGER)

ERROR**Art:**

Abfrage

Syntax:ERR?
ERROR?**Antwort:**

ERR < number >

Beschreibung:

Die Anfrage ERROR wird verwendet um Informationen über den Status des Gerätes zu erhalten.

Wenn RQS ON ist, ergibt die Anfrage ERROR eine Ereigniscode < number > die beschreibt, warum das RQS Bit in das letzte, vom Gerät gesendete Status-Byte gesetzt wurde. Der Ereigniscode wird dann auf 0 zurückgestellt.

Wenn RQS OFF, ist, ergibt die Anfrage ERROR eine Ereigniscode < number > die die höchste Priorität beschreibt, die derzeit im Gerät besteht. Dieser Ereigniscode wird dann gelöscht und die nächste ERROR-Anfrage ergibt dann die nächst höhere Prioritätsstufe.

EVENTS (EVENTS B DURING A)**Art:**

Betrieb

Syntax:

EVE BA (Argument ist zusätzlich)

Beispiele:EVENTS BA
EVE**Beschreibung:**

Der Befehl EVENTS wird zur Einstellung des DC 5010 für die Messung der Gesamtzahl der Ereignisse auf Kanal B während der Impulsbreite des Eingangssignals auf Kanal A auftreten.

ERROR**EVENTS (EVENTS B DURING A)**

FALLTIME

Art:

Betrieb

Syntax:

FALL A (Argument zusätzlich)

Beispiele:

FALL
FALLTIME A

Beschreibung:

Der Befehl FALLTIME stellt das Gerät für die Messung der Abfallzeit des Eingangssignals auf Kanal A ein. CHANNEL A SLOPE wird automatisch auf – gestellt und die Einstellungen CHANNEL B ATTEN, COUPL, SLOPE und TERM werden so eingestellt, daß sie denen auf CHANNEL A entsprechen. Das Eingangssignal auf Kanal A wird intern über die Eingangsschaltungen der Kanäle A und B geleitet und dann werden die 10% und 90% Punkte der Triggerpegel bestimmt und eingestellt.

Die Funktion Falltime verwendet den Autotrigger zur Bestimmung der 10% und 90% Punkte. Darum werden bei Messungen der Abfallzeit die Triggerpegel und die minimum und maximum Spitzenwerte beeinflußt.

FALLTIME

FILTER

Art:

Einstellung

Syntax:

FIL ON
OFF

Beispiele:

FIL ON
FILTER OFF

Abfrage-Syntax:

FIL?

Abfrage-Antwort:

FIL ON:
FIL OFF:

Beschreibung:

Der Befehl FILTER steuert die Einstellung des HF-Rauschfilters. Gültige Argumente sind:

- ON – Stellt das HF-Rauschfilter für eine Begrenzung der Bandbreite auf 20 MHz auf beiden Kanälen ein.
- OFF – Stellt das HF-Rauschfilter zurück und gibt die gesamte Bandbreite von 350 MHz frei.

Die Anfangseinstellung beim Einschalten ist FIL OFF.

FILTER

FREQUENCY**Art:**

Betrieb

Syntax:

FREQ A (Argument zusätzlich)

Beispiele:

FREQUENCY A

FREQ

Beschreibung:

Der Befehl FREQUENCY stellt den DC 5010 für die Messung der Frequenz des Eingangssignals auf Kanal A ein.

Dies ist die Einstellung beim Einschalten.

FUNCTION**Art:**

Abfrage

Syntax:

FUNC?

FUNCTION?

Antworten:

EVE BA;

FALL A;

FREQ A;

PER A;

RAT B/A;

TIME AB;

TMAN;

TOT A;

TOT A+B;

TOT A-B;

WID A;

PROB A&B;

RISE A;

TEST;

Beschreibung:

Die Abfrage FUNCTION ergibt eine der o. g. Antworten. Die Antwort zeigt die derzeit gewählte Meßfunktion an.

FREQUENCY

FUNCTION

IDENTIFY

Art:

Abfrage

Syntax:

ID
IDENTIFY?

Antwort:

ID TEK/DC5010,V79.1,Fx.y;

Beschreibung:

Die Abfrage IDENTITY ergibt die o. g. Antwort.

TEK/DC

5010 – Identifiziert das Gerät.

V79.1 – Identifiziert die Art der Tektronix Codes und Formate denen das Gerät entspricht.

Fx.y – Identifiziert die Firmware des Gerätes, wobei x.y eine Dezimalzahl ist.

INITIALIZE

Art:

Betrieb

Syntax:

INIT
INITIALIZE

Beschreibung:

Der Befehl INIT führt eine Einschalt-Anfangseinstellung der Einstellungen des Gerätes durch. Beim Einschalten sind die Anfangs-Einstellungen des DC 5010:

FREQ A

AVE -1

FIL OFF

NULL OFF

SLO POS (Kanäle A&B)

ATT 1 (Kanäle A&B)

COU DC (Kanäle A&B)

TERM HI (Kanäle A&B)

CHA A

OPC OFF

OVER OFF

PRE OFF

DT OFF

USER OFF

RQS ON

Ferner wird eine automatische Triggerung durchgeführt, um die Triggerpegel einzustellen. Mit den maximalen und minimalen Spitzenwerten der automatischen Triggerung beträgt die maximale Ausführungszeit für die Funktion INIT 2,5 Sekunden.

Der Befehl INIT erzeugt kein Einschalt-SRQ und stellt auch nicht das Gerät in die Betriebsart LOCAL, wie es bei einem normalen Einschaltvorgang der Fall ist.

IDENTIFY

INITIALIZE

LEVEL (Triggerpegel)

Art:
Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:
LEVEL < number >

Beispiele:
LEVEL -1.025
LEV 0.005
LEV 7.5

Abfrage-Syntax:
LEV?

Abfrage-Antwort:
LEV -1.025;
LEV 0.000;

Beschreibung:

Der Befehl LEVEL stellt den Triggerpegel des vorher gewählten Kanals auf den spezifizierten Wert ein. Der Wert wird in Volt angegeben und hat einen Bereich von -2.000 bis 2000 bei X1 Dämpfung und -10.000 bis 10.000 bei X5 Dämpfung. Die Auflösung beträgt 0,004 bei X1 und 0,020 bei X5 Dämpfung.

Der Wert wird auf die nächste Stufe aufgerundet und wenn er nicht im Bereich des DC 5010 liegt, bleibt der Triggerpegel unverändert und ein Ausführungsfehler (ERR 205) wird ausgegeben.

Hinweise über die Auswahl der Kanäle finden Sie in der Beschreibung des Befehls CHANNEL.

MAXIMUM

Art:
Abfrage

Syntax:
MAX?
MAXIMUM?

Antwort:
MAX < number >

Beschreibung:

Die Abfrage MAX? wird mit einem Wert beantwortet, der die während des letzten automatischen Triggerzyklus gemessene Maximalspannung des Eingangssignals anzeigt. Wenn das Signal und/oder die Bedingung des Eingangssignals sich seit der letzten automatischen Triggerung geändert hat muß, um neue MAX-Werte zu erhalten, eine weitere automatische Triggerung durchgeführt werden.

Ein Autotrigger-Zyklus findet für jeden AUTOTRIG, PROBECOMP, RISE oder FALL statt. Die maximale Ausführungszeit beträgt 2.5 Sek. (typisch 1.5 Sekunden).

LEVEL (Triggerpegel)**MAXIMUM**

MINIMUM

Art:

Abfrage

Syntax:

MIN?

Antwort:

MIN < number >

Beschreibung:

Die Abfrage MIN? wird mit einem Wert beantwortet, der die während des letzten automatischen Triggerzyklus gemessene Minimalspannung des Eingangssignals anzeigt. Wenn das Signal und/oder die Bedingung des Eingangssignals sich seit der letzten automatischen Triggerung geändert hat muß, um neue MIN-Werte zu erhalten, eine weitere automatische Triggerung durchgeführt werden.

Ein Autotrigger-Zyklus findet für jeden AUTOTRIG, PROBECOMP, RISE oder FALL statt. Die maximale Zeit für jede Ausführung beträgt 2.5 Sek. (typisch 1.5 Sekunden).

MINIMUM

NULL

Art:

Betrieb

Syntax:

NULL ON
NULL OFF

Beispiele:

NULL ON
NULL OFF

Abfrage-Syntax:

NULL?

Abfrage-Antwort:

NULL ON;
NULL OFF;

Beschreibung:

Der Befehl NULL steuert die Speicherung der Meßergebnisse, die von allen darauf folgenden Messungen abgezogen werden sollen. Gültige Argumente sind:

ON – Speichere die laufenden Meßergebnisse und ziehe sie von allen folgenden Messungen ab.

OFF – Stelle den gespeicherten Nullwert zurück.

Der Nullwert wird bei jeder Ausführung des Befehls NULL OFF zurückgestellt und jedesmal wenn ein FUNCTION-Befehl ausgeführt wird. Bei Zeitintervall-Messungen (TIME, WIDTH, RISE, FALL) wird der Nullwert auf 5.2 nsec zurückgestellt, um die Verzögerungszeit zwischen den Eingangsschaltkreisen der Kanäle A und B zu kompensieren. Bei allen anderen Messungen wird der Nullwert auf 0 zurückgestellt.

Die Einstellung beim Einschalten ist NULL OFF.

NULL

OPC (OPERATION COMPLETE)

Art:
Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:
OPC ON
OPC OFF

Beispiele:
OPC ON
OPC OFF

Abfrage-Syntax:
OPC?

Abfrage-Antwort:
OPC ON;
OPC OFF;

Beschreibung:

Der Befehl OPC steuert die Bedienungsabfrage wenn eine Messung beendet ist. Dieser Befehl ermöglicht dem Controller nach dem Beginn einer Messung irgendwelche Berechnungen durchzuführen bis ein SRQ anzeigt, daß neue Meßdaten zur Verfügung stehen.

Wenn OPC ON ist, und eine Messung beendet ist, wird eine Bedienungsabfrage gesetzt die bestehen bleibt, bis der Status über einen Serial Poll abgelesen ist, oder ein Device Clear durchgeführt ist. Operation Complete wird durch ein Status Byte von 66 oder 82 angezeigt und eine ERROR Abfrage-Antwort ERR 402.

Weitere Informationen über Status Byte und ERROR finden Sie in „ERROR und Status-Bericht“.

Die Anfangseinstellung beim Einschalten ist OPC OFF.

OVERFLOW

Art:
Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:
OVER ON
OVER OFF

Beispiele:
OVER ON
OVERFLOW OFF

Abfrage-Syntax:
OVER?

Abfrage-Antwort:
OVER ON;
OVER OFF;

Beschreibung:

Der Befehl OVERFLOW steuert die Bedienungsabfrage wenn die interne Zählerkapazität des DC 5010 überschritten ist. Dieser Befehl ermöglicht dem Controller ein Überlaufen zu erkennen und darauf zu reagieren.

Bei der Messung verwendet der DC 5010 zwei 40-Bit Zähler, einen für Kanal A und einen für Kanal B.

Bei EVENTS-, FREQUENCY-, PERIOD-, RATIO-, TIME- oder WIDTH-Messungen, zeigt OVERFLOW gewöhnlich an, daß einer der Eingangskanäle nicht richtig eingestellt wurde.

Bei TMANUAL und TOTALIZE Messungen kann OVERFLOW durch den Controller verwendet werden um den Meßbereich zu erweitern. Bei TMANUAL-Messungen zeigt ein OVERFLOW an, daß der Zähler von Kanal B 2^{43} Impulse der internen Zeitbasis gezählt hat ($\approx 87960,9$ Sek.). Bei TOTALIZE-Messungen zeigt ein OVERFLOW an, daß der Zähler von Kanal A 2^{43} ($\approx 8,8 \times 10^{12}$) auf dem Eingang von Kanal A gezählt hat. Bei beiden, TMANUAL und TOTALIZE, wird das Meßergebnis zurückgestellt und die Messung fortgesetzt nachdem ein Überlaufen erkannt wurde.

PROBE COMP und TEST Messungen erzeugen keinen Überlauf.

Wenn OVERFLOW ON ist und die interne Kapazität des Gerätes wird überschritten, wird die Bedienungsabfrage gesetzt die bestehen bleibt, bis der Status über einen Serial Poll abgelesen ist, oder ein Device Clear durchgeführt ist. Überlaufen von Kanal A wird durch ein Status Byte von 193 oder 209 und eine ERROR Abfrage-Antwort ERR 711 angezeigt. Überlaufen von Kanal B wird durch ein Status Byte von 194 oder 210 und eine ERROR Abfrage-Antwort ERR 712 angezeigt.

Die Einschalt-Einstellung ist OVERFLOW OFF.

OPC (OPERATION COMPLETE)**OVERFLOW**

PERIOD

Art:

Betrieb

Syntax:

PER A (Argument zusätzlich)

Beispiele:

PERIOD A

PER

Beschreibung:

Der Befehl PERIOD stellt den DC 5010 für die Messung der Periode des Eingangssignals auf Kanal A ein.

PRESCALE

Art:

Einstellung oder Abfrage

Syntax:

PRE ON

OFF

Beispiele:

PRESCALE ON

PRE OFF

Abfrage-Syntax:

PRE?

Abfrage-Antwort:

PRE ON;

PRE OFF;

Beschreibung:

Der Befehl PRESCALE multipliziert die Zählung auf Kanal A mit 16, ehe FREQUENCY, PERIOD, RATIO und TOTALIZE berechnet werden, wenn ein 16er Vorteiler an Kanal A angeschlossen ist, andernfalls ergeben sich falsche Messungen. Gültige Argumente sind:

ON – Der Eingang von Kanal A wird vor Berechnung des Ergebnisses mit 16 multipliziert.

OFF – Der Eingang von Kanal A wird vor Berechnung der Ergebnisse nicht skaliert.

Wenn der Befehl PRESCALE eingegeben wird und kein kompatibler Vorteiler mit dem DC 5010 verbunden ist, wird eine Ausführungswarnung (ERR 604) ausgegeben.

Die Anfangseinstellung beim Einschalten ist PRE OFF.

PERIOD

PRESCALE

PROBECOMP (PROBE COMPENSATION)**Art:**

Betrieb

Syntax:

PROBE A&B (Argument zus.)

Beispiele:

PROBECOMP A&B
PROB

Beschreibung:

Der Befehl PROBE COMP stellt den DC 5010 so ein, daß er Informationen liefert die als Hilfe bei der Kompensation von Tastköpfen verwendet werden können.

Diese Funktion erzeugt 2-stellige Ergebnisse. Die höchstwertige Zahl stellt das Ergebnis für Kanal A und die niedrigstwertige Zahl das Ergebnis für Kanal B dar.

Die Funktion PROBECOMP verwendet im Kompensationsvorgang die automatische Triggerung. Daher werden bei PROBECOMP Messungen die Triggerpegel und die MIN und MAX Werte beeinflusst.

Die von PROBECOMP verwendete automatische Triggerung ist eine schnelle Version, wobei f_{\min} etwa 100 Hz und die maximale Durchführungszeit etwa 0,25 Sek. beträgt. Diese schnelle Autotriggerung kann für die schnelle Feststellung der MIN und MAX Werte bei Signalen über 100 Hz verwendet werden.

Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt Tastkopfkompensation in diesem Handbuch.

RATIO**Art:**

Betrieb

Syntax:

RAT B/A

Beispiele:

RATIO B/A
RAT

Beschreibung:

Der Befehl RATIO stellt den DC 5010 für die Messung des Verhältnisses der Ereignisse auf Kanal B zu den Ereignissen auf Kanal A ein.

PROBECOMP (PROBE COMPENSATION)**RATIO**

RDY (DATA READY)

Art:
Abfrage

Syntax:
RDY?

Antwort:
RDY 0;
RDY 1;

Beschreibung:

Die Antwort auf die Anfrage RDY ist der „data ready“ Status. Wenn der Antwortwert 0 ist, sind derzeit keine Messungen verfügbar. Ist der Antwortwert 1, sind Meßdaten verfügbar.

Wenn keine Meßdaten verfügbar sind und das Gerät vom Controller „angesprochen“ (talked) wird, antwortet es auf eine von zwei Arten. Wird es angesprochen nachdem es den Befehl SEND erhalten hat und die Daten sind nicht fertig, wartet der DC 5010 bis die Daten fertig sind und sendet sie dann. Wird das Gerät angesprochen und es hat keinen Befehl SEND erhalten und die Daten sind nicht fertig, antwortet der DC 5010 mit FF₁₆ (alle Datenzeilen aufgerufen).

Daten sind fertig, wenn eine Messung beendet ist. Sie bleiben fertig, bis sie aus dem Gerät ausgelesen werden, oder bis eine Geräteeinstellung geändert wird – mit Ausnahme von Averages. Daten werden auch durch ein RESET gelöscht.

RESET

Art:
Betrieb

Syntax:
RES
RESET

Beschreibung:

Der Befehl RESET stellt die Zählerketten des Gerätes zurück und veranlaßt eine neue Messung. Bei den Messungen FALL, FREQUENCY, PERIOD, RATIO, TIME, WIDTH, RISE oder EVENTS wird ein einzelnes Ergebnis bestimmt, wenn die Messung vor RESET geSTOPpt wurde. Bei der Messung PROBE COMP wird durch RESET der derzeitige Kompensationsstatus gelöscht und ein neuer Kompensationsvorgang wird begonnen. Bei der Messung TEST, löscht RESET jedes bestehende Fehlerergebnis und startet einen neuen TEST-Vorgang.

RDY (DATA READY)

RESET

RISETIME

Art:
Betrieb

Syntax:
RISE A (Argument zusätzl.)

Beispiele:
RISETIME A
RISE

Beschreibung:

Der Befehl RISETIME stellt das Gerät für die Messung der Anstiegszeit des Eingangssignals auf Kanal A ein. CHANNEL A SLOPE wird automatisch auf + gestellt und die Einstellungen von CHANNEL B ATTEN, COUPL, SLOPE und TERM werden so eingestellt, daß sie denen auf Kanal A entsprechen. Das Eingangssignal auf Kanal A wird intern durch die Schaltkreise der Kanäle A und B geführt und dann werden die 10% und 90% Triggerpunkte bestimmt und eingestellt.

Die Funktion RISETIME verwendet die automatische Triggerung zur Bestimmung der 10% und 90% Punkte. Daher werden die Triggerpegel und die minimalen und maximalen Spitzenwerte bei RISETIME Messungen beeinflußt.

RISETIME**RQS (REQUEST FOR SERVICE)**

Art:
Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:
RQS ON
RQS OFF

Beispiele:
RQS ON
RQS OFF

Abfrage-Syntax:
RQS?

Beschreibung:

Der Befehl RQS ist eine allgemeine Steuerung für die Geltendmachung einer Bedienungsanfrage durch den DC 5010. Ist RQS OFF, wird der DC 5010 unter keinen Umständen eine Bedienungsanfrage geltend machen. Bei RQS ON ist dem DC 5010 erlaubt, unter entsprechenden Umständen, d. h. bei Fehlern, Betrieb beendet usw., eine Bedienungsanfrage geltend zu machen.

Wenn RQS OFF ist, kann die Anfrage ERROR? dazu verwendet werden nachzusehen, ob irgendeine Bedingung der SRQ-Art aufgetreten ist.

SRQ wird für jedes vorher nicht gemeldete SRQ-Ereignis geltend gemacht, wenn RQS nach OFF auf ON gestellt wird.

Die Einschalt-Einstellung ist „RQS ON“.

RQS (REQUEST FOR SERVICE)

SEND

Art:

Ausgang

Syntax:

SEND

Ausgangs-Beispiele:

45.13755019E+6; (Frequency)
3.0018E-6; (Period)
01; (Probecomp)
395; (Test)
1977249; (Totalize)

Beschreibung:

Der Befehl SEND formatiert verfügbare Daten für den Ausgang. Daten sind verfügbar, wenn eine beendete Messung nicht vorher ausgegeben wurde.

Sind keine Daten verfügbar, veranlaßt der Befehl SEND den DC 5010 auf die Beendigung der laufenden Messung zu warten und dann das Ergebnis zu formatieren.

SEND

SETTINGS

Art:

Abfrage

Syntax:

SET?
SETTINGS?

Antwort:

< function >; CHA A; ATT < num >; COU xx; SLO xx;
TERM xx; LEV < num >; CHA B; ATT < num >; COU xx;
SLO xx; TERM xx; LEV < num >; AVE < num >; OPC xx;
OVER xx; PRE xx; FIL xx; NULL xx; DT xx; USER xx; RQS
xx;

Antwort Beispiel:

FREQ A; CHA A; ATT 1; COU DC; SLO POS; TERM HI;
LEV 1.500; CHA B; ATT 5; COU AC; SLO NEG; TERM LO;
LEV -5.000; AVE -1; OPC OFF; OVER ON; PRE OFF; FIL
OFF; NULL OFF; DT OFF; USER OFF; RQS ON;

Beschreibung:

Die Abfrage SETTINGS ergibt die derzeitigen Einstellungen des Gerätes.

Die Antwort auf die Abfrage SETTINGS kann dann später für die Rückstellung des Gerätes auf diese Einstellungen verwendet werden.

SETTINGS

SLOPE

Art:
Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:
SLO NEG
POS

Beispiele:
SLO POSITIVE
SLOPE POS
SLOPE NEGATIVE
SLO NEG

Abfrage-Syntax:
SLO?

Abfrage-Antwort:
SLO POS;
SLO NEG;

Beschreibung:

Der Befehl SLOPE stellt die Eingangstriggerung des gewählten Kanals auf die angegebene Flanke ein. Gültige Argumente sind:

- NEG – Eingang triggert auf der negativen Flanke.
- POS – Eingang triggert auf der positiven Flanke.

Informationen über die Kanalwahl enthält die Beschreibung des Befehls CHANNEL

START

Art:
Betrieb

Syntax:
START

Beschreibung:

Der Befehl START beginnt eine TMANUAL oder TOTALIZE A, TOTALIZE A + B, TOTALIZE A – B Messung. Bei den Messungen EVENTS, FALL, FREQUENCY, PERIOD, RATIO, TIME oder WIDTH, beginnt START eine Messung wenn geSTOPpt ist.

SLOPE

START

STOP

Art:

Betrieb

Syntax:

STOP

Beschreibung:

Der Befehl STOP stoppt alle Messungen mit Ausnahme von TEST und PROBECOMP. Wenn TEST oder PROBECOMP Messungen durchgeführt werden, wird der Befehl STOP ignoriert.

Bei den Messungen FREQUENCY, PERIOD, RATIO, TIME, WIDTH, FALL, RISE oder EVENTS wird durch STOP die laufende Messung unterbrochen.

Werden die Messungen TMANUAL oder TOTALIZE gestoppt, wird das jeweilige Ergebnis erhalten und die Messung kann an dem Punkt wo sie gestoppt wurde wieder begonnen werden.

STOP

TERMINATION

Art:

Einstellung

Syntax:

TER HI
TER LO

Beispiele:

TER HI
TERM LOW
TERMINATION HIGH

Abfrage-Syntax:

TER?

Abfrage-Antwort:

TER HI;
TER LO;

Beschreibung:

Der Befehl TERMINATION stellt den Eingangsabschluß des gewählten Kanals auf den angegebenen Wert ein. Gültige Argumente sind:

HI – Stellt den Eingangsabschluß auf 1 M Ω ,
23 pF

LO – Stellt den Eingangsabschluß auf 50 Ω

Ist der Abschluß auf LO (50 Ω) eingestellt und es wird ein zu großes Signal entdeckt (über 2 V bei X1 Dämpfung), schaltet das Gerät automatisch den Abschluß von LO auf HI.

Bei der automatischen Umschaltung von LO auf HI wird ein SRQ gesetzt das bleibt, bis der Status über eine Serial Poll abgelesen ist, oder durch RQS OFF oder Device Clear gelöscht wird. Kanal A „50 Ω protect“ wird durch ein Status Byte von 102 oder 118 und eine ERROR Abfrage-Antwort 602 angezeigt. Kanal B „50 Ω protect“ wird durch ein Status Byte von 102 oder 118 und eine ERROR Abfrage-Antwort 603 angezeigt.

Die Einschalt-Einstellung ist TERM HI.

Hinweise für die Kanalwahl finden Sie in der Beschreibung des Befehls CHANNEL.

TERMINATION

TEST

Art:
Einstellung

Syntax:
TEST

Beschreibung:

Der Befehl TEST stellt das Gerät auf die Durchführung sich wiederholender Selbsttests ein. Die durchgeführten Tests sind die ROM-Tests, Serial I/O Hardware Test und der Zähler Hardware Integrity Test.

Die durch den TEST-Befehl durchgeführten Tests sind die Gleichen, die während der Einschalt-Selbsttestfolge durchgeführt werden, mit Ausnahme der Geräte RAM-Tests. RAM-Tests werden nur während des Einschaltvorgangs durchgeführt.

Wird durch einen der Tests ein Fehler entdeckt, wird die Testfolge angehalten. Die Folge wird wieder begonnen, wenn das Gerät einen weiteren TEST- oder RESET-Befehl ausführt.

Die Ergebnisse jeder Testfolge werden durch das Gerät als Ausgang zur Verfügung gestellt. Das Ergebnis 0 zeigt an, daß kein Fehler entdeckt wurde. Wird ein Fehler entdeckt, ist der als Ausgang erzeugte Wert der Gleiche, wie der Fehlercode der bei Selbsttestfehlern beim Einschaltvorgang dargestellt wird.

Siehe Abschnitt „Error und Status Mitteilung.“

TEST**TIME (TIME A TO B)**

Art:
Betrieb

Syntax:
TIME AB (Argument zus.)

Beispiele:
TIME
TIME AB

Beschreibung:

Der Befehl TIME stellt den DC 5010 für die Messung des Zeitintervalls zwischen dem ersten Auftreten eines Ereignisses auf Kanal A und dem Auftreten des ersten darauf folgenden Ereignisses auf Kanal B ein.

TIME (TIME A TO B)

TMANUAL (TIME MANUAL)

Art:

Betrieb

Syntax:

TMAN
TMANUAL

Beschreibung:

Der Befehl TMANUAL stellt den DC 5010 für die Messung von Zeit, wie bei einer Stoppuhr ein. Die Messung wird mit dem Befehl „START“ begonnen und mit dem Befehl „STOP“ angehalten. In der Betriebsart „DT GATE“ wird die Betriebsart TMANUAL durch die Group Execute Trigger < GET > Interface Mitteilung abwechselnd gestartet und gestoppt.

Siehe Beschreibung der Befehle START, STOP und DT.

Siehe Beschreibung im Abschnitt < GET > IEEE Sending Interface Control Messages.

TOTALIZE

Art:

Betrieb

Syntax:

TOT A (Argument zus.)

Beispiele:

TOTALIZE A+B
TOT A-B
TOT

Beschreibung:

Dieser Befehl stellt den DC 5010 für die Messung der Gesamtzahl der Ereignisse auf dem angegebenen Kanal bzw. Kanälen ein. Die Messung wird mit dem Befehl „START“ gestartet und mit dem Befehl „STOP“ gestoppt. In der Betriebsart „DT GATE“ wird TOTALIZE durch die Group Execute Trigger < GET > Interface Mitteilung abwechselnd gestartet und gestoppt.

In den Betriebsarten A+B und A-B zählt der DC 5010 nach dem ersten gültigen A Ereignis nur B Ereignisse.

Wenn kein Argument angegeben ist wird TOT A angenommen.

Siehe Beschreibung der Befehle START, STOP und DT.

Siehe Beschreibung im Abschnitt < GET > IEEE Sending Interface Control Messages.

TMANUAL (TIME MANUAL)

TOTALIZE

USEREQ (USER REQUEST)

Art:
Einstellung oder Abfrage

Einstell-Syntax:
USER ON
OFF

Beispiele:
USER ON
USERREQ OFF

Abfrage-Syntax:
USER?

Abfrage-Antwort:
USER ON;
USER OFF;

Beschreibung:

Der Befehl USEREQ steuert die Geltendmachung der Bedienungsanfrage wenn der Knopf INST ID auf der Frontplatte gedrückt ist. Damit wird eine Kommunikationsmöglichkeit zwischen dem Gerät und einem Controller geboten, die über die Frontplatte gesteuert werden kann.

Wenn USER ON und der Knopf INSTID gedrückt ist, ist die Bedienungsanfrage geltend gemacht und das bleibt sie, bis der Status über ein Serial Poll abgelesen ist oder ein Device Clear durchgeführt wurde. User Request wird durch ein Status Byte von 67 oder 83 und eine Anfrage-Antwort ERROR von ERR 403 angezeigt.

Die Einschalt-Einstellung ist USER OFF.

USEREQ (USER REQUEST)**WIDTH**

Art:
Betrieb

Syntax:
WID A (Argument zus.)

Beispiele:
WIDTH A
WID

Beschreibung:

Dieser Befehl stellt den DC 5010 für die Messung der Impulsbreite des Eingangssignals auf Kanal A ein. Die Flankeneinstellung auf Kanal A bestimmt, ob die positive oder die negative Impulsbreite gemessen wird.

WIDTH

MITTEILUNGEN UND KOMMUNIKATIONS- PROTOKOLL

Befehls-Trennzeichen

Eine Mitteilung besteht aus einem, oder einer Reihe von Befehlen und einem Endezeichen. Bei Mitteilungen die aus mehreren Befehlen bestehen, müssen die Befehle durch Strichpunkte getrennt sein. Ein Strichpunkt am Ende einer Mitteilung ist zusätzlich. So ist, z. B., jede der nachstehenden Zeilen eine Mitteilung.

```
INIT  
TEST;INIT;RQS ON;USER OFF;ID?;SET?  
TEST;
```

Mitteilungs-Endezeichen

Mitteilungen können mit EOI oder dem ASCII-Zeichen LF beendet sein. Einige Controller machen EOI mit dem letzten Daten-Byte geltend; andere verwenden nur LF als Endezeichen. Das Gerät kann intern so eingestellt werden, daß es beide Endezeichen annimmt. Wird EOI ONLY als Endezeichen gewählt, interpretiert das Gerät den Empfang eines Daten-Bytes mit EOI als Ende der Eingangsmitteilung; es macht dann auch EOI mit dem letzten Byte der Ausgangsmitteilung geltend. Bei der LF/EOI Einstellung, interpretiert das Gerät das LF-Zeichen ohne EOI (oder irgendein Datenbyte mit EOI) als Ende einer Eingangsmitteilung; es überträgt CR (carriage return) gefolgt von „line feed“ (LF mit EOI), um Ausgangsmitteilungen zu beenden. Servicepersonal findet Informationen über die Einstellung des Mitteilungs-Endezeichens im Abschnitt „Wartung“. Beim Versand sind TM 5000 Geräte auf EOI ONLY eingestellt.

Formatierung einer Mitteilung

Um verstanden zu werden, müssen Befehle die an TM 5000 Geräte gesandt werden das richtige Format (Syntax) haben; dieses Format ist jedoch flexibel und es werden viele Variationen angenommen. Nachstehend wird dieses Format und die annehmbaren Variationen beschrieben.

Die Geräte erwarten, daß alle Befehle in ASCII kodiert sind; sie nehmen jedoch große und kleine ASCII-Zeichen an. Die Datenausgabe erfolgt in großen Zeichen (siehe Bild 2-11).

Wie vorher besprochen, besteht ein Befehl aus einem Kopfteil dem, falls erforderlich, Argumente folgen. Ein Befehl mit Argumenten muß ein Kopfteil-Endezeichen haben, das aus dem Zwischenraumzeichen SP zwischen Kopfteil und Argument besteht.

```
RQSspON
```

Werden zusätzliche Formatierungszeichen SP, CR und LF (LF kann zur Formatierung nicht verwendet werden, wenn LF/EOI Endezeichen sind) zwischen Kopfteilendezeichen und Argument eingefügt, werden sie vom Gerät ignoriert. (SP), (CR) und (LF) werden als Unterzeichen in den nachstehenden Beispielen gezeigt:

Beispiel 1: RQS_{SP}ON;

Beispiel 2: RQS_{SP} SPON;

Beispiel 3: RQS_{SP} CR LF SP SPON

In der Betriebsliste sind einige Kopfteile und Argumente in zwei Versionen aufgeführt, in der voll ausgeschriebenen Form und einer abgekürzten Form. Das Gerät nimmt alle Kopfteile und Argumente an, die zumindest die in der abgekürzten Form enthaltenen Zeichen besitzen; jedes weitere Zeichen muß dem in der voll ausgeschriebenen Form entsprechen. Zur Dokumentation von Programmen, können der voll ausgeschriebenen Form Alphazeichen angehängt werden. Alphazeichen können auch einem Fragekopfteil angehängt werden, vorausgesetzt am Ende steht ein Fragezeichen.

```
USER?  
USERE?  
USEREQ?  
USEREQUEST?
```

Mehrfachargumente werden durch ein Komma getrennt; das Gerät nimmt jedoch auch einen Zwischenraum, oder Zwischenräume als Trennzeichen an.

```
2,3
```

```
2SP3
```

```
2,SP3
```

ANMERKUNG

Im letzten Beispiel wird der Zwischenraum als Formatzeichen angesehen, da er hinter dem Komma steht (dem Argument-Trennzeichen).

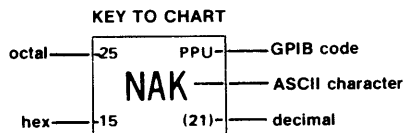
Zahlen-Formate

Das Gerät akzeptiert die nachstehenden Zahlenarten für jedes numerische Argument.

- Ganze Zahlen mit und ohne Vorzeichen (einschl. +0 und -0). Ganze Zahlen ohne Vorzeichen werden als positiv angesehen. Beispiele: +1,2,-1,-10
- Dezimalzahlen mit und ohne Vorzeichen. Dezimalzahlen ohne Vorzeichen werden als positiv angesehen. Beispiele: -3.2, +5.0, 1.2
- Gleitkommazahlen in wissenschaftlicher Schreibweise. Beispiele: +1.0E-2, 1.0E-2, 0.01E+0

ASCII & IEEE 488 (GPIB) CODE CHART

BITS				0 0 0		0 0 1		0 1 0		0 1 1		1 0 0		1 0 1		1 1 0		1 1 1					
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	CONTROL				NUMBERS SYMBOLS				UPPER CASE				LOWER				
0	0	0	0	0	0	0	0	NUL	20	DLE	40	SP	60	0	100	@	120	P	140	'	160	p	
0	0	0	0	1	0	0	1	SOH	21	DC1	41	!	61	1	101	A	121	Q	141	a	161	q	
0	0	1	0	0	0	0	2	STX	22	DC2	42	"	62	2	102	B	122	R	142	b	162	r	
0	0	1	0	1	0	0	3	ETX	23	DC3	43	#	63	3	103	C	123	S	143	c	163	s	
0	1	0	0	0	0	0	4	EOT	24	DC4	44	\$	64	4	104	D	124	T	144	d	164	t	
0	1	0	1	0	0	0	5	ENQ	25	NAK	45	%	65	5	105	E	125	U	145	e	165	u	
0	1	1	0	0	0	0	6	ACK	26	SYN	46	&	66	6	106	F	126	V	146	f	166	v	
0	1	1	1	0	0	0	7	BEL	27	ETB	47	'	67	7	107	G	127	W	147	g	167	w	
1	0	0	0	0	0	0	8	BS	30	CAN	50	(	70	8	110	H	130	X	150	h	170	x
1	0	0	1	0	0	0	9	HT	31	EM	51	)	71	9	111	I	131	Y	151	i	171	y
1	0	1	0	0	0	0	10	LF	32	SUB	52	*	72	:	112	J	132	Z	152	j	172	z	
1	0	1	1	0	0	0	11	VT	33	ESC	53	+	73	;	113	K	133	[	153	k	173	{
1	1	0	0	0	0	0	12	FF	34	FS	54	,	74	<	114	L	134	\	154	l	174	|	
1	1	0	1	0	0	0	13	CR	35	GS	55	-	75	=	115	M	135	]	155	m	175	}
1	1	1	0	0	0	0	14	SO	36	RS	56	.	76	>	116	N	136	^	156	n	176	~	
1	1	1	1	0	0	0	15	SI	37	US	57	/	77	?	117	UNL	137	UNT	157	o	177	RUBOUT	
1	1	1	1	1	0	0	16	F	15	1F	31	2F	47	3F	63	4F	79	5F	95	6F	111	7F	127



TG3888-24

Bild 2-11. ASCII und IEEE 488 (GPIB) Codes.

Rundung numerischer Argumente

Das Gerät rundet numerische Argumente zur nächsten Auflösungs-einheit auf oder ab und prüft dann, ob sie außerhalb des Bereichs liegen.

Mitteilungs-Protokoll

Wenn das Gerät eine Mitteilung erhält, wird sie im Eingangs-Puffer gespeichert, bearbeitet und ausgeführt. Die Bearbeitung einer Mitteilung besteht aus der Dekodierung von Befehlen, dem Erkennen von Trennzeichen und dem Überprüfen der Syntax. Bei Einstellbefehlen speichert das Gerät die angezeigten Änderungen im Einstell-Puffer. Wird während der Bearbeitung ein Fehler entdeckt, gibt das Gerät eine Bedienungsanfrage (SRQ) aus, ignoriert den Rest der Mitteilung und stellt den Einstell-Puffer zurück. Durch Rückstellen des Einstell-Puffers werden unerwünschte Zustände vermieden die dadurch entstehen können, daß einige Einstellbefehle der gleichen Mitteilung ausgeführt werden und andere nicht.

Die Ausführung einer Mitteilung besteht in der Durchführung der Tätigkeiten, die durch ihre Befehle spezifiziert sind. Bei Einstellbefehlen bedeutet das die Neueinstellung der Geräteeinstellungen und die Aufnahme dieser neuen Einstellungen in den Einstell-Puffer. Die Einstellbefehle werden in Gruppen ausgeführt – d. h., eine Reihe von Einstellbefehlen wird bearbeitet und in den Einstell-Puffer aufgenommen, bevor die Ausführung erfolgt. Das erlaubt dem Anwender einen neuen Status zu spezifizieren ohne darauf zu achten, ob eine besondere Reihenfolge Gültigkeit hat. Die Durchführung der Einstellungen erfolgt, wenn das Gerät das Mitteilungs-Endezeichen, einen Abfragebefehl oder einen Betriebsbefehl in einer Mitteilung bearbeitet.

Bearbeitet das Gerät einen Abfragebefehl in einer Mitteilung, dann werden zuerst alle vorhergehenden Einstellbefehle ausgeführt, um den Status des Gerätes auf den neuesten Stand zu bringen. Dann wird der Abfragebefehl ausgeführt, indem es die entsprechenden Daten abrufen und sie in den Ausgangspuffer gibt. Danach wird die Bearbeitung und Ausführung des Rests der Mitteilung fortgesetzt. Wenn das Gerät zum Sprecher (talker) gemacht wird, werden die Daten an den Controller weitergegeben.

Wenn das Gerät in einer Mitteilung einen Betriebsbefehl bearbeitet, werden vor dem Betriebsbefehl alle vorhergehenden Einstellbefehle ausgeführt.

Mehrfach-Mitteilungen

Der Eingangs-Puffer hat eine begrenzte Kapazität und eine einzelne Mitteilung kann so lang sein, daß er damit ausgefüllt ist. In diesem Falle wird ein Teil der Mitteilung bearbeitet, bevor das Gerät weitere Daten annimmt. Während der Befehlsausführung hält das Gerät zusätzliche Daten zurück (durch NFRD) bis im Puffer Platz zur Verfügung steht.

Wenn Platz vorhanden ist, kann das Gerät vor Ausführung der ersten eine zweite Mitteilung annehmen. Es hält jedoch zusätzliche Mitteilungen mit NFRD zurück, bis die erste Mitteilung vollständig durchgeführt ist.

Nachdem das Gerät in einer Mitteilung einen Abfragebefehl ausgeführt hat hält es die Antwort zurück, bis es vom Controller zum Sprecher (talker) gemacht wird. Empfängt das Gerät eine neue Mitteilung bevor der gesamte Ausgang der vorherigen Mitteilung ausgelesen ist, macht es vor der Ausführung der neuen Mitteilung den Ausgangs-Puffer frei. Dadurch wird verhindert, daß der Controller unerwünschte Daten aus alten Mitteilungen erhält.

Eine weitere Situation kann das Gerät veranlassen den Ausgang zu löschen. Die Ausführung einer langen Mitteilung kann dazu führen, daß Eingangs- und Ausgangs-Puffer voll werden. Wenn dies geschieht, kann das Gerät die Ausführung der Mitteilung nicht beenden weil es darauf wartet, daß der Controller die erzeugten Daten ausliest; der Controller kann die Daten aber nicht auslesen weil er mit der Übertragung seiner Mitteilung noch nicht zu Ende ist. Da der Eingangs-Puffer voll ist und das Gerät den Rest der Mitteilung des Controllers mit NFRD zurückhält, hängt das System in der Schwebe weil Controller und Gerät aufeinander warten. Erkennt das Gerät diesen Zustand erzeugt es eine Fehlermeldung, gibt ein SRQ aus und löscht die Daten im Ausgangs-Puffer. Das ermöglicht dem Controller den Rest der Mitteilung zu übertragen und der Controller wird informiert, daß die Mitteilung ausgeführt und der Ausgang gelöscht wurde.

Ein TM 5000 Gerät kann als Sprecher (talker) adressiert werden, ohne daß es eine Mitteilung erhält die angibt, was es ausgeben soll. In diesem Falle geben Erfassungsgeräte (Zähler und Vervielfacher) eine Messung aus, wenn sie beendet ist. Ist keine Messung fertig, geben sie eine ein Byte-Mitteilung zurück bei der alle Bits gleich 1 sind (mit Endezeichen); andere TM 5000 Geräte geben nur diese Mitteilung zurück.

Geräteaktionen auf IEEE-488 Interface Mitteilungen

Interface Mitteilungen und ihre Auswirkungen auf die Interface-Funktionen des Gerätes sind im IEEE Standard 488-1978 definiert. Abkürzungen dieser Norm werden in dieser Diskussion verwendet, in der die Auswirkungen der Interface-Mitteilungen auf die Betriebsweise des Gerätes beschrieben werden.

UNL-Unlisten UNT-Untalk

Wird der Befehl UNL empfangen, geht die Hörer-(listener) Funktion des Gerätes in ihren Ruhezustand (nicht adressiert). Im Ruhezustand nimmt das Gerät keine Befehle vom GPIB an.

Die Sprecher-(talker) Funktion geht in ihren Ruhezustand, wenn das Gerät den Befehl UNT empfängt. In diesem Zustand kann das Gerät über den GPIB keine Daten ausgeben.

Wenn Talker- und Listener-Funktion im Ruhezustand sind, ist das Lämpchen „ADDRESSED“ aus. Ist das Gerät entweder Talk- oder Listenadressiert, ist das Lämpchen an.

IFC-Interface Clear

Diese einzeilige Mitteilung hat die gleiche Auswirkung wie die UNL- und UNT-Mitteilungen. Das Lämpchen „ADDRESSED“ auf der Frontplatte ist aus.

DCL-Device Clear

Die Mitteilung Device Clear stellt die Kommunikation zwischen Controller und Gerät wieder her. Als Antwort auf DCL löscht das Gerät alle Eingangs- und Ausgangsmitteilungen und jede nicht ausgeführte Einstellung im Einstellungs-Puffer. Ebenso werden alle auf Abruf wartenden Fehler und Ereignisse gelöscht, mit Ausnahme des Einschalt-SRQ's. Wenn aus irgendeinem anderen Grund als dem Einschaltvorgang ein SRQ ausgegeben ist, wird beim Empfang von DCL die SRQ gelöscht.

SDC-Selected Device Clear

Diese Mitteilung erfüllt die gleiche Funktion wie DCL; jedoch nur Geräte die als Listener adressiert sind antworten auf SDC.

GET-Group Execute Trigger

Das Gerät spricht auf GET nur an, wenn es als Listener adressiert ist und die Geräte-Triggerfunktion durch den Befehl Device Trigger (DT) freigegeben worden ist. Wenn die DT-Funktion gesperrt ist (DT OFF), das Gerät auf Frontplattenbedienung eingestellt ist, oder beim Empfang von GET eine Mitteilung ausführt, wird die Mitteilung GET ignoriert und ein SRQ erzeugt.

SPE-Serial Poll Enable

SPD-Serial Poll Disable

Die Mitteilung SPE gibt das Gerät für die Ausgabe des Serial Poll Status Bytes frei, wenn es als Talker adressiert ist. Durch die Mitteilung SPD wird das Gerät auf seinen normalen Betrieb, die Sendung von Daten aus dem Ausgangs-Puffer, zurückgeschaltet.

MLA-My Listen Address

MTA-My Talk Address

Die primären Listen- und Talkadressen werden durch die GPIB Adresse des Gerätes erstellt (intern eingestellt). Die jeweilige Einstellung der GPIB Adresse wird auf der Frontplatte dargestellt, wenn der Knopf ID gedrückt wird.

LLO-Local Lockout

LLO wird von dem Gerät mit einem Umschaltvorgang beantwortet – von LOCS auf LWLS oder von REMS auf RWLS.

REN-Remote Enable

Wenn REN aktiviert ist und das Gerät hat seine Listen-Adresse empfangen, schaltet es auf einen Fernbedienungsstatus um (von LOCS auf REMS oder von LWLS auf RWLS). Ist REN nicht aktiv, also falsch, wird aus jedem Status eine Umschaltung auf LOCS veranlaßt; das Gerät bleibt so lange in LOCS wie REN falsch ist.

Eine REN-Umschaltung kann nach dem Beginn einer Mitteilungsbearbeitung vorkommen. In diesem Falle wird die Ausführung der in Bearbeitung befindlichen Mitteilung durch eine Umschaltung nicht beeinflusst.

GTL-Go To Local

Nur listen-adressierte Geräte antworten auf GTL durch Umschalten auf Eigenbedienung. Umschaltungen von Fern-auf-Eigenbedienung durch GTL beeinflussen nicht die Ausführung von Mitteilungen, die beim Empfang von GTL bearbeitet werden.

Remote-Local Operation

Die vorstehende Diskussion der Interface-Mitteilungen beschreibt die Status-Umschaltungen durch GTL und REN. Die meisten Bedienungselemente auf der Frontplatte verursachen eine Umschaltung von REMS auf LOCS durch eine Mitteilung, die return-to-local (rtl) genannt wird. Diese Umschaltung kann während der Mitteilungs-Ausführung vorkommen; aber im Gegensatz zu GTL- und REN-Umschaltungen, wird durch eine Umschaltung die durch rtl veranlaßt wurde die Mitteilungs-Ausführung beeinflusst. In diesem Fall erzeugt das Gerät einen Fehler, wenn es irgendwelche nicht ausgeführten Einstell- oder Betriebsbefehle gibt. Bedienungselemente auf der Frontplatte die nur die Darstellung ändern (wie ID) beeinflussen die Fern-Eigenbedienungs Zustände nicht – nur Bedienungselemente die Einstellungen ändern, können rtl geltend machen. Rtl wird ungültig nach Änderung der Einstellungen auf der Frontplatte.

Local State (LOCS)

In LOCS werden die Einstellungen des Gerätes durch die Bedienungsperson über die Bedienungselemente auf der Frontplatte gesteuert. In diesem Status werden nur Bus-Befehle ausgeführt, die die Einstellungen des Gerätes nicht verändern (Abfragebefehle); alle anderen Bus-Befehle (Einstellung oder Betrieb) erzeugen einen Fehler, da ihre Funktionen über die Frontplatte gesteuert werden.

Local With Lockout State (LWLS)

Das Gerät arbeitet in gleicher Weise wie bei LOCS mit der Ausnahme, daß rtl keine Umschaltung auf Fernbedienung beinhaltet.

Remote With Lockout State (RWLS)

Die Arbeitsweise des Gerätes entspricht der Betriebsart REMS mit der Ausnahme, daß die Mitteilung rtl ignoriert wird.

Remote State (REMS)

In diesem Status führt das Gerät alle Gerätebefehle aus. Die Veränderung eines Bedienungselementes auf der Frontplatte, mit Ausnahme der Triggerpegel-Regler, erzeugt ein rtl und veranlaßt das Gerät auf Eigenbedienun (LOCS) zurückzugehen.

STATUS- UND FEHLERBERICHT

Über die Bedienungsanfrage (Service Request) Funktion (definiert in der IEEE-488 Norm) kann das Gerät den Controller darauf aufmerksam machen, daß eine Abfrage nötig ist. Dieser Bedienungsruf dient auch zur Anzeige, daß ein bestimmtes Ereignis (eine Statusänderung oder ein Fehler) aufgetreten ist. Um den Ruf zu bedienen führt der Controller eine Serienabfrage durch; darauf antwortet das Gerät mit einem Statusbyte (STB) das anzeigt, ob es eine Bedienung verlangt hat oder nicht. Das STB kann auch eine begrenzte Menge an Information über den Bedienungsruf enthalten. Das Format der im STB kodierten Informationen wird in Tabelle 2-2 dargestellt. Wenn das Datenbit 8 eingestellt ist, befördert das STB Statusinformation die durch die Bits 1 bis 4 gekennzeichnet ist.

**Tabelle 2-2
DEFINITION DER STATUS BYTE BITS**

Status Byte (Example)	DATA BITS								DECIMAL	
	8	7	6	5	4	3	2	1	Not Busy	Busy
Power On	0	1	0	X	0	0	0	1	65	81
Channel A overflow	1	1	0	0	0	0	0	1	193	209
Channel B overflow	1	1	0	0	0	0	1	0	194	210

If 0, STB indicates event class
 If 1, STB indicates device status
 --- 1 if requesting service
 --- 1 indicates an abnormal event
 --- 1 if message processor is busy
 --- Define events

Da die vom STB beförderte Information über ein Ereignis begrenzt ist, sind die Ereignisse in Klassen aufgeteilt; die Klasse wird im Statusbyte angegeben. Die Ereignisklassen werden wie folgt definiert:

- COMMAND ERROR** Das Gerät hat einen Befehl empfangen, den es nicht verstehen kann.
- EXECUTION ERROR** Das Gerät hat einen Befehl empfangen, den es nicht ausführen kann. Verursacht durch Argumente außerhalb des Bereichs, oder widersprüchliche Einstellungen.
- INTERNAL ERROR** Das Gerät hat ein Hardware- oder Firmwareproblem entdeckt, das den Betrieb verhindert.
- SYSTEM EVENTS** Ereignisse, die für alle Geräte in einem System gleich sind (z.B., Power on, User Request usw.).
- EXECUTION WARNING** Das Gerät arbeitet, aber der Anwender sollte auf potentielle Probleme achten.
- INTERNAL WARNING** Dadurch wird angezeigt, daß das Gerät ein Problem entdeckt hat. Das Gerät bleibt in Betrieb, aber das Problem sollte berichtigt werden (z. B., die Kalibrierung stimmt nicht).
- DEVICE STATUS** Vom Gerät abhängige Ereignisse.

Das Gerät kann zusätzliche Informationen über viele der Ereignisse liefern, besonders über die im Statusbyte berichteten Fehler. Nach der Feststellung, daß das Gerät nach Service gerufen hat (durch Prüfung des STB), kann der Controller mit einer Fehleranfrage „ERR?“ weitere Informationen abfragen. Das Gerät antwortet mit einem Code, der das Ereignis definiert. Diese Codes werden in Tabelle 2-3 beschrieben.

Wenn mehr als ein Ereignis zu berichten ist, gibt das Gerät weiter SRQ bis alle Ereignisse berichtet sind. Nach dem Bericht über die Serienabfrage wird jedes Ereignis automatisch gelöscht. Die Interface-Mitteilung Device Clear (DCL) kann zur Löschung aller Ereignisse, mit Ausnahme von Power On, verwendet werden.

Zur Steuerung des Berichts einiger individueller Ereignisse und für das Sperren aller Bedienungsrufe, stehen Befehle zur Verfügung. So bietet, z. B., der Befehl User Request „USEREQ“ individuelle Steuerung über den Bericht der Anwenderanfrage, die nach Drücken des Knopfes ID auf der Frontplatte auftritt. Der Befehl Request for Service „RQS“ steuert, ob das Gerät irgendein Ereignis mit SRQ berichtet.

Tabelle 2-3
Bus Fehler-Codes und
Serial Poll Antworten

Beschreibung	Antwort auf Fehler-abfrage	Serial Poll ^a (Dezimal)
Befehls-Fehler		
Fehler im Kopfteil	101	97
Fehler im Kopfteil-Trennzeichen	102	97
Fehler im Argument	103	97
Fehler im Argument-Trennzeichen	104	97
Nicht numerisches Argument (numerisches wird erwartet)	105	97
Argument fehlt	106	97
Ungültiges Mitteilungs-Endezeichen	107	97
Ausführungs-Fehler		
Befehl bei Eigenbedienung nicht ausführbar	201	98
Einstellungen durch „rtl“ verloren	202	98
I/O Puffer voll, Ausgang leer	203	98
Argument außerhalb des Bereichs	205	98
Gruppentriggerung ignoriert	206	98
Interne Fehler		
Unterbrechungs-Fehler	301	99
System-Fehler	302	99
System-Ereignisse		
Einschaltvorgang ⁶	401	65
Arbeit beendet	402	66
Anwenderabfrage	403	67
Geräte Warnungen		
Kanal A mit 50 Ω abschließen	602	66
Kanal B mit 50 Ω abschließen	603	66
Kein Verteiler	604	102
Geräteabhängige Ereignisse		
Kanal A fließt über	711	193
Kanal B fließt über	712	194
Keine Fehler oder Ereignisse		
Daten nicht fertig	0	128
Daten fertig	0	132

^a Wenn das Gerät arbeitet antwortet es mit einer Zahl, die um 16 höher als die angegebene Zahl ist.

^b Beispiele finden Sie in Tabelle 2-2.

„RQS OFF“ hält alle „SRQ's“ zurück (außer Power On), sodaß die „ERR?“-Abfrage in dieser Betriebsart dem Controller ermöglicht Ereignisse herauszufinden, ohne zuerst eine Serienabfrage durchzuführen. Bei „RQS OFF“ kann der Controller jederzeit die „ERR?“-Abfrage stellen und das Gerät antwortet mit einem Ereignis das darauf wartet berichtet zu werden. Der Controller kann durch Senden der Fehleranfrage alle Ereignisse löschen bis ein Nullcode (0) erscheint, oder alle Ereignisse, außer Power-on, durch die Interface-Mitteilung DCL löschen.

Bei „RQS OFF“ kann der Controller eine Serienabfrage durchführen, wobei das Statusbyte aber nur geräteabhängige Statusinformation enthält. Bei „RQS ON“ enthält das STB die Klasse des Ereignisses und einen darauf folgenden im STB berichteten Fehler.

Tabelle 2-4
FRONTPLATTEN FEHLERCODES

Serielle I/O Fehler	313
Kanal A	
Zähler Integrität	320–324, 329
Kanal B	
Zähler Integrität	330–334, 339
System RAM Fehler U1410	340
System RAM Fehler U1610	341
System RAM Fehler U1311	342
ROM Plazierungsfehler U1610	361
ROM Plazierungsfehler U1102	374
ROM Plazierungsfehler U1201	375
ROM Prüfsummenfehler U1410	380
ROM Prüfsummenfehler U1610	381
ROM Prüfsummenfehler U1102	394
ROM Prüfsummenfehler U1201	395

DAS SENDEN VON INTERFACE STEUER-MITTEILUNGEN

Die Kommunikation über den Bus erfolgt durch die Anwendung der Eingangs- und Ausgangsstatements des Controllers. ASCII-Befehle werden durch Anwendung der PRINT Statements übertragen. Der DC 5010 ist ab Werk auf die Adresse 20 eingestellt.

```
PRINT @ 20:„SET?;“
```

ASCII Antworten werden durch den Controller über die Eingangs-Statements empfangen.

```
INPUT @ 20:A$
```

Interface-Mitteilungen werden als Befehle mit niedrigem Level über die Controller-Befehle WBYTE und RBYTE gesendet. Bei den nachstehenden Befehlen A=32 plus Geräteadresse und B=64 plus Geräteadresse.

Listen	WBYTE @ A:
Unlisten	WBYTE @ 63:
Talk	WBYTE @ B:
Untalk	WBYTE @ 95:
Unlisten-untalk	WBYTE @ 63, 95:
Device clear (DCL)	WBYTE @ 20:
Selective device clear (SDC)	WBYTE @ A, 4:
Go to local (GTL)	WBYTE @ A, 1:
Remote with lockout	WBYTE @ A, 17, 63:
Local lockout of instruments	WBYTE @ 17:
Group execute trigger (GET)	WBYTE @ A, 8:

Diese Befehle gelten für Controller der Tektronix Serie 4050 und repräsentativ für andere Controller.

Ein Programmierungsführer für Tektronix-Controller, wie für das Graphische Rechner-System 4052, steht zur Verfügung. Dieser Führer enthält Programmierungsanleitungen, Tips und Programmbeispiele für dieses Gerät. Fragen Sie Ihren Tektronix Außendienstmitarbeiter nach einer Kopie, oder bestellen Sie den GPIB Programming Guide unter der Bestell-Nr.: 070-3985-00.

EINSCHALT-EINSTELLUNGEN

Beim Einschalten wird das Gerät wie in Tabelle 2-5 angegeben eingestellt.

Ferner wird eine automatische Triggerung durchgeführt, um die Triggerpegel und die maximalen und minimalen Spitzenwerte einzustellen.

**Tabelle 2-5
EINSCHALT-EINSTELLUNGEN**

Kopfteil	Argument
FREQ	A
AVG -1	AUTO
SLO (CHA A&B)	POS
ATT (CHA A&B)	X1
COU (CHA A&B)	DC
TER (CHA A&B)	HI
FIL	OFF
PRE	OFF
CHA	A
OPC	OFF
OVER	OFF
DT	OFF
USER	OFF
RQS	ON

PROGRAMM BEISPIELE

SPRECHER/HÖRER PROGRAMME

Diese Programme ermöglichen einem Anwender irgendeinen der in der Liste der Funktionsbefehle enthaltenen Befehle zu senden, um die erzeugten Daten abzurufen.

Sprecher/Hörer Programm für Controller der Serie 4050

```
100 REM DC5010 TALKER/LISTENER PROGRAM
110 REM DC5010 PRIMARY ADDRESS = 20
120 INIT
130 ON SRQ THEN 260
140 DIM A$(200)
150 PRINT "ENTER MESSAGE(S): ";
160 INPUT C$
170 PRINT @20:C$
180 REM CHECK FOR QUERIES
190 IF POS(C$,"?",1)<>0 THEN 220
200 REM CHECK FOR 'SEND'
210 IF POS(C$,"SEND",1)=0 THEN 150
220 REM INPUT FROM DEVICE
230 INPUT @20:A$
240 PRINT A$
250 GO TO 150
260 REM SERIAL POLL ROUTINE
270 POLL X,Y;20
280 PRINT "STATUS BYTE: ";Y
290 RETURN
```

**Sprecher/Hörer Programm für Controller der Serie
4040**

```
90 REM DC5010 TALKER/LISTENER PROGRAM
95 REM DC5010 PRIMARY ADDRESS = 20
100 OPEN #1:"GPIB(PRI=20,EOM=<>):"
110 ON SRQ THEN GOSUB 240
115 ENABLE SRQ
120 DIM A$ TO (200)
130 PRINT "ENTER COMMAND(S) / QUERY "
140 INPUT C$
145 IF C$="EX" THEN GOTO 230
150 PRINT #1:C$
160 REM CHECK FOR QUERIES
170 IF POS(C$,"?",1)<>0 THEN GOTO 200
180 IF POS(C$,"SEND",1)=0 THEN GOTO 130
190 REM INPUT FROM DEVICE
200 INPUT #1:A$
210 PRINT A$
220 GOTO 130
230 STOP
240 POLL SB,P,S;20
250 PRINT "SRQ SEEN, STATUS BYTE WAS:",SB
260 RETURN
```

PROGRAMMIERUNGSHINWEISE

Dieser Abschnitt soll zeigen wie der DC 5010 programmiert wird, um einige grundlegende Meßfunktionen zu erfüllen und wie man aus einigen seiner besonderen Programmierungseinrichtungen Vorteile ziehen kann.

Die nachstehenden Beispiele sind in BASIC der Serie 4050 geschrieben. Die Eingabedetails variieren je nach Controller.

Änderung der Einstellungen des Eingangskanals

Vor Durchführung einer sinnvollen Messung, müssen die Bedingungen für das Eingangssignal richtig eingestellt werden. Im nachstehenden Beispiel wird zuerst die Bedingung für das Eingangssignal auf Kanal A eingestellt. Dann werden die Triggerpegel mit dem Befehl AUTO automatisch auf ihre Mittelwerte gesetzt und der Befehl AVE-1 stellt das Gerät für etwa 3 Messungen/Sek. ein. Zuletzt wird dem DC 5010 befohlen FREQ (Frequenz) Messungen durchzuführen.

```
100 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;TERM HI;"
110 PRINT @20:"COU DC;ATT 1;AUTO;"
120 PRINT @20:"AVE -1;FREQ;SEND;"
130 INPUT @20:R
140 PRINT "THE FREQUENCY IS ";R
150 END
```

Obwohl das vorstehende Beispiel alle programmierten Eingangseinstellungen für Kanal A zeigt, müssen nur die Einstellungen programmiert werden, die nicht bereits den gewünschten Status haben.

Zeitintervall-Messung

Im nachstehenden Beispiel wird das Gerät für Zeitintervall-Messungen zwischen zwei TTL-Signalpegeln eingestellt, die an die Eingänge der Kanäle A und B mit X5 Tastköpfen angeschlossen sind.

```
200 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;TERM HI;"
210 PRINT @20:"ATT 1;COU DC;LEV 0.275;"
220 PRINT @20:"CHA B;SLO POS;TERM HI;"
230 PRINT @20:"ATT 1 COU DC;LEV 0.275;"
240 PRINT @20:"AVE 1;TIME;SEND;"
250 INPUT @20:T
260 PRINT "TIME A TO B IS ";T
270 END
```

Auch hier müßten nur die Einstellungen programmiert werden, die nicht bereits den gewünschten Status haben.

Durchführung von Einzelmessungen

Einzelmessungen können mit einer der in den nachstehenden Beispielen gezeigten Methoden durchgeführt werden. Für eine Einzelmessung wird das Gerät zuerst auf „STOP“ gestellt. Ein „RESET“ veranlaßt dann die Durchführung einer einzelnen Messung und danach wird der Meßvorgang wieder angehalten. Das erste Beispiel zeigt, wie eine einzelne TIME Intervall-Messung mit STOP und RESET durchgeführt wird.

```
300 PRINT @20:"AVE 1;TIME;"
310 PRINT @20:"STOP;RESET;SEND;"
320 INPUT @20:R
330 PRINT "TIME INTERVAL IS ";R
340 END
```

Das nächste Beispiel zeigt, wie die Gruppentriggerung <GET> anstelle von RESET für Einzelmessungen angewendet wird. Um <GET> anwenden zu können, muß zuerst mit dem Befehl DT TRIG die Triggerfunktion des Gerätes freigegeben werden. Auch hierbei muß das Gerät auf „STOP“ gestellt werden, bevor das <GET> ein RESET und damit eine Einzelmessung veranlaßt.

```
400 PRINT @20:"DT TRIG;AVE 1;TIME;"
410 PRINT @20:"STOP;"
420 FOR I=1 TO 200
430 REM ALLOW TIME FOR COUNTER TO
440 REM PROCESS PENDING SETTINGS
450 REM BUFFER
460 NEXT I
470 REM 52 IS LISTEN ADDR. 20 (32+20)
480 REM 8 IS <G.E.T.> IEEE-488
490 WBYTE @52:8:
500 PRINT @20:"SEND;"
510 INPUT @20:R
520 PRINT "TIME INTERVAL IS ";R
530 END
```

Auslesen der Ergebnisse

Es gibt zwei grundsätzliche Wege um Meßdaten vom DC 5010 zu erhalten. Die erste, nachstehend gezeigte Methode verwendet für die Abfrage von Meßergebnissen den Befehl SEND. Steht ein Meßergebnis zur Verfügung, antwortet der DC 5010 sofort wenn er „angesprochen“ wird, sonst wartet er mit der Antwort bis ein Meßergebnis da ist.

```
300 PRINT @20:"FREQ;"
310 PRINT @20:"SEND;"
320 INPUT @20:A
330 PRINT "FREQUENCY IS ";A
340 END
```

Die andere Methode Meßdaten zu erhalten besteht einfach darin den DC 5010 zu adressieren und dann die Ergebnisse abzulesen. Steht ein Ergebnis zur Verfügung, veranlaßt das Adressieren des Gerätes die Ausgabe des Ergebnisses. Steht kein Ergebnis zur Verfügung, wird das Gerät veranlaßt stattdessen ein FF(hex)Byte auszugeben. Das nachstehende Beispiel zeigt, wie Daten durch einfaches „Ansprechen“ des Gerätes und Prüfen auf FF(hex) ausgelesen werden können.

```
200 PRINT @20:"FREQ:"
210 INPUT @20:A$
220 IF LEN(A$)=0 THEN 210
230 PRINT "FREQUENCY IS ";A
240 END
```

Mit den Befehlen „RDY?“ und „OPC“ kann festgestellt werden, ob Daten für die Auslesung zur Verfügung stehen. Der Status „Daten bereit“ kann, wie im folgenden Beispiel, mit dem Abfrage-Befehl „RDY?“ abgefragt werden.

```
100 PRINT @20:"PER:"
110 PRINT @20:"RDY?;"
120 INPUT @20:R
130 IF R=0 THEN 110
140 INPUT @20:A
150 PRINT "PERIOD IS ";A
160 END
```

Das nachstehende Beispiel zeigt, wie der Befehl "OPC" es ermöglicht den Bedienungsruf (SRQ) und das Statusbyte (STB) für die Meldung zu verwenden, daß Daten bereit sind.

```
100 REM USING OPC INTERRUPT AND
110 REM STATUS BYTE TO SIGNAL
120 REM WHEN THE DATA IS READY
130 A=0
140 PRINT @20:"PER;OPC ON;"
150 ON SRQ THEN 220
160 WAIT
170 IF A=0 THEN 160
180 PRINT @20:"SEND;OPC OFF;"
190 INPUT @20:A
200 PRINT "PERIOD IS ";A
210 END
220 POLL D,S;20
230 IF S=66 OR S=82 THEN 260
240 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
250 GO TO 270
260 A=1
270 RETURN
```

Erweiterung des Bereichs durch Zählen des Überlaufs

Wenn die interne 43-Bit Kapazität des Zählers überschritten wird läuft er über (OVERFLOW). Durch Zählen dieser OVERFLOW's kann der Bereich bei TMANUAL und TOTALIZE Messungen erweitert werden.

Das nachfolgende Beispiel überwacht eine TOTALIZE Messung und beobachtet wann die Zählung 1.0E+14 erreicht, etwa das 11-fache der Zählkapazität des DC5010. Dies geschieht durch Zählen der OVERFLOWS's und die Verwendung dieser Zahl zur Erweiterung der Genauigkeit des Ergebnisses.

```
1 REM(EXTENDING RANGE USING)
2 REM OVERFLOW - TOTALIZE A
100 C=0
110 PRINT @20:"OVER ON;TOT;START;"
120 ON SRQ THEN 500
130 PRINT @20:"SEND;"
140 INPUT @20:A
150 R=A+C*8.796093022E+12
160 IF R<1.0E+14 THEN 130
170 PRINT "RESULT IS ";R
180 PRINT @20:"OVER OFF;"
190 END
500 POLL D,S;20
510 IF S=193 OR S=209 THEN 540
520 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
530 RETURN
540 C=C+1
550 RETURN
```

Das nächste Beispiel überwacht eine TMANUAL Messung die bestimmen soll, wann 24 Stunden vergangen sind. Da 24 Stunden gleich 86.400 Sekunden sind, übersteigt dies die Zählerkapazität des DC 5010 von 27.487,8 Sekunden. Durch Zählen der OVERFLOW's kann die Genauigkeit für das Zählen dieser Zeitspanne erweitert werden.

```
1 REM(EXTENDING RANGE USING)
2 REM OVERFLOW - TIME MANUAL
100 C=0
110 PRINT @20:"OVER ON;"
120 PRINT @20:"TMAN;START;"
130 ON SRQ THEN 210
140 PRINT @20:"SEND;"
150 INPUT @20:A
160 R=A+C*27487.79069
170 IF R<86400 THEN 140
180 PRINT "RESULT IS ";R
190 PRINT @20:"OVER OFF;"
200 END
210 POLL D,S;20
220 IF S=194 OR S=210 THEN 250
230 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
240 RETURN
250 C=C+1
260 RETURN
```

Anwendung der Drucktaste INST ID

Die Kommunikation zwischen dem Controller und einer Bedienungsperson kann mit dem Knopf INST ID und dem Befehl USER hergestellt werden. Das nachstehende Beispiel erlaubt einer Bedienungsperson an der Frontplatte Tastköpfe zu kompensieren und dann den Controller zu informieren, daß PROBECOMP beendet ist. Wie gezeigt können Tastköpfe kompensiert und der Knopf INST ID benutzt werden, auch wenn die anderen Bedienungselemente auf der Frontplatte gesperrt sind.

```

1 REM (USING THE INST ID BUTTON)
100 PRINT "COMPENSATE PROBES - ";
110 PRINT "PUSH INST ID BUTTON ";
120 PRINT "WHEN DONE."
130 I=0
140 PRINT @20:"USER ON;PROBE;"
150 REM GPIB "LLC" IS 17
160 WBYTE @17:
170 ON SRQ THEN 300
180 WAIT
190 IF I=0 THEN 180
200 PRINT @20:"INIT;"
210 PRINT "COMPENSATION DONE."
220 END
300 POLL D,S;20
310 IF S=67 OR S=93 THEN 340
320 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
330 GO TO 360
340 PRINT "INST ID BUTTON SENSED."
350 I=1
360 RETURN

```

Der INST ID Knopf kann auch dazu verwendet werden, dem Controller mitzuteilen, daß das Gerät für die Messung des Eingangssignals richtig eingestellt ist. Einmal informiert, kann der Controller mit dem Anfrage-Befehl SET? die derzeitige Geräteeinstellung „lernen“ und für spätere Anwendung speichern.

```

800 REM LEARN SETTINGS
810 PRINT "SET UP THE INSTRUMENT - ";
820 PRINT "PUSH INST ID WHEN DONE."
830 DIM A$(215)
840 I=0
850 PRINT @20:"USER ON;"
860 ON SRQ THEN 940
870 WAIT
880 IF I=0 THEN 870
890 PRINT @20:"SET?;"
900 INPUT @20:A$
910 PRINT "STORED SETTINGS ARE: ";A$
920 PRINT @20:"USER OFF;"
930 END
940 POLL D,S;20
950 IF S=67 OR S=93 THEN 980
960 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
970 GO TO 990
980 I=1
990 RETURN

```

Messung der Impulsdauer

Mit einer Kombination von WIDTH und PERIOD Messungen können Messungen der Impulsdauer leicht durchgeführt werden. Im nachstehenden Beispiel wird die Dauer des positiven Impulses des Eingangssignals bestimmt. Dieses Beispiel setzt voraus, daß der Triggerpegel bereits auf den gewünschten Wert eingestellt ist.

```

400 REM DUTY CYCLE MEASUREMENT
410 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;"
420 PRINT @20:"WID;SEND;"
430 INPUT @20:W
440 PRINT @20:"PER;SEND;"
450 INPUT @20:F
460 D=W/F
470 PRINT "THE DUTY CYCLE IS ";D
480 END

```

Phasen-Messungen

Mit einer Kombination von PERIOD und TIME Messungen können Phasenmessungen durchgeführt werden. Im folgenden Beispiel wird die Phasendifferenz zwischen den Signalen auf Kanal A und Kanal B bestimmt, indem zuerst die PERIOD des einen Signals gemessen wird und dann die Funktion TIME für die Messung der Zeitdifferenz zwischen den beiden Signalen verwendet wird. Dieses Beispiel setzt voraus, daß die entsprechenden Signale an die Eingangskanäle A und B angeschlossen und die Triggerpegel richtig eingestellt sind.

```

1 REM (PHASE MEASUREMENT)
100 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;"
110 PRINT @20:"CHA B;SLO POS;"
120 PRINT @20:"PER;SEND;"
130 INPUT @20:F
140 PRINT @20:"TIME;SEND;"
150 INPUT @20:T
160 P=T/F*360
170 PRINT "THE PHASE IS ";P
180 END

```


Messung der Anstiegsgeschwindigkeit

Die Messung der Anstiegsgeschwindigkeit kann mit einer Kombination der Befehle „RISE“, „MIN?“ und „MAX?“ durchgeführt werden. Der Befehl „RISE“ mißt die Anstiegszeit zwischen den 10% und 90% Punkten. Die Pegeldifferenz des Signals wird dann mit den auf die Abfragebefehle „MIN?“ und „MAX?“ erhaltenen Ergebnissen berechnet. Mit der Pegeldifferenz des Signals und den Anstiegszeit-Werten, wird die Anstiegsgeschwindigkeit bestimmt.

```
400 REM SLEW RATE
410 PRINT @20:"RISE;SEND;"
420 INPUT @20:R
430 PRINT @20:"CHA A;MIN?;MAX?;"
440 INPUT @20:A1,A2
450 D=(A2-A1)*0.8
460 S=D/R
470 PRINT "SLEW RATE IS ";S
480 END
```

Weitere Unterstützung bei der Entwicklung spezieller, anwendungsorientierter Software finden Sie in den nachstehenden Tektronix Handbüchern.

- (1) 070-3985-00–GPIB Programming Guide. Dieses Handbuch wurde speziell für die Anwendung dieses Gerätes in IEEE-488 Systemen geschrieben. Es enthält Programmieranleitungen, Tips und einige spezielle Programmbeispiele.
- (2) 070-2270-00–4051 GPIB Hardware Support Manual. Dieses Handbuch bietet eine eingehende Diskussion des IEEE-488 Bus Betriebs, Erklärungen der Bus Timing Details und frühe Bus Interface-Schaltungen.
- (3) 070-2058-01–Programmieren in BASIC
- (4) 070-2059-01–Graphisches Programmieren in BASIC
- (5) 062-5971-01–Programmierungshilfen Serie 4050, T1 (inkl. Software)
062-5972-01–Programmierungshilfen Serie 4050, T2 (inkl. Software)
- (6) 070-2380-01–4907 File Manager Betriebsanleitung
- (7) 070-2128-00–4924 Anwender-Handbuch
- (8) 070-1940-01–Graphisches System Serie 4050 Betriebsanleitung
- (9) 070-2056-01–Graphisches System Serie 4050 Bezugshandbuch
- (10) 070-3918-00–4041 Betriebsanleitung
- (11) 061-2546-00–4041 Programmierungs-Handbuch

取 扱 説 明

はじめに

受入検査

目視検査を行い、機器に表面的な損傷のないことをお確かめ下さい。また受け入れ時の梱包材料を保存しておくこと、再梱包の際に便利です。機器に損傷のある場合、当社エンジニアまでご連絡下さい。

再梱包

保守や修理のために当社へ機器をご返送される際には、連絡先ご住所、会社名、担当者のお名前、および機器のシリアル番号とご依頼内容を必ずお書き添え下さい。

再梱包には納入時の梱包材料をそのままお使いになれます。それ以外のもので再梱包する場合、次のように行います。

1. カートンは輸送に耐え得る強度があり、機器の寸法より15cmほど大きい内径を持つ段ボール製のものを用います。カートンには約15 kg/cm²程度の試験強度が必要です。
2. ポリエチレン製のシートで機器の外表面をすべて覆います。
3. カートンと機器のすべての面との間は約8 cmほどの厚さにウレタン・フォーム等を詰め込んで衝撃を防ぎます。
4. 最後に荷造り用のテープや金具でカートンのふたをしっかりと閉じます。
5. カートンには「取扱注意」と明記し、取り扱いには十分な注意を払います。

耐環境性

本機器は作動時、非作動時、出荷時ともに“SPECIFICATION”の章で示された耐環境性を満足しますが、機器の内部を保護するため、外気温が急激に変化するような場所での使用はできるだけ避けて下さい。

ご使用の前に

後部インターフェイス

本機器は、後部コネクタの21ピンと22ピンとの間の切り込みにより、TM5000シリーズのカウンタ・ファミリーであることが確認できます。DC5010型をシステムの1部として組み込んで後部インターフェイスを専用のに使用する場合、電源本体側のあらかじめ決められた位置に位置決めスペーサ（P/N 214-1593-02）を挿入し、他のファミリーのプラグインが組み込めないようにしておきます。

警 告

電氣的ショックを避けるため、位置決めスペーサを取り付ける前に、本体の電源コードをコンセントから抜いて下さい。

DC5010型後部インターフェイスには次のような入出力があります。

アーミング入力
10MHzクロック出力
外部クロック入力（1、5、10MHz）
プリスケール機能
リセット入力

注

後部インターフェイス・コネクタについての詳細は“MAINTENANCE”の章をご覧ください。インターフェイス接続に関しては当社エンジニアまでお問い合わせ下さい。

組み込みと取り外し

DC5010型はTM5000シリーズの電源本体に組み込んで使用します。

注

本機器の組み込みを行う前に、本マニュアルの最初にある「安全なご使用のために」をご覧ください。

電源本体のインストラクション・マニュアルを参照して、電源セレクタ・ジャンパが使用電源電圧に一致した位置にあることを確認します。また、本機器と電源本体に適切なヒューズが使用されていることを確かめます。なお、本体は電源コードのグラウンド・ラインにより、確実に接地させて下さい。

注 意

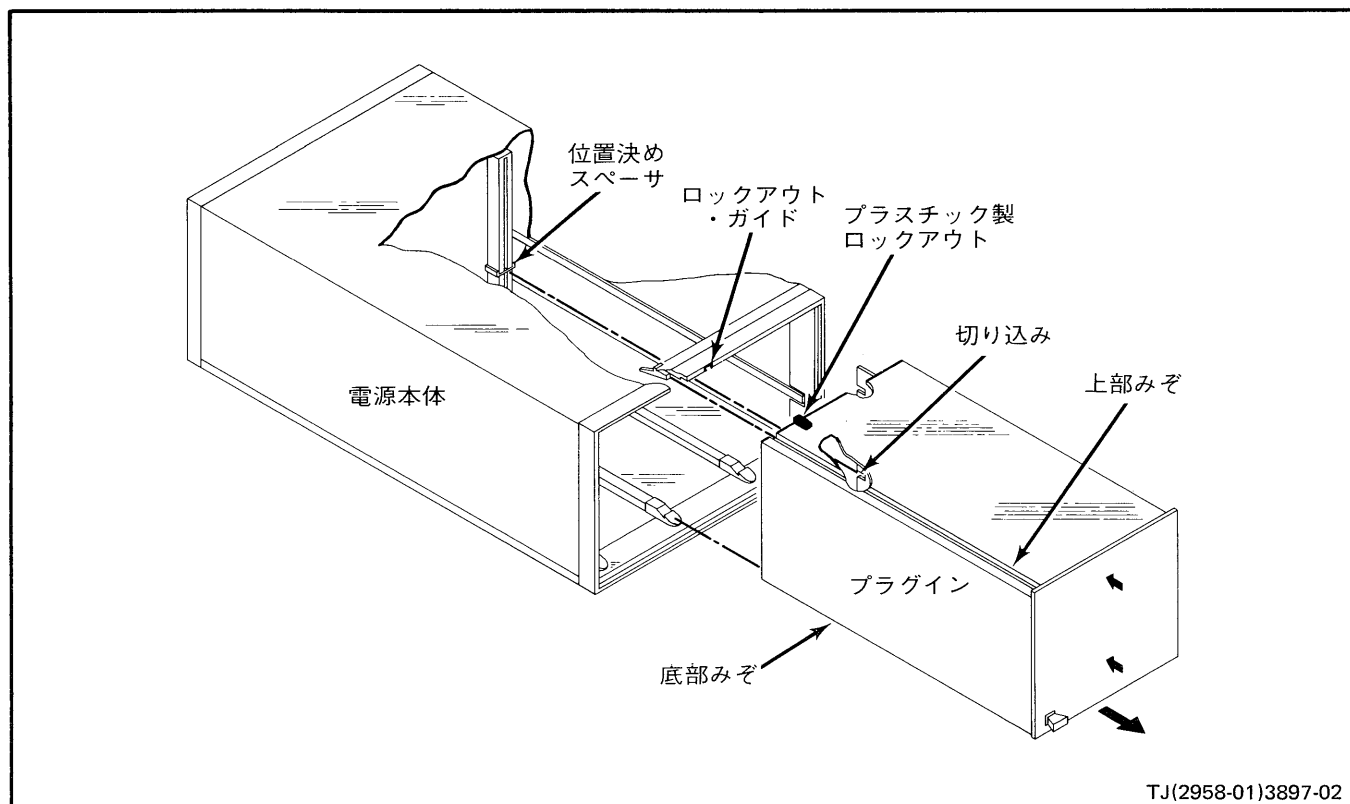
プラグインを組み込んだり、取り外したりする場合は回路への悪影響を考慮して前もって本体の電源を切っておきます。またその際、本体側には無理な力を加えないようにして下さい。

電源本体側の位置決めスペーサと、本機器の後部インターフェイス・コネクタの切り込みが対応する位置にあり、無理なく挿入できることを確かめます。挿入できない場合、無理な力を加えずに、原因を確かめて下さい。

切り込みとスペーサの位置を確かめたら、上下のガイドに沿って本機器を適当な本体コンパートメントに挿入します(図2-1参照)。挿入したら後部インターフェイス・コネクタにしっかりと固定するまで押し込みます。これでPOWERスイッチをオンして、電源を投入することができます。

T M5000シリーズのプログラマブル機器にはプラスチック製のロックアウト(図2-1参照)が付いていてT M500シリーズの電源本体には組み込めないようになっています。

本機器を電源本体から取り外すには、まずPOWERスイッチを切り、次に内部接続が切り離されるまで前面の左下にあるラッチ解除つまみを引き出します。そのまま本機器を引き出すと、本体から取り外すことができます。



TJ(2958-01)3897-02

図 2-1 プラグインの組み込みと取り外し

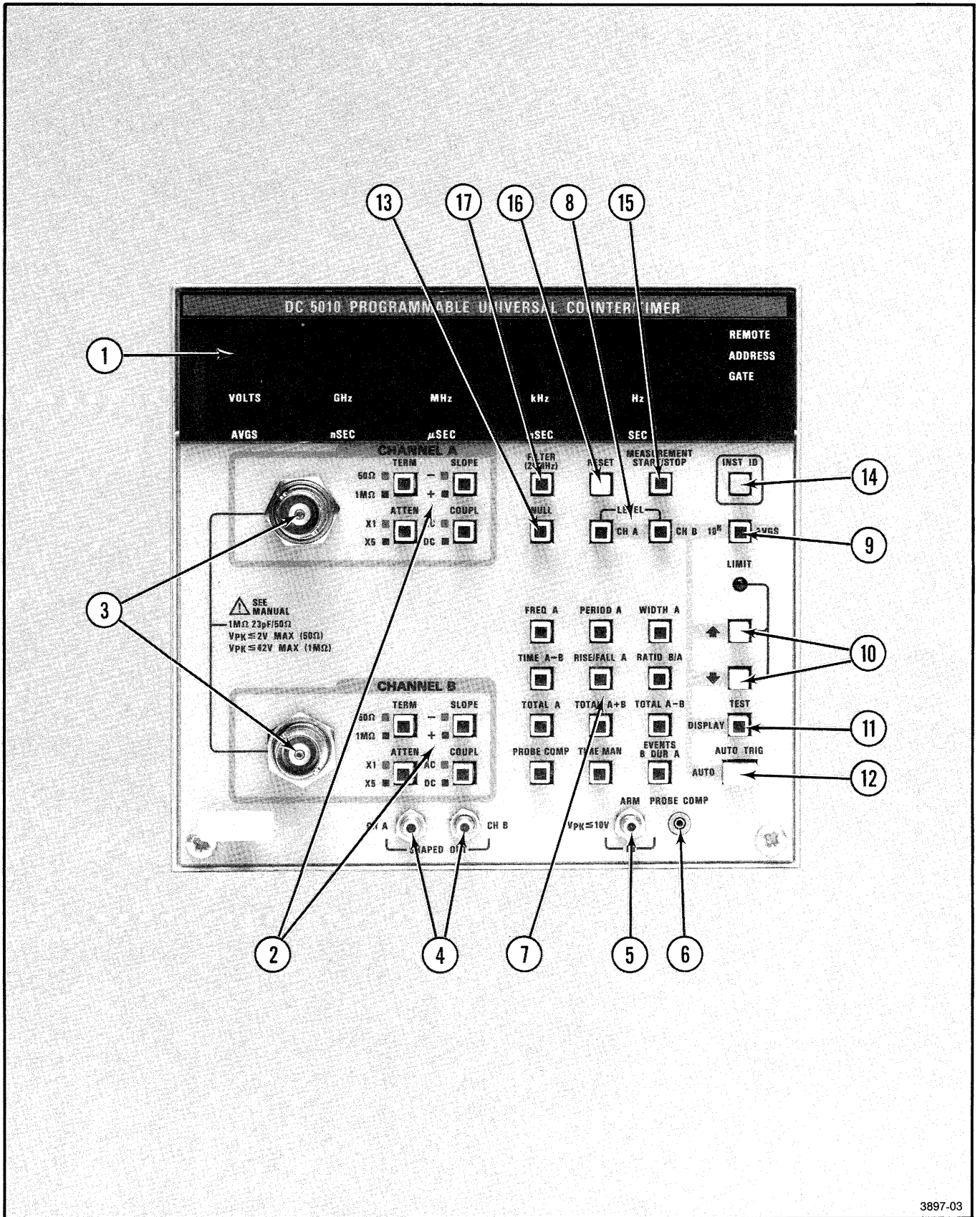


図 2-2 前面パネル

日本語

前面パネル操作

次に前面パネルの表示部、コントロール、およびコネクタの持つ機能について簡単に説明します (図2-2参照)。

前面パネル表示

①表示

9桁の7セグメントLEDと8つのLEDドット表示により、測定結果の表示が最良の分解能で行われます。表示は常に右方向から順に行われ、小数点は浮動式になっています。表示カウントがオーバフローした場合、点滅表示となります。TIME A→Bのように、アベレージング回数が増えるに従って桁数の決まるまでの時間が長くなるような測定では、最終的に決定した正しい桁(結果)のみが表示されます。

8つのLEDドット表示の内、5つで次に示す測定単位を表わします。Hz/SECではヘルツまたは秒(秒)、kHz/mSECではキロヘルツまたはミリ秒(1000分の1秒)、MHz/ μ SECではメガヘルツまたはマイクロ秒(100万分の1秒)、GHz/nSECではギガヘルツまたはナノ秒(10億分の1秒)となり、またVOLTS/AVGSではトリガ・レベル電圧とアベレージ回数をべき指数として表わした数が示されます。

GATE表示LEDは、本機器が測定を行っている間に点燈します。

またREMOTE表示LEDは、本機器がリモート・コントロール可能なプログラム状態にある場合に点燈します。さらにADDRESS表示LEDは、本機器がバス上で実際にアドレスされていることを示して点燈します。

本機器のLEDは測定結果を表示するばかりではなく、左端3桁を使って内部エラー・コードまたはオペレーティング・エラー・コードを表示することもできます。外部信号用プローブの補正結果は、チャンネルAに接続した場合には左端2桁に、またチャンネルBに接続した場合には右端2桁に表示されます。「セルフ・テスト表示」と「プローブの補正」の項をご参照下さい。

前面パネルのLED表示付き押しボタン・スイッチは、オンした時に点燈する仕組みになっています。

前面パネル・コントロール

②TERM、SLOPE、ATTEN、およびCOUPL(チャンネルA、チャンネルB)

TERM-50 Ω 、1M Ω (ターミネーション)——押し込まない場合には1M Ω (23pF)ですが、押し込むと点燈して50 Ω に切り替わります。入力を50 Ω にターミネートさせる必

要がある場合に用いられます。入力が過負荷状態になると自動的に1M Ω (23pF)に戻ります。

ATTEN- $\times 1$ 、 $\times 5$ ——押し込まない場合には $\times 5$ (5:1)ですが、押し込むと点燈して $\times 1$ (1:1)に切り替わります。信号を増幅器に直接入力するか、 $\frac{1}{5}$ に減衰させる必要があるかどうかを選択します。 $\frac{1}{5}$ に減衰させることにより、入力ヒステリシス・レベル、またはトリガ・レベルのレンジを5倍まで広げることができます。

SLOPE-、+——押し込まない場合には+ですが、押し込むと点燈して-に切り替わります。カウントされるイベントとして識別できる信号の、トリガ・レベルに於けるスロープの選択を行います。また、CHANNEL AのSLOPEボタンは、RISE/FALL Aボタンで立上がり時間を測定するか(+スロープ)、立下がり時間を測定するか(-スロープ)を設定します。

COUPL-AC、DC——押し込まない場合にはDCですが、押し込むと点燈してACに切り替わります。DCでは入力信号が直接、増幅器に結合されます。ACの場合は入力と直列にキャパシタが挿入され、高いDCオフセットに重畳した小さな信号を測定することができます。

前面パネル・コネクタ

③CHANNEL A、CHANNEL B(共に同一機能)

1M Ω 、23pF/50 Ω の信号入力コネクタ

Vpk ± 2 V MAX(50 Ω)

Vpk ± 42 V MAX(1M Ω)

④CH A、SHAPED OUT-CH B SHAPED OUT(波形整形出力、A/B/COM)

波形整形された入力信号が得られる出力端子です。複雑な波形にトリガをかける場合等に用いられます。50 Ω でターミネートさせた場合にはグラウンドに対し100mVの、またターミネートさせない場合には200mVの出力が得られます。350MHzの全周波数帯域をカバーします。

⑤ARM、IN-Vpk ≤ 10 V(アーミングTTL)

通常はハイ状態を保ち、この状態で測定が可能となります。ロー状態の場合、ハイ状態になるまでカウンタは非動作状態になります。切り替えにより、後部インターフェイスから入力することもできます。

⑥PROBE COMP

約5Vの方形波が得られるテスト・ポイントです。PROBE COMPボタンを押して、テスト・プローブの補正を行います(P.2-14“PROBE COMP”参照)。

前面パネル押しボタン

⑦ ファンクション切り替え用押しボタン

FREQ A(周波数A)——チャンネルA入力信号の周期を測定し、結果を周波数に変換して表示します。

PERIOD A——チャンネルA入力信号の周期を測定し、結果を表示します。

WIDTH A——チャンネルA入力信号のパルス幅を測定します。**CHANNEL A**の**SLOPE**が+の場合、正方向のパルス幅を、また逆に-の場合、負方向のパルス幅を測定します。

TIME A→B——チャンネルAのトリガ・イベントから、それに続くチャンネルBのトリガ・イベントまでの時間差を測定し、結果を時間単位で表示します。

RISE/FALL A(立上がり時間A、立下がり時間A)——チャンネルA入力信号の10%から90%振幅までの間にあたる立上がり時間/立下がり時間を自動的に測定します。ボタンを押した時に10%と90%のトリガ・レベルが測定され、計算されます。振幅の変更があった場合、ボタンをもう1度押します。**CHANNEL A**の**SLOPE**が+の場合、立上がり時間が測定されます。立下がり時間を測定するには、**CHANNEL A**の**SLOPE**スイッチを押してスロープにしてから**RISE/FALL A**ボタンを押します。この測定では**B**チャンネルを使うので、**B**チャンネルの設定は自動的にチャンネルAと同様になります。**RISE/FALL A**を押した後、ある特定の測定のためにチャンネルA、またはチャンネルBを別々に変更することはできますが、立上がり時間/立下がり時間の正確な測定結果は失われてしまいます。この章の後半にある“**RISE/FALL A**”の項をご参照下さい。

PATIO B/A——チャンネルBのイベント数を、同時期内に於けるチャンネルAイベント数で割った比を測定して表示します。

加算計数表示には3つの動作モードがあります。

TOTAL A(加算計数A)——チャンネルAイベントの加算総数が表示されます。

TOTAL A+B——チャンネルAイベントとチャンネルBイベントとの加算総数が表示されます。チャンネルBイベントのカウンタは、チャンネルAイベントがカウンタされた直後のものからスタートします。

TOTAL A-B——チャンネルAイベントからチャンネルBイベントを差し引いた数が表示されます。チャンネルBイベントのカウンタは、チャンネルAイベントがカウンタされた直後のものからスタートします。測定結果が負の場合、-符号が点燈します。

注

TOTALボタンを押すと**START/STOP**ボタンが点燈して、ストップ状態にあることを表示します。そこで**START/STOP**ボタンを押すと加算計数モードがスタートします。

また**AVGS**を設定した場合、表示される桁数はスケールされたものとなります。このスケールにより、本来のカウント方法が影響を受けることはなく、またカウント中にスケールの変更を行ってもカウント・ミスを犯すことはありません。カウントがストップ状態にあったとしても新たなスケールが行え、表示される桁数を自由に変えることができます。

PROB COMP——接続した高インピーダンス・プローブの補正がLED表示を利用して容易に行えます。

TIME MAN(手動による時間測定)——ストップ・ウォッチと同様の機能を持ちます。**MEASUREMENT START/STOP**押しボタンを続けて2回押して、その間の時間差を測定します。**RESET**押しボタン操作を行わない限り、蓄積したカウントをリセットすることはありません。加算計数モードと同様に、最初に設定した時にボタンが点燈し、ストップ状態にあることを表示します。

EVENTS B DUR A(A期間中のBイベント)——チャンネルA入力信号がチャンネルAトリガ・レベルより大きい状態(+**SLOPE**の場合)、または小さい状態(-**SLOPE**の場合)にある期間中、チャンネルBに生じたパルスの数を測定します。

⑧ LEVEL CH A, CH B

どちらかのチャンネルのトリガ・レベルを表示します。トリガ・レベルの設定はボタンを押してから、**↑**ボタンまたは**↓**ボタンを押して行います。このモードを終了させるには、**LEVEL**ボタンをもう1度押すか、他のアクション・ボタンを押す必要があります。

⑨ AVGS(アベレージ測定)

AVGSボタンを押すと、現在のアベレージング回数の設定が表示されると同時に、新たに設定しなおすことが可能になります。このあと、アベレージ測定を行うモード・スイッチの選択を行います。

AUTO(-1が表示されます)——測定時間が約300msになり、その時間内で最も高い分解能が得られます。

0 (0までの指数) —— 少なくとも1イベントずつ測定が行われます。単発現象の測定に使われます。ほとんどの周波数に於いて、2イベント以上が実際にアベレージされます。詳しくは“**SPECIFICATION**”の章をご参照下さい。

10^N ($N=1\sim 9$) —— アベレージ回数 の設定を10倍または $\frac{1}{10}$ 単位で増減します。

⇄ —— べき指数の変更を連続的に行います。

注

AVGSの設定により、加算計数測定に於ける表示桁数が変化します。 $n=0$ でAUTOモードの場合、小数点の左側に9桁が順に表示されます。 $n=1\sim 9$ の場合、測定結果は 10^n でスケールングされて表示されます。

⑩ ↑

LEVEL CH A-CH Bが選択されている場合にはトリガ・レベルを増加させ、またAVGSが選択されている場合にはアベレージ回数を増やします。電圧レベルは4mVにアッテネータの設定を乗じた値の割合で変化します。



LEVEL CH A-CH Bが選択されている場合にはトリガ・レベルを減少させ、またAVGSが選択されている場合にはアベレージ回数を減らします。

LIMIT

↑ボタンや↓ボタンを押している時に、値や回数が制限に達したことを示して点燈します。ボタンから指を離すと消燈します。

⑪ TEST/DISPLAY

LEVEL CH A、LEVEL CH Bボタン、またはAVGSボタンがオンの場合、↑ボタンや↓ボタンで設定変更が可能な状態であっても、周波数や周期等の測定結果をリードアウト表示させることができます。もう1度押すと表示は元に戻り、電圧レベルやアベレージ回数 のべき指数が示されます。ボタン操作ごとに上記のように表示が切り替わるので、パラメータの変化に伴う測定結果への影響を観測することができます。

LEVELボタンまたはAVGSボタンがオフの場合、このボタンを押すとテスト・モードになり、RAM以外のすべてのパワー・アップ・テストが行われます。エラーが発見された場合、テストはストップし、エラー・コードが表示されます。任意のファンクション・キーを押すことにより、テスト・モードは解除されます。

⑫ AUTO TRIG/AUTO

LEVELボタンもAVGSボタンも共にオフの場合、このボタンを押すことによりチャンネルA、チャンネルB共にオートトリガ・モードになり、入力信号の最大値と最小値が測定され、その結果、トリガ・レベルは両者の中間値に設定されます。LEVEL CH Aが選択された場合、このボタンを押すことによりチャンネルAがオートトリガ・モードとなります。チャンネルBについても同様なことが言えます。またAVGSがオンの場合、オート・アベレージ・モードとなり-1が表示されます。

⑬ NULL

測定した数値を一旦ストアし、ボタンがオンしている間、その後の測定値からストア値を差し引きます。TIME A→B測定の際に特に便利で、信号接続用ケーブルの長さが異なっていたり、チャンネルに適さなかったりする時に生じるエラーを防ぐことができます。他のすべての測定にも利用できます。

アベレージ回数 の設定変更を行っても、ナル機能を利用してストアした測定値をリセットすることはありません。このような場合、結果として、異なった分解能を持った2つの数値により減算が行われることとなります。このようにして得られた測定結果は、低い方の分解能に一致し、この結果、何桁まで表示できるかが自動的に決まります。

押しボタン操作ごとにナル測定が行われます。

任意のファンクション・ボタンを押すことにより、ナル・モードは解除されます。

⑭ INST ID

押し込むと、その時点でのDC 5010型のGPIPアドレスとメッセージ・ターミネータの設定状態が表示されます。またローカル・ロックアウト状態であっても、USEREQコマンドによりSRQを転送することができるので、プログラム実行中にコントローラに対して呼びかけを行う際に便利です。

⑮ MEASUREMENT START/STOP

プローブ補正モード、テスト・モードを除くすべてのファンクション・モードに使用できます。点燈している場合にはストップ状態を示し、加算計数測定や手動時間測定の場合、この状態からもう1度ボタンを押すと、表示中の値から再スタートが行われます。他の測定モードでは新たな測定がスタートすることになります。逆にスタート状態にある場合にボタンを押すとカウントがストップします。加算計数測定や手動時間測定をストップ状態にした場合、最後にカウントされた値を読み取り、新たな表示を行います。

⑩ RESET

ストップ状態にある測定機能の単発測定を行います。測定中に押した場合、その測定は無効となり新たな測定が再スタートします。ボタンを押している間は前面パネルのすべてのLEDが点灯するようになっているので、LEDのセグメント・テストが行えます。

⑰ FILTER (20MHz) (CHANNEL AおよびCHANNEL B)

帯域幅を20MHzに制限して、高周波ノイズを除去します。またオーバシュートやアンダシュートのある信号のオートトリガ・レベルを設定する時や立上がり／立下がりの測定レベルを設定する際に用いられます。

操作の前に

はじめに

概要

DC5010型はマイクロプロセッサ・システムに基づいて設計されたユニバーサル・カウンタです。9桁の分解能をフルに使った11種類の測定ができる外、プローブ補正 (PROBECOMP) やセルフ・テスト (TEST) のできる特殊な機能も兼ね備えています。

マイクロプロセッサ・システムは、FUNCTIONスイッチにより選択された測定モード、AVGSスイッチにより設定されたアベレージ回数、さらに他のコントロール類の設定に従って、自動的に測定ゲート間隔を設定し、取り込んだデータから必要な計算を行い、測定結果を最良の分解能で表示します。

セルフ・テスト

電源投入後、カウンタのセルフ・テスト・ルーチンに異状があれば表2-1に示すエラー・コードに従い、LED表示されます。

注

パワー・アップ時に高いオフセット電圧を持った信号がどちらかのチャンネルの入力端子に接続されていると、入力信号の全成分がトリガ・レベル・レンジから外れてしまうことがあります。このような場合、エラー・コードが表示されるので、すべての入力の接続を外してから、もう1度電源を入れ直して下さい。こうしたエラー状態は、パワー・アップ時にARM入力信号がロー・レベルにある場合にも起こります。


注

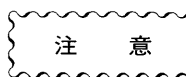
エラー・コードが表示された場合、当社エンジニアまでお問い合わせ下さい。

表2-1 前面パネル・エラー・コード

連続I/Oテスト・エラー	313
チャンネルAカウンタ機能エラー	320-324, 339
チャンネルBカウンタ機能エラー	330-334, 339
システムRAMエラーU1410	340
システムRAMエラーU1610	341
システムRAMエラーU1311	342
ROMプレースメント・エラーU1610	361
ROMプレースメント・エラーU1102	374
ROMプレースメント・エラーU1201	375
ROMプレースメント・エラーU1410	380
ROMチェックサム・エラーU1610	381
ROMチェックサム・エラーU1102	394
ROMチェックサム・エラーU1201	395

信号の入力

最大安全入力電圧 



機器の損傷を防ぐため、前面パネルまたは後部インターフェイスから規定以上の入力電圧を加えないで下さい (“SPECIFICATION” 参照)。

前面パネルのBNCコネクタ外側部分は、電源本体に付属している電源コードのグランド・ラインを通して接地されています。

50Hzまたは60Hzの電源周波数を測定する際は、絶縁トランスを使って電圧を15V以下に下げてください。

前面パネルからの最大安全入力電圧は、80MHz以上の高周波信号では4Vp-pに減衰率を乗じた値となります。高周波、大振幅信号の測定の際にはご注意ください。

信号の接続

DC 5010型は両チャンネルともに前面パネルから信号を入力して測定できます。SLOPE、TERM、ATTEN、およびCOUPL押しボタン・スイッチは前面パネルからの測定に対して有効です。

前面パネルのBNCコネクタと測定源との間を、高インピーダンス・プローブを使用して測定する場合、カウンタの入力容量に合わせて24 pF以下に補正できるプローブを選びます。当社のP6125型プローブのような高インピーダンス・プローブを利用すると、ロジック回路の測定等に便利です。また本機器は10:1のプローブを使用した時でもECL信号に適切なトリガをかけることができるように設計されています。

測定方法

入力結合、ノイズおよび信号の減衰

入力信号をチャンネルAまたはチャンネルB入力増幅器に結合する方法にはCOUPLスイッチの設定によりAC結合、DC結合の2つのモードがあります。あるDCレベルに重畳した信号を測定する場合、トリガ・レベル・レンジが信号の振幅範囲に入らないことも起こり得ます。AC結合モードは、一定の周波数やデューティ・サイクルを持った信号測定や、大きなDCレベルに乗った信号測定等に使用されます。SLOPEスイッチの設定は、正弦波の周波数や周期を測定する場合には、あまり重要ではありません。高周波信号を50Ω終端の機器システムに使用する場合、50Ω用のターミネーションが用いられますが、一方、高インピーダンス・プローブや、その他の高インピーダンス装置に対し

ては1MΩのものが多く用いられます。50Ω用を使用すると、過って過大な信号を入力した場合、内部のターミネーション抵抗が損傷する恐れがあります。このようなことが起こらないように、DC 5010型では50Ω抵抗に損傷を与える恐れのあるほとんどの信号に対して、自動的に1MΩに戻るような設計となっています。詳しくは“SPECIFICATION”の章をご覧ください。

信号の周波数やデューティ・サイクルが変化すると、トリガ・ポイントが動いてしまい、測定が途中でストップします。低周波のAC信号やデューティ・サイクルの低い信号、さらに時間間隔の測定(TIME A→B、RISE/FALL A、EVENTS B DUR A、WIDTH A)等に対してはDC結合モードを使用します。

ノイズは本来測定したい信号に含まれたまま、入力増幅器に結合されてしまいます。ノイズには周囲の状況や信号源から発生するものもあれば、接続不良によるものもあります。ノイズの振幅が大き過ぎる場合、トリガ・エラーが起こり、正確な測定結果が得られません(図2-3参照)。DC 5010型にはノイズを除去したり軽減するための20MHzロー・パス・フィルタが内蔵されていて、FILTERボタンを押すことにより利用できます。

入力ダイナミック・レンジの直線部から、歪なしで適切にトリガをかけることができる電圧リミットが読み取れます。1MΩ、または50Ωターミネーションを選択した場合のAC/DC結合モードに於ける測定可能な最小信号振幅は、“SPECIFICATION”の章の“Input Sensitivity”の項で定義された通りです。この電圧リミットはATTENスイッチにより変わり、×1では±2.0Vに、また×5では±10Vになります。

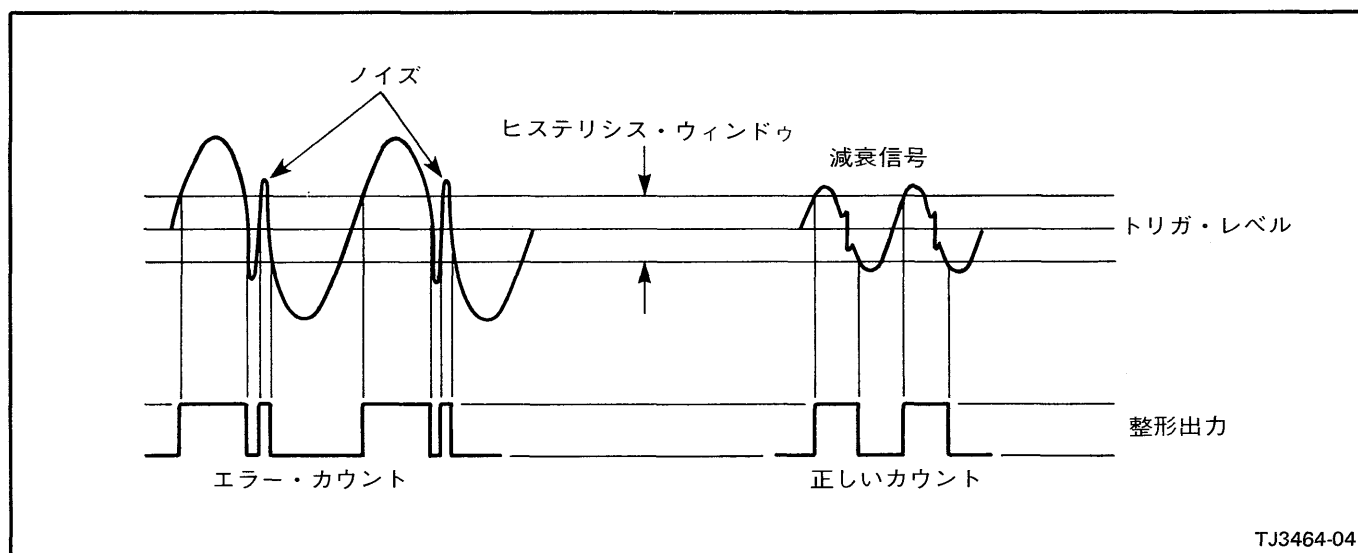


図2-3 信号減衰によるエラー・カウントの除去

カウンタのトリガリング

DCトリガ・レベルはSLOPEボタンとLEVELボタンの設定、またはAUTO TRIGボタンによって決まります。

LEVEL CH A/CH Bボタンを押してから↑ボタンや↓ボタンを押すと、トリガ・ヒステリシス・ウィンドウを±2.0Vの範囲内で4mVステップずつ連続的に可変できます。ヒステリシス・ウィンドウは、通常、50mV p-pとなっています。正確なトリガ・レベルの設定を観測するにはLEVEL CH AまたはLEVEL CH Bを押します。ボタンを押すことにより、それぞれのレベルが表示されます。測定モードに戻すためには、ボタンをもう1度押して点燈させ、次にそれぞれの測定モードに従ったボタンをオンします。

AUTO TRIGボタンをオンすると、マイクロプロセッサはソフトウェア・ルーチンを実行し、まず入力信号の最大/最小のピーク電圧値を測定します。その結果、両チャンネルのトリガ・レベルが、最大値/最小値の50%+24mVまたは-24mV(＋または－のSLOPEスイッチの設定による)に自動的に設定されます。こうした動作は、周波数、周期、および加算計数の測定で行われます。またオートトリガ・モードは、WIDTH Aモードによるパルス幅測定や、TIME A→Bモードによる時間間隔A→B測定にも便利です。オートトリガ・モードを効果的に利用するためには、有効ヒステリシスに対し、少なくとも2倍の振幅を持った信号が必要になります。そのためには、通常、140mV p-p以上の信号振幅が必要です。これは、パルス幅測定や時間間隔A→B測定ではヒステリシス・ウィンドウの実際のトリップ・レベルを丁度50%ポイントに設定するためです。

図2-4で代表的なトリガ・レベルの設定を示しています。入力信号の立上がり(または立下がり)時間、またはスタート/ストップ・パルスの立上がり(または立下がり)時間が異なったり、遅いために起こる誤差を避けるため、トリガ・レベルを適切に設定することが重要であることを示しています。ゆっくりでしかも複雑な波形に対してトリガ・レベルの設定を行う場合、SHAPED OUTからの信号をオシロスコープで観測しながら行うと便利です。

オートトリガを使うと非常に便利には違いありませんが、入力ノイズ、結合、インピーダンス・マッチング、および減衰率についてはなお考慮に入れる必要があります。入力信号のオーバershootやリングングが大き過ぎる場合、適正なレベル設定が行えないので、カウント・エラーを生じることがあります。この場合、入力信号の中間値が表示されます。オートトリガ・モードでトリガ・レベルが50%ポイントに設定され得る最低周波数は10Hzになります。10Hz以下でもオート・トリガ・レベル設定は最大値と最小値の間で行われますが、必ずしも50%ポイントで設定されるとは限りなくなります。DC入力の場合は、オートトリガによる正確なレベル設定が行えます。

測定誤差の軽減

測定誤差を減らすため、次の事項をお守り下さい。

- 高インピーダンス回路からの信号を測定する場合にはATTENコントロールの設定を正しく行い、高インピーダンス・アッテネータ型のプローブを用います。
- 低インピーダンスで高周波用の50Ω終端機器システムには、50Ω用のターミネーションを使用します。
- 入力信号の立上がり時間/立下がり時間が遅い場合に起こるトリガ・エラーを考慮に入れる必要があります。
- 高周波ノイズを軽減する場合には、FILTER(20MHz)スイッチを使用します。
- アベレージ測定では、入力信号に対し、できるだけ多くのサイクルをアベレージします(AVGSの数を多くする)。
- 周囲は一定の温度に保つようにします。
- 機器の安定動作を確保するために、30分以上の十分な予熱時間をとります。
- オプションの高安定タイム・ベースを付けて使用します。
- より高精度の測定には、後部インターフェイス入力に1MHz、5MHz、または10MHzの外部リファレンス・スタンダード信号(NBS)を接続します。
- 必要に応じて再校正を行って下さい。

測定例

FREQ A、PERIOD A(周波数A、周期A測定)

カウンタがFREQ AまたはPERIOD Aモードになっている場合、カウンタ内部では常にチャンネルA入力信号の周期を測定しています。FREQ Aモードでは、マイクロプロセッサにより、測定した周期の逆数を計算し、その結果を周波数単位で表示します。またPERIOD Aモードでは測定結果が時間単位で表示されます。周波数測定および周期測定では、320MHz内部クロックにより、非常に高い分解能が得られます。例えば、高速信号を10⁹回アベレージする周期測定では、この分解能は±31.25 attosecs(31.25×10⁻¹⁸ sec)になります。

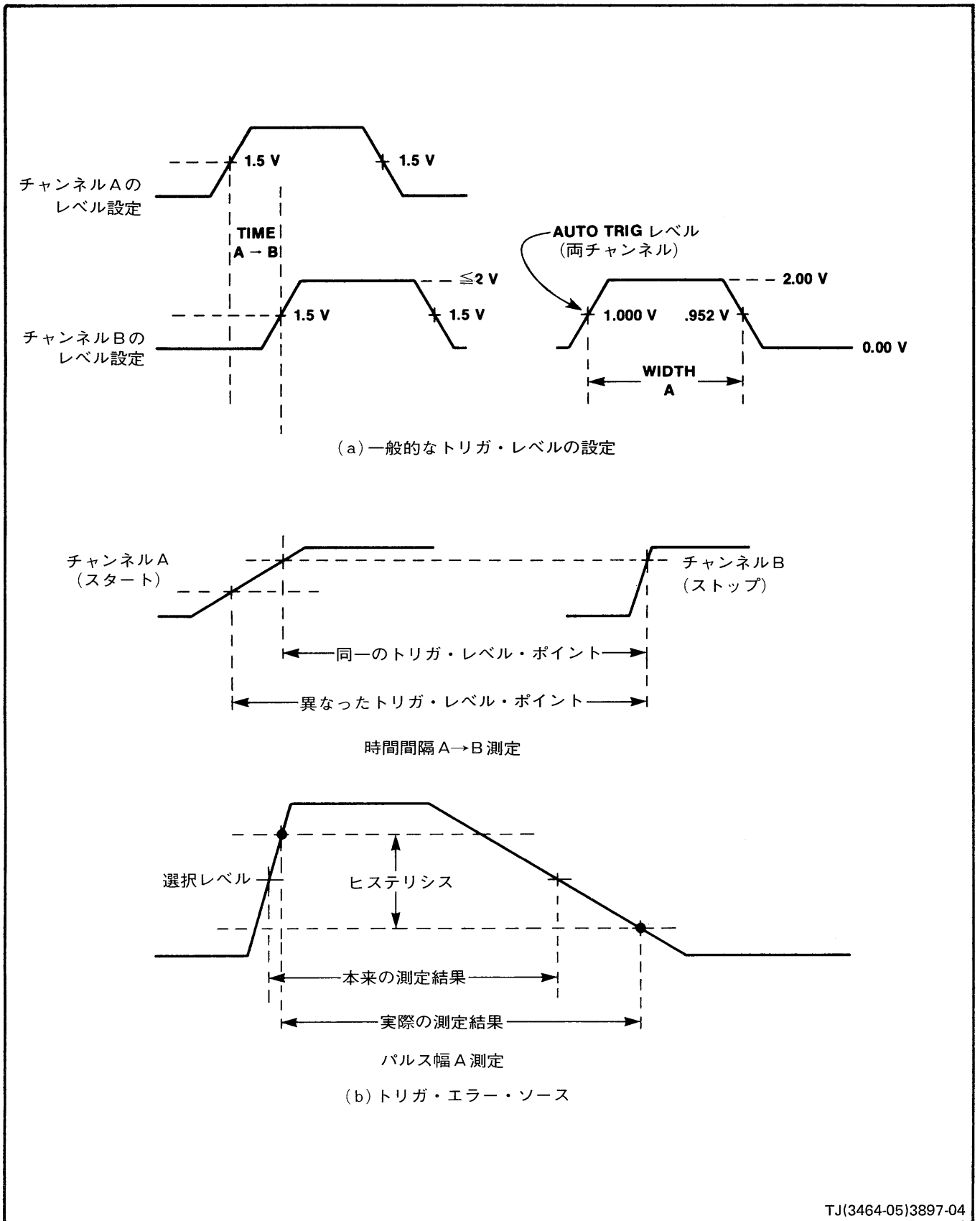


図 2-4 一般的なトリガ・レベルの設定と、トリガ・エラー・ソース

RATIO B/A (イベント比 B/A 測定)

RATIO B/A モードでは、設定されたアベレージ回数だけチャンネル A イベントがカウントされ、そのアベレージ回数にかかった時間内での両チャンネルのイベント数を測定します。チャンネル B イベントの測定総数がチャンネル A イベントの測定総数で除算され、測定結果は単位が付かない状態で表示されます。

B/A の比は 10^{-8} から 10^8 までの範囲になります。チャンネル B にチャンネル A よりも高い周波数信号を入力すると比は 1 より大きくなり、逆に低周波信号を入力すると 1 より小さくなります。最良の分解能を得るためにはチャンネル B の方に高周波数信号を接続します。

WIDTH A、TIME A→B (パルス幅 A、時間間隔 A→B 測定)

図 2-5 は WIDTH A と TIME A→B による測定例を示しています。WIDTH A 機能では、SLOPE スイッチの切り替えに従った正または負のエッジから、同一信号上でそれと反対の極性を持った次のエッジまでの時間差の測定がチャンネル A 入力波形について行われます。

TIME A→B 機能では SLOPE スイッチの切り替えに従って、チャンネル A 信号の正または負の最初のエッジから、チャンネル B 信号の同じ極性の最初のエッジまでの時間差の測定を行います。AVGS の設定回数だけ測定が行われます。

WIDTH A、TIME A→B、または RI SE/FALL A モードの場合、マイクロプロセッサは内部疑似ランダム・ノイズ発生器をオンさせ、内部 3.125 ns タイム・ベースを位相変調します。そのためカウンタは、タイム・ベースに同期

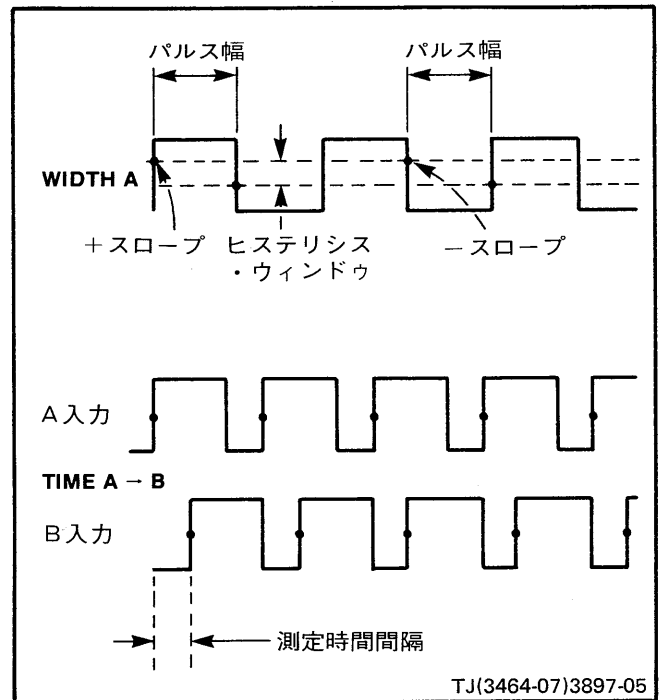


図 2-5 WIDTH A および TIME A→B の測定例

してしまうような入力信号エラーを起こすことなく測定を実行します。

図 2-6 に示す時間差 (4.68525 ns、WIDTH A) を測定する場合に、疑似ランダム変調されていないタイム・ベースを使ってアベレージ測定を行っても、AVGS=0 の設定で行う単発測定以上に正確な測定結果を得ることはできません。この例では、位相変調された疑似ランダム・クロック・パルスを使い、さらに AVGS スイッチを 1 以上に設定すると、

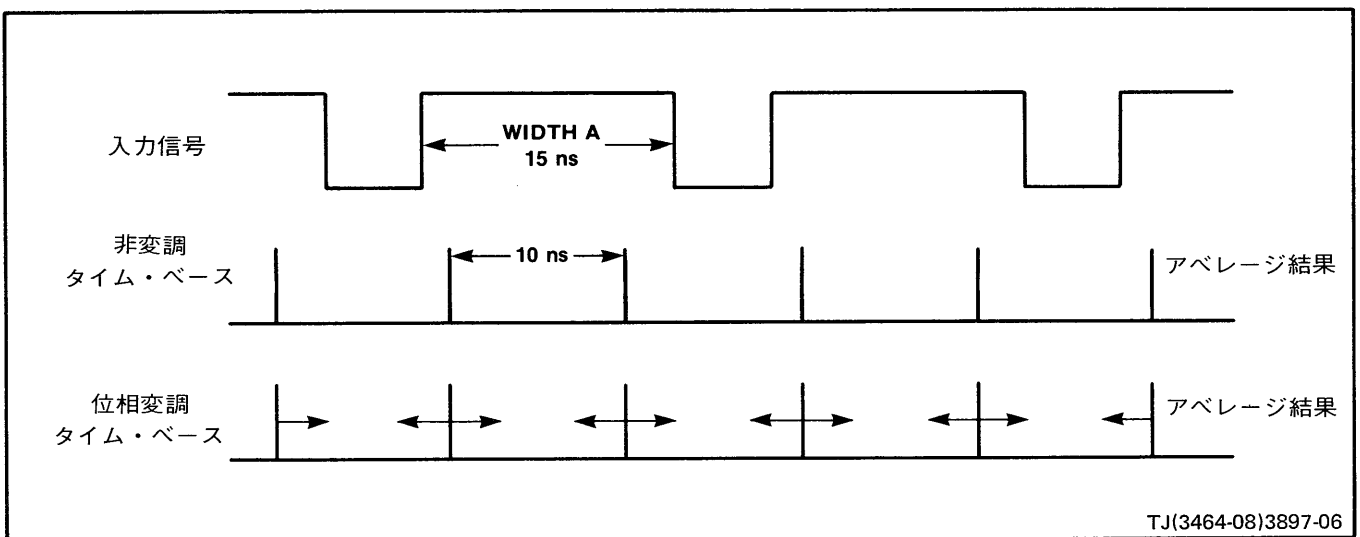


図 2-6 同期入力信号の測定例

カウンタは測定回数の半分の時間は1クロック・カウント、残りの半分の時間は2クロック・カウントとなります。例えば10パルス幅がアベレージされる場合、カウントする合計時間は少くとも46.8525 nsとなり、10回アベレージしてのカウント数は5カウント+10カウントで合計15カウントになります。そこでカウント総数15をアベレージ回数10で割り、さらに1カウントごとの時間は3.125 nsなので、答は $(15/10 \times 3.125 = 4.68525)$ となり、実際には4.6 nsと表示されます。

NULL (ナル測定)

測定した数値を一旦ストアし、ボタンがオンしている間、その後の測定値からストア値を差し引きます。TIME A→B測定の際に特に便利で、信号接続用ケーブルの長さが異なっていたり、チャンネルに適合しなかったりする時に生じるエラーを防ぐことができます。他のすべての測定にも利用できます。

アベレージ回数の設定変更を行っても、ナル機能を利用してストアした測定値をリセットすることはありません。このように異なった分解能を持つ2つの数値によって減算が行われる場合、測定結果は低い方の分解能に一致し、その結果、何桁まで表示できるかが自動的に決まります。

押しボタン操作ごとにナル測定が行われます。

任意のファンクション・ボタンを押すことにより、ナルモードは解除されます。

EVENTS B DUR A (A期間中のイベントB測定)

EVENTS B DUR A機能は基本的にはWIDTH A測定と似ていますが、カウントするのはクロック・エッジではなく、SLOPEスイッチの切り替えに従って、チャンネルAの正または負のパルス幅の間に起こる、チャンネルBのSLOPEスイッチの切り替えに従った正または負のイベントに変わります。このため、内部タイム・ベース・クロックはカウントされません。図2-7に測定例を示します。チャンネルBのイベントは、AVGSスイッチで設定したチャンネルAのパルスの数だけアベレージされます。

TIME MANUAL (手動時間測定)

TIME MANUAL機能ではMEASUREMENT STOP/STARTボタンを1度押してから再び押すまでの時間差が $\frac{1}{100}$ 秒単位で測定、表示できます。RESETボタンを押し込むとカウントはゼロにリセットされ、指を離すと再スタートします。TIME MANUALモードでは、AVGSスイッチは無効になります。ストップ状態の場合にボタンが点燈します。

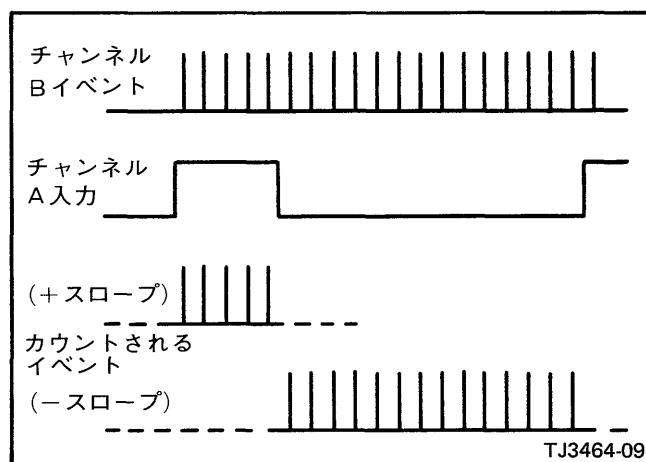


図2-7 EVENTS B DUR Aの測定例

TOTAL A (加算計数A測定)

TOTAL A機能は基本的にはTIME MANUALと似ていますが、カウントするのは内部タイム・ベース・クロックではなく、MEASUREMENT START/STOPボタンを1度押したのち再び押すまでに起こったチャンネルAの総数になります。このモードではAVGSスイッチが有効で、べき指数を0、またはAUTO(-1)に設定した場合、実際の総数が表示されます。他の設定では最高 10^9 まで、10倍単位でスケールファクタの切り替えが可能で、14桁をフルに使った加算計数測定が行えます。例えば、1 MHzの入力信号に対して10%の設定にすると、最下位の桁が10%のカウントを示すので、1秒につき1カウントずつ増えて行きます($10^6 \text{ Hz} / 10^0 = 1 \text{ Hz}$)。このスケールファクタは測定終了後に変更可能なため、測定値を適切に表示でき、この機能により全13桁のカウントを一目で見ることが可能です。

TOTAL A+B (加算計数A+B測定)

TOTAL A+B機能はTOTAL Aと似ていますが、チャンネルAイベントとチャンネルBイベントとの加算総数をカウントするようになります。チャンネルBイベントは、チャンネルAイベントのカウントがスタートした直後のものから有効となります。

TOTAL A-B (加算計数A-B測定)

TOTAL A-B機能はTOTAL A+Bと似ていますが、チャンネルAイベント総数からチャンネルBイベント総数を減じた数をカウントするようになります。チャンネルAイベントは、チャンネルAイベントのカウントがスタートした直後のものから有効となります。

RISE/FALL A(立上がり/立下がり時間A測定)

チャンネルA入力信号上の10%ポイントと90%ポイントとの間にあたる、立上がり時間(または立下がり時間)が自動的に測定されます(図2-8参照)。立上がり時間測定の場合にはSLOPEスイッチを+に、また立下がり時間測定の場合には-に設定してからRISE/FALL Aボタンを押します。入力信号の振幅は自動的に測定され、同時に10%と90%の測定レベルも自動的に計算されます。これらのレベル値はGPIBバスを通して転送することができます。

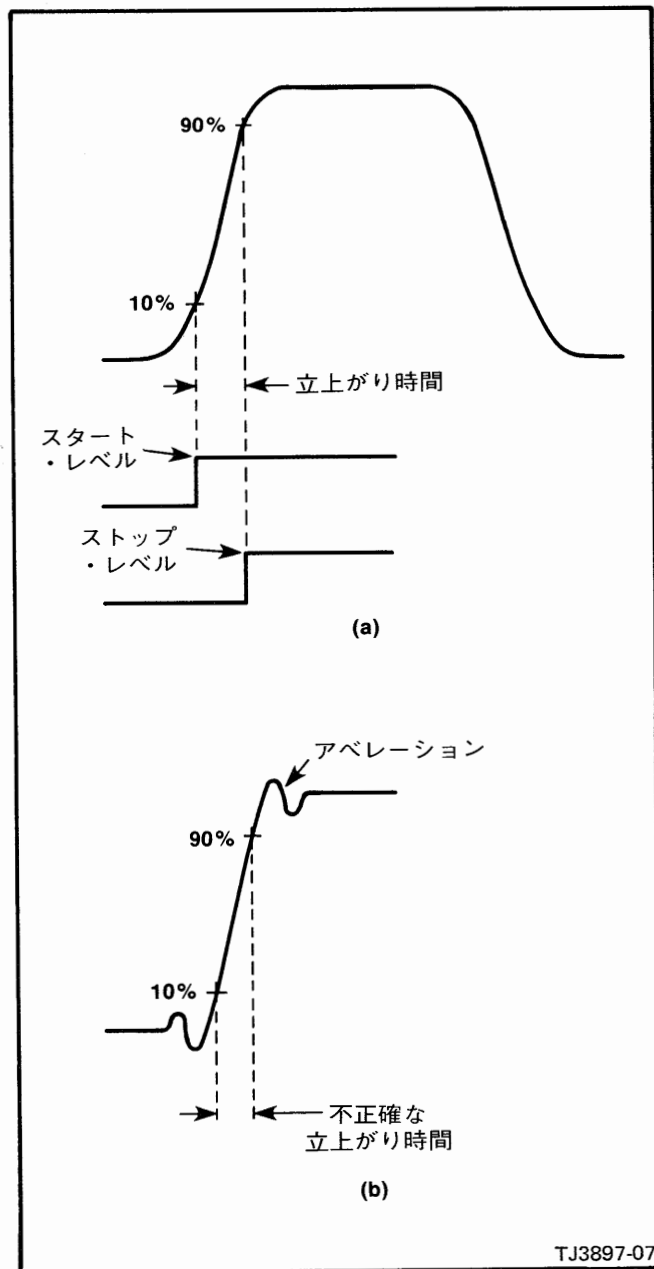


図2-8 立上がり時間の測定例

チャンネルA入力には内部で両チャンネルに接続されます。RISE/FALL Aボタンを押した場合、チャンネルAの入力は自動的にチャンネルBの方にも流れ込み、前面パネルのボタンが点灯します。立上がり時間の測定では、測定レベルが自動的に設定される機能を持ちながらも、実行が不可能となり、問題が発生する場合があります。測定される信号は、“SPECIFICATION”の章で規定された諸事項を満足する必要があります。入力信号の振幅は50Ωの設定では1.4V、また1MΩの設定では700mV以上を必要とし、立上がり時間は50Ωでは4ns、1MΩでは5nsより速くは測定できません。さらにアベレーションは10%以下とします。

DC5010型には実際のピーク値を検出する回路が内蔵されているため、アベレーションによる値であっても信号のピークとして検出してしまいます(図2-8b参照)。そのため、アベレーションが10%を超えるような信号波形に対して正確な立上がり時間を測定することができなくなります。このような場合、RISE/FALL Aボタンを押す前にFILTER(20MHz)ボタンをオンさせることにより、入力信号の立上がり時間を18nsまでに制限できるため、アベレーションを軽減することができます。信号の幅やアベレーションを考慮に入れながらフィルタ・スイッチを使用します。以上の設定を行ってからRISE/FALL Aボタンを押します。信号のピーク値が測定され、10%と90%のレベル・ポイントが設定されると、その後はフィルタ機能は解除され、周波数制限されていない実際の立上がり時間が表示されます。

RISE/FALL Aボタンを押した後でも、信号の入力状態やトリガ・レベルを一部変更する場合に備えて、前面パネル上の他の押しボタン・スイッチを操作することはできません。設定の一部修正についても“SPECIFICATION”の章の規定に準じていなければなりません。

例えば、RISE/FALL Aモードの際にAUTOボタンを押すと、チャンネルAとチャンネルBのレベルは10%、90%ポイントから50%ポイントに移動します。DC5010型の場合、20%と80%の立上がりポイントを設定したければ、GPIBバスを通してMIN(最小)とMAX(最大)で得た値から20%と80%の値の計算を行い、結果をプログラムに組んで両チャンネルに入力します。

TTLハイ・レベル信号やTTLロー・レベル信号のように、ある特定の信号レベルもプログラム可能ですが、使用するターミネーションには注意を払う必要があります。50Ωターミネーションを使用する場合には、機器には現われませんが、内部でパワーが分割されるため、表示されるトリガ・レベルは実際のレベルに比べ半分になります。1MΩターミネーションの場合、使用するプローブについては考慮に入れる必要はありません(プローブを使用した場合のレベルについては立上がり時間/立下がり時間の規格をご参照下さい)。

PROBE COMP(プローブ補正機能)

DC 5010型は1 M Ω のターミネーション使用時に、標準型プローブが接続できる汎用型ですが、その際、適正に補正されたプローブを使用する必要があります。

DC 5010型にはPROBE COMPモードがあり、オシロスコープを使用せずにプローブの補正が正確に行えます。

約1 kHzで約5 Vの方形波信号が前面パネルの下方にあるPROBE COMP入力から得られます。

PROBE COMP 入力にプローブ・チップを接続し、PROBE COMPモードを設定します。

カウンタは左端の最大桁と右端の最小桁を使用して補正結果を表示します。左端の桁はチャンネルAのプローブ補正用で、右端の桁はチャンネルB用です。このモードでは小数点、および測定単位やモードを表わす表示用LEDが点灯することはありません。

プローブ補正は次の要領で行います。

1. ゆっくりとプローブ補正用の調整箇所を左右どちらかの方向へ回転して行くと、補正している方のチャンネルの表示が0から1に切り替わります。

2. 今度は逆方向に再びゆっくりと調整箇所を回します。表示が1から0に切り替わった位置で回転を止めます。この位置で補正が完了したことになります。1の表示は過大補正を意味し、0の表示は過小補正を意味します。最終的には1が0に切り替わった丁度の位置で補正が完了します。

注

表示が1を示したまま1回転以上しても0に切り替わらない場合、RESETボタンを押してこの状態を解除します。接続がオープン状態にあることが考えられます。

TEST(セルフ・テスト機能)

マイクロプロセッサがセルフ・テストを実行した結果、マイクロプロセッサ自体に異常がなければ000と表示されます。またこのテストでは、内部の連続的なデータ経路や一連の内部カウンタ(アキュムレータ)等がチェックされ、それに伴いデジタル-アナログ・コンバータや入力増幅回路の動作チェック等も同時に行われたことを示しています。

このセルフ・テストではRAMのチェックは行われません。RAMは電源投入時にのみチェックされます。

注

セルフ・テストが正しく行われるためには、CHANNEL AまたはCHANNEL Bに接続する信号のピーク値は、カウンタのトリガ・レベル範囲内にあります。エラーを生じた場合には信号の接続を一旦外し、もう1度テストをやり直します。アーミング用入力に接続した場合にもエラーが発生します。

セルフ・テストが1回終了するたびに、GATE表示が1回点灯します。テスト中、異常が発見された場合、左端3桁にエラー・コードが表示され、テスト・サイクルが停止します。他の機能が選択されない限り、テスト・モード状態を続けます。

ARM(アーミング機能)

アーミングは複雑なアナログ、またはデジタル信号の中で、ある1組、または数組のイベントを測定する時に使用されます(図2-9参照)。

ARM端子への入力にはTTLレベルが必要です。信号が接続されていない場合、アーミング入力は通常ハイ状態に引き上げられ、そのため連続的にアーミングされています。アーミング入力がロー状態に引き下げられた場合、カウンタは測定を中止します。アーミングはTIME MANUAL、PROBE COMP、またTEST以外のすべての測定機能で使用されます。上記3つの機能では、アーミング信号はハイでなければなりません。

アーミング信号がハイ状態に変化した場合、その直後のチャンネルAイベントにより測定がスタートします。逆にロー状態に変化した場合、次のチャンネルAイベントにより測定がストップします。従って、カウンタは複雑な波形に対してでも、測定をコントロールできることとなります。

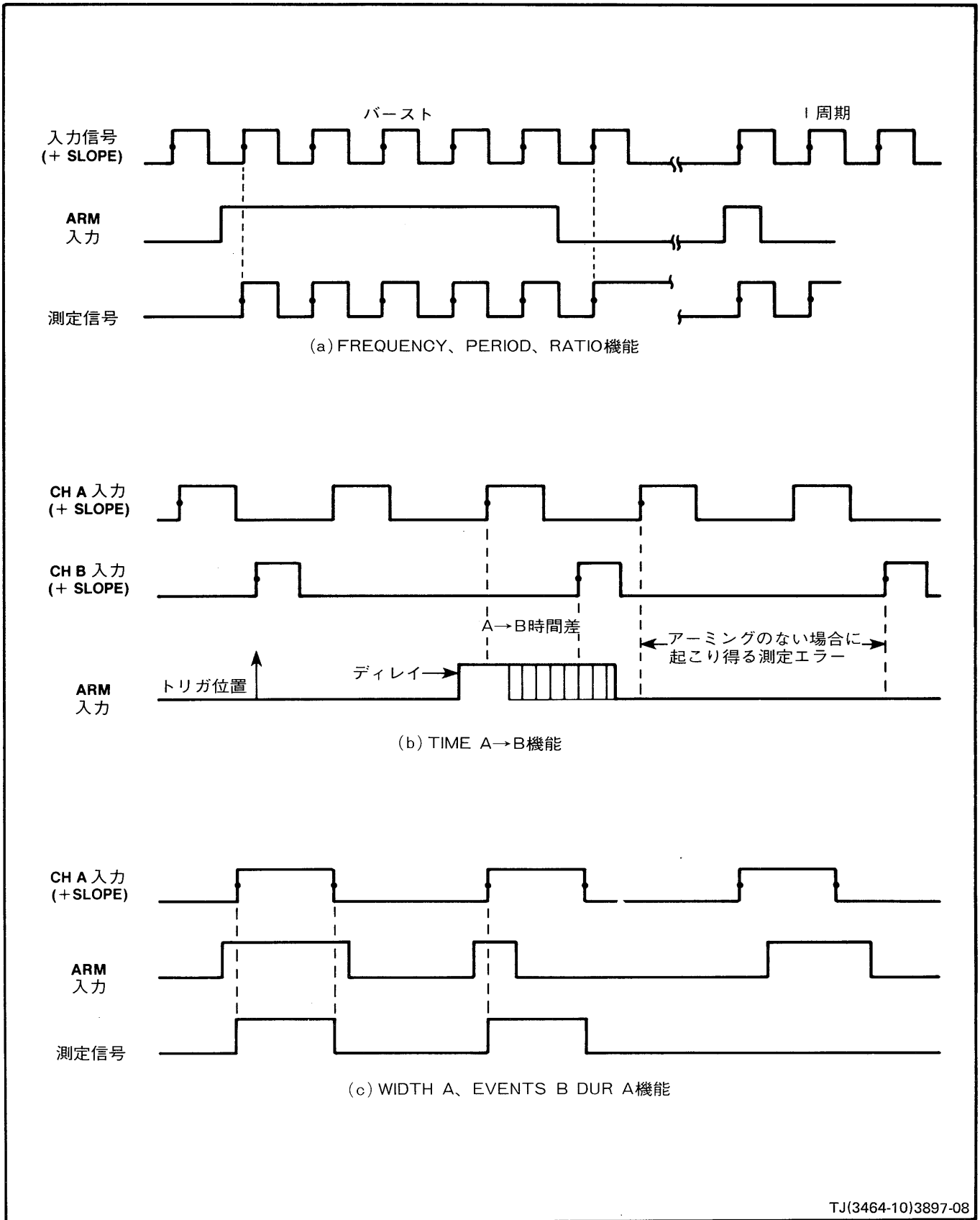


図 2 - 9 アーミング例

日本語

これらのアーミング測定は、時間間隔測定と同様にアベレージングが行え、カウンタはアベレージされるチャンネルA イベント数に従って、最良の分解能で表示される桁数の設定を行います。通常、周波数、周期、およびイベント比の測定には1カウントのエラーが含まれ、カウンタはこのエラーを補正できる桁数の表示を行います。周波数、周期、およびイベント比測定モードのように、時間間隔測定モード以外でアーミング測定を行う場合、1回ごとのアーミング、およびディスアーミングによりそれぞれ1カウント・エラーが生じます。この時、カウンタの動作は影響を受けませんが、機器がアーミングされたり、ディスアーミングされたりする回数とは関係なく、1回の測定に於けるイベント総数にのみ基づいた桁数を表示します。

アーミングを行った周期測定の実際の分解能は、表示よりも下回っていて、次の式で表わされます。

$$\text{分解能} = \frac{T_c}{N} \frac{\sqrt{NT_p}}{T_B}$$

T_c = クロック周期

T_p = 入力周期 (CHA)

T_B = A イベント、スタートからストップまでの時間

N = アベレージング回数 (10⁶、10⁹等)

プログラミング

はじめに

この章はIEEE-488 GPIB (General Purpose Interface Bus) によるリモート・コントロールによってDC 5010型をプログラムする方法について述べたものです。GPIBについての知識を持ち、プログラミング・コントローラの操作を行える人を対象としています。GPIBを通したコミュニケーションはIEEEスタンダード488-1978、“Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation”¹に定義されたものです。本マニュアル中のGPIBに関する事項についてはIEEE-488 GPIBをご参照下さい。TM5000シリーズは、どのGPIBコンパチブル・コントローラにも接続でき、GPIB上のASCIIメッセージ(コマンド)の送受信が行えます。これらのコマンドにより機器のプログラムを組んだり、機器から情報を得たりすることができます。

TM5000シリーズでは、機種が異なっても、同一コマンドに対して同様な機能を持つように、共通化に配慮が配られた設計となっています。さらにコマンドは、実際に果たす機能に類似したニーモニックで定義されています。例えば、INITコマンドは機器の設定をパワー・アップ状態にイニシャライズ(INITialize)します。またコマンド・ニーモニックはほとんどの場合、前面パネルの表示と一致しているのでプログラミングの際に便利です。

¹Published by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 345 East 47th Street, New York, N.Y., 10017.

機器コマンドは次の3つのフォーマットで表わされます。

- 前面パネルの表示——前面パネルの各オペレーションとコマンドとの関係を示しています。
- ファンクショナル・コマンド・リスト——簡単な解説を加えて、ファンクション別グループに分けています。
- 詳細コマンド・リスト——詳細な解説を加えた、アルファベット順のコマンド・リストです。

TM5000シリーズ・プログラマブル機器は、TM5000シリーズ用電源本体に差し込んでGPIBに接続します。差し込み方法については、本章始めの「組み込みと取り外し」の項をご参照下さい。また前面パネルの各機能についても本章前半部分を読み、理解を深めておいて下さい。本機器に対するGPIBプライマリ・アドレスは、機器内で変更することができます。DC5010型は、アドレス20の設定で出荷されています。またメッセージ・ターミネータも機器内で選択することができます。アドレスの変更や、メッセージ・ターミネータの切り替えが必要な場合は、当社エンジニアまでご連絡下さい。メッセージ・ターミネータについては本章後半にある「メッセージとコミュニケーション・プロトコル」の項をご覧下さい。TM5000シリーズの機器はメッセージ・ターミネータがEOI ONLYの設定で出荷されています。INST IDボタンを押すと設定されたGPIBプライマリ・アドレスが表示されます。メッセージ・ターミネータがLF/EOIに設定されている場合、右端の小数点アドレス表示と共に点燈します。

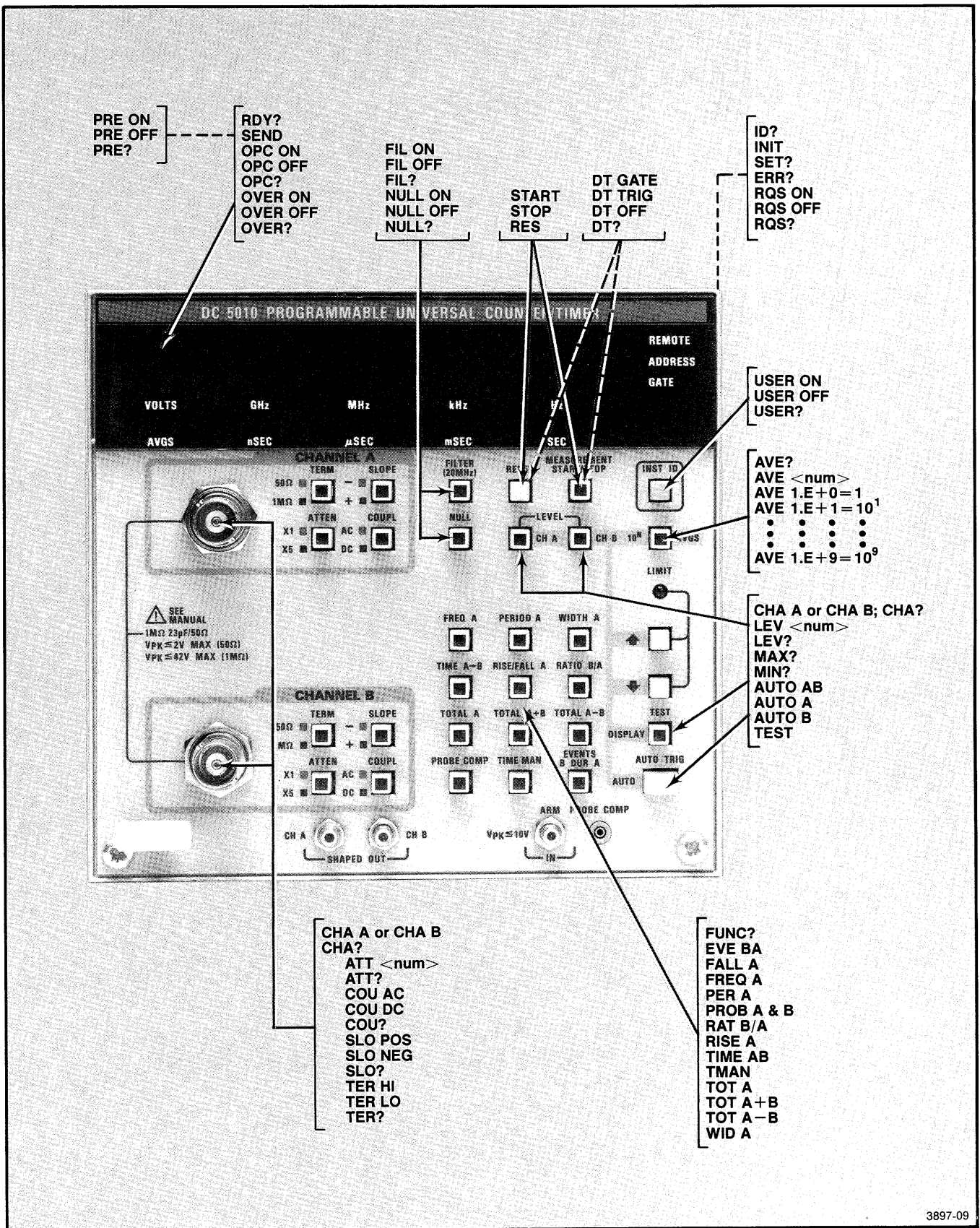


図 2-10 前面パネル・コマンド・リスト

コマンド

本機器は前面パネルの操作、またはコントローラから受けたコマンドによりコントロールされます。コマンドには次の3つのタイプがあります。

設定コマンド——機器の設定をコントロールします。

問合せ-出力コマンド——データを要求します。

オペレーショナル・コマンド——特殊機能を働かせます。

本機器はリモート状態にある場合、すべてのコマンドに応答してそのコマンドを実行します。ローカル状態にある場合、前面パネルによりコントロールされるので、設定コ

マンドとオペレーショナル・コマンドに対してはエラーを生じ、問合せ-出力コマンドのみが実行されます。

各コマンドは、実行される機能を示すヘッダから始まります。多くのコマンドでは、機能に対し望む状態を定義する言葉や数字から成るアークギュメントがヘッダに続きます。

注 意

短縮形のヘッダやアークギュメントより、さらに少ない文字を使用すると、データが他の機器にも転送されている場合にエラーやダメージが生じる可能性がありますので、注意が必要です。

ファンクショナル・コマンド・リスト

機器コマンド

ファンクション・コマンド

EVE BA——チャンネルAパルス幅の間の、チャンネルBパルスをカウントします。

FALL A——チャンネルA入力信号の立下がり時間を測定します。

FREQ A——チャンネルA入力信号の周波数を測定します。

FUNC?——現時点に於ける機器のファンクションを問い合わせます。

PER A——チャンネルA信号の周期を測定します。

PROB A&B——プローブ補正を行います。

RAT B/A——Aイベントに対するBイベントの比を測定します。

RISE A——チャンネルA入力信号の立上がり時間を測定します。

TEST——ROM、I/O、アキュムレータのテストを行います。

TIME AB——AイベントからBイベントまでの時間を測定します。

TMAN——手動で時間差を測定するストップ・ウォッチ機能になります。

TOT A——チャンネルAイベントの加算総数を測定します。

TOT A+B——チャンネルAイベント総数とチャンネルBイベント総数との加算合計を測定します。

TOT A-B——チャンネルAイベント総数からチャンネルBイベント総数を差し引いた数を測定します。

WID A——チャンネルA信号のパルス幅を測定します。

測定コントロール

AVGまたはAVGS——アベレージされる測定の回数を設定します。

AVE?またはAVGS?——アベレージされる測定の回数を問い合わせます(オート・アベレージでは-1)。

NULL ON——現時点に於ける測定結果をストアしておき、次の測定結果から差し引きます。

NULL OFF——ナル測定値をリセットします。

NULL?——NULL ONか、NULL OFFかを問い合わせます。

RDY?——新しいデータが準備されているRDY1か、まだ準備されていないROY0かを問い合わせます。

RES——カウンタをリセットし、その時の測定を再スタートさせます。

START——TMAN、STOP、TOT測定がスタートします。

STOP——TEST、PROBE COMP以外の測定が、すべてストップします。

入力／出力コントロール

ATT1または5——1:1または5:1の減衰率になります。
 ATT?——1:1または5:1の減衰率を問い合わせます。
 AUTO A——チャンネルAのトリガ・レベルを、信号の中間ポイントに設定します。
 AUTO B——チャンネルBのトリガ・レベルを、信号の中間ポイントに設定します。
 AUTO A&B——両チャンネルのトリガ・レベルを、信号の中間ポイントに設定します。
 CHA AまたはB——次に入力するチャンネルの設定を行います。
 CHA?——CHA Aか、CHA Bかを問い合わせます。
 COU ACまたはDC——入力結合モードの設定を行います。
 COU?——COU ACか、COU DCかを問い合わせます。
 FIL ON——両チャンネルの周波数帯域幅を約20MHzに制限するフィルタ機能をオンします。
 FIL OFF——フィルタ機能をオフします。
 FIL?——FIL ONか、FIL OFFかを問い合わせます。
 LEV——選択したチャンネルのトリガ・レベルを設定します。数値レンジは+2.000から-2.000(×1)または+10.000から-10.000(×5)の範囲です。
 LEV?——選択したチャンネルの設定トリガ・レベルを問い合わせます。
 MAX?——最後のオート・トリガの最大ピーク電圧を問い合わせます。
 MIN?——最後のオート・トリガの最小ピーク電圧を問い合わせます。
 PRE ON——プリスケールと内部スケールが行えます。
 PRE OFF——プリスケールと内部スケールは行えません。
 PRE?——PRE ONか、PRE OFFかを問い合わせます。
 SEND——新しい測定を行い、結果を送ります。
 SLO POS——正スロープでトリガします。
 SLO NEG——負スロープでトリガします。
 SLO?——SLO NEGか、SLO POSかを問い合わせます。
 TER HI——1MΩ-23pFの入力ターミネーションを設定します。
 TER LO——50Ωの入力ターミネーションを設定します。
 TER?——TER HIか、TER LOかを問い合わせます。

システム・コマンド

DT GATE——〈GET〉によりスタート、ストップをコントロールします。
 DT TRIG——〈GET〉によりRESET機能を実行します。
 DT OFF——デバイス・トリガを無効にします。
 DT?——DT TRIGかDT OFF、またはDT GATEかを問い合わせます。
 ERR?——RQS ONの場合、シリアル・ポールによって得られるエラー・コードで応答します。RQS OFFの場合、最も優先順位の高いステータスで応答します。
 ID?——機器のタイプやファームウェア・バージョンを問い合わせます。
 INIT——機器をイニシャライズし、パワーオン時の初期状態の設定となります。
 SET?——現時点に於ける機器の設定状態を問い合わせます。
 TEST——ROM、I/O、アキュムレータのテストを行います。

ステータス・コマンド

OPC ON——OPERATION COMPLETE状態ではSRQを出します。
 OPC OFF——OPERATION COMPLETE状態であってもSRQを出しません。
 OPC?——OPC ONか、OPC OFFかを問い合わせます。
 OVER ON——カウンタがオーバーフローした時にSRQを出します。
 OVER OFF——カウンタがオーバーフローした時であってもSRQは出しません。
 OVER?——OVER ONか、OVER OFFかを問い合わせます。
 RQS ON——SRQを出すことができます。
 RQS OFF——SRQをクリアし、出すことができません。
 RQS?——RQS ONか、RQS OFFかを問い合わせます。
 USER ON——INST IDボタンを押した時にSRQを出します。
 USER OFF——INST IDボタンを押した時であってもSRQは出しません。
 USER?——USER ONか、USER OFFかを問い合わせます。

詳細コマンド・リスト

ATTENUATION

タイプ

設定または問合せ

設定シンタックス

ATT<数>

例

ATT .999999

ATT 5.00001

ATTENUATION 1

問合せシンタックス

ATT?

問合せに対する応答

ATT 1;

ATT 5;

解説

選択されたチャンネルの入力信号減衰率を1:1または5:1に設定します。アーギュメントは整数となりますが、1または5でない場合、実行エラー(ERR205)が生じ、アーギュメントがレンジから外れていることを示します。

パワーオン時の初期設定はATT 1です。

チャンネルの選択に関してはCHANNELコマンドの項をご覧ください。

AUTOTRIG

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

AUTO A

B

A&B(アーギュメントなしでも同機能。)

例

AUTO

AUTO A

AUTOTRIG A&B

解説

両チャンネルのトリガ・レベルを自動的に入力信号の中間ポイントに設定します。最大と最小のピーク値は記憶され、MAX?やMIN?の問合せで読み出すこともできます。有効なアーギュメントは、

A——チャンネルAのトリガ・レベルを自動的に設定します。両チャンネルの最大と最小のピーク値が記憶されます。

B——チャンネルBのトリガ・レベルを自動的に設定します。両チャンネルの最大と最小のピーク値が記憶されます。

A & B——両チャンネルのトリガ・レベルを自動的に設定し、同時に最大と最小のピーク値が記憶されます。

アーギュメントを持たない場合は、AUTO A&Bとして扱います。

AUTOTRIGが実行されると、前に設定されていたトリガ・レベルは新しい値と置き換わります。入力信号がDC5010型のレンジを外れている場合、新しい値は必ずしも中間ポイントになるとは限りません。前に測定された両チャンネルの最大と最小のピーク値も同時に置き換わります。

AUTOTRIG動作を完了するのに必要な時間は、両チャンネル信号の振幅や周波数によって左右されます。最も遅い場合、およそ2.5秒になります。

以下のコマンド・シーケンスによりAUTOTRIGGERが実行され、AUTOTRIGが完了した時、結果としてトリガ・レベルが出力されます。

AUTO; CH A; LEV?; CH B; LEV?

AVERAGES

タイプ

設定または問合せ

設定シンタックス

AVE<数> またはAVGS<数>

例

AVE-1

AVGS 1.E+2

AVERAGES 100

問合せシンタックス

AVE? またはAVGS?

問合せに対する応答

AVE -1;

AVE 1.E+4;

解説

測定結果を計算する前に、カウントされるチャンネルA イベントの最小数を設定します。有効 <数> アーギュメントは、

<数> ≤ 0 —DC5010型は「オート・アベレージ」モードの設定になります。「オート・アベレージ」モードの場合、機器はカウントを約0.3秒間蓄積します。

「オート・アベレージ」ではAVE-1が応答されます。

<数> = 1, 1.E+1, 1.E+2, 1.E+3, 1.E+4, 1.E+5, 1.E+6, 1.E+7, 1.E+8, 1.E+9

アーギュメント <数> は10倍ずつ増えて行きます。もし結果値が上記の値にあてはまらない場合、アベレージ設定は変わらないまま、実行エラー(ERR205)を生じます。

AVERAGESを設定することにより、TOTALIZE測定結果表示のスケールを設定することができます。但し、IEEE-488バスへの出力のスケールは設定することができません。

パワーオン時の初期設定はAVE-1です。

CHANNEL (CHANNEL SELECT)

タイプ

設定または問合せ

設定シンタックス

CHA A

B

例

CHANNEL A

CHA B

問合せシンタックス

CHA?

問合せに対する応答

CHA A;

CAH B;

解説

以下の入力設定コマンドにより影響を受けるチャンネル選択を行います。入力設定コマンドにはSLOPE、SOURCE、ATTENUATION、COUPLING、さらにLEVELがあります。有効なアーギュメントは、

A—チャンネルAが影響を受けます。

B—チャンネルBが影響を受けます。

パワーオン時の初期設定はCHA Aです。

COUPLING

タイプ

設定または問合せ
設定シンタックス

COU AC
DC

例

COUPL AC
COU DC
問合せシンタックス
COU ?

問合せに対する応答

COU AC;
COU DC;

解説

入力信号結合をACまたはDCに設定します。有効なアーギュメントは、

AC—AC結合を設定します。
DC—DC結合を設定します。

DC結合からAC結合に切り替えた場合、またはAC結合で入力信号のDCレベルが変化した場合、次に示す設定時間が必要となります。

1 : 1プローブ接続—1秒
5 : 1プローブ接続—2.5秒
10 : 1プローブ接続—5秒

上記の時間は、結合キャパシタが充電されて最終値の1%以内になるまでを定義した時間です。信号源はごく低いインピーダンスであるものとします。

パワーオン時の初期設定はCOU DCです。

チャンネルの選択に関してはCHANNELコマンドの項をご覧ください。

DT (DEVICE TRIGGER)

タイプ

設定または問合せ
設定シンタックス

DT GATE
TRIG
OFF

例

DT GATE
DT TRIG
DT OFF

問合せシンタックス
DT ?

問合せに対する応答

DT GATE
DT TRIG
DT OFF

解説

GROUP EXECUTE TRIGGER <GET> インターフェイス・メッセージに対する機器の応答をコントロールします。有効なアーギュメントは、

GATE——<GET>により、測定のSTARTとSTOPとをコントロールします。STOP状態では<GET>によりSTART状態になり、START状態からはSTOP状態になります。

TRIG——<GET>により測定のRESETが実行されます。測定が既にSTART状態にある場合、測定はリセットされ、再スタートとなります。STOP状態にある場合、測定が1回行われます。

OFF——<GET>により実行エラー (ERR206) が生じます。

パワーオン時の初期設定はDT OFFとなっています。

ERROR

タイプ

問合せ

シンタックス

ERR ?

ERROR ?

応答

ERR <数>

解説

ERRORの問合せは、機器のステータスに関する情報を得るために用いられます。

RQSがONの場合、ERROR問合せに対し、機器から報告された最後のステータス・バイトの中にRQSビットが設定された理由を示しながら、イベント・コード <数> で応答します。

RQSがOFFの場合、ERROR問合せに対し、その時点で機器内にある最も優先順位の高い、未決定の状態を示しながらイベント・コード <数> で応答します。

EVENTS (EVENTS B DURING A)

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

EVE BA (アーギュメントなしでも同機能。)

例

EVENTS BA

EVE

解説

チャンネルA入力信号のパルス幅の間に起こる、チャンネルB イベント総数を測定します。

FALL TIME

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

FALL A (アーギュメントなしでも同機能。)

例

FALL

FALLTIME A

解説

チャンネルA入力信号の立下がり時間を測定します。CHANNEL A SLOPEは自動的に1が設定され、CHANNEL BのATTEN、COUPL、SLOPE、およびTERMは、それぞれCHANNEL Aと同様の設定となります。CHANNEL Aに入力した信号は、内部で両チャンネルの回路に等しく分配され、振幅の90%と10%にあたるトリガ・レベル測定ポイントが設定されます。

この測定では、90%と10%の測定ポイントが必要となるためオートトリガが用いられます。そのため、トリガ・レベルと最小ピーク値、最大ピーク値が影響を受けることとなります。

FILTER

タイプ

設定

シンタックス

FIL ON

OFF

例

FIL ON

FIL OFF

問合せシンタックス

FIL ?

問合せに対する応答

FIL ON:

FIL OFF:

解説

高周波ノイズを除去するフィルタ機能です。有効なアーギュメントは、

ON——高周波ノイズ・フィルタがオンして、両チャンネルの帯域幅が20MHzに制限されます。

OFF——高周波ノイズ・フィルタがオフして、両チャンネルの帯域幅が350MHzに戻ります。

パワーオン時の初期状態はFIL OFFです。

FREQUENCY

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

FREQ A (アーギュメントなしでも同機能。)

例

FREQUENCY A

PREQ

解説

チャンネルA入力信号の周波数測定を行います。

パワーオン時の設定です。

FUNCTION

タイプ

問合せ

シンタックス

FUNC ?

FUNCTION ?

応答

EVE BA;

FALL A;

FREQ A;

PER A;

RAT B/A;

TIME AB;

TMAN;

TOT A;

TOT A+B;

TOT A-B;

WID A;

PROB A&B;

RISE A;

TEST;

解説

FUNCTION 問合せに対しては上記の内の1つが応答されます。応答は、その時点で選択されている測定機能が表示されて行われます。

IDENTIFY

タイプ

問合せ

シンタックス

ID ?

IDENTIFY ?

応答

ID TEK/DC5010, V79.1, Fx. y;

解説

IDENTIFY問合せに対する上記の応答は、

TEK/DC5010—機器のタイプを示します。

V79.1—当社標準のコードとフォーマットに従っていることを示します。

Fx. y—機器のファームウェア・バージョンを示します。
x. yは小数を示します。

INITIALIZE

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

INIT

INITIALIZE

解説

機器の設定を、パワーオン時の初期状態に戻します。パワーオン時のDC5010型の設定は次の通りです。

FREQ A

AVE -1

FIL OFF

NULL OFF

SLO POS(チャンネルA、B)

ATT 1(チャンネルA、B)

COU DC(チャンネルA、B)

TERM HI(チャンネルA、B)

CHA A

OPC OFF

OVER OFF

PRE OFF

DT OFF

USER OFF

RQS ON

さらに、オートトリガが実行され、信号の最大と最小ピーク値からトリガ・レベルの設定が行われた状態にある場合、INIT機能の実行に必要な時間は、最大2.5秒になります。

通常のパワーオン時のように、SRQを出すことも、機器をLOCALモードにすることもありません。

LEVEL (TRIGGER LEVEL)

タイプ

設定または問合せ

設定シンタックス

LEVEL <数>

例

LEVEL -1.025

LEV 0.005

LEV 7.5

問合せシンタックス

LEV ?

問合せに対する応答

LEVEL -1.025 ;

LEVEL 0.000 ;

解説

前もって選択されたチャンネルのトリガ・レベルを、規定の値に設定します。その値は電圧で示され、減衰率が×1の設定では-2.000から2.000まで、また×5の設定では-10.000から10.000までのレンジになります。分解能は減衰率×1の設定で0.004、×5の設定で0.020となります。

レベル値は最小ステップで変化できますが、レベル値がDC 5010型のレンジを超えてしまうとトリガ・レベルは変化せずに実行エラー (ERR205) を生じます。

チャンネルの選択に関してはCHANNELコマンドの項をご覧下さい。

MAXIMUM

タイプ

問合せ

シンタックス

MAX ?

MAXIMUM ?

応答

MAX <数> ;

解説

MAX ? 問合せに対し、最後のオートトリガ・サイクルの間に測定された、選択チャンネルへの入力信号電圧の最大値が示されます。最後のオートトリガ以降に入力の変化があったり、入力信号の状態に変化が見られた場合、新しいMAX値を得るには、AUTOTRIGが再び必要となります。

AUTOTRIG、PROBECOMP、RISE、またはFALL各1回の動作ごとに1サイクルのオートトリガが起こります。各動作の実行に必要な時間は、通常1.5秒、最大では2.5秒になります。

MINIMUM

タイプ

問合せ

シンタックス

MIN ?

応答

MIN <数>

解説

MIN ? 問合せに対し、最後のオートトリガの間に測定された、選択チャンネルへの入力信号電圧の最小値が示されます。最後のオートトリガ以降に入力の変化があったり、入力信号の状態に変化が見られた場合、新しいMIN値を得るには、AUTOTRIGが再び必要になります。

AUTOTRIG、PROBCOMP、RISE、またはFALL 各1回の動作ごとに1サイクルのオートトリガが起こります。各動作の実行に必要な時間は、通常1.5秒、最大では2.5秒になります。

NULL

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

NULL ON

NULL OFF

問合せシンタックス

NULL ?

問合せに対する応答

NULL ON ;

NULL OFF ;

解説

測定結果を一旦ストアし、次の測定値からその値を差し引く機能をコントロールします。

ON——上記機能をオンします。

OFF——上記機能によりストアした値をリセットします。

ストアした値、つまりナル値はNULL OFFコマンド、またはいずれかのファンクション・コマンドが実行されるたびにリセットされます。TIME、WIDTH、RISE、およびFALLのような時間間隔測定では、チャンネルAとチャンネルBの入力回路間に生じるプロパゲーション・ディレイ時間を補正するために、5.2nsのナル値にリセットされます。他のすべての測定では、このナル値は0です。

パワーオン時の初期設定はNULL OFFです。

OPC (OPERATION COMPLETE)

タイプ

設定または問合せ
設定シンタックス
OPC ON

OFF

例

OPC ON
OPC OFF
問合せシンタックス
OPC ?

問合せに対する応答

OPC ON ;
OPC OFF ;

解説

測定終了時のSRQをコントロールします。このコマンドによりコントローラは測定をスタートすることになります。SRQを待っている間、必要な処理をこなし、測定データの準備ができていることを知らせます。

OPCがONの場合、測定が完了するとSRQが出され、シリアル・ポールによりステータスが読まれるか、RQS OFFまたはデバイス・クリアが実行されてクリアされるまで、出されたままの状態を保ちます。オペレーション完了は、ステータス・バイト66または88と、ERROR 問合せに対する応答ERR402で示されます。

ステータス・バイトとERRORに関しては「ステータス・バイトとエラー」の項をご覧ください。

パワーオン時の初期設定はOPC OFFです。

OVERFLOW

タイプ

設定または問合せ
設定シンタックス
OVER ON

OFF

例

OVER ON
OVERFLOW OFF
問合せシンタックス
OVER ?

問合せに対する応答

OVER ON ;
OVER OFF ;

解説

内部カウント容量を超えた場合にSRQをコントロールします。このコマンドによりコントローラはオーバフロー状態に気付き、応答します。

DC 5010型では2つの内部43ビット・カウンタが両チャンネルにそれぞれ1つずつ用いられ測定されます。

EVENTS、FREQUENCY、PERIOD、RATIO、TIME、WIDTH測定では、OVERFLOWは通常、どちらかの入力チャンネルの設定が適切でないことを示します。

TMANUALやTOTALIZE測定の場合、コントローラは、OVERFLOWを用い、測定レンジを広げることができます。TMANUAL測定では、OVERFLOWはチャンネルBカウンタが 2^{43} の内部タイム・ベース・パルス(≈87960.9秒)をカウントしたことを示します。またTOTALIZE測定では、チャンネルAカウンタが 2^{43} (≈ 8.8×10^{12})のチャンネルA入力をカウントしたことを示します。TMANUALとTOTALIZEでは、オーバフロー状態になると測定結果はリセットされますが、測定は続行されます。

PROBECOMPとTEST測定ではオーバフロー状態にはなりません。

OVERFLOWがONで、機器の内部容量を超えた場合、SRQが出され、しかもシリアル・ポールによりステータスが読まれるか、RQS OFFまたはデバイス・クリアが実行されてクリアされるまで、出されたままの状態を保ちます。チャンネルAのオーバフローは、ステータス・バイト193または209と、ERROR 問合せに対する応答ERR711で示されます。チャンネルBのオーバフローは、ステータス・バイト194または210と、ERROR 問合せに対する応答ERR712で示されます。

パワーオン時の初期設定はOVER OFFです。

PERIOD

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

PER A (アーギュメントなしでも同機能。)

例

PERIOD A

PER

解説

チャンネルA入力信号の周期測定を行います。

PRESCALE

タイプ

設定または問合せ

設定シンタックス

PRE ON

OFF

例

PRESCALE ON

PRE OFF

問合せシンタックス

PRE ?

問合せに対する応答

PRE ON;

PRE OFF;

解説

FREQUENCY、PERIOD、RATIO、TOTALIZEを計算する前に、チャンネルAカウントに16を掛けます。このコマンドは、16で割ったプリスケアラがチャンネルAに付けられた時に使います。有効なアーギュメントは、

ON——結果を計算する前に、チャンネルA入力は16で掛け算されます。

OFF——結果が計算される前に、チャンネルA入力がかスケールされることはありません。

PRESCALEコマンドが使われても、適合するプリスケアラがDC5010型に接続されていない場合、実行警告(ERR 604)を生じます。

パワーオン時の初期設定はPRE OFFです。

PROBECOMP (プローブ補正)

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

PROBE A&B(アーギュメントなしでも同機能。)

例

PROBECOMP A&B

PROBE

解説

プローブを使用する測定時にプローブ補正が行えます。

この機能では2つのLED表示が使われ、最大桁にはチャンネルAの結果が、最小桁にはチャンネルBの結果が表示されます。

この測定ではオートトリガが用いられるため、トリガ・レベルと最小値、最大値が影響を受けます。

この測定で用いられるオートトリガでは、最低周波数が約100Hzの速い動作で行われるため、実行に要する最大時間は約0.25秒となります。このような高速動作のオートトリガを用いると、100Hzを超すような信号の最小値と最大値でも素早く更新することができます。

詳細については「プローブ補正」の項をご覧ください。

RATIO

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

RAT B/A

例

RATIO B/A

RAT

解説

チャンネルA イベントに対するチャンネルB イベントの比を測定します。

RDY (DATA READY)

タイプ

問合せ

シンタックス

RDY ?

応答

RDY 0;

RDY 1;

解説

RDY問合せに対して「データ・レディ」ステータスが応答されます。応答値が0ならば、データはその時点では有効ではありません。応答値が1の場合に測定データは有効となります。

測定データが無効で、DC5010型がコントローラからRDYコマンドを受け取った場合、機器は次の2つの内、どちらかの方法で応答します。SENDコマンドを受けた後でしかもデータが準備されていない時にRDYコマンドを受けた場合、DC5010型はデータが準備されるのを待ってからデータ転送を行います。RDYコマンドを受けても、機器がSENDコマンドを受けていない状態にあり、しかもデータが準備されていない場合、DC5010型はFF（すべてのデータ・ラインが真の状態）を送ります。

測定が終了すると、データが準備されます。機器によってデータが読み出されるか、アベレージ以外で機器の設定で変わるまで、そのままの状態が保たれます。RESETでもデータはクリアされます。

RESET

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

RES

RESET

解説

機器の一連のカウントをリセットし、新たな測定を開始します。EVENTS、FALL、FREQUENCY、PERIOD、RATIO、RISE、TIME、あるいはWIDTH測定では、RESETの前にSTOPを使うと測定が1回行われ、結果が表示されます。PROBECOMP測定では、RESETによりその時の補正ステータスはクリアされ、補正手順が再スタートします。TMAN、およびTOTALIZE測定では、RESETの前に測定がストップ状態にならない限り、カウントはゼロにリセットされ、新たな測定が再スタートします。TEST測定では、RESETによりすべてのエラー結果がクリアされ、TEST手順が再スタートします。

RISETIME

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

RISE A (アーギュメントなしでも同機能。)

例

RISETIME A

RISE

解説

チャンネルA入力信号の立上がり時間を測定します。CHANNEL A SLOPEは自動的に+が設定され、CHANNEL BのATTEN、COUPL、SLOPE、およびTERMは、それぞれCHANNEL Aと同様の設定となります。CHANNEL Aに入力した信号は、内部で両チャンネルの回路に等しく分配され、振幅の10%と90%にあたるトリガ・レベル測定ポイントが設定されます。

この測定では、10%と90%の測定ポイントが必要となるためオートトリガが用いられます。そのため、トリガ・レベルと最小ピーク値、最大ピーク値が影響を受けることとなります。

RQS (REQUEST FOR SERVICE)

タイプ

設定または問合せ

設定シンタックス

RQS ON

OFF

例

RQS ON

RQS OFF

問合せシンタックス

RQS ?

問合せに対する応答

RQS ON ;

RQS OFF ;

解説

RQSコマンドは、DC 5010型からSRQを出すためのコマンドです。RQSがOFFの場合、DC 5010型はどんな状況にあったとしてもSRQを出しません。RQSがONの場合、状況に従って(エラー、オペレーション終了等)SRQを出します。

ERROR ? 問合せは、RQSがOFFの時に用いられ、SRQが必要などんな状況が生じたかを確かめるために用いられます。

RQSがOFFからONに切り替わった時、OFF状態の時に報告されていなかったSRQイベントに対し、SRQが出されます。

パワーオン時の初期設定はRQS ONです。

SEND

タイプ

出力

シンタックス

SEND

出力例

45.13755019E+6 ; (周波数)

3.0018E-6 ; (周期)

01 ; (プローブ補正)

395 ; (テスト)

1977249 ; (総計)

解説

SENDコマンドにより、出力に対する有効なデータのフォーマットが決まります。終了した測定の結果がまだ出力されていない場合にデータは有効となります。有効なデータが無い場合、SENDコマンドにより、DC 5010型は実行中の測定が終了するのを待ち、その結果に対してフォーマットを決めます。

SETTING

タイプ

問合せ

シンタックス

SET ?

SETTINGS ?

応答

<ファンクション>; CHA A; ATT <数>; COU xx;
SLO xx; TERM xx; LEV <数>; CHA B; ATT <数>;
COU xx; SLO xx; TERM xx; LEV <数>; AVE <数>;
OPC xx; OVER xx; PRE xx; FIL xx; NULL xx; DT
xx; USER xx; RQS xx;

応答例

FREQ A; CHA A; ATT 1; COU DC; SLO POS;
TERM HI; LEV 1.500; CHA B; ATT 5;
COU AC; SLO NEG; TERM LO; LEV -5.000; AVE
-1; OPC OFF; OVER ON; PRE OFF; FIL OFF;
NULL OFF; DT OFF; USER OFF; RQS ON;

解説

SETTINGS 問合せに対し、その時点での機器の設定を
応答します。

SETTINGS 問合せに対する応答は、後で機器を以前の
設定にリセットする際に用いられます。

SLOPE

タイプ

設定または問合せ

設定シンタックス

SLO NEG

POS

例

SLO POSITIVE

SLOPE POS

SLOPE NEGATIVE

SLO NEG

問合せシンタックス

SLO ?

問合せに対する応答

SLO POS ;

SLO NEG ;

解説

SLOPE コマンドは、選択されたチャンネルの入力トリガを規定のスロープに設定します。有効なアーギュメントは、

NEG—負方向のスロープになります。

POS—正方向のスロープになります。

パワーオン時の初期設定はSLO POSです。

チャンネルの選択に関してはCHANNELコマンドの項をご覧ください。

START

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

START

解説

TMANUAL、またはTOTALIZE A/A+B/A-B測定がスタートします。EVENTS、FALL、FREQUENCY、PERIOD、RATIO、RISE、TIME、またはWIDTHの各測定がストップ状態にある場合、STARTにより測定が再スタートします。

STOP

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

STOP

解説

TEST、PROBECOMP以外の測定をすべてストップします。

FALL、FREQUENCY、PERIOD、RATIO、RISE、TIME、WIDTH、およびEVENTSの各測定では、STOPにより測定が無効になります。

TMANUAL測定またはTOTALIZE測定の場合、STOPを受けた時の結果は保たれ、さらにそこから測定を再スタートすることができます。

TERMINATION

タイプ

設定

シンタックス

TER HI

TER LO

例

TER HI

TERM LOW

TERMINATION HIGH

問合せシンタックス

TER ?

問合せに対する応答

TER HI;

TER LO

解説

入力用ターミネーションの選択を行います。有効なアークメントは、

HI——1 M Ω 、23pFの入力用ターミネーションを選択します。

LO——50 Ω の入力用ターミネーションを選択します。

LO(50 Ω)とX1が設定された状態で2Vを超えるような過大信号を入力した場合、LOからHI状態に自動的に切り替わります。

またLOからHIに切り替わると同時にSRQが出され、シリアル・ポールによってステータスが読まれるか、RQS OFFまたはデバイス・クリアが実行されてクリアされるまで、出されたままの状態を保ちます。この切り替わりは、チャンネルAの場合はステータス・バイトの102または118、およびエラー問合せに対する応答602で、またチャンネルBの場合はステータス・バイトの102または118、およびエラー問合せに対する応答603で示されます。

パワーオン時の初期設定はTERM HIです。

チャンネルの選択に関してはCHANNELコマンドの項をご覧ください。

TEST

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

TEST

解説

繰り返してセルフ・テストを実行できるように機器を設定します。実行されるテストは、ROMテスト、連続I/Oハードウェア・テスト、カウンタ・ハードウェア・テストです。

TESTコマンドによって実行されるテストは、RAMテストを除いて、パワーオン時に行われるセルフ・テストと同じです。RAMテストはパワーオン時にのみ実行されます。

テスト中に異状が発見されるとテスト・シーケンスは停止します。この場合、他のTESTコマンド、またはRESETコマンドを実行すると新たなテスト・シーケンスがスタートします。

それぞれのテスト・シーケンスの結果は、機器からの出力として得ることができます。結果が0表示であれば異状のないことを示しています。異状がある場合、パワーオン時のセルフ・テストと同じエラー・コードが出力されます。

「ステータス・バイトとエラー」の項をご覧ください。

TIME (TIME A TO B)

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

TIME AB (アーギュメントなしでも同機能。)

例

TIME

TIME AB

解説

最初のチャンネルA イベントから、すぐ次のチャンネルB イベントまでの時間差を計算します。

TMANUAL (TIME MANUAL)

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

TMAN

TMANUAL

解説

TMANUALコマンドは「ストップ・ウォッチ」を操作する要領で時間を測定します。測定はSTARTコマンドでスタートし、STOPコマンドでストップします。DT GATEモードの場合、TMANUALオペレーションは<GET>(Group Execute Trigger)インターフェイス・メッセージを用いて、スタート/ストップが交互に切り替わります。

START、STOP、およびDTコマンドの項をご覧ください。

<GET>に関しては「インターフェイス・コントロール・メッセージの転送」の項をご覧ください。

TOTALIZE

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

TOT A (アーギュメントなしでも同機能。)

A+B

A-B

例

TOTALIZE A+B

TOT A-B

TOT

解説

一方のチャンネル、あるいは両チャンネルのイベント総数を測定して計算を行います。測定はSTARTコマンドでスタートし、STOPコマンドでストップします。DT GATEモードの場合、TOTALIZE測定は<GET>(Group Execute Trigger)インターフェイス・メッセージを用いて、スタート/ストップが交互に切り替わります。

TOTALIZE A+B/A-Bモードでは、Bイベントは、Aイベントが最初にカウントされた直後のものからカウントされます。

アーギュメントを持たない場合は、TOT Aとして扱います。

START、STOP、およびDTコマンドの項をご覧ください。

<GET>に関しては「インターフェイス・コントロール・メッセージの転送」の項をご覧ください。

USEREQ (USER REQUEST)

タイプ

設定または問合せ

設定シンタックス

USER ON

OFF

例

USER ON

USEREQ OFF

問合せシンタックス

USER ?

問合せに対する応答

USER ON;

USER OFF;

解説

前面パネルのINST IDボタンを押した時のSRQをコントロールします。このコマンドにより、前面パネルから機器とコントローラ間のコミュニケーションを行うことができます。

USERがONで、INST IDボタンが押された場合、SRQが出され、しかもシリアル・ポールによりステータスが読まれるか、RQS OFFまたはデバイス・クリアが実行されてクリアされるまで出されたままの状態を保ちます。ユーザ・リクエストは、ステータス・バイト67または83と、ERROR問合せに対する応答ERR403で示されます。

パワーオン時の初期設定はUSER OFFです。

WIDTH

タイプ

オペレーショナル

シンタックス

WID A (アーギュメントなしでも同機能。)

例

WIDTH A

WID

解説

チャンネルA入力信号のパルス幅を測定します。チャンネルAのスロープ設定に従って、正方向のパルス幅または負方向のパルス幅の測定が行われます。

メッセージおよびコミュニケーション・プロトコル

コマンド・セパレータ

1つのコマンドまたはいくつかのコマンドを含むメッセージには、メッセージ・ターミネータが続きます。多数のコマンドが含まれるメッセージは、コマンド間をセミコロンで分ける必要があります。メッセージの終りにセミコロンを付けるのは自由です。例えば次の通りです。

```
INIT
TEST;INIT;RQS ON;USER OFF;ID ?;SET ?
TEST;
```

メッセージ・ターミネータ

メッセージはEOIまたはASCII LF (Line Feed) キャラクターでターミネートされます。コントローラには、ターミネータとして、最後のデータ・バイトと一緒にEOIを出すものもあれば、LFキャラクターのみを使うものもあります。本機器は、どちらのターミネータによって動作するかを内部で設定することができます。ターミネータとしてEOI ONLYが選択された場合、機器はEOIと共に受けたデータ・バイトを入力メッセージの終りとして認識し、また出力メッセージの最終バイトと一緒にEOIを出します。LF/EOIの設定では、機器は入力メッセージの終りとして出されたEOI、またはEOIがない状態でLFキャラクターを受けた時のいずれでも入力メッセージの終りとして認識します。出力時にはLF (Line Feed) に続いてCR (Carriage Return) を転送して出力メッセージをターミネートします。メッセージ・ターミネータの設定に関しては“MAINTENANCE”の章で述べられています。なお、TM5000シリーズではEOI ONLYの設定で出荷されています。

メッセージのフォーマット設定

TM5000シリーズに転送するコマンドには、理解しやすいように適切なフォーマットを設定する必要があります。このフォーマットには融通性があり、多くのバリエーションも可能です。次にこのフォーマットと、そのバリエーションについて述べます。

コマンドはすべてASCIIコードで表わされていて、機器は大文字も小文字も受け入れますが、データ出力はすべて大文字になります (図 2-11参照)。

前にも述べた通り、コマンドはヘッダで始まり、必要に応じてアーギュメントが続くものもあります。アーギュメントの続くコマンドには、両者の間にはヘッダ・デリミッタとしてスペース・キャラクターSPが挿入されます。

```
RQSSPON
```

SP、CRまたLFなどのキャラクターをさらに挿入したい場合、ヘッダ・デリミッタとアーギュメントの間に入れますが、機器には無視されます。なおLF/EOIターミネータ・モードの場合、LFは用いることはできません。(SP) (CR) (LF)は次のように示されます。

```
例1: RQSSPON;
例2: RQSSP SPON;
例3: RQSSP CR LF SPON
```

ヘッダとアーギュメントが2通りの方法、つまり省略された形とそうでない形で記されたものがあります。機器は、少なくとも省略形で記されたキャラクターさえ含まれていれば、どんなヘッダやアーギュメントをも受け入れることができ、また省略形にどんなキャラクターが加えられても、省略しない形のキャラクターと同じ役割りとなります。プログラムを文書化する場合には省略しない形とし、さらに間合せヘッダには最後に疑問符を入れます。

```
USER ?
USERE ?
USEREQ ?
USEREQUEST ?
```

連続したアーギュメントはカンマで引き離しますが、機器はスペースやデリミッタとしてのスペースをも受け入れることができます。

```
2, 3
2SP 3
2, SP 3
```

注

3つめの例では、スペースはフォーマット・キャラクターとして扱われ、アーギュメント・デリミッタとしてのカンマに続きます。

数値フォーマット

機器は、ニューメリック・アーギュメントとして次のような数値を受け入れることができます。

- 符号付または符号無しの整数 (+0、-0も含む)。符号の無い場合は正の整数として扱います。
例: +1, 2, -1, -10
- 符号付または符号無しの小数。符号の無い場合は正の小数として扱います。
例: -3.2, +5.0, 1.2
- 指数表示で表わされた浮動小数点数。
例: +1.0E-2, 1.0E-2, 0.01E+0

ASCII&IEEE488 (GPIB) コード・チャート

BITS				0 0		0 0 1		0 1 0		0 1 1		1 0 0		1 0 1		1 1 0		1 1 1												
B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	CONTROL				NUMBERS SYMBOLS				UPPER CASE				LOWER											
0	0	0	0	0	0	0	0	20	40	60	100	120	140	160	NUL	DLE	SP	0	@	P		p	(0)	(16)	(32)	(48)	(64)	(80)	(96)	(112)
0	0	0	1	0	0	1	1	21	41	61	101	121	141	161	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q	(1)	(17)	(33)	(49)	(65)	(81)	(97)	(113)
0	0	1	0	0	1	0	2	22	42	62	102	122	142	162	STX	DC2	"	2	B	R	b	r	(2)	(18)	(34)	(50)	(66)	(82)	(98)	(114)
0	0	1	1	0	0	1	3	23	43	63	103	123	143	163	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s	(3)	(19)	(35)	(51)	(67)	(83)	(99)	(115)
0	1	0	0	0	0	0	4	24	44	64	104	124	144	164	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t	(4)	(20)	(36)	(52)	(68)	(84)	(100)	(116)
0	1	0	1	0	0	1	5	25	45	65	105	125	145	165	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u	(5)	(21)	(37)	(53)	(69)	(85)	(101)	(117)
0	1	1	0	0	0	1	6	26	46	66	106	126	146	166	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v	(6)	(22)	(38)	(54)	(70)	(86)	(102)	(118)
0	1	1	1	0	0	1	7	27	47	67	107	127	147	167	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w	(7)	(23)	(39)	(55)	(71)	(87)	(103)	(119)
1	0	0	0	0	0	0	8	28	48	68	108	128	148	168	BS	CAN	(	8	H	X	h	x	(8)	(24)	(40)	(56)	(72)	(88)	(104)	(120)
1	0	0	1	0	0	1	9	29	49	69	109	129	149	169	HT	EM	)	9	I	Y	i	y	(9)	(25)	(41)	(57)	(73)	(89)	(105)	(121)
1	0	1	0	0	0	1	10	30	50	70	110	130	150	170	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z	(10)	(26)	(42)	(58)	(74)	(90)	(106)	(122)
1	0	1	1	0	0	1	11	31	51	71	111	131	151	171	VT	ESC	+	;	K	[	k	{	(11)	(27)	(43)	(59)	(75)	(91)	(107)	(123)
1	1	0	0	0	0	0	12	32	52	72	112	132	152	172	FF	FS	,	<	L	\	l	|	(12)	(28)	(44)	(60)	(76)	(92)	(108)	(124)
1	1	0	1	0	0	1	13	33	53	73	113	133	153	173	CR	GS	-	=	M	]	m	}	(13)	(29)	(45)	(61)	(77)	(93)	(109)	(125)
1	1	1	0	0	0	1	14	34	54	74	114	134	154	174	SO	RS	.	>	N	^	n	~	(14)	(30)	(46)	(62)	(78)	(94)	(110)	(126)
1	1	1	1	0	0	1	15	35	55	75	115	135	155	175	SI	US	/	?	UNL	^	o	~	(15)	(31)	(47)	(63)	(79)	(95)	(111)	(127)
							16	36	56	76	116	136	156	176	F				O				(16)	(32)	(48)	(64)	(80)	(96)	(112)	(128)

アドレス・コマンド

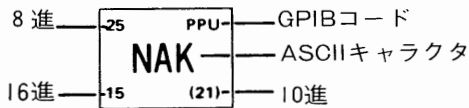
ユニバーサル・コマンド

リスン・アドレス

トーク・アドレス

セカンダリ・アドレス
またはコマンド

凡例



TJ3888-24

図 2-11 ASCII, IEEE488 (GPIB) コード・チャート

ニューメリック・アークギュメントの丸め

機器は、ニューメリック・アークギュメントを分解能の最小単位で丸めた後、オーバ・レンジ状態をチェックします。

メッセージ・プロトコル

機器はメッセージを受け取ると、入力バッファ内に一旦ストアした後、処理を行い、実行に移ります。メッセージの処理には、コマンドの解釈、デリミッタの確認、シンタックスの照合等があります。設定コマンドの場合、そこで指示された変更を未設定バッファにストアします。処理中にエラーが見つかったらSRQを出して残りのメッセージを無視し、未設定バッファをリセットします。未設定バッファをリセットすることにより、いくつかの設定コマンドが実行される一方で同じメッセージ内の他のコマンドが実行されない場合に起こる好ましくない状態を避けることができます。

メッセージの実行は、コマンドごとに定義された機能を果たすことにより完了します。設定コマンドの場合、機器の設定を新しくしたり、新たな設定を現設定バッファに記録することも含まれます。設定コマンドはグループで実行されます。つまり設定コマンドは一連ずつ処理され、実行に移る前に未設定バッファに記録されます。そのため、特別な手順を考える必要もなく、機器の新しい状態を定義することができます。設定の実行は、メッセージ中のメッセージ・ターミネータ、問合せ-出力コマンド、またはオペレーショナル・コマンドが処理される時に果たされます。

メッセージ中の問合せ-出力コマンドを処理する場合、機器はその前のどんな設定コマンドをも実行し、機器の状態を新しくします。そこで適当なデータを取り出し、それを出力バッファに入力して、問合せ-出力コマンドを実行します。そして残りのメッセージの処理と実行を続けます。機器がトーカーに指定されている場合、データはコントローラに転送されます。

メッセージ中のオペレーショナル・コマンドを処理する場合、機器はコマンドの実行に移る際に、その前のどんな設定コマンドの実行をも済ませておきます。

複数メッセージ

入力バッファの容量には限りがあり、せいぜいメッセージが1つ入る程度です。そのため、機器がさらに入力を受け取る場合、その前にメッセージの一部を処理しておく必要があります。コマンド処理中、機器はバッファの中のスペースが使えるようになるまで、NRFDを出して次のデータを受け付けません。

スペースが利用できるようになると、機器は最初のメッセージ処理が終わる前であっても、次のメッセージを受け入れることはできます。しかし最初の処理が完了するまで、次のメッセージはNRFDによりそのままの状態におかれません。

メッセージ中の問合せ-出力コマンドを実行した後、機器はコントローラによりトーカー指定を受けるまで、出力バッファ内に問合せに対する応答を保持しておきます。機器は、前のメッセージからの出力がすべて読まれていない間に新しいメッセージを受け取ると、新しいメッセージの実行に移る前に出力バッファをクリアするようになります。このためコントローラは、古いメッセージからの不必要なデータを無効にします。

出力を無効にするには、もう1つの状況が考えられます。長いメッセージを実行すると、入出力のバッファがいっぱいになります。この場合、機器はコントローラがデータを読むのを待っているのに最後までメッセージを実行できず、またコントローラもメッセージの転送終了を待っているのにデータを読むことができません。これは入力バッファがいっぱいで、NRFDにより残りのコントローラ・メッセージを保留しているため、システム内でコントローラも機器も互いに相手を待っている、宙に浮いた状態になります。機器はこのような状態に気付くとエラーを生じ、SRQを出して出力バッファ中のデータを無効にします。この機能によりコントローラは残りのメッセージを転送、実行し、しかも出力が無効になったことを知ります。

T M5000シリーズは、出力を定義するメッセージを受け取ることなく、トーカーになることができます。この場合、カウンタやデジタル・マルチメータの様な測定器では測定結果がバッファにある時にはその結果を転送し、測定がまだ行われていない場合には、データ・ラインがすべて1になった1バイト・データを転送します。他のT M5000シリーズ機器はこの1バイト・メッセージのみが送られます。

IEEE-488インターフェイス・メッセージに対する機器の応答

インターフェイス・メッセージと、機器のインターフェイス機能上のそれらの意味は、IEEEスタンダード488-1978に定義されています。ここではその省略形を用いて機器のオペレーション上のインターフェイス・メッセージの意味を述べています。

UNL—Unlisten

UNT—Untalk

UNLコマンドは、機器のリスナ機能を無効とし、アドレスされない状態にします。リスナ機能無効状態になると、機器はGPIB上のコマンドを受け取ることができません。

UNTコマンドは、機器のトーク機能を無効状態とします。トーク機能無効状態になると GPIB 上にデータを出力することができません。

リスナ機能、トーク機能が無効になると ADDRESSED ランプが消燈します。トークまたはリスナにアドレスされると、ランプは点燈します。

IFC—Interface Clear

UNT、UNL メッセージと同様の意味を持つ単線の信号ラインです。前面パネルの ADDRESSED ランプは消燈します。

DCL—Device Clear

機器とコントローラ間のコミュニケーションを再開します。DCL に応答して、機器はすべての入出力メッセージと、未設定バッファ内の実行されていないコマンドをクリアします。またエラーや、パワーオン・イベント以外の未転送イベント等もすべてクリアします。パワーオン時以外に何らかの理由で SRQ が出ていても、DCL を受け取ると SRQ はリセットされます。

SDC—Selected Device Clear

DCL と同様の機能を持ちますが、リスナに指定された機器のみが応答します。

GET—Group Execute Trigger

リスナ指定を受け、DT (Device Trigger) コマンドにより機器のデバイス・トリガ機能が有効になっている場合に応答します。DT 機能が無効 (DT OFF) であったり、機器がローカル状態にある場合、または GET を受け取った時にメッセージの処理が行われている場合、GET メッセージは無視され、SRQ が出されます。

SPE—Serial Poll Enable

SPD—Serial Poll Disable

SPE メッセージは、トーク指定を受けている場合に、リアル・ポール・ステータス・バイトを出力します。SPD メッセージは出力バッファからデータを転送して、機器を通常状態に戻します。

MLA—My Listen Address

MTA—My Talk Address

リスン、トーク・プライマリ・アドレスは機器の GPIB アドレス・スイッチで内部設定します。INST ID ボタンを押すと、設定した GPIB アドレスが前面パネルに表示されます。

LLO—Local Lockout

機器はロックアウト状態になります (LOCS から LWLS、REMS から RWLS)。

REN—Remote Enable

REN が真の場合、リスン・アドレスを受けてリモート状態になります (LOCS から REMS、LWLS から RWLS)。REN が偽の場合、どんな状態からでも LOCS に移行し、そのままの状態が続きます。

REN への移行は、メッセージ処理がスタートした後に行われます。この場合、処理中のメッセージは実行にあたり、移行による影響を受けることはありません。

GTL—Go To Local

リスナ指定された機器のみが GTL に応答してローカル状態に移ります。リモート状態からローカル状態に移行しても、処理中のメッセージは実行にあたり、移行による影響を受けることはありません。

リモート／ローカル・オペレーション

以上のインターフェイス・メッセージは、GTL と REN による状態の変遷を解説したものです。ほとんどの前面パネル・コントロールは rtl (return-to-local) メッセージを出して、REMS から LOCS に移行します。この変遷はメッセージ実行中に起こりますが、GTL や REN の場合とは逆に、メッセージの実行に対して影響を与えます。この場合、実行されていない設定コマンドやオペレーショナル・コマンドがあるとエラーを生じます。ID ボタンのように、表示を変えるだけの前面パネル・コントロールはリモート／ローカル状態に影響を与えることはなく、設定の変更を行う前面パネル・コントロールのみが rtl を出します。なお前面パネル・コントロールの変更を行った後に rtl を出すことはありません。

LOCS (Local State)

機器の設定は、前面パネル・コントロールで行われます。機器の設定変更をしないバス・コマンド (問合せコマンド) のみが実行され、他のバス・コマンド (設定およびオペレーショナル・コマンド) の持つ機能は、前面パネルでコントロールすることになっているので、実行しようとしてもエラーとなります。

LWLS (Local With Lockout State)

rtl によって RWLS に移行することを妨げない点を除き、LOCS と同様です。

RWLS(Remote With Lockout State)

rtlメッセージが無視される点を除き、REMと同様です。

REMS(Remote State)

すべての機器コマンドが実行されます。トリガ・レベル以外の前面パネル・コントロールを変えると、rtlを出し、ローカル状態(LOCS)に戻ります。

ステータス・バイトとエラー

IEEE-488スタンダードに定義されたサービス・リクエスト機能は、機器が必要とするサービスをコントローラに知らせることができます。サービス・リクエストは、また、ステータスの変更やエラー等のイベントが起きたことを示す手段でもあります。サービス・リクエストに対してコントローラがシリアル・ポールを行うと、機器の方ではサービスを求めているか否かを示すステータス・バイト(STB: Status Byte)で応答します。また、STBによりリクエストに関するある程度の情報を知ることができます。コード化された情報のフォーマットを表2-2に示しました。データ・ビット8がセットされている場合、STBはビット1からビット4までで示されたデバイス・ステータス情報を伝えます。

表2-2 ステータス・バイト・ビットの定義

ステータス・バイト(例)	データ・ビット								10進	
	8	7	6	5	4	3	2	1	非ビジー状態	ビジー状態
パワーオン	0	1	0	×	0	0	0	1	65	81
チャンネルA オーバフロー	1	1	0	0	0	0	0	1	193	209
チャンネルB オーバフロー	1	1	0	0	0	0	1	0	194	210

STBは限られたイベント情報を伝えるので、イベントはいくつかの種類に分けられますが、ステータス・バイトによりその種類が報告されます。イベントの種類は次のように定義されます。

COMMAND ERROR—機器が理解できないコマンドを受け取ったことを示します。

EXECUTION ERROR—機器が実行できないコマンドを受け取ったことを示します。アーギュメントが規定の範囲から外れていたり、設定が矛盾していることを示します。

INTERNAL ERROR—ハードウェアの状況やファームウェアの問題により、オペレーションが妨げられたことを示します。

SYSTEM EVENTS—システム中の機器に共通なイベントです(例: パワーオン、ユーザ・リクエスト等)。

EXECUTION WARNING—機器は動作していますが、注意すべき問題が起きています。

INTERNAL WARNING—何か問題があることを示しています。機器はなお動作していますが、問題は解決しなければなりません(例: 校正ミス)。

DEVICE STATUS—デバイス・デペンデント・イベントです。

機器はステータス・バイトによって報告されたエラーを始めとするイベントの内容に関する、より詳しい情報をコントローラに送ることができます。機器がサービスを要求した後、コントローラからエラー問合せコマンド(ERR?)を送ると、追加情報を得ることができます。すると機器の方ではイベントを定義するコードで応答します。コードについては表2-3をご覧ください。

報告されるイベントが2つ以上の場合、機器はすべてのイベントが報告されるまでSRQを出し続けます。各イベントは、シリアル・ポールが行われて報告されると、自動的にクリアします。パワーオンSRQ以外のすべてのイベントをクリアするには、DCL(Device Clear)インターフェイス・メッセージが用いられます。

個々のイベントをいくつか報告するのをコントロールしたり、すべてのサービス・リクエストを無効にするコマンドがあります。例えば、USEREQ(User Requestコマンド)は、前面パネルのINST IDボタンを押した時に発生するユーザ・リクエスト・イベントの報告をコントロールします。RQS(Request for Serviceコマンド)は、SRQと一緒にどんなイベントでも報告するかどうかをコントロールします。

表 2-3 エラー・コードとシリアル・ポールに対する応答

解 説	エラー問合せ に対する応答	シリアル・ポ ール ^a (10進)
コマンド・エラー		
コマンド・ヘッダ・エラー	101	97
ヘッダ・デリミッタ・エラー	102	97
コマンド・アーギュメント・ エラー	103	97
アーギュメント・デリミッタ・ エラー	104	97
ノンニューメリック・アーギュ メント	105	97
ミッシング・アーギュメント	106	97
無効メッセージ・ユニット・ デリミッタ	107	97
実行エラー		
ローカルでは実行不能なコマ ンド	201	98
rtlにより設定無効	202	98
I/Oバッファがいっぱいのた め出力無効	203	98
アーギュメントがレンジ外	205	98
グループ・エクゼキュート・ トリガ無効	206	98
1部エラー		
インタラプト・エラー	301	99
システム・エラー	302	99
システム・イベント		
パワーオン ^b	401	65
オペレーション完了	402	66
ユーザ・リクエスト	403	67
デバイス警告		
チャンネルA 50Ω 保護	602	102
チャンネルB 50Ω 保護	603	102
プリスケアラなし	604	102
デバイス・デペンデント・イベント		
チャンネルA オーバフロー	711	193
チャンネルB オーバフロー	712	194
異常なし	0	0
データ準備未完了	0	128
データ準備完了	0	132

a: ビジー状態の場合、16を加えた数になります。

b: 表 2-2 をご参照下さい。

RQS OFFはパワーオン・イベント以外のすべてのSRQを無効とし、ERR?問合せコマンドによりコントローラはシリアル・ポールを行わずにイベントの内容を得ることができます。RQS OFFの場合、コントローラはいつでもERR?問合せを転送し、機器は次に報告することになっているイベントで応答します(表 2-4 参照)。コントローラはゼロ(0)コードが戻ってくるまでエラー問合せコマンドを転送して、すべてのイベントをクリアするか、DCLインターフェイス・メッセージを通して、パワーオン時以外のすべてのイベントをクリアします。

RQS OFFの場合でもコントローラはシリアル・ポールを行えますが、ステータス・バイトとしてデバイス・デペンデント・ステータス情報しか得られません。RQS ONの場合、STBはイベントの種類を含み、次のエラー問合せに対し、STBで報告された前のイベントについての別の情報が応答されます。

表 2-4 前面パネル・エラー・コード

連続I/Oテスト・エラー	313
チャンネルAカウンタ機能エラー	320-324, 329
チャンネルBカウンタ機能エラー	330-334, 339
システムRAMエラー-U1410	340
システムRAMエラー-U1610	341
システムRAMエラー-U1311	342
ROMプレースメント・エラー-U1610	361
ROMプレースメント・エラー-U1102	374
ROMプレースメント・エラー-U1201	375
ROMプレースメント・エラー-U1410	380
ROMチェックサム・エラー-U1610	381
ROMチェックサム・エラー-U1102	394
ROMチェックサム・エラー-U1201	395

インターフェイス・コントロール・メッセージの転送

バス・コミュニケーションは、コントローラの入出力ステートメントを使って実行されます。ASCIIコマンドはPRINTステートメントを使って転送されます。DC 5010型は出荷時にアドレス20に設定されています。

```
PRINT @20: "SET ?;"
```

コントローラは入力ステートメントを使ってASCIIによる返答を受け取ります。

```
INPUT @20: A $
```

バス・インターフェイス・コントロール・メッセージはWBYTE、RBYTEコントローラ・コマンドを使って低レベル・コマンドとして転送されます。次のコマンドでは、A=32+機器のアドレス、B=64+機器のアドレスとなります。

Listen	WBYTE@A:
Unlisten	WBYTE@63:
Talk	WBYTE@B:
Untalk	WBYTE@95:
Unlisten-untalk	WBYTE@63, 95:
Device clear(DCL)	WBYTE@20:
Selective device clear(SDC)	WBYTE@A, 4:
Go to local(GTL)	WBYTE@A, 1:
Remote with lockout	WBYTE@A, 17, 63:
Local lockout of instruments	WBYTE@17:
Group execute trigger(GET)	WBYTE@A, 8:

以上のコマンドは、当社4050シリーズのコントローラの他、代表的なコントローラに用いられます。

当社のコントローラ(4052型等)を使用して、本機器のプログラム方法と測定テクニック、およびプログラム例を紹介した“GPIB Programming Guide”(070-3985-00)を用意しております。当社エンジニアまでお問い合わせ下さい。

パワーオン時の設定

パワーオン時の初期設定は表2-5の通りです。

同時にオートトリガが実行され、トリガ・レベルと最大ピーク値、最小ピーク値とが設定されます。

表2-5 パワーオン時の設定

ヘッダ	アーギュメント
FREQ	A
AVG-I	AUTO
SLO(CHA AおよびB)	POS
ATT(CHA AおよびB)	XI
COU(CHA AおよびB)	DC
TER(CHA AおよびB)	HI
FIL	OFF
PRE	OFF
CHA	A
OPC	OFF
OVER	OFF
DT	OFF
USER	OFF
RQS	ON

プログラム例

トーカー/リスナ・プログラム

この応用プログラムでは、測定したデータを受け取るために、ファンクショナル・コマンド・リストに示された、どんなコマンドをも転送することができます。

4050シリーズによるトーカー/リスナ・プログラム

```
100 REM DC5010 TALKER/LISTENER PROGRAM
110 REM DC5010 PRIMARY ADDRESS = 20
120 INIT
130 ON SRQ THEN 260
140 DIM A$(200)
150 PRINT "ENTER MESSAGE(S): ";
160 INPUT C$
170 PRINT @20:C$
180 REM CHECK FOR QUERIES
190 IF POS(C$,"?",1)<>0 THEN 220
200 REM CHECK FOR 'SEND'
210 IF POS(C$,"SEND",1)=0 THEN 150
220 REM INPUT FROM DEVICE
230 INPUT @20:A$
240 PRINT A$
250 GO TO 150
260 REM SERIAL POLL ROUTINE
270 POLL X,Y:20
280 PRINT "STATUS BYTE: ";Y
290 RETURN
```


4040シリーズによるトーカー/リスナ・プログラム

```
90 REM DC5010 TALKER/LISTENER PROGRAM
95 REM DC5010 PRIMARY ADDRESS = 20
100 OPEN #1:"GPIB(PRI=20,EOM=<>):"
110 ON SRQ THEN GOSUB 240
115 ENABLE SRQ
120 DIM A$ TO (200)
130 PRINT "ENTER COMMAND(S) / QUERY "
140 INPUT C$
145 IF C$="EX" THEN GOTO 230
150 PRINT #1:C$
160 REM CHECK FOR QUERIES
170 IF POS(C$,"?",1)<>0 THEN GOTO 200
180 IF POS(C$,"SEND",1)=0 THEN GOTO 130
190 REM INPUT FROM DEVICE
200 INPUT #1:A$
210 PRINT A$
220 GOTO 130
230 STOP
240 POLL SB,P,S;20
250 PRINT "SRQ SEEN, STATUS BYTE WAS:",SB
260 RETURN
```

プログラミング・ヒント

この章ではDC5010型の持つ特長を生かした、基本的な測定を行うためのプログラム方法について述べています。

次の応用例では4050シリーズのBASICが用いられています。使用するコントローラによっては、細かい点で多少の違いがあります。

入力チャンネルの設定変更

測定を行う前に、入力信号の条件設定を適切に行う必要があります。次の例は、まずチャンネルA入力信号の条件を設定するためのものです。次にAUTOコマンドにより、トリガレベルを自動的に中央に設定すると、AVE-1コマンドは、毎秒約3の割合で測定を行うように機器を設定します。これでDC5010型による周波数測定が行えます。

```
100 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;TERM HI;"
110 PRINT @20:"COU DC;ATT 1;AUTO;"
120 PRINT @20:"AVE -1;FREQ;SEND;"
130 INPUT @20:R
140 PRINT "THE FREQUENCY IS ";R
150 END
```

上記の例では、チャンネルA入力の、プログラムされているすべての設定を、希望する状態に変更しますが、すでにその状態になっている設定に関しては、プログラムする必要はありません。

時間間隔測定

次の例は、5:1プローブを使用して、チャンネルAとチャンネルB入りに接続した、2つのTTLレベルの信号間の時間間隔を測定するためのものです。

```
200 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;TERM HI;"
210 PRINT @20:"ATT 1;COU DC;LEV 0.275;"
220 PRINT @20:"CHA B;SLO POS;TERM HI;"
230 PRINT @20:"ATT 1 COU DC;LEV 0.275;"
240 PRINT @20:"AVE 1;TIME;SEND;"
250 INPUT @20:T
260 PRINT "TIME A TO B IS ";T
270 END
```

まだ設定したい状態になっていない入力チャンネルの設定のみをプログラムできます。

1度の測定

測定を1度だけ行うには、次の2つの方法があります。1つは、STOPモードにしてからRESET状態にする方法です。この場合、測定後はストップ状態のままで、その後の測定は行われません。次の例は、STOPとRESETを利用して時間間隔の測定をするためのものです。

```
300 PRINT @20:"AVE 1;TIME;"
310 PRINT @20:"STOP;RESET;SEND;"
320 INPUT @20:R
330 PRINT "TIME INTERVAL IS ";R
340 END
```

次の例は、RESETに代わってグループ・エグゼキュート・トリガ<GET>を用いた方法です。<GET>を使う場合、DT TRIGコマンドにより、まず機器のデバイス・トリガ機能を有効にしておく必要があります。機器をSTOPモードにしてから、<GET>を用いてRESET機能を働かせると、測定が1度行われることとなります。

```
400 PRINT @20:"DT TRIG;AVE 1;TIME;"
410 PRINT @20:"STOP;"
420 FOR I=1 TO 200
430 REM ALLOW TIME FOR COUNTER TO
440 REM PROCESS PENDING SETTINGS
450 REM BUFFER
460 NEXT I
470 REM 52 IS LISTEN ADDR. 20 (32+20)
480 REM 8 IS <G.E.T.> IEEE-488
490 WBYTE @52,8:
500 PRINT @20:"SEND;"
510 INPUT @20:R
520 PRINT "TIME INTERVAL IS ";R
530 END
```

結果の読み取り

DC5010型から測定データを得るには、基本的に2つの方法があります。以下に示す最初の方法は、SENDコマンドを利用して測定結果を求めるものです。測定結果が有効な場合、DC5010型はトーカー指定されるとすぐに応答しますが、有効でない場合、結果が有効になるのを待ってから応答します。

```
300 PRINT @20:"FREQ;"
310 PRINT @20:"SEND;"
320 INPUT @20:A
330 PRINT "FREQUENCY IS ";A
340 END
```

もう1つは、DC5010型にトーク呼びかけを行い、結果を

読み取る方法です。結果が有効な場合、トーク呼びかけを行うと結果が出力されますが、有効でない場合、代わりにFF (hex)が出力されます。以下に例を示します。

```
200 PRINT @20:"FREQ@;"
210 INPUT @20:A$
220 IF LEN(A$)=0 THEN 210
230 PRINT "FREQUENCY IS ";A
240 END
```

測定データが読み出せる状態にある場合、RDY?コマンド、あるいはOPCコマンドのどちらでも使用できます。データ・レディ・ステータスを問い合わせるには、以下のよう
にRDY?問合せコマンドを利用して行えます。

```
100 PRINT @20:"PERI;"
110 PRINT @20:"RDY?;"
120 INPUT @20:R
130 IF R=0 THEN 110
140 INPUT @20:A
150 PRINT "PERIOD IS ";A
160 END
```

次の例は、OPCコマンドによりカーピンス・リクエスト (SRQ)とステータス・バイトによる応答(STB)が、信号データ
の準備に使われる方法を示したものです。

```
100 REM USING OPC INTERRUPT AND
110 REM STATUS BYTE TO SIGNAL
120 REM WHEN THE DATA IS READY
130 A=0
140 PRINT @20:"PERI:OPC ON;";
150 ON SRQ THEN 220
160 WAIT
170 IF A=0 THEN 160
180 PRINT @20:"SEND:OPC OFF;";
190 INPUT @20:A
200 PRINT "PERIOD IS ";A
210 END
220 POLL D,S;20
230 IF S=66 OR S=82 THEN 260
240 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
250 GO TO 270
260 A=1
270 RETURN
```

オーバーフローによるレンジの拡大

測定がカウンタ内部の43ビット容量を超えると、オーバーフロー状態になります。この状態では手動時間測定と加算計数測定のリレンジが広がりします。

次の例は、カウンタがDC5010型の容量の約11倍の1.0E+14になるのを注意しながら、加算計数測定をモニタするためのものです。オーバーフロー状態でカウンタを続けることにより結果の精度を高めます。

```
1 REM<EXTENDING RANGE USING>
2 REM OVERFLOW - TOTALIZE A
100 C=0
110 PRINT @20:"OVER ON;TOT;START;";
120 ON SRQ THEN 500
130 PRINT @20:"SEND;";
140 INPUT @20:A
150 R=A+C*8.796093022E+12
160 IF R<1.0E+14 THEN 130
170 PRINT "RESULT IS ";R
180 PRINT @20:"OVER OFF;";
190 END
500 POLL D,S;20
510 IF S=193 OR S=209 THEN 540
520 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
530 RETURN
540 C=C+1
550 RETURN
```

もう1つの例は、24時間経過した時の手動時間測定をモニタするためのものです。24時間は86,400秒に等しく、DC5010型のカウンタ容量の27487.8秒を超えています。オーバーフロー状態でカウンタすることにより、この時間をカウンタできるまで精度を高めます。

```
1 REM<EXTENDING RANGE USING>
2 REM OVERFLOW - TIME MANUAL
100 C=0
110 PRINT @20:"OVER ON;";
120 PRINT @20:"TMAN;START;";
130 ON SRQ THEN 210
140 PRINT @20:"SEND;";
150 INPUT @20:A
160 R=A+C*27487.79069
170 IF R<86400 THEN 140
180 PRINT "RESULT IS ";R
190 PRINT @20:"OVER OFF;";
200 END
210 POLL D,S;20
220 IF S=194 OR S=210 THEN 250
230 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
240 RETURN
250 C=C+1
260 RETURN
```

INST IDボタンの使用

コントローラと機器とのコミュニケーションはINST ID ボタン操作とUSERコマンドによって行われます。次の例は、プローブを補正し、コントローラに補正が終了したことを知らせるためのものです。この例で示す通り、前面パネルの残りのコントロールがロック・アラウトされている間でも、プローブの補正は行われ、INST ID ボタンが使用できます。

```

1 REM {USING THE INST ID BUTTON}
100 PRINT "COMPENSATE PROBES - ";
110 PRINT "PUSH INST ID BUTTON ";
120 PRINT "WHEN DONE."
130 I=0
140 PRINT @20:"USER ON;PROBE;";
150 REM GETIB "LLO" IS 17
160 WBYTE @17;
170 ON SK0 THEN 300
180 WAIT
190 IF I=0 THEN 180
200 PRINT @20:"INIT;";
210 PRINT "COMPENSATION DONE."
220 END
300 POLL D,S;20
310 IF S=67 OR S=93 THEN 340
320 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
330 GO TO 360
340 PRINT "INST ID BUTTON SENSED."
350 I=1
360 RETURN

```

INST IDボタンはまた、機器が入力信号を測定する適正な状態に設定されたことをコントローラに知らせることもできます。1度知らされると、コントローラはその時の設定を覚え、後のSET?問合せコマンドに対する応答に備えて、その設定を記憶しておきます。

```

800 REM LEARN SETTINGS
810 PRINT "SET UP THE INSTRUMENT - ";
820 PRINT "PUSH INST ID WHEN DONE."
830 DIM A$(215)
840 I=0
850 PRINT @20:"USER ON;";
860 ON SK0 THEN 940
870 WAIT
880 IF I=0 THEN 870
890 PRINT @20:"SET?;";
900 INPUT @20:A$
910 PRINT "STORED SETTINGS ARE: ";A$
920 PRINT @20:"USER OFF;";
930 END
940 POLL D,S;20
950 IF S=67 OR S=93 THEN 980
960 PRINT "SRQ OCCURED, STATUS = ";S
970 GO TO 990
980 I=1
990 RETURN

```

デューティ・サイクルの測定

デューティ・サイクルはパルス幅測定と周期測定との組み合わせにより簡単に行えます。次の例は、入力信号の正方向のパルスのデューティ・サイクルを測定するためのものです。この例では、トリガ・レベルを前もって正しい位置に設定しておく必要があります。

```

400 REM DUTY CYCLE MEASUREMENT
410 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;";
420 PRINT @20:"WD;SEND;";
430 INPUT @20:W
440 PRINT @20:"PER;SEND;";
450 INPUT @20:P
460 D=W/P
470 PRINT "THE DUTY CYCLE IS ";D
480 END

```

位相測定

周期測定と時間測定との組み合わせにより、位相測定が行えます。次の例は、まず1つの信号で周期測定を行い、次に2信号間の時間差を時間測定で行ってチャネルA信号とチャネルB信号間の位相差を測定するためのものです。位相角は2つの測定結果から計算されます。この例では、適切な信号を両チャネルに接続し、トリガ・レベルも正確に設定する必要があります。

```

1 REM {PHASE MEASUREMENT}
100 PRINT @20:"CHA A;SLO POS;";
110 PRINT @20:"CHA B;SLO POS;";
120 PRINT @20:"PER;SEND;";
130 INPUT @20:P
140 PRINT @20:"TIME;SEND;";
150 INPUT @20:T
160 F=T/P*360
170 PRINT "THE PHASE IS ";P
180 END

```

スルー・レート測定

RISEコマンド、およびMIN?;MAX? コマンドの組み合わせによりスルー・レート測定が行えます。まずRISEコマンドにより10%と90%の測定ポイント間の立上がり時間を測定します。さらにMIN?とMAX?コマンドに対する応答結果を使用して、10%と90%の測定ポイント間にあたる、信号レベルの差を計算します。この信号レベル差と立上がり時間から、スルー・レートが測定されます。

```
400 REM SLEW RATE
410 PRINT @20:"RISE;SEND;"
420 INPUT @20:R
430 PRINT @20:"CHA A;MIN?;MAX?;"
440 INPUT @20:A1,A2
450 D=(A2-A1)*0.8
460 S=D/R
470 PRINT "SLEW RATE IS ";S
480 END
```

当社ではソフトウェアの応用に役立つマニュアルを用意致しました。ご利用下さい。

- (1) 070-3985-00—GPIB Programming Guide. IEEE-488システムに於ける本機器の応用について述べられています。
- (2) 070-2270-00—4051 GPIB Hardware Support Manual. IEEE-488バス動作の解説やバス・タイミングの詳細、さらにバス・インターフェイス回路についても説明してあります。
- (3) 070-2058-01—Programming In BASIC
- (4) 070-2059-01—Graphic Programming In BASIC
- (5) 062-5971-01—4050 Series Programming Aids, T 1 (ソフトウェアを含む)
062-5972-01—4050 Series Programming Aids, T 2 (ソフトウェアを含む)
- (6) 070-2380-01—4907 File Manager Operators manual
- (7) 070-2128-00—4924 Users manual
- (8) 070-1940-01—4050 Series Graphic System Operators manual
- (9) 070-2056-01—4050 Series Graphic System Reference manual
- (10) 070-3918-00—4041 Operators manual
- (11) 061-2546-00—4041 Programming Reference manual

WARNING

THE FOLLOWING SERVICING INSTRUCTIONS ARE FOR USE BY QUALIFIED PERSONNEL ONLY. TO AVOID PERSONAL INJURY, DO NOT PERFORM ANY SERVICING OTHER THAN THAT CONTAINED IN OPERATING INSTRUCTIONS UNLESS YOU ARE QUALIFIED TO DO SO. REFER TO OPERATORS SAFETY SUMMARY AND SERVICE SAFETY SUMMARY PRIOR TO PERFORMING ANY SERVICE.

THEORY OF OPERATION

BLOCK DIAGRAM DESCRIPTION

Introduction

Refer to the Block Diagram illustration located in the foldout pages at the rear of this manual during the following discussion.

Signal Conditioning and Amplifiers

The functional blocks for the Signal Conditioning and Amplifiers (Channel A and Channel B) are essentially identical. Each channel amplifier circuit contains seven magnetic latching relays, which control the input conditioning and routing of the front-panel input signals. Six relays control the ac or dc coupling modes, the 1 or 5 attenuation factors, and the termination impedance. The seventh relay provides for a Channel A and Channel B commoning function. The data for these relays are sent from the microprocessor via data shifted through serial-to-parallel shift registers, in these functional blocks.

The Channel A and Channel B amplifiers use matched DMOS FET followers that buffer the input signal and trigger level. The buffered signal and trigger level are combined and amplified in a differential cascode integrated circuit (IC). This IC also provides for switching the output into a low pass filter or straight through at full bandwidth.

Schmitt Triggers

The amplified signal and trigger level are applied to the inputs of the Schmitt trigger IC. The differential Schmitt output is applied to transistors that select the triggered slope. This circuit also provides the Shaped Out signals.

D/A's, Relay Protect, and Arming

This functional block contains triggering level control and 10-bit digital-to-analog converters (D/A converters) for Channel A and Channel B. The operational amplifiers driven from the D/A converter output, set both the offset and range for the individual channels.

The 50 Ω protect circuitry consists of two "window" comparators (Channel A and Channel B). These comparators receive the protect sense levels from the Channel A or Channel B inputs (relays) and operate within a ± 2 volts window sense level. If these voltage levels vary up or down from this window, the comparators will send a protection signal (50 Ω protect) to the microprocessor. The microprocessor automatically changes the input impedance to 1 M Ω and protects the 50 Ω circuitry.

The arming input is applied from the front panel or rear interface. This circuit consists of a 1 TTL input load with appropriate input protection and a Schmitt trigger circuit for noise immunity. The output provides the arming signal (ARM).

Main Gating

After the Schmitt trigger, the signals to be measured are routed through the proper logic gates for the operating mode selected. These gates are enabled (or disabled) via latched data in a serial-to-parallel shift register located in this functional block.

The counter has what is sometimes called a "ratio architecture". That is, events are always accumulated in one count chain, called Accumulator A, and a time related or Channel B event count is accumulated in another counter chain, called Accumulator B. The microprocessor actually controls the measurement interval, which is typically asynchronous with the input signals. Thus, two flip flop synchronizers are used to guarantee that the accumulators always see a whole number of pulses of input signals (Q1112) or a whole number of pulses (U1110C) from the internal time base that is being counted.

The arming input (ARM), from D/A's, RELAY PROTECT AND ARMING functional block, is applied to this block where it is logically ANDed with the measurement GATE generated by the microprocessor.

Time Base, 320 MHz PLL, and Noise Generator

This block contains the 10 MHz crystal controlled time base, a 320 MHz PLL (phase-locked loop) and a pseudo-random noise generator that is activated for time interval averaging measurements.

The 320 MHz PLL circuit contains a frequency and phase comparator, a filter circuit, a Varactor diode for 320 MHz tuning, and a feedback loop consisting of a fast divide-by-4 section followed by a divide-by-80 section.

CH A and CH B Count Chains

The Channel A signal is divided or counted by four ECL binary stages, five LS TTL binary stages, and then by four binary stages in a single CMOS counter. The CH A SLOW output from the CMOS counter is then applied to a microprocessor peripheral device on schematic 9, where the signal is counted by another 16 binary stages internal to that device.

The CH B Accumulator is similar to the CH A Accumulator with four ECL binary stages, five LS TTL binary stages, followed by 15 binary stages in two CMOS counters. The CH B SLOW signal is also applied to the microprocessor peripheral device on schematic 9. Each accumulator circuit has ECL to TTL or ECL to CMOS translator circuits where required.

The outputs of these counters are applied to the parallel inputs of five parallel-to-serial shift registers (two for CH A and three for CH B). To obtain the binary count accumulated in these counters, the microprocessor asserts the Serial Read Latch Line at least once for every measurement interval.

Processor and Display Drivers

The microprocessor located on the GPIB board controls the measurement gate interval, generates the relay strobe signal, and by using address decoding circuits enables the shift registers, display strobe circuits, and the data buffer for the front panel button sensing. This functional block has a microprocessor peripheral device containing a 128×8 static RAM, a 2048×8 ROM, a programmable counter, an 8-bit serial data channel, bidirectional data lines, and interrupt inputs. Additional program memory space is provided by a 4096×8 ROM and a 256×8 RAM.

Pushbuttons and LED's/Display

The key element in this functional block is a ten-state decade counter that provides the time slot decoding for scanning the front panel pushbuttons and other controls. The counter also provides the multiplexing functions for the seven-segment LED display and annunciators. Information is presented to the display by latching six bits of data from the microprocessor parallel data bus. Four bits of the latched data are then decoded from binary coded decimal to seven-segment information. The remaining two bits are used to drive the annunciators and decimal points.

The display consists of nine seven-segment LEDs, annunciators, and the LEDs of the lighted pushbuttons. The time slot lines generated by a ten-state decade counter drives the common cathodes of the seven-segment LEDs and scans the buttons and annunciators. The anodes of the seven-segment LEDs are connected to a buffer circuit through current limiting resistors.

Power Supplies

The instrument draws power from both of its power module connectors to derive its four primary supplies: +5V and +12 V on the Auxiliary board and another +5 V and a -12 V supply on the Digital board. Each supply is current limited and individually fused, and all four are referenced to a single precision 2.5 V reference IC. Several secondary supplies include +2.7 V for the ECL terminator, a +18 V three-terminal regulator chip (in option 01 timebase only), a -5 V supply derived from the -12 V, a 2.5 V supply to drive the reference IC, and several isolated versions of +5 V, separated by L-C filters.

GPIB Interface

The GPIB consists mainly of a microprocessor, two ROM's, one RAM, and a GPIB controller chip. An address switch is also available, which sets the listen and talk addresses for the DC 5010. In the DC 5010, the GPIB board connects to the digital board and is used to communicate with the IEEE-488 Digital Interface.

The microprocessor uses a serial data loop, an 8-bit parallel data bus, and a 16-bit address bus to communicate with the instrument functions. The microprocessor fetches instructions from memory via the parallel data path, decodes the desired operation, and executes the instruction. The activities of the microprocessor occur in cycles generated by its own 1 MHz system clock.

DETAILED CIRCUIT DESCRIPTION

SIGNAL CONDITIONING AND AMPLIFIERS—DIAGRAM

NOTE

Since the Channel B Signal Conditioning and Amplifier circuitry is essentially identical to the Channel A circuitry, this description discusses the theory of operation for the Channel A circuits only.

The Channel A input signal is routed to two magnetic latching relays. Relays K1612S (Channel A) and K1632S (Channel B) provide a normal mode operation (separate channels) or common mode operation (both channels). In the common mode operation (Common Separate), Channel B input becomes an open circuit. The common mode operation is used when making risetime and falltime measurements. In this mode, with the input impedance set to 50 Ω , the leadless chip component, R1611, in conjunction with the 50 Ω (TERM) in each channel, becomes an internal power splitter. Relays K1611S and K1510S provide for 50 Ω or 1 M Ω (TERM) input impedance selection. Resistor R1511 provides the 50 Ω termination. When in 50 Ω input impedance, relay K1610S selects either ac or dc coupling (COUPL). In the dc coupling position, resistor R1612 discharges the ac coupling capacitor, C1610. Component R1512 is the isolate resistor for the 50 Ω Protect A sense line, which will be discussed later. Relay K1511 selects either the X1 or X5 attenuation (ATTEN), when in 50 Ω (TERM).

In the 1 M Ω termination, selected by K1611S, relay K1600 selects either ac or dc coupling (COUPL). In the dc coupling position, resistor R1601 discharges the ac coupling capacitor, C1601. If X5 attenuation is selected, the signal enters the hybrid attenuator, AT1505. The component C1504 is a compensation capacitor and R1504 is the 1 M Ω termination resistor. When attenuated, resistors R1506 and R1507 provide damping for optimum ac performance.

Input signal protection is provided by diode network, CR1512, CR1510, CR1511, CR1513, and resistor R1510 and capacitor C1518.

A matched pair of DMOS field effect transistors (FET), Q1410, provide buffering for both the input signal (at pin 8) and the triggering level signal (at pin 4). These matched FET devices cause a matched level shift from 0 volts to approximately -4.5 volts. Diodes CR1411, VR1412 and CR1410, VR1413 will limit large (overdriving) signals and protect inte-

grated circuit (IC) U1311. In common mode operation, differential transformer, T1410 converts a single-ended signal into a differential signal at high frequencies. This helps to provide for better high frequency performance and helps to reject noise. The FET source followers each have a current source. Transistor Q1402 is the current source for the triggering level source follower output. Transistor Q1403 is the current source for the input signal source follower output.

The IC U1311 is a cascode differential amplifier with switched signal output capability. Signals can be either passed straight through at full bandwidth or through a two-pole low pass filter that passes frequencies from dc to approximately 20 MHz. These signals are switched by control voltages generated from the logic signal $\overline{\text{FILTER}}$ at pins 12 and 11 of U1311. Being complimentary, through Q1211 (signal inverter) and Q1210 (buffer) they appear in the Channel B circuitry as well. Therefore, the filters may or may not be selected by these inputs.

Resistor R1417 sets the gain for U1311 (pins 2 and 3). This leadless chip component is soldered directly to the IC pins for optimum ac performance. Transistors Q1400 and Q1401 are current sources for the cascode differential input. Low frequency peaking is provided by components R1406, R1405, and C1403.

SCHMITT TRIGGERS—DIAGRAM

The buffered and amplified differential signal is applied to pins 2 and 3 of U1310 (Schmitt Trigger circuit). These signals are looped through this IC and appear at pins 12 and 11, with the load resistors R1313 and R1216. Transistor Q1303 is a current source for the Schmitt Trigger latch devices. The Schmitt Trigger differential output (pins 6 and 8 of U1310) is level shifted by transistors Q1204, Q1302, Q1300, and Q1301. Positive slopes are selected by Q1204 and Q1302 and negative slopes are selected by Q1300 and Q1301. These common base stage level shifters are driven by the + SLOPE A and - SLOPE A signals through transistors Q1202, Q1201, and associated circuitry. The shaped output signal from Q1204 or Q1300 enters Q1203 base, inverts and outputs to J1201 (CH A SHAPED OUT). The output signal (CH A ECL) from Q1302 or Q1301 routes to the ECL logic circuitry (Diagram 3). An operational amplifier, U1202B (Diagram 2) sets the mean dc level of the ECL signal to the correct value. A threshold level generated by an ECL signal (Diagram 3) is sensed at pin 5, U1202B and compared to the mean level sensed at pin 6, U1202B. The output (pin 7, U1202B) supplies the current necessary to adjust the level shifted output to the correct mean ECL threshold level.

MAIN GATING—DIAGRAM

The microprocessor controls the measurement gate interval through the $\overline{\text{GATE}}$ signal going to pin 4 of U1110B. The IC's U1000C and U1000B operate as synchronizers to ensure that the accumulator gates, U1001C and U1110A open and close at the proper time for the desired measurement. Synchronizing the accumulator gates with the signals to be counted ensures that the accumulators will contain a count corresponding only to a whole number of input and time-base pulses. In the absence of the synchronizers, the gates would sometimes pass fractional pulses, and the count chains might not be able to make a reliable count. The signals to be counted clock the synchronizers at pin 16, U1000C and pin 1, U1000B.

Before each measurement is initiated by the microprocessor, U1000C and U1000B are set by a MR_1 (Master Reset) pulse on connector J1010 pin 1. The IC's U1001C and U1110A are thus disabled by the high level synchronizer outputs at pins 14 (U1000C) and 11 (U1000B) until the measurement begins.

For those modes that use the Channel A Amplifier with positive slope triggering, negative going edges are generated on pin 6 of U1001B. Pin 7 of shift register U1200 is latched high for all operating modes except the time interval modes (TIME A \rightarrow B, WIDTH A, RISE/FALL Time, and EVENTS B DUR A). With pin 7 of U1200 high, U1210D pin 12 is low, so Q1114 is enabled. The Channel A signal is then inverted by U1001C and clocks U1000A on pin 5. The Channel A complement signal appearing on pin 6 of U1001B, is inverted by U1001E and clocks the synchronizer flip flop U100C pin 16 after passing through U1001D.

NOTE

Transistors Q1110, Q1114, Q1111, Q1112 and Q1000 operate as switches to route the Channel A, Channel B, and 320 MHz time base signals through the proper logic gates for the selected front panel function. These transistors are either completely "on" or completely "off", depending on whether their base resistors are pulled high or low. Transistor Q1100 is used to disable U1001A. See Table 3-1.

FREQ A and PERIOD A

If the $\overline{\text{GATE}}$ signal from the microprocessor (U1200 pin 4) and the arming signal ($\overline{\text{ARM}}$) on J1102-1 are both low, a low is set on the D input (pin 15) of U1000C after passing through U1110B. This low is transferred to pin 14 on the first Channel A edge that clocks U1000C after the measurement gate started. The low on pin 14 enables the second synchronizer, U1000B, and the Channel A accumulator

gate, U1001C. With U1001C enabled, the next negative edge of the Channel A signal is allowed to pass through U1001C, gets inverted, and is counted by the first binary stage of the Channel A accumulator (U1000A, pin 5).

For the FREQ A and PERIOD A functions, pin 14 of shift register U1200 is latched low. This turns on U1110C and turns off Q1112, allowing the 320 MHz time base signal to clock U1000B on pin 1. The first positive time base edge to clock U1000B after U1000C changed state, sets a low on pin 11 of U1000B, enabling the Channel B accumulator gate, U1110A. The next negative edge of the 320 MHz time base signal then passes through U1110A in its inverted form and is counted by the first binary stage of the Channel B accumulator (U1011C).

Table 3-1
SIGNAL ROUTING SWITCHING LOGIC FOR U1200
(X = low, blank = high)
PIN NUMBERS

Function	11	12	13	14	7
FREQ A				X	
PERIOD A				X	
WIDTH A		X	X	X	X
TIME MAN				X	
TIME A \rightarrow B	X		X	X	X
RISE/FALL A	X		X	X	X
RATIO B/A	X				
TOTAL A, A+B, A-B	X				
PROBE COMP	X				
EVENTS B DUR A		X	X		X

After the synchronizers and accumulator gates have been enabled, all succeeding input pulses are counted by the Channel A accumulator and all succeeding time base pulses are counted by the Channel B accumulator.

The counting process continues until the selected number of averages have been satisfied or the time out period, while in the auto mode, has been satisfied. At this point, the gate signal from the microprocessor goes high, setting the D input (pin 15) of U1000C high. The next positive edge of the Channel A input signal then clocks U1000C and pin 14 goes high, disabling U1000B and U1001C. The next 320 MHz time base edge then clocks U1000B, disabling U1110C and sending $\overline{\text{END}}$ low alerting the microprocessor that the measurement cycle has ended.

When the measurement cycle has ended, the microprocessor reads the total counts in both accumulators. The Channel A accumulator contains the number of events or

periods and the Channel B accumulator contains the number of time base clock pulses counted over the same interval. The microprocessor divides the number of events in the Channel A accumulator by the total time in the Channel B accumulator to obtain the frequency (FREQ A) or divides the total time in the Channel B accumulator by the number of events in the Channel A accumulator to obtain the period, or time per Channel A event (PERIOD A).

RATIO B/A

The RATIO B/A mode is the same as FREQ A and PERIOD A, except that instead of counting 320 MHz time base pulses, U1110C is disabled by a high on pin 14 of shift register U1200, and Q1112 is enabled by a low from inverter U1210E. This allows the Channel B signal to clock U1000B. The counts are accumulated over the time interval determined by the number of averages selected. The RATIO B/A result is then calculated by dividing the number of Channel B events by the number of Channel A events. The AVGS exponent refers to the count in Channel A.

TIME A → B

For the TIME A → B function, Q1110 and Q1112 are disabled; Q1111, Q1114, Q1000, U1001E, U1110C, and U1001D are enabled. The first Channel A pulse slope that is selected, is inverted by U1001B, inverted again by U10001E, and then applied to pin 19 of U1001D. The synchronizers have been set by the MR₁ (Master Reset) pulse and the Channel A pulse clocks on pin 16 of U1000C.

As soon as the gate signal from the microprocessor sets pin 4 of U1110B low, the next Channel A clock edge to U1000C transfers the low on pin 15 to pin 14 and sets pin 13 high. The high on pin 13 passes through Q1000, disables U1001E, and prevents U1001D from being clocked by succeeding Channel A pulses. The Q output of U1000C (pin 14), being low, enables U1001A and allows the first succeeding Channel B pulse edge to clock U1000C via U1001D, setting pin 14 high and pin 13 low again. Pin 13, going low with the Channel B edge, also re-enables U1001E again for the next Channel A edge to clock U1000C.

During the period of time that pin 14 of U1000C is low, U1000B is enabled. The 320 MHz time base clock pulses are synchronized and gated by U1000B and U1110A, and then counted by the binary stages in the Channel B accumulator, beginning with U1011C.

Since Q1114 is disabled, U1001C is enabled with a low on pin 17 and also enabled each TIME A → B interval appears as a negative pulse on pin 18. This negative time interval pulse is converted to a positive time interval pulse by U1001C and then counted by the binary stages in Channel A accumulator. Thus, for each TIME A → B interval, a

count is accumulated in the Channel A accumulator; and during each of these intervals, the 320 MHz clock pulses are accumulated in the Channel B accumulator.

The microprocessor is continually reading the counts (accumulated time intervals) in the Channel A accumulator. When it finally reads a count greater than or equal to the selected number of averages (10^N) or when the measurement time in the auto mode (≈ 0.3 seconds) has been satisfied, the microprocessor sets the gate signal on pin 4 of U1110B to a high level. The next Channel A pulse clocks a high through U1000C to pin 18 of U1001C and disables U1000B. The next 320 MHz clock pulse then toggles U1000B, disabling U1110A and allows the $\overline{\text{END}}$ signal line (J1102-1) to go low. This alerts the microprocessor that the measurement cycle has been completed. The microprocessor then makes a final reading of both accumulators, divides the total time by the number of intervals, and updates the display during the next measurement cycle.

WIDTH A

The WIDTH A function is essentially the same as the TIME A → B except that Q1110 is enabled. This then allows the leading edge of the Channel A pulse width to be measured, and applied to pin 23 of U1001E and the training edge to be applied to pin 2 of U1001A, through the 3.5 ns delay line (DL 500).

The synchronizers (U1000C and U1000B) and the accumulator gates (U1001C and U1110A) function exactly like they did in TIME A → B. The pulse widths are regenerated on pin 14 of U1000C and during each of the negative pulse intervals, U1000B and U1001C are enabled so that the 320 MHz clock pulses (via Q1110C) can be counted by the Channel B accumulator. Also, each regenerated pulse is passed through U1001C and counted by the Channel A accumulator. Again, when the average conditions have been satisfied, the microprocessor stops the measurement gate, reads both the accumulators, and divides the total time by the number of regenerated time intervals to obtain the average pulse width.

EVENTS B DUR A

The EVENTS B DUR A function is the same as WIDTH A except that instead of counting 320 MHz clock pulses via U1110C, the instrument is counting Channel B events during the selected Channel A pulse width via Q1112. To do this, Q1110, Q1112, and Q1000 are enabled. The leading and trailing edges of the Channel A pulse are again applied to pin 23 of U1000E and pin 2 of U1001A.

The Channel B signal passes through Q1112 to clock the second synchronizer, U1000B. When the gate signal on pin 15 of U1000C goes low, the synchronizers and accumulator

Theory of Operation—DC 5010

gates function exactly as they did in WIDTH A (and described for TIME A → B). With U1001C enabled on pin 18, the Channel A pulse widths are counted in the Channel A accumulator while the Channel B events are counted in the Channel B accumulator. In EVENTS B DUR A the instrument is counting Channel B events only during Channel A pulse widths and averaging by the selected number of Channel A events.

When the selected or auto averages condition has been satisfied, the microprocessor sends the gate signal on pin 15 of U1000C high. The next Channel A trailing edge disables U1000B (pin 2 high) and the succeeding Channel B edge sets a low on pin 12 of U1000B. This completes the measurement cycle.

TIME MANUAL and TOTALize A

For the TIME MAN and TOTAL A functions, the microprocessor asserts the gate signal on pin 15 of U100C after the MEASUREMENT START/STOP pushbutton on the front panel is pressed to start the measurement. The gate is unasserted (set high) when the pushbutton is pressed to stop the measurement.

For the TIME MAN function, Q1114, Q1100, and U1110C are enabled. Immediately after asserting the gate signal, the microprocessor momentarily changes the Channel A triggering slope from its current setting to the opposite setting and then back again. This change provides an artificial Channel A signal that enables U1000C and allows the 320 MHz clock signal count to be accumulated in the Channel B accumulator. The accumulation continues until the measurement is stopped, at which time the microprocessor unasserts the gate signal and provides another trigger slope change to disable U1000C. This stops the accumulation of time base clock count. Throughout the measurement, the B Channel is continually red and then directly displayed with the proper annunciator illuminated.

While taking this reading, the display will occasionally flicker during the measurement. This is not the result of miscounting by the Channel A or Channel B accumulators; the correct count will be displayed when the measurement is finished.

For the TOTAL A function, Q1114, Q1100, and Q1112 are enabled. When the gate signal is asserted, Channel A events are counted (totalized) in the Channel A accumulator until the measurement is stopped. In this case, the microprocessor does not read the Channel B accumulator; only the Channel A accumulator counts are displayed. Display scaling is accomplished by the microprocessor using the AVGS setting to select the desired scaling factor (power-of-ten). This scaling is independent of the actual counting pro-

cess and can be changed during or after a measurement without affecting the count. Thus, the full 13 digits of the internal count chain can be examined by changing the AVGS exponent. Time, frequency units, and decimal point are not displayed for this function.

PROBE COMP and TEST

For the PROBE COMP function, the operator applies probe compensating signals to either Channel A or Channel B. For either of these modes, the counter is set up (internally) in RATIO B/A mode. This allows the Channel A or Channel B signals to pass straight through to the accumulators.

For the TEST function, the microprocessor generates artificial signals by programming the digital-to-analog converters (Diagram 6) through their full range. The outputs of the digital-to-analog converters are applied as trigger level changes to the differential amplifier circuits in the Channel A and Channel B Amplifiers (Diagram 2) and end up as counts in the two count chains. If an illegally large signal is present on an input (a signal beyond the range of the digital-to-analog converters), this process does not produce counts, and the TEST may fail. When a failure is indicated, all inputs should be disconnected and the TEST rerun.

A complete description of the self test function is in the Maintenance section. Front panel procedures for the PROBE COMP function are found in the Operating Instructions.

CHANNEL A AND CHANNEL B COUNT CHAINS—DIAGRAM

The Channel A and Channel B accumulators are two nearly symmetrical binary ripple counters, each having the capabilities for its contents being "read" serially by the microprocessor. Each accumulator begins with high speed ECL. Then, as the maximum toggle rates decrease, goes to medium speed ECL, then to LS TTL, and eventually CMOS. Wherever possible, a counter IC of a given family is shared: one half is used by Channel A and one half by Channel B.

The Channel A accumulator begins on the Analog board (A12) with signals clocking U1000A, pin 5 (see Diagram 3). The Channel B accumulator signal clocks U1011C, pin 1. The first two binary stages for each accumulator are ECL 100k and consist of U1000A and U1011A (Channel A) and U1011C and U1011B (Channel B).

The counts (CH A FAST and CH B FAST) are routed from the Analog board to the Digital board (A16) through coaxial cables (W520 and W530). The next two binary stages for each count chain are ECL 10k and use IC's

U1810A and U1801A (Channel A) and U1810B and U1801B (Channel B). Transistors Q1702, Q1701, Q1704, and Q1703, with associated circuitry, operate as fast ECL to LS TTL converters. These converters provide drive for the following LS TTL stages and must operate reliably up to 25 MHz. The counts in these (and the preceding) ECL stages must also be converted to CMOS levels for eventual readout by the microprocessor. However, since this conversion occurs long after the count chains have stopped counting and are stabilized, these translators need not be fast. The comparators U1710A, B, C, D and U1102A, B, and C have one input set at a voltage half-way between an ECL high and low. This voltage is set by resistors R1712 and R1710. With pull up resistors R1420 (fixed resistor network), R1207, R1208 and R1209 tied to +5 volts, the ECL transition from high to low (on the other input) results in a full CMOS swing on the comparators output. This results in a highly reliable translator that draws little power.

The next bit of each chain is a single LS TTL flip flop, U1120A, Channel A (U1120B, Channel B). Following this IC is an LS TTL 4-bit counter, U1113A, Channel A (U1113B, Channel B) followed by a lower power CMOS 4-bit counter, U1115A, Channel A (U1115B, Channel B). These stages, too, must be read by the microprocessor. The LS TTL outputs are pulled high by the fixed resistor network, R1014, to ensure valid CMOS levels to the serial readout circuitry. At this point, the two accumulator chains lose their symmetry (not for functional reasons but for more economical use of the components). The Channel A accumulator uses the 16-bit counter contained in U1410 (see Diagram 9). The Channel B accumulator (Diagram 4) uses 11 of the 12 bits available in the CMOS counter, U1212. The circuitry, described, provides a total of 29 hardwired bits for the Channel A accumulator and 24 hardwired bits for the Channel B accumulator. Since each accumulator requires 43 bits, the firmware counters supply 14 bits (Channel A) and 19 bits (Channel B) respectively.

Five CMOS parallel-to-serial shift registers consisting of U1121, U1114, U1122, U1211, and U1312 are used by the microprocessor to read out the contents of the Channel A and B accumulators. When the ILATCH control line (pin 9 of each register) is brought high, data are applied into the registers asynchronously with the clock. When pin 9 is brought low again, data can be shifted into (pin 11 of each register) and out of (pin 3 of each register) the registers synchronously with the positive transition of the SERIAL CLOCK signal (pin 10 of each register).

Before each measurement is initiated by the microprocessor, the MR (Master Reset) signal is asserted via pin 33 of U1410 (see Diagram 9). This reset signal is inverted by U1520D (Diagram 4) applying MR to pin 1 of U1120A. The $\overline{\text{MR}}$ signal is also inverted and buffered again by U1314D, U1314F, and U1520E to provide an ECL, LS TTL, and CMOS compatible reset signal (MR₁ signal also guarantees

the two synchronizer flip flops (located on Diagram 3), U1000C and U1000B, will begin set.

TIME BASE AND 320 MHz PLL-DIAGRAM 5

The 10 MHz standard time base consists of a 10 MHz crystal, Y1520, and a Colpitts oscillator circuit, Q1420, and associated components. The frequency of the standard time base is adjusted by variable capacitor, C1521 (accessed through the instrument's back plate).

The Option 01 high stability time base consists of a self contained, oven controlled 10 MHz oscillator, Y1530. This time base is adjusted via a hole in the rear of the case (accessed through the instrument back plate). The 18 volts input to the time base is derived from the fused +26 volts in the power module and regulated by a three-terminal regulator circuit, U1430, and associated components.

NOTE

The single-starred schematic diagram 5 components for the standard time base circuit are removed if the Option 01 time base circuit is installed.

The 10 MHz output signal from either the internal time bases or an external source (1, 5, 10 MHz) is applied to the base of Q1500. The buffered signal at the collector of Q1500 can be either 1 MHz, 5 MHz or 10 MHz. This signal is buffered again by U1500F. If the input signal frequency is 1 MHz, jumper plug P1510 (located on the Auxiliary board) connects pins 4 and 5 of J1510. A 5 MHz external input signal requires that IC U1411 divide-by-five ($\div 5$), therefore, P1510 connects J1510 pins 2 and 3 or pins 3 and 4. A 10 MHz time base signal requires U1411 to divide-by-ten ($\div 10$). Component P1510 then connects J1510 then connects J1510 pins 1 and 2. The signal to the base of Q1401, in all cases, must be 1 MHz.

Emitter follower Q1401 and associated components operate as a single-pole filter generating a sawtooth type signal at the negative input pin of comparator U1400. For the TIME A \rightarrow B, WIDTH A, and EVENTS B DUR A functions, the base of Q1300 is set low via pin 7 of shift register U1200 (as shown on Diagram 3). In these functions, the Noise Generator (Diagram 5), U1410, is enabled by applying +5 volts to the V_{SS} input, pin 4. The output from U1410 (pin 3) will be -12 volts to +5 volts signal with a pseudo-random edge distribution. This signal is then attenuated by resistor, R1410 and applied to pin 2 (+) of U1400. Also, with these functions, U1400 operates as a phase modulator circuit. The output (pin 7) of U1400 is a 1 MHz signal that is phase

modulated by the noise signal generated by U1410. For the other remaining functions, transistor Q1300 is turned off, U1410 is disabled, and U1400 operates only as a buffer stage.

The 1 MHz squarewave signal from U1400 (pin 7) is applied to pin 1, U1021 with the negative edge (falling edge) used as a reference edge for the Phase Locked Loop (PLL) U1021. This IC compares the signals negative edge (pin 1) with the positive edge (pin 3) and produces an output proportional to the phase difference between these two input signals. The output at pins 5 and 10 (U1021) is then filtered by a low pass filter with its bandpass providing the proper phase noise bandwidth for time interval measurements. This filter, U1030A with associated components, is amplified and inverted by operational amplifier U1030B. The amplifier output is a dc level proportional to the phase difference between the 1 MHz reference and the output of the PLL multiplier. The dc level voltage is coupled to a Colpitts oscillator circuit, Q1130 and associated components, and is inductor-tuned by the varactor diode, CR1130, and series capacitor C1032. The PLL adjusts the varactor diode voltage, which adjusts the oscillator frequency producing a precise 320 MHz output signal. The oscillator output is ac coupled to U1022A and a threshold reference voltage is generated by sensing the complementary outputs of U1022C through resistors R1021 and R1036. The voltage, at the junction of these two resistors, establishes this threshold reference at pin 3 of U1022A. The oscillator output rate on pin 3, produces a 320 MHz reference sinewave from pin 8. This sinewave is the clock that is counted for the different measurement modes of the counter. The 320 MHz signal is applied to pin 1 of U1022B (a set/reset latch that resets itself at 320 MHz, and buffers and provides proper ECL drive). This signal is then divided down to 160 MHz at pin 12, Q1022B. Another divide-by-two ($\div 2$) IC, U1022C, results in an 80 MHz output. This output is ac coupled to U1020, pin 7 and divided-by-eighty, ($\div 80$) producing the 1 MHz signal at pin 2. Any error in output at pin 2 of U1020 is sensed by U1021. This sensed voltage, applied to varactor diode CR1130, adjusts the Colpitts oscillator producing the precise 1 MHz signal at pin 3 of U1021.

D/A's, 50 Ω PROTECT, AND ARMING DIAGRAM

The isolation resistors for the 50 Ω Protect A (B) sense lines were discussed earlier (Diagram 1). The sense lines are routed from the Analog board to the Auxiliary board via jacks J1510 and J1520.

The 50 Ω Protect circuit is composed of a quad comparator (U1111) with associated components. Two of these comparators are arranged as "window" comparators (Channel A and B), that receive the protect sense levels from the Channel A or B inputs. These voltage sense levels normally

operate within a ± 2 V window. If the sense levels go outside this window (high or low), the comparator output changes states (to a low state) and issues a 50 Ω A (B) PROTECT signal to the microprocessor. The microprocessor recognizes this protect line and automatically changes the input relays from the 50 Ω TERM to the 1 M Ω TERM.

Trigger levels (CH A LEVEL and CH B LEVEL) are established, using a 10-bit D/A converter, U1210 and U1310 (Channel A and B). The data (SERIAL DATA lines) are received from the microprocessor through serial-to-parallel converters U1010 and U1020 (Channel A and B - see Diagram 7). These parallel output lines (Diagram 6) form the digital word that is applied to the D/A converter. The digital word corresponds to a unique current that is sunk at pin 3 of the D/A converters (U1210, Channel A; U1310, Channel B). This current, appearing at pin 2 of the operational amplifier circuits, U1200A (Channel A) and U1200B (Channel B), is converted to a voltage. This voltage can be offset by potentiometer R1205, (R1207, Channel B) and the voltage range adjusted by potentiometer R1204 (R1206, Channel B). The output of U1200A (U1200B) at pin 1 is the trigger voltage that is routed to the amplifier circuitry on the Analog board (see Diagram 1).

The arming circuit input load (Diagram 6) is 1 standard TTL load. The input is positive overvoltage protected by diode CR1510 (reverse biases upon receiving an excessive positive overvoltage). Diode CR1511 is the negative overvoltage protection component (clamps the output to a diode below ground) and is current limited by resistor R1500.

Transistors Q1510 and Q1511 form a Schmitt trigger providing noise immunity to the arming inputs (ARM In and EXT ARM IN). The ARM output signal is routed to the digital circuitry (Diagram 3).

RELAY DRIVE-DIAGRAM

The serial-to-parallel converters, U1010 (Channel A) and U1020 (Channel B), are used to change the serial data from the microprocessor to the parallel data. This data will select the particular relay to be activated. The converter output data are applied to U1110 (U1020, Channel B) that consists of seven Darlington NPN transistors (shown as inverters). These devices are used as current sinks to drive the relay coils. With one end of the selected relay coil brought low via one of the inverters (U1110), a voltage pulse is applied to the opposite coil end. This voltage pulse is generated by the microprocessor (see Diagram 9) and then amplified and regulated by the pulse amplifier circuit consisting of transistors Q1031, Q1030, Q1032 and associated circuitry (Diagram 7). The pulse is approximately 8 V in amplitude with a 25 ms width; therefore, when a relay coil is energized, the inverter output is brought low and the microprocessor pulses the

pulse amplifier to direct the current flow to the selected relay coil. This causes the relay to change state and latch.

The Darlington transistors, Q1121 and Q1120 (with associated circuitry), are used to drive the relay coils, K1612 (K1632, Channel B), that provide for the Common Separate channel input function (see Diagram 1).

POWER SUPPLIES—DIAGRAM 8

The four main supplies derive power input (through the instrument's two rear interface connectors) from the TM 5000-Series power module. These primary supplies are the +12 V and +5 V, located on the Auxiliary board, and the other +5 V and a -12.2 V, located on the Digital board. They are individually fused and current limited. The four supplies are referenced to the +2.5 V (Master Reference) precision voltage reference supply on the Auxiliary board.

The secondary supplies include the +2.7 V (ECL Termination), +5.7 V (derived from the +12 V supply), -5 V (three-terminal regulator derived from the -12.2 V supply), and the +18 V (three-terminal regulator derived from the +26 V from the power module) that is used in the Option 01 timebase only (see Diagram 5).

The +12 V supply (located on the Auxiliary board - Diagram 8) is derived from the unregulated +26 V dc power in the power module. The +12 V regulator circuit consists of U1420 and associated components. Load current for this supply passes through resistor R1425 (current limit sensing component) and the PNP series-pass transistor located in the power module. The +12 V supply is regulated within design limits by varying the voltage on the base of the series-pass transistor via P1600 pin 11A. The Zener diodes, VR1410 and VR1411, reduce the voltages to appropriate levels for U1420. Should the load current exceed 0.4 A, the voltage drop across R1425 becomes great enough to current limit U1420. This voltage is sensed at U1420 (pins 2 and 3) and reduces the base-to-collector voltage of the series-pass transistor. Feedback signals for voltage regulation of the +12 V supply appear on pin 4 (U1420) and are compared with the +2.5 V reference voltage on pin 5. Capacitor C1310 provides for frequency compensation.

Emitter follower Q1330 uses pin 6 (V_{ref}) of U1420 to provide an input voltage for the precision voltage reference, U1223. The +2.5 output voltage is used for all major supplies and is a master reference source for the D/A's.

The +5 V supply (located on the Auxiliary board) is derived from the unregulated +8 V dc power in the power module. The +5 V regulator circuit consists of U1320 and

associated components. Load current for this supply passes through current limit sensing resistor R1426 and the NPN series-pass transistor (located in the power module). This supply is also regulated by varying the voltage on the series-pass transistor base (P1600 pin 6A). If the load current is exceeded, the voltage drop across R1426 will cause U1320 to limit this current. This voltage (sensed at pins 2 and 3 of U1320) causes the series-pass transistor to eventually turn off. The feedback signal for the voltage regulator occurs on pin 4 (U1320) and is compared to the reference voltage on pin 5. Capacitor C1320 provides for frequency compensation.

The other +5 V supply (located on the Digital board) is identical in operation to the +5 V supply just discussed. It consists of the regulator, U1720 and associated components, and an NPN series-pass transistor (located in the power module). An additional filter network consisting of C1022 and L1020 provides the display power and isolates its noise from the rest of the instrument.

The -5 V supply (located on the Auxiliary board) consists of a three-terminal regulator, U1330, that provides regulated -5 V from the -12.2 V input.

The +2.7 V supply (located on the Auxiliary board) is the ECL termination supply and is used as a terminating supply for all the pull-down resistors located in the ECL circuits on the Analog board (see Diagrams 3 and 5). The +2.7 V supply is derived from the +5 V supply and consists of an error amplifier, Q133, an amplifier stage, Q1331, an emitter-follower output stage, Q1332, and associated components.

The -12.2 V supply (located on the Digital board) is derived from the unregulated -26 V dc power in the power module. This supply consists of error amplifier Q1723 and Q1722, error signal amplifier Q1721, current limit sense amplifier Q1720, and associated components. The reference voltage on the base of Q1723 is approximately 0 V. Diode CR1620 provides temperature compensation for the error amplifier circuit. This supply is regulated within design limits by varying the voltage on the base of the PNP series-pass transistor, located in the power module, via the collector of Q1721. An excessive load current through current limit resistor R1718 causes Q1720 to increase conduction and the bases of Q1723 and Q1721 to go more negative. The PNP series-pass transistor base goes more positive, thereby reducing the load current below the design limit.

PROCESSOR AND DISPLAY DRIVERS—DIAGRAM 9

Introduction

The DC 5010 is a digital counter based on a micro-computer system. The microprocessor, U1301 (located on

Theory of Operation—DC 5010

the GPIB board - Diagram 12), controls the internal operations of the DC 5010. The microprocessor recognizes, accepts, and decodes commands (keypushes and control setting) from the front panel logic circuits (Diagram 10) and sets the operating parameters in response to these commands.

Integrated circuit U1410 contains a random access memory (RAM) space that provides a maximum of 128 locations (addresses) which the microprocessor uses to temporarily store 8-bit data bytes. The data are not permanent and will be lost whenever the instrument power is turned off. When power is first applied, the RAM data occur as random bits and are therefore meaningless. During instrument operation, the microprocessor writes data into the RAM at various addresses for later recall and use.

The instructions for the microprocessor concerning GPIB operation are stored in the EPROMS U1102 and U1201 (located on the GPIB board). These IC's each contain 4 k bytes memory. The instructions (firmware) concerning manual operation of the DC 5010 are stored in EPROM U1610 (also a 4 k byte memory) and in the ROM section of U1410 (a 2 k byte memory). The other RAM is located in U1311 (located on Digital board) and U1210 (located on the GPIB board).

System Clock

The microprocessor, U1301, contains a single phase internal clock generator at pins 37 and 39, whose 1 μ s period (approximately) is controlled by inverter U1312D and the rc feedback network consisting of R1301 and C1302. The activity of U1301, when it is reading data from or writing data to a memory device, occurs in machine (U1301) cycles. Since no critical system timing relies on the microprocessor clock, a crystal is not needed.

Power Up Reset Cycle

When the instrument is powered up, comparator U1102D (and associated components) operates as a delay/comparator circuit to provide a pulse to reset the microprocessor to its reset vector address location.

Pin 14 of U1102D is held low for approximately 1.5 seconds (to allow all supplies to come up to operating status in the TM 5000-Series power modules). During this time all of the internal registers of U1410 (except the 16-bit counter and serial shift register) are cleared to logic zero. This action places all of the bidirectional input/output lines of U1410 in the input state and disables the internal shift register, Display Interrupt Clock input (pin 37), and the interrupt output (pin 4). Also, during the low level period of the microprocessor reset signal, the writing of data to or from U1301 is inhibited, and a bright digit may be displayed on the DC 5010's front panel.

When the positive edge is detected on pin 1 of U1301, the internal mask interrupt flag will be set and the microprocessor will load its internal program counter from the reset vector address listed in Table 3-2. This is the start location for program control.

Interrupt Vector (IRQ)

Integrated circuit U1410 has two internal registers for interrupt control, an interrupt enable register and interrupt flag register. Corresponding bits in these registers are logically ANDed to set an interrupt request pending flag. When U1410 detects the pending flag bit, it asserts pin 4 as a low output, generating an interrupt request to the microprocessor.

When a low level is set on pin 4 of U1410, the microprocessor completes the current instruction before recognizing the interrupt request and examining its own interrupt mask flag bit. If the interrupt mask flag bit is not set, the microprocessor starts an interrupt routine. The contents of its program counter and status register are temporarily stored in RAM, the interrupt mask flag bit will be set to prevent further interrupts, and the program counter will then be loaded with the high and low bytes of the interrupt vector address listed in Table 3-2. This is the start location for the interrupt routine for U1410.

Table 3-2
DC 5010 INTERRUPT VECTORS

Vector Address ¹	Type of Interrupt
\$FFFC - \$FFFD	Power-Up Reset
\$FFFE - \$FFFF	Interrupt Request (U1410)

¹ Dollar sign (\$) indicates that address code is in hexadecimal notation.

There are three possible reasons why U1410 sets an interrupt pending flag, two external events and one internal event. The two external events are: a negative edge detected on pin 36 (CH B SLOW) or a negative edge detected on pin 37 (Display Interrupt Clock); the one internal event occurs when the 16-bit counter inside U1410 overflows.

Address Decoding

The microprocessor addresses U1610, U1410, and U1313 when communicating with the instrument functions. Table 3-3 lists the hexadecimal address ranges for these devices.

Table 3-3
DC 5010 MEMORY ADDRESS RANGES

Hexadecimal Address Range	Comments
\$0000 - \$007F	U1311 (128 X 8 RAM)
\$0080 - \$0087	U1313 (Front panel display, Serial data latches, and GPIB address switches)
\$0400 - \$04FF	U1311 (256 X 8 RAM)
\$0700 - \$070F	U1410 I/O ¹
\$0800 - \$0FFF	U1410 (2 k X 8 ROM)
\$1000 - \$1FFF	U1610 (4 k X 8 ROM)
\$C000 - \$C0FF	U1210 (256 X 8 RAM)
\$E000 - \$EFFF	U1102 (4 k X 8 ROM)
\$F000 - \$FFFF	U1201 (4 k X 8 ROM)

¹ See Table 3-4.

Memory select decoders U1313, U1420 and related components, operate to select the proper memory device during program control.

The input/output sections internal to U1410 are accessed by the microprocessor using address bits A0 through A3 for specific control of the internal functions. See Table 3-4.

NOTE

Due to the complexity of the internal functions associated with U1410, a detailed description of this device will not be attempted in this manual. If more detailed information is needed, refer to the manufacturer's data sheets.

Serial Data Path. The serial data path is shown on the block diagram (see Figs. 8-6 and 8-7). Serial data are written, via pins 38 and 40 of U1410, to five serial-to-parallel shift registers located on the Auxiliary circuit board (A18 assembly), and one serial-to-parallel shift register on the Analog board (A12) assembly. This is done when the microprocessor sets the instruments internal circuits for the desired function. These registers are, in sequence:

A18 – U1010	7
A18 – U1020	7
A18 – U1222	6
A18 – U1220	6
A18 – U1221	6
A12 – U1200	3

The serial data output from A12 – U1200 then goes, via P1102-6 (Diagram 3), to five parallel-to-serial shift registers (Channel A and Channel B accumulators) located on the Digital circuit board (A16 assembly). Serial data are shifted through these registers and returned to the microprocessor via the data buffer, U1310B. Serial data are read from the following parallel-to-serial shift registers:

A16 – U1122	4
A16 – U1211	4
A16 – U1312	4
A16 – U1121	4
A16 – U1114	4

Pin 40 of U1410 serves both as an input and output for serial data. When the microprocessor is in the serial write mode, pin 40 is configured as an output and bytes of information are loaded into the internal serial data registers of U1410. They are then shifted out serially to the shift registers on the A12 assembly (Analog board). During the writing of serial data the three-state data buffer, U1310B, is disabled with a high level on pin 15, preventing the serial data

Table 3-4
ADDRESS CODE FOR U1410

Address Bits				Internal Functions
0	0	0	0	Port A
0	0	0	1	Port B
0	1	0	0	Read Lower Counter/Writer Lower Latch
0	1	0	1	Read Upper Counter/Writer Upper Latch and Download
0	1	1	0	Write Lower Latch
0	1	1	1	Write Upper Latch
1	0	0	0	Serial Data Register
1	0	0	1	Interrupt Flag Register
1	0	1	0	Interrupt Enable Register
1	0	1	1	Auxiliary Control Register
1	1	0	0	Peripheral Control Register
1	1	0	1	Data Direction Register – Port A
1	1	1	0	Data Direction Register – Port B

Theory of Operation—DC 5010

input from contending with the serial data output via U1114-3. The microprocessor addresses U1313, causing a negative pulse on pin 14 ($\overline{\text{OLATCH}}$) to latch the serial data in the serial-to-parallel shift registers.

When the microprocessor is reading the serial data from the Channel A and Channel B accumulators, pin 15 of U1310B is set low at the same time pin 40 of U1410 is configured as an input. The serial data are then read in as five consecutive bytes. The microprocessor addresses U1313 and uses pin 15 ($\overline{\text{ILATCH}}$) to latch data during the serial read process.

Display Interrupt Clock. The front panel keyboard and displays are interrupt driven by the timing circuit consisting of U1520A, U1520B, and associated components. This circuit operates at approximately 1.1 kHz. The negative edges of the signal on pin 37 of U1410 interrupt the microprocessor, telling it to update the display and search for a new keypush or control setting. The microprocessor addresses U1313 and uses pins 7, 9, 10, 11, and 12 during this process.

Power Up Sequence. After the microprocessor and peripheral device U1410 have been reset at power up, the DC 5010 microprocessor generates the following sequence of events.

1. Loads a 0 in the most significant bit position of the front panel display.
2. Tests the RAM, starting at address \$0000. If a RAM failure is found, error code 340 will be displayed. The RAM on the GPIB board is similarly tested, starting at address \$C0000.
3. Tests the four ROMs for byte location and determines the checksum. If a ROM error is found, error code 361, 374, 375, 380, 381, 394, or 395 will be displayed.
4. Checks to see if the Channel A TERM button is held in, and, therefore, if signature analysis (SA) is being requested. If the SA is not requested, the interrupt registers in U1410 are enabled.
5. Initializes peripheral device U1410.
6. Performs a serial input/output test. If an error is found, error code 313 will be displayed.
7. Sets up the hardware to determine the state of the front panel, loads the serial-to-parallel shift registers, and generates the relay strobe signals via pin 26 of U1410.

8. Performs the counter chain (Channel A and Channel B accumulators) integrity test. If this test fails, an error code (320 through 324 and 329 for Channel A or 330 through 334 and 339 for Channel B) will be displayed.
9. Starts the measurement cycle by pulsing the master reset line (pin 33 of U1410).
10. After the master reset pulse, the measurement gate on pin 4 of U1200 (Diagram 3) is started. During the measurement gate interval, the microprocessor is continually reading the contents of the Channel A accumulator for a count that is greater than or equal to the number of averages requested by the user. When that count is reached, the measurement gate is unasserted and the microprocessor waits for the signal on pin 35 of U1410 to go low, indicating the end of the measurement cycle. The accumulators are then read again for their final count and a new measurement cycle is started after the result is calculated and the display is updated.

Rear Interface Signals. The $\overline{\text{PRESCALE}}$ for U1410 (pin 29) operates as an input that indicates to the microprocessor the presence of an external prescaling counter. When an external prescaler is used, the microprocessor multiplies the Channel A accumulated counts by 16 before the display is updated.

The microprocessor interprets the reset input from U1500A (Diagram 6) to pin 32 of U1410 as the electrical equivalent of the front panel MEASUREMENT START/STOP pushbutton.

NOTE

Complete data for all of the rear interface signals are given in the Maintenance section of this manual.

PUSHBUTTONS AND LEDs—DIAGRAM

The microprocessor uses five control lines and the 8-bit data bus to communicate with the Pushbuttons and LEDs and Display circuits. The five control lines are all derived from U1313 located on Diagram 9.

The interrupt signal from the Display Interrupt Clock (Timer) circuit to U1410 (Diagram 9, previously discussed) occurs approximately once every 900 μs . Each interrupt causes the microprocessor to start a software routine for servicing the Pushbuttons and LEDs, and Display circuitry.

Each digit and annunciator in the display, each push-button LED, and each control or pushbutton is assigned a time slot period approximately equal to the period between successive interrupts. The time slots are generated by U1121, a decade counter with 10 decode decimal outputs. The counter provides time slot decoding for scanning the front panel controls and multiplexing the seven-segment LEDs and LED annunciators located on Diagrams 10 and 11. The logic high outputs of U1121 are buffered by nine Darlington amplifiers (Q1121, Q1122, etc.)

Each interrupt signal causes the microprocessor to clock U1121 with a negative pulse of approximately 500 ns on pin 14, advancing the count to the next time slot. Immediately after clocking U1121, the microprocessor updates the digit associated with that time slot by sending data to U1112 and U1111, which contain six D-type flipflops each. Data are latched in U1112 and U1111 when pin 9 goes low and transfers to the outputs on the positive edge of the CLOCK signal. The BCD output of U1112 is then decoded to seven-segment information by U1101. Data latches into U1111 and are inverted and buffered by U1110 to drive the decimal point (DP), the pushbuttons, and annunciator LEDs. The display drive power supply filter is a pi-network consisting of C1022, L1020, C1020, and C1021 (Diagram 8). This filter circuit prevents display noise pulses from disturbing the sensitive instrument circuits.

After updating the display and checking the front panel status, the microprocessor returns to the routine of resetting the input circuits (if necessary), monitoring the measurement cycle, or collecting the data for the selected function. This continues until the next front panel interrupt signal occurs, when it again clocks U1121 for the next time slot and repeats the procedure.

DISPLAY-DIAGRAM

The nine digits in the display are seven-segment, common anode LEDs; DS1001 is the Most Significant Digit (MSD) and DS1301 is the Least Significant Digit (LSD). The time slot lines (previously discussed) are generated by a nine-state decade counter, U1121 (diagram 10). The microprocessor sends all 1's (D1-D4) for the seven-segment information when leading zero suppression is indicated. All 1's are decoded by U1101 (Diagram 9) as a blank.

To illuminate the proper LED or indicator in the display, the microprocessor sets pins 9, 25, 30, 33, and 36 of P1001 low only during the time slot that corresponds to the displayed units of measurement or indicator.

The pushbutton switches are common to one of the four sense lines (MISC, FUNCTION, RELAYS, and MORE). The

microprocessor senses the switch closure during an active time slot (logic high) by addressing U1310 (tri-state buffer).

The illumination interval of the GATE light (DS1034) during time slot six, is only approximately equal to the actual measurement gate interval. The GATE light is turned on and then off only to tell the operator that the counter has been triggered and that the microprocessor has completed the functional measurement for the selected number of averages. The gate light is not directly connected to the actual hardware gate.

GPIB-DIAGRAM

The GPIB circuit board (A14 assembly), with microprocessor U1301, controls the operating system for the instrument.

Two ROMs (U1102, U1201), one RAM (U1210), and a 9914 GPIB controller IC (U1101) are used to communicate with the IEEE 488 Digital Interface.

The microprocessor recognizes, accepts, and decodes commands (keypushes and control settings) from the front panel logic circuits on Diagram 10 and sets the operating parameters in response to these commands.

The microprocessor is an 8-bit parallel processor with an 8-bit data bus (D0-D7, pins 26 through 33), and a 16-bit address bus, A0-A15 (pins 9 through 20 and pins 22 through 25). The data bus is bidirectional; the address bus is not. The address bus is used by the microprocessor to address the other internal functions of the instrument. The 16 address lines provide up to 76,000 discrete addresses, commonly referred to as 64 kilobytes of memory. Basically, any device addressed by the microprocessor is considered to be a memory device.

System Clock. The microprocessor contains a single phase internal clock generator (U1301, pins 37 and 39) whose 1 μ s period (approximately is controlled by inverter U1312D and the rc feedback network consisting of R1301 and C1302. An instruction cycle consisting of two to twelve machine cycles is required to fetch and execute the instruction words or data from memory. A machine cycle is defined as the interval between two successive negative-going transitions of the system clock. The number of machine cycles required depends on the instruction and addressing modes used for the microprocessor.

NOTE

Due to the complexity of the internal operation of the internal operation of a microprocessor, a detailed description of U1301 will not be attempted in this manual. If more detailed information is needed, refer to the manufacturer's data sheet.

Logic gate U1313B, along with address bit A15, is used to enable or disable the proper memory space during the communication process. When pin 5 of U1313B and pin 6 of U1311 are low (A15 = 0), the microprocessor is using the low memory space on the Digital board to communicate with the instrument's internal functions. When A15 is high (= 1), the upper memory space on the GPIB board is used to communicate with other instruments on the IEEE 488 Digital Interface. Logic IC U1311 operates as a three-line to four-line decoder to select the proper memory spaces that have starting addresses of C000, D000, E000, and F000 (see Table 3-5). The memory devices associated with these addresses are indicated as such on Diagram 12. The interrupt vector addresses for U1301 are FFFA through FFFF.

The GPIB controller, IC U1101, performs the interface functions between the microprocessor and other devices on the bus. Due to its internal architecture, it relieves the microprocessor from the task of maintaining the protocol as defined in the IEEE 488-1978 standard. The handshake process is handled automatically within U1101.

The GPIB output lines, pins 22 through 29 and 31 through 38 on U1101, are connected to the IEEE 488 bus via transceivers U1001 and U1002. The direction of data flow is controlled by the talk enable (TE, pin 21) and CONTROLLER (pin 30) outputs generated on U1101. Since the IEEE 488 controller function is not implemented in the DC 5010, pin 30 is always false (high). The TE line will be high for talk, low for listen. The TE and CONTROLLER outputs are routed within U1001 and U1002 so that the internal buffers for particular lines are controlled as required. Transistor Q1101 operates as an output buffer for the TE signal. Pins 9 and 10 on P1001 are not connected to the IEEE 488 Digital Interface; they are reserved for future use.

Communication between the microprocessor and U1101 is carried out with thirteen internal, memory-mapped registers in U1101. Fourteen internal registers are available, but one register (parallel poll) is not used. A microprocessor read operation passes control data back to U1301, while the write operation passes status information or measurement data to the IEEE 488 bus.

The three least significant address bits (A0, A1, A2) connected to pins 6, 7, and 8 of U1101 determine the particular register selected. The high order address bits (A15, A14, A13, A12) are decoded by U1311, U1312C, U1313A, and the system clock to cause pin 3 of U1101 to go low for a read or write operation on an internal register. Reading and writing to the same location will not access the same register within U1101, since they are "read only" or "write only" registers. When reading a register internal to U1101, the microprocessor sets pins 4 and 5 high; when writing to a register, pins 4 and 5 are set low.

Each device on the IEEE 488 interface is given a five-bit address (A1-A5) enabling it to be addressed as a talker or listener. The DC 5010 address and end-of-message terminator (TC) is set on S1210 (located on the digital board, Diagram 9) before power-up. The switch, S1210, located on the GPIB board (Diagram 12) is not used in the DC 5010. For more details, refer to the GPIB board (Diagram 12) and to the GPIB switch discussion in the Maintenance section. As part of the system initialization procedure, the microprocessor enables U1310, reads the address that was set, and stores it in an internal register of U1101. When U1101 detects the DC 5010 talk or listen address on the interface, it responds by entering the required addressed state and generating an interrupt signal (\overline{IRQ} , pin 9) to the microprocessor. Interrupts to the microprocessor from U1101 are generated by the following.

- A data byte has been received (byte input).
- U1101 is ready to accept the next (or first) data byte for output.
- EOI has occurred with ATN = 0.
- Interface Clear (IFC) has been received.
- A remote/local state change has occurred.
- A Group Execute Trigger command (GET) has been received.
- An Unidentified Universal command has occurred.
- An Unidentified Addressed command has occurred.
- Device Clear Active State (DCAS) has occurred.
- A Serial Poll Active State (SPAS) has occurred with data bit 7 set in the serial poll register.

NOTE

For more complete and specific details concerning the internal registers and architecture for U1101, refer to the manufacturer's literature for the 9914 microprocessor.

**Table 3-5
DC 5010 MEMORY ADDRESS RANGES**

Hexadecimal Address Range ¹	Comments
\$C000 - \$C0FF	U1210 (256 X 8 RAM)
\$D000 - \$D008	U1101 (GPIB IC)
\$E000 - \$EFFF	U1102 (4K X 8 ROM)
\$F000 - \$FFFF	U1201 (4K X 8 ROM)

¹ Dollar sign (\$) means that address code is in hexadecimal notation.

CALIBRATION

PERFORMANCE CHECK PROCEDURE

Introduction

This procedure checks the electrical performance requirements as listed in the Specification section in this manual. Perform the Adjustment Procedure if the instrument fails to meet these checks. In some cases, recalibration may not correct the discrepancy; circuit troubleshooting is then indicated. Also, use this procedure to determine acceptability of performance in an incoming inspection facility.

Calibration Interval

To ensure instrument accuracy, check the calibration every 2000 hours of operation or at a minimum of every six months if used infrequently.

Service Available

Tektronix, Inc. provides complete instrument repair and adjustment at local field service centers and at the factory service center. Contact your local Tektronix field office or representative for further information.

Test Equipment Required

The test equipment (or equivalent) listed in Table 4-1 is suggested to perform the Performance Check and Adjustment Procedure.

PRELIMINARY CONTROL SETTINGS

	DC 5010
FREQ A	(lighted)
CHANNEL A and CHANNEL B	
SLOPE	+ (unlighted)
ATTEN	X1 (lighted)
COUPL	DC (unlighted)
TERM	1 M Ω (unlighted)

1. Check Oscillator Frequency (Standard Timebase)

NOTE

The timebase accuracy is a function of temperature and time. The temperature stability for the standard time base is ± 5 ppm (0°C to 50°C) with an aging rate of ± 1 ppm/year.

After one year of operation (since the time base was calibrated), the 1 MHz frequency standard should read 1.000000, ± 6.0 ppm for any temperature between 0°C to 50°C . The ± 6.0 ppm are determined by ± 5 ppm due to temperature, ± 1 ppm due to aging, and ± 1 count to synchronization error. After this check is completed, the user should determine if a time base recalibration is required.

- a. Connect a coaxial cable from the 1 MHz frequency standard output to the DC 5010 CHANNEL A input.
- b. Press the DC 5010 AUTO TRIG button.
- c. CHECK—that the DC 5010 readout is within 999.99399 kHz and 1.0000061 MHz (± 6.0 ppm, ± 1 count).

2. Check Time Base Oscillator Frequency (Option 01)

NOTE

The temperature stability for the Option 01 time-base is 0.2 ppm (0°C to 50°C) with an aging rate of ± 1 ppm/year and ± 1 count.

- a. Connect a coaxial cable from the 1 MHz frequency standard output to the DC 5010 CHANNEL A input.
- b. Press to light the DC 5010 FREQ A button, then press the AUTO TRIG button.

Table 4-1
LIST OF TEST EQUIPMENT REQUIREMENTS

Description	Performance Requirements	Perf. Check	Adj. Proc.	Example
Power Module		X	X	TEKTRONIX TM 5003 or TM 5006
Controller	GPIB compatible	X		TEKTRONIX 4050-Series or TEKTRONIX 4040-Series
Digital Multimeter	4 1/2 digits, 0.5%. Ranges: 2 k Ω –2 M Ω and 2-20 Vdc	X	X	TEKTRONIX DM 501A
1 MHz Frequency Standard	1 MHz \pm 1 x 10 ⁻⁹	X		SPECTRACOM CORP TYPE 8161
Leveled Sinewave Generator	Calibrated amplitude @ 350 mV. Frequency: >200 MHz	X		TEKTRONIX SG 503
Leveled Sinewave Generator	Calibrated amplitude @ 350 mV. Frequency: >350 MHz	X		TEKTRONIX SG 504
Function Generator	Range, sinewave 10 Hz to 1 MHz; offset \pm 13 Vdc level	X	X	TEKTRONIX FG 501A
Pulse Generator	Risetime <1 ns. Amplitude 0–3 V	X	X	TEKTRONIX PG 502
50 Ω Feedthrough Termination	Bnc connectors	X	X	Tektronix Part No. 011-0049-01
Coaxial Cable, 50 Ω Precision 36 inch	Bnc connectors	X	X	Tektronix Part No. 012-0482-00
Coaxial Cable, 50 Ω Precision 18 inch	Bnc connectors	X		Tektronix Part No. 012-0076-00
Coaxial Cable, 50 Ω Precision 42 inch	Bnc connectors	X		Tektronix Part No. 012-0057-01
Adapter, Bnc Female To Dual Banana		X	X	Tektronix Part No. 103-0090-00
Cable Assembly RF (bnc-to-slide on connector)	50 Ω coaxial cable	X	X	Tektronix Part No. 175-3765-01
Probe, 5x		X		TEKTRONIX P6125
Flexible Extender			X	Tektronix Part No. 067-0645-02
Power Divider GR		X		Tektronix Part No. 017-0082-00
GR To Bnc Female adapters (3)		X		Tektronix Part No. 017-0063-00
50 Ω , 10X Attenuator	Bnc connectors	X	X	Tektronix Part No. 011-0059-02
50 Ω , 5X Attenuator	Bnc connectors	X		Tektronix Part No. 011-0060-02
50 Ω , 2X Attenuator	Bnc connectors		X	Tektronix Part No. 011-0069-02
Connector, Dual Bnc		X		Tektronix Part No. 103-0029-00
Normalizer	20 pF	X		Tektronix Part No. 067-0538-00

c. CHECK—that the DC 5010 readout is within 999.99879 kHz and 1.0000020 MHz.

d. Remove all cable connections from the DC 5010.

b. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, and then press LEVEL CH A.

c. Press the DC 5010 ↑ (increment) button until the digital multimeter display just changes to a low readout, if it is not already low. Press the DC 5010 ↓ (decrement) button until the digital multimeter display just changes to a high readout.

d. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates between +0.040 and -0.040.

e. Connect a coaxial cable from the pulse generator output to the digital multimeter input using a bnc-to-banana adapter.

f. Set the pulse generator for Ext Trig and Ext Dur and adjust the output for a displayed readout of approximately +1.97 on the digital multimeter. Note this reading.

g. Disconnect the cable from the digital multimeter bnc-to-banana adapter and connect to the DC 5010 CHANNEL A input.

3. Check the Trigger Level CH A and CH B Accuracy

Refer to Fig. 4-1, performance check setup. Use the following control settings.

Digital Multimeter

Function-Range 2 V

DC 5010

CHANNEL A and
CHANNEL B
ATTEN X1 (lighted)

a. Connect the DC 5010 CH A SHAPED OUT to the digital multimeter input using the bnc-to-slide on connector assembly (standard accessory).

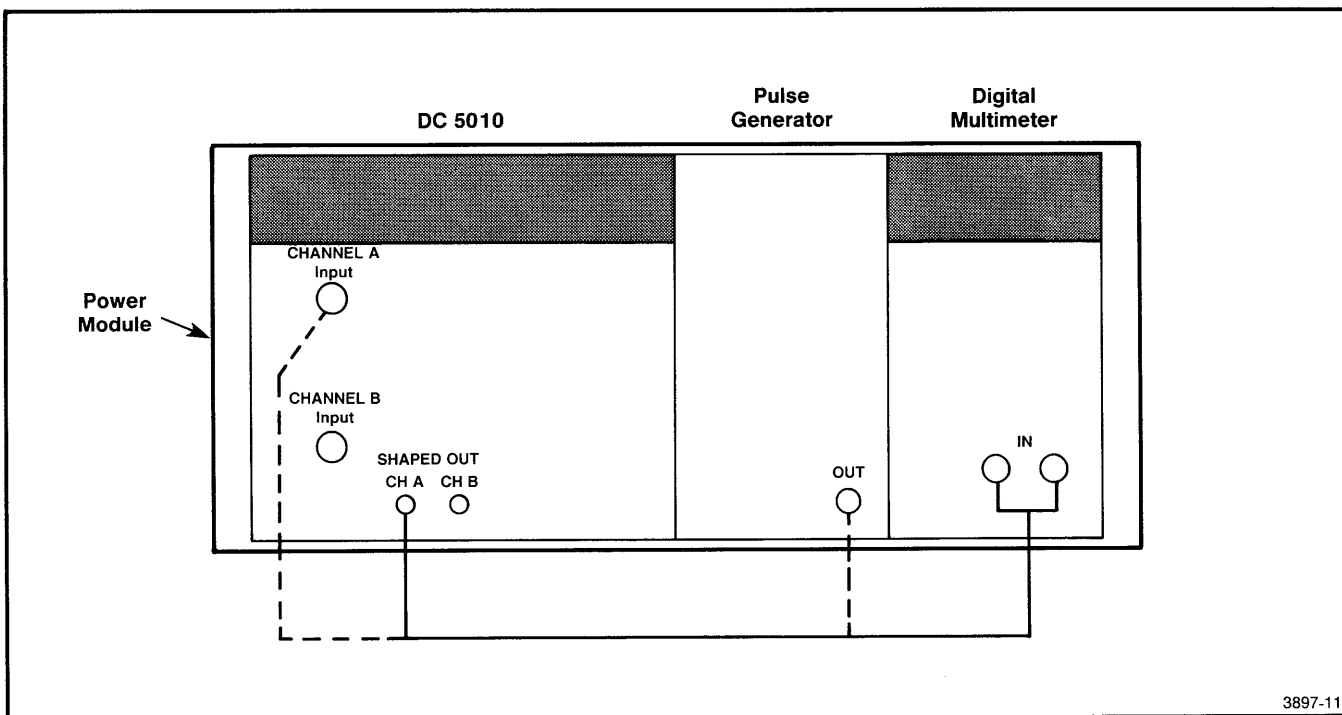


Fig. 4-1. Performance Check setup for step 3.

**Calibration—DC 5010
Performance Check Procedure**

h. Reconnect the accessory cable assembly to the digital multimeter input.

i. Press the ↑ (increment) button until the digital multimeter display just changes to a low readout. Press the ↓ (decrement) button until the digital multimeter display just changes to a high readout. Then press the DC 5010 AUTO TRIG button.

j. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates the same value as was noted on step 3-f, ± 40 mV.

k. Repeat steps a through k using CHANNEL B.

4. Check Input Impedance: 50 Ω, ± 3%; 1 MΩ, ± 1%

Refer to Fig. 4-2 performance check setup. Use the following control settings.

Digital Multimeter

Function-Range 2 MΩ

DC 5010

CHANNEL A and
CHANNEL B

ATTEN X1 (lighted)

TERM 1 mΩ (unlighted)

a. Connect a coaxial cable from the DC 5010 CHANNEL A input to the digital multimeter input using a bnc-to-banana adapter.

b. CHECK—that the digital multimeter display readout indicates between .9800 and 1.0200 (MΩ).

c. Press the DC 5010 CHANNEL A ATTEN X5 button (unlighted).

d. CHECK—that the digital multimeter display readout indicates between .9800 and 1.0200 (MΩ).

e. Change the digital multimeter Function-Range switch to 2 kΩ.

f. Press the DC 5010 CHANNEL A TERM 50 Ω button (lighted).

g. CHECK—that the digital multimeter display readout indicates between .0490 and .0510 (kΩ).

h. Press DC 5010 CHANNEL A ATTEN X1 button (lighted).

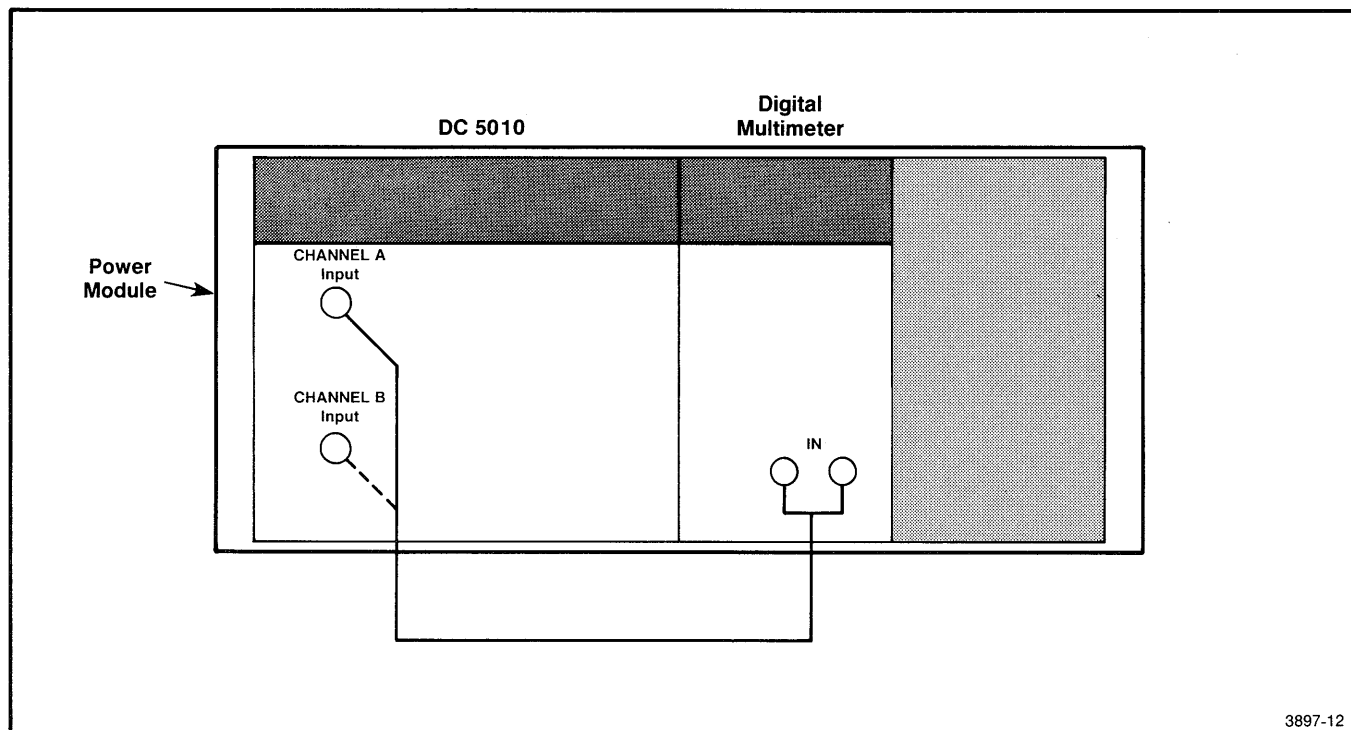


Fig. 4-2. Check setup for steps 4 and 7.

i. CHECK—that the digital multimeter display readout indicates between .0490 and .0510 (k Ω).

j. Move the cable connection from the DC 5010 CHANNEL A input to the CHANNEL B input.

k. Change the digital multimeter Function-Range switch to 2 M Ω .

l. CHECK—that the digital multimeter display readout indicates between .9800 and 1.0200 (M Ω).

m. Press the DC 5010 CHANNEL B ATTEN X5 button (unlighted).

n. CHECK—that the digital multimeter display readout indicates between .9800 and 1.0200 (M Ω).

o. Change the digital multimeter Function-Range switch to 2 k Ω .

p. Press the DC 5010 CHANNEL B TERM 50 Ω button (lighted).

q. CHECK—that the digital multimeter display readout indicates between .0490 and .0510 (k Ω).

r. Press the DC 5010 CHANNEL B ATTEN X1 button (lighted).

s. CHECK—that the digital multimeter display readout indicates between .0490 and .0510 (k Ω).

5. Check the Arming Input Pulse Response
 ≥ 100 ns ($V_H \geq 2.4$ V, $V_L \leq 0.4$ V)

Refer to Fig. 4-3, performance check setup. Use the following control settings.

Pulse Generator

Pulse Duration	Squarewave
Period	.1 μ s
Back Term	(in)

Sinewave Generator

Frequency Range (MHz)	50-100
Output Amplitude	1.25 V

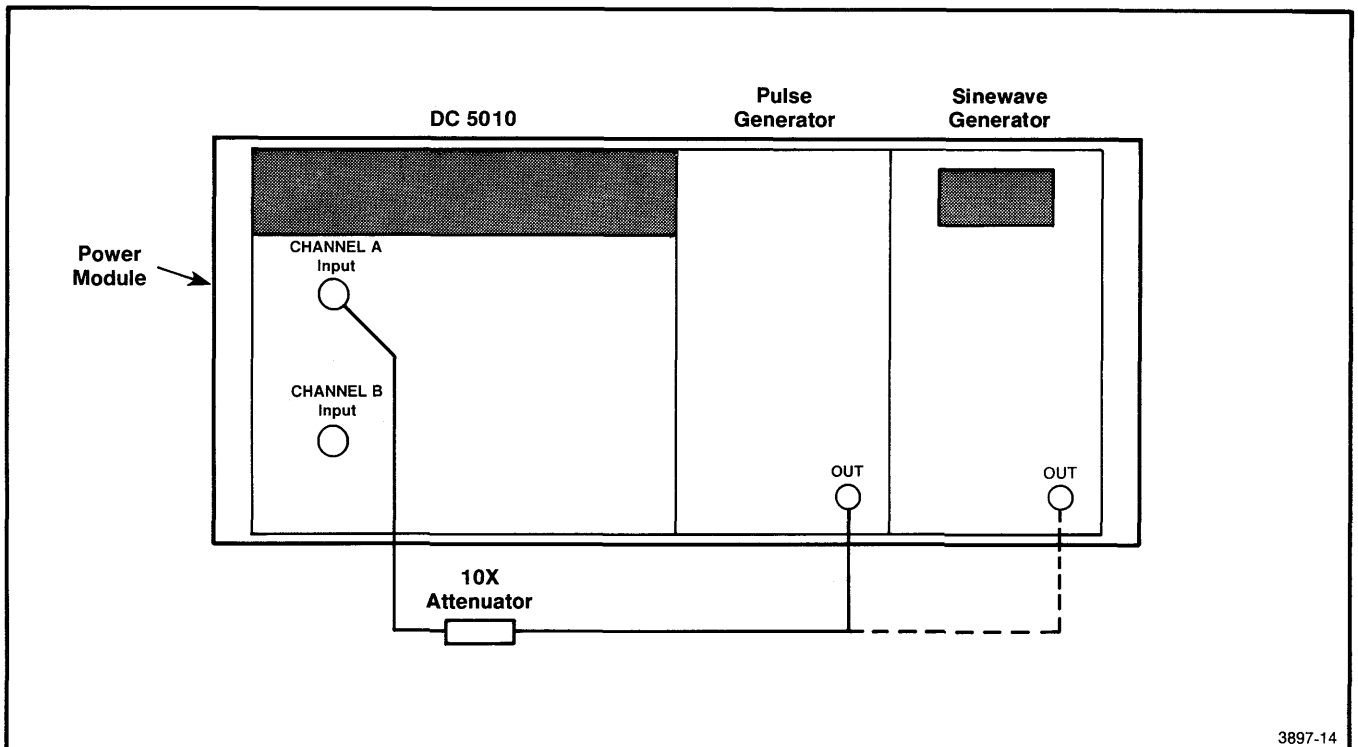


Fig. 4-3. Performance Check setup for steps 5 and 14.

**Calibration—DC 5010
Performance Check Procedure**

DC 5010

PERIOD A	(lighted)
CHANNEL A and CHANNEL B	
ATTEN	X1 (lighted)
TERM	50 Ω (lighted)

a. Connect a coaxial cable from the pulse generator output to the DC 5010 CHANNEL A input. Do not use the X10 attenuator for this test.

b. Adjust the pulse generator Period Variable control until the DC 5010 display readout indicates about 200 (ns).

c. Adjust the high level on the pulse generator for 2.5 V.

d. With the pulse generator High Level control set, adjust the Low Level control to ≤ 4 V.

e. Remove the DC 5010 CHANNEL A input connection and connect the sinewave generator output to the CHANNEL A input.

f. Set the DC 5010 to Freq A mode.

g. Adjust the sinewave generator Frequency Variable control until the DC 5010 display readout indicates approximately 75.0XXXX MHz (the last four digits can vary due to source instability).

h. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, then connect the pulse generator output to the ARM IN, using a "shaped out" cable.

i. CHECK—that the DC 5010 display still indicates approximately 75.0XXXX MHz (the last four digits can vary due to source instability) with the display GATE light blinking.

j. Disconnect the cable that runs from the pulse generator to the counter arming input at the pulse generator end. At that end of the cable, connect a 50 Ω terminator (that will pull the arming input down to a TTL low, and hence should disable the counter).

k. CHECK—that the DC 5010 readout stops changing values and the display GATE light is not blinking (but may be lighted).

6. Check Input Capacitance: 23 pF, $\pm 10\%$

Refer to Fig. 4-4, performance check setup. Use the following control settings.

Function Generator

Frequency Hz	2
Multiplier	10 ²
Function	(sine)
Offset	(midrange)
Output	(cw)

DC 5010

CHANNEL A and CHANNEL B	
TERM	1 M Ω (unlighted)
SLOPE	+ (unlighted)
ATTEN	X1 (lighted)
COUPL	DC (unlighted)
FREQ A	(lighted)
FILTER (20 MHz)	(lighted)

a. Connect the 20 pF normalizer with a 50 Ω terminator and 5X attenuator from the DC 5010 CHANNEL A input through a coaxial cable to the function generator output.

b. Press the DC 5010 LEVEL CH A button.

c. Adjust the DC 5010 Channel A triggering level using the \uparrow (increment) button until the GATE annunciator light (on the display) just stops blinking.

d. Note the DC 5010 display readout (peak input voltage).

e. Change the function generator Multiplier switch to 10⁵.

f. Adjust the DC 5010 Channel A triggering level using the ↑ (increment) and ↓ (decrement) buttons until the GATE annunciator light (on the display) just starts or stops blinking (the new level should be lower.)

g. Note the DC 5010 display readout (peak input voltage).

h. Divide the readout on step 6d by the readout on step 6g.

i. CHECK—that the ratio between the two readings is between 1.03 and 1.13 (ratio of input capacitance value to the 20 pF normalization).

j. Press the DC 5010 LEVEL CH A button (to turn it off—unlighted).

k. Remove the DC 5010 CHANNEL A input connection and connect it to the CHANNEL B input. Change the function generator Multiplier switch to 10^2 .

l. Connect a cable from the CHANNEL B shaped out to the CHANNEL A input

m. Press Auto Trig, to trigger both channels.

NOTE

Step l and m allow the A Channel to tell us whether or not the B Channel is triggering.

n. Press the DC 5010 LEVEL CH B button.

o. Adjust the DC 5010 Channel B triggering level using the ↑ (increment) button until the GATE light (on the display) just stops blinking.

p. Note the DC-5010 display readout (peak input voltage).

q. Change the function generator Multiplier switch to 10^5 .

r. Adjust the DC 5010 Channel B triggering level using the ↑ (increment) and ↓ (decrement) buttons until the GATE light just starts or stops blinking.

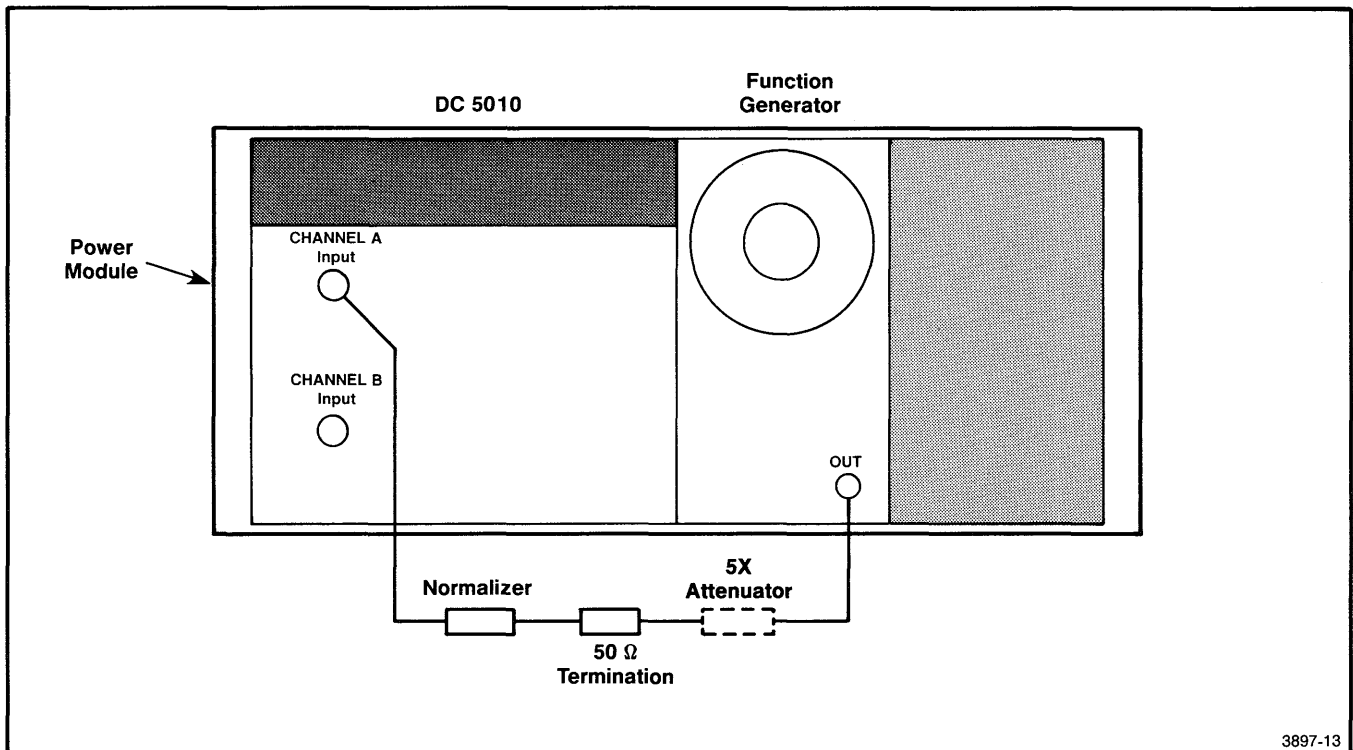


Fig. 4-4. Performance Check setup for step 6.

**Calibration—DC 5010
Performance Check Procedure**

s. Note the DC 5010 display readout (peak input voltage).

t. Divide the readout on step 6p by the readout on step 6s.

u. CHECK—that the ratio between the two readings is between 1.03 and 1.13 (ratio of input capacitance to the 20 pF normalization).

7. Check RISE/FALL Input Impedance: 50 Ω , $\pm 3\%$, 1 M Ω , 500 k Ω , $\pm 2\%$ (60 MHz sinewave at high level)

Refer to Fig. 4-2, performance check setup.

a. Set the digital multimeter Function Range switch to 2 k Ω .

b. Press the DC 5010 CHANNEL A ATTEN X1 button (lighted) and the 50 Ω button (lighted), and press to light the RISE/FALL A button.

c. CHECK—that the digital multimeter display readout indicates between .0490 and .0510.

d. Press both DC 5010 CHANNEL A and B TERM 1 M Ω buttons (unlighted).

e. Change the digital multimeter Function-Range switch to 2000 k Ω .

f. CHECK—that the digital multimeter display readout indicates between .4900 and .5100 (k Ω).

8. Check the Input Sensitivity: X1 Attenuation, DC and AC Coupled; 50 Ω , ≤ 70 mV p-p

Refer to Fig. 4-5, performance check setup. Use the following control settings.

Sinewave Generator

Frequency MHz	350
Range	LOW
Amplitude	0.70

DC 5010

FREQ A	(lighted)
CHANNEL A and B	
COUPL	DC (unlighted)
TERM	50 Ω (lighted)
SLOPE	+ (unlighted)
ATTEN	X1 (lighted)

a. Connect a coaxial cable with a 10X attenuator from the sinewave generator output to the DC 5010 CHANNEL A input.

b. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, LEVEL CH A button, and the DISPLAY-TEST button.

c. Press the DC 5010 \uparrow (increment) or \downarrow (decrement) buttons to adjust the trigger level for a stable display readout.

d. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 350.00XXXX (the last four digits can vary due to source instability).

e. Move the DC 5010 CHANNEL A input connection to the CHANNEL B input.

f. Connect the 1 MHz frequency standard to the DC 5010 CHANNEL A input and press the RATIO B/A button (lighted).

g. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, LEVEL CH B button, and the DISPLAY-TEST button.

h. Press the DC 5010 \uparrow (increment) or \downarrow (decrement) buttons to adjust the trigger level for a stable display readout.

i. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 350.00XXX (the last three digits can vary due to source instability).

9. Check the Input Sensitivity: X5 Attenuation, DC and AC Coupled; 50 Ω ≤ 350 mV p-p

Refer to Fig. 4-5, performance check setup. Use the following control settings.

Sinewave Generator	
Frequency MHz	350
Range	Low
Amplitude	3.5
DC 5010	
FREQ A	(lighted)
CHANNEL A and B	
TERM	50 Ω (lighted)
ATTEN	X5 (unlighted)

a. Connect a coaxial cable with a 10X attenuator from the sinewave generator output to the DC 5010 CHANNEL A input.

b. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, LEVEL CH A button, and the DISPLAY-TEST button.

c. Press the DC 5010 ↑ (increment) or ↓ (decrement) buttons to adjust the trigger level for a stable display readout.

d. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 350.00XXXX (the last four digits can vary due to source instability).

e. Move the DC 5010 CHANNEL A input connection to the CHANNEL B input.

f. Connect the 1 MHz frequency standard to the DC 5010 CHANNEL A input and press the RATIO B/A button (lighted).

g. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, LEVEL CH B button, and the DISPLAY-TEST button.

h. Press the DC 5010 ↑ (increment) or ↓ (decrement) buttons to adjust the trigger level for a stable display readout.

i. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 350.00XXX (the last three digits can vary due to source instability).

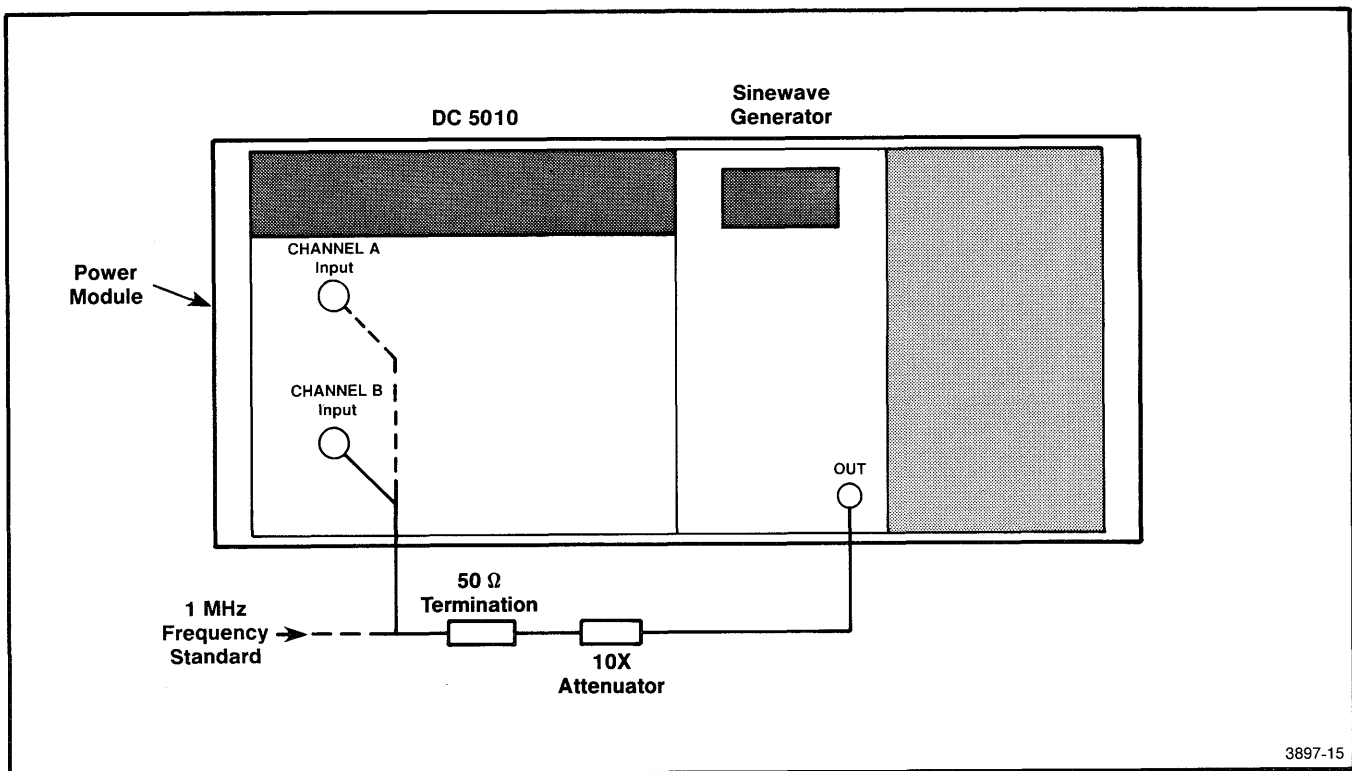


Fig. 4-5. Performance Check setup for steps 8, 9, 10, 11, 12, and 13.

**Calibration—DC 5010
Performance Check Procedure**

10. Check Input Sensitivity: X1 Attenuation, DC and AC Coupled; 1 M Ω , \leq 120 mV p-p at \leq 300 MHz

Refer to Fig. 4-5, performance check setup. Use the following control settings.

Sinewave Generator	
Frequency MHz	300
Amplitude	\approx 120 mV
DC 5010	
CHANNEL A and B	
TERM	1 M Ω (unlighted)
ATTEN	X1 (lighted)

- a. Remove the DC 5010 CHANNEL B input connection and attach a 50 Ω termination to the end of the coaxial cable. Reconnect this cable with the termination and 10 \times attenuator to the CHANNEL B input.
- b. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, LEVEL CH B button, and the DISPLAY-TEST button.
- c. Press the DC 5010 \uparrow (increment) or \downarrow (decrement) button to adjust the trigger level for a stable display readout.
- d. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 300.0XXXX (the last four digits can vary due to source instability).
- e. Remove the 1 MHz frequency standard from the DC 5010 CHANNEL A input.
- f. Move the DC 5010 CHANNEL B input connection to the CHANNEL A input.
- g. Press to light the DC 5010 FREQ A button, AUTO TRIG button, LEVEL CH A button, and the DISPLAY-TEST button.
- h. Press the DC 5010 \uparrow (increment) or \downarrow (decrement) button to adjust the trigger level for a stable display readout.
- i. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 300.00XXXX (the last four digits can vary due to source instability).
- j. Remove the cable connections.

11. Check Input Sensitivity: X5 Attenuation, DC and AC coupled; 1 M Ω , \leq 350 mV p-p at \leq 200 MHz

Refer to Fig. 4-5, performance check setup. Use the following control settings.

Sinewave Generator	
Frequency Range	100-250
Frequency Variable	200
Amplitude Multiplier	X1
Output Amplitude	3.5
DC 5010	
RATIO B/A	(lighted)
ATTEN	X5

- a. Connect the 1 MHz frequency standard to the DC 5010 CHANNEL A input.
- b. Connect a coaxial cable with a 10 \times attenuation and 50 Ω termination from the sinewave generator output to the DC 5010 CHANNEL B input.
- c. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, LEVEL CH B button, and the DISPLAY-TEST button.
- d. Press the DC 5010 \uparrow (increment) or \downarrow (decrement) button to adjust the trigger level for a stable display readout.
- e. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 200.00XXX (the last three digits can vary due to source instability).
- f. Press to light the DC 5010 FREQ A button.
- g. Remove the 1 MHz frequency standard from the DC 5010 CHANNEL A input.
- h. Move the DC 5010 CHANNEL B input connection to the CHANNEL A input.
- i. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, LEVEL CH A button, and the DISPLAY-TEST button.
- j. Press the DC 5010 \uparrow (increment) or \downarrow (decrement) button to adjust the trigger level for a stable display readout.
- k. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 200.00XXXX (the last four digits can vary due to source instability).

12. Check Input Sensitivity: X1 Attenuation, DC and AC coupled; 1 MΩ, ≤70 mV p-p at ≤200 MHz

Refer to Fig. 4-5, performance check setup. Use the following control settings.

Sinewave Generator

Frequency Range	100-250
Frequency Variable	200
Amplitude Multiplier	X1
Output Amplitude	0.70

DC 5010

RATIO B/A (lighted)

a. Connect the 1 MHz frequency standard to the DC 5010 CHANNEL A input.

b. Connect a coaxial cable with a 10× attenuation and 50 Ω termination from the sinewave generator Output to the DC 5010 CHANNEL B input.

c. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, LEVEL CH B button, and the DISPLAY-TEST button.

d. Press the DC 5010 ↑ (increment) or ↓ (decrement) button to adjust the trigger level for a stable display readout.

e. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 200.00XXX (the last three digits can vary due to source instability).

f. Press to light the DC 5010 FREQ A button.

g. Remove the 1 MHz frequency standard from the DC 5010 CHANNEL A input.

h. Move the DC 5010 CHANNEL B input connection to the CHANNEL A input.

i. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, LEVEL CH A button, and the DISPLAY-TEST button.

j. Press the DC 5010 ↑ (increment) or ↓ (decrement) button to adjust the trigger level for a stable display readout.

k. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 200.00XXXX (the last four digits can vary due to source instability).

13. Check Input Sensitivity: X5 Attenuation, DC and AC Coupled: 1 MΩ, ≤594 mV p-p at ≤300 MHz

Refer to Fig. 4-5 performance check setup. Use the following control settings.

Sinewave Generator

Frequency MHz	300
Amplitude	≈594 mV p-p

DC 5010

CHANNEL A and B	
TERM	1 MΩ (unlighted)
ATTEN	X5 (unlighted)

a. Remove the DC 5010 CHANNEL B input connection and insert a 50 Ω termination to the coaxial cable. Reconnect this cable to the CHANNEL B input.

b. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, LEVEL CH B button, and the DISPLAY-TEST button.

c. Press the DC 5010 ↑ (increment) or ↓ (decrement) button to adjust the trigger level for a stable display readout.

d. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 300.00XXX (the last three digits can vary due to source instability).

e. Remove the 1 MHz frequency standard from the DC 5010 CHANNEL A input.

f. Move the DC 5010 CHANNEL B input connection to the CHANNEL A input.

g. Press to light the DC 5010 FREQ A button, AUTO TRIG button, LEVEL CH A button, and the DISPLAY-TEST button.

h. Press the DC 5010 ↑ (increment) or ↓ (decrement) button to adjust the trigger level for a stable display readout.

i. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 300.00XXXX (the last four digits can vary due to source instability).

j. Remove the cable connections.

**Calibration—DC 5010
Performance Check Procedure**

14. Check Width A: Range ≤ 4 ns; Minimum Time Stop Edge To Start Edge, ≤ 8.5 ns

Refer to Fig. 4-3 (using sinewave generator only), performance check setup. Use the following control settings.

Sinewave Generator

Frequency	50 MHz
Output Amplitude	2.5 V p-p
Amplitude Multiplier	X1

DC 5010

CHANNEL A and B	
ATTEN	X1 (lighted)
TERM	50 Ω (lighted)
FREQ A	(lighted)

a. Connect a coaxial cable from the sinewave generator output to the DC 5010 CHANNEL A input. Do not use the attenuator shown in Fig. 4-3.

b. Press to light the LEVEL CH A button, and use \uparrow (increment) to set the CH A trigger level to .920 volts.

c. Press to light the DC 5010 WIDTH A button.

d. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates between 2.000 and 6.000 (ns).

15. Check EVENTS B DUR A Minimum Pulse Width, ≤ 4.0 ns and ≤ 8.5 ns

Check Delay Mismatch: Int, ≤ 2 ns

Check Minimum TIME B \rightarrow A, ≤ 12.5 ns

Refer to Fig. 4-6, performance check setup. Use the following control settings.

Pulse Generator

Pulse Period	.1 μ s
Pulse Duration	≤ 2 ns
Low Level	0 V
High Level	3 V
Back Term	(out)

DC 5010

Time A \rightarrow B	(lighted)
CHANNEL A and CHANNEL B	
ATTEN	X1 (lighted)
TERM	50 Ω (lighted)
SLOPE	+ (unlighted)

EVENTS B DUR A check:

a. Connect a coaxial cable from the pulse generator output to one connector of a 50 Ω power divider (using the GR-to-bnc adapter).

b. Connect an 18-inch coaxial cable from another power divider connector to the DC 5010 CHANNEL A input (using the GR-to-bnc adapter).

NOTE

In this and other steps calling for exact lengths, it is important to use the lengths called for.

c. Connect a 42-inch coaxial cable from the other power divider connector to the DC 5010 CHANNEL B input (using the GR-to-bnc adapter).

d. Press the DC 5010 AUTO TRIG button, then press to light the NULL button.

e. Press the DC 5010 CHANNEL B — SLOPE button (lighted).

f. Adjust the pulse generator Duration Variable control until the DC 5010 display readout indicates between 3.95 ns and 4.05 ns.

g. Remove the DC 5010 CHANNEL B input cable and terminate this cable end with a 50 Ω terminator.

h. Set the sinewave generator for 300 MHz at approximately 150 mV, and connect the generator output to the DC 5010 CHANNEL B input.

i. Change the pulse generator Pulse Period to 10 ns range (pulse width setting remains at 4.0 ns).

- j. Press to light the DC 5010 FREQ A button.
- k. Adjust the pulse generator Period Variable until the DC 5010 display readout indicates 50.XXX MHz (the last three digits can vary due to source instability).
- l. Press to light the DC 5010 EVENTS B DUR A button, then press the AUTO TRIG button.
- m. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates between 2.10 and 3.30.

p. Replace the 18-inch coaxial cable (from the DC 5010 CHANNEL A input to the power divider) with a dual bnc male connector.

q. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates approximately 2.5 ns. Note this reading.

r. Replace the 42-inch coaxial cable (from the DC 5010 CHANNEL B input to the power divider) with the 18-inch cable that was removed in Step 15-p.

s. Press to light the DC 5010 TIME A → B button.

t. CHECK—that the DC 5010 display indication, minus (–) the readout noted in step 15-q, is 0.0 ± 2 ns.

Delay Mismatch Check:

n. Disconnect sinewave generator from CHANNEL B and reconnect the 42-inch cable from the power splitter to CHANNEL B, after having removed its 50 Ω terminator.

o. Press to light the DC 5010 TIME A → B button, then press the NULL button (lighted).

Minimum Time B → A Check:

u. Press to light the DC 5010 FREQ A button.

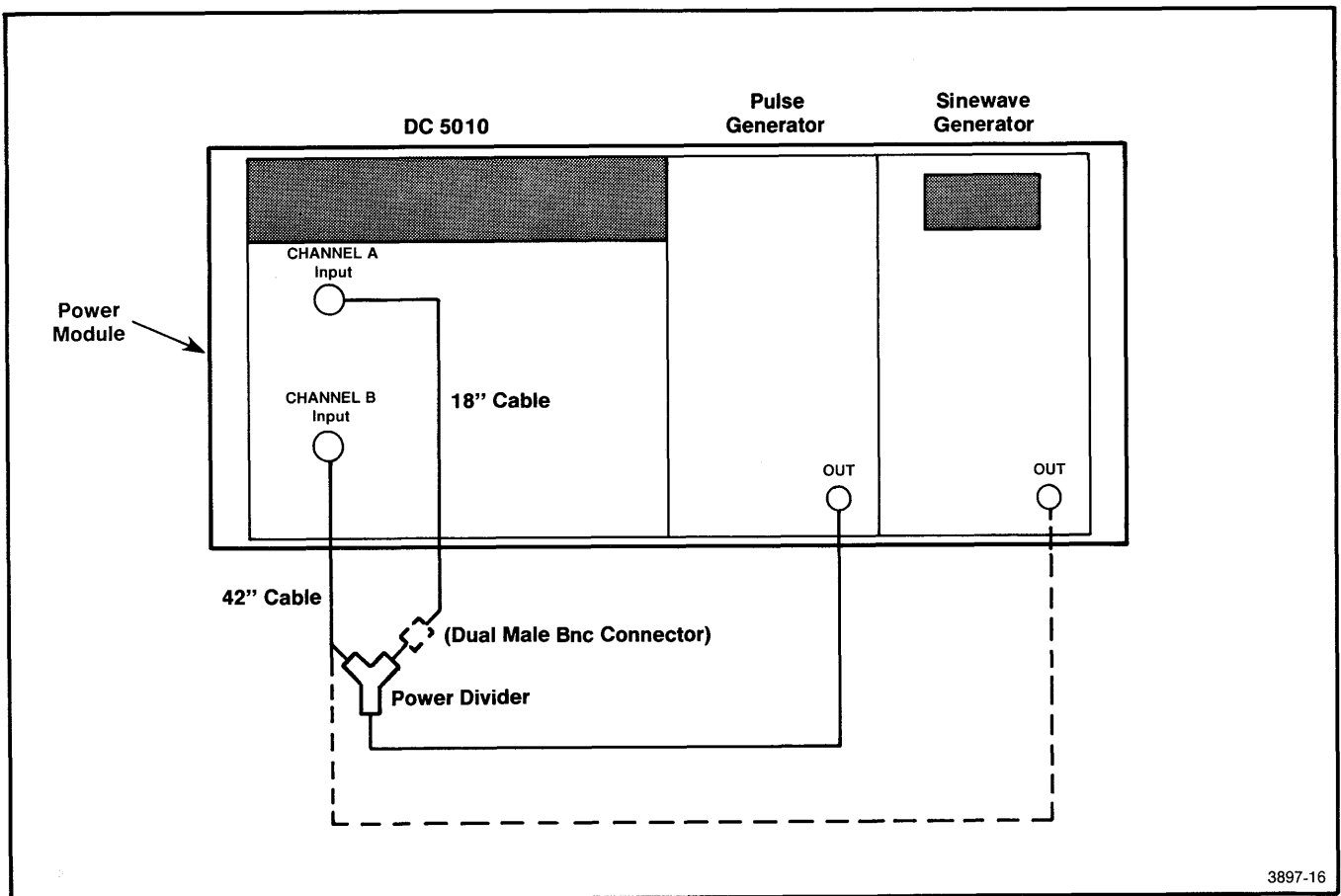


Fig. 4-6. Performance Check setup for step 15.

**Calibration—DC 5010
Performance Check Procedure**

v. Adjust the pulse generator Period Variable until the DC 5010 display readout indicates 67.XXX MHz (the last three digits can vary due to source instability).

w. Press to light the DC 5010 TIME A → B button.

x. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates between 0 and 6.0 ns.

d. Press the DC 5010 WIDTH A function button.

e. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates greater than 600.000 μ s and less than 1.3 ms.

f. Press the DC 5010 LEVEL CH A button.

g. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates between 2.000 and 3.250 V (50% voltage point; peak voltage equals 4 V to 6.5 V).

16. Check Probe Compensation

Use the following control settings.

DC 5010

CHANNEL A and
CHANNEL B

ATTEN

X5

TERM

1 M Ω (unlighted)

FREQ A

(lighted)

a. Connect a bnc-to-slide on cable assembly from the DC 5010 PROBE COMP output to the CHANNEL A input.

b. Press the DC 5010 AUTO TRIG button.

c. CHECK—that the DC 5010 display readout indicates between 70.0000 and 170.0000 Hz.

17. Check the GPIB Bus Through the Controller

Refer to Talker/Listener sample programs in the Operating instructions.

a. Connect the controller to the TM 5000 power module.

b. Run the sample program for your selected controller using settings and queries commands.

c. CHECK—the DC 5010 display readout and front-panel lighted buttons for returned query data.

This completes the Performance Check.

ADJUSTMENT PROCEDURE

Introduction

Use this Adjustment Procedure to restore the DC 5010 to original performance requirements. This Adjustment Procedure need not be performed unless the instrument fails to meet the Performance Requirements of the Electrical Characteristics listed in the Specification section. If the instrument has undergone repairs, the Adjustment Procedure is recommended. Allow thirty minutes warmup time for operation to specified accuracy (sixty minutes after storage in a high humidity environment).

Satisfactory completion of all adjustment steps in this procedure assures that the instrument will meet the Performance Requirements, providing the instrument is functioning properly.

Test Equipment Required

The test equipment (or equivalent) listed in Table 4-1 is required for adjustment of the DC 5010. Specifications given for the test equipment are the minimum necessary for accurate adjustment. All test equipment is assumed to be correctly calibrated and operating within specifications.

If other test equipment is substituted, calibration setup may need to be altered to meet the requirements of the equipment used.

PRELIMINARY CONTROL SETTINGS

DC 5010

FREQ A	(lighted)
CHANNEL A and CHANNEL B	
ATTEN	X1 (lighted)
SLOPE	+ (unlighted)
COUPL	DC (unlighted)
TERM	50 Ω (lighted)
AVGS	10 ⁶

Preparation

Access to the internal adjustments is achieved most easily when the DC 5010 is connected to the power module with a flexible plug-in extender. Remove the top and side covers of the DC 5010 to reach the adjustments and checks on the Auxiliary, Digital, and Analog boards. Refer to the Adjustment Locations and Setups in the pullout pages at the rear of this manual.

NOTE

Make adjustments at an ambient temperature between +20° C and +30° C.

1. Check the Digital Board +12 V Accuracy ($\pm 2\%$)

a. Set the digital multimeter Function-Range switch to 20 Vdc and connect the Low test lead to the DC 5010 chassis ground. Connect the Volts/ Ω test lead to the Digital board +12 test point.

b. Check that the digital multimeter readout indicates between 11.40 and 12.60 (volts).

2. Check the Digital Board -12.2 V Accuracy ($\pm 2\%$)

a. Remove the Volts/ Ω test lead from the +12 test point and connect it to the -12 test point (Digital board).

b. Check that the digital multimeter readout indicates between -11.40 and -12.60 (volts).

3. Check the Digital Board +5 V Accuracy ($\pm 2\%$)

a. Remove the digital multimeter Volts/ Ω test lead from the -12 test point and connect it to the +5 test point (Digital board).

b. Check that the digital multimeter readout indicates between +4.90 and +5.10 (volts).

c. Remove the Volts/ Ω test lead from the +5 test point.

4. Check the Digital Board +2.5 V (V ref) Accuracy ($\pm 1\%$)

a. Connect the digital multimeter Volts/ Ω test lead to the Digital board Vref test point.

b. Check that the digital multimeter readout indicates between 2.475 and 2.525 (volts).

**Calibration—DC 5010
Adjustment Procedure**

5. Check the Analog Board +5 V Accuracy ($\pm 2\%$)

- a. Remove the digital multimeter Volts/ Ω test lead from the Vref test point and connect it to the +5 test point (Analog board).
- b. Check that the digital multimeter readout indicates between 4.90 and 5.150 (volts).

6. Check the Analog Board +12 V Accuracy ($\pm 2\%$)

- a. Remove the digital multimeter Volts/ Ω test lead from the +5 test point and connect to the +12 test point (Analog board).
- b. Check that the digital multimeter readout indicates between 11.76 and 12.24 (volts).

7. Check the Analog Board -5 V Accuracy ($\pm 5\%$)

- a. Remove the digital multimeter Volts/ Ω test lead from the +12 test point and connect it to the -5 test point (Analog board).
- b. Check that the digital multimeter readout indicates between -4.75 and -5.25 (volts).
- c. Remove the test lead connections.

8. Adjust the Standard Timebase Accuracy, C1521, Osc Adj

- a. Connect a coaxial cable from the 1 MHz Frequency Standard to the DC 5010 CHANNEL A input.
- b. Press the DC 5010 AUTO TRIG button.
- c. ADJUST—C1521 (through a hole in the back plate) until the DC 5010 readout indicates between 999.99990 and 1.0000005 MHz.

NOTE

This sets the DC 5010 oscillator within one part in 10^7 . It will take approximately one second for the display to update.

9. Adjust the Optional Timebase Accuracy, Y1530

NOTE

The Option 01 Timebase adjustment is made through an access hole in the back of the oven timebase. Y1530 is located on the back side of the Auxiliary board.

- a. Connect a coaxial cable from the 1 MHz Frequency Standard to the DC 5010 CHANNEL A input.
- b. Set the DC 5010 LEVEL CH A for a stable display readout.
- c. ADJUST—Y1530 until the DC 5010 display readout indicates 1.0000000 MHz.
- d. Press to light the PERIOD A button.
- e. ADJUST—Y1530 until the DC 5010 display readout indicates between 999.99998 and 999.99999.
- f. Remove the cable connections from the DC 5010.

10. Adjust R1205, A Off, and R1207, B Off

Refer to Fig. 8-3, adjustment setup, in the pullout pages. Use the following control settings.

DC 5010

CHANNEL A and CHANNEL B	
TERM	1 M Ω (unlighted)
SLOPE	+ (unlighted)
ATTEN	X1 (lighted)
COUPL	AC (unlighted)
FREQ A	(lighted)

Digital Multimeter

Function-Range 2 V

Pulse Generator

Output low level	(cw)
Output high level	(cw)
Pulse Period	Ext Duration
Pulse Duration	Ext

- a. Connect the interconnecting cable from the DC 5010 CH A SHAPED OUT to the digital multimeter input using an rf connector-to-banana adapter.

b. Set the DC 5010 LEVEL CH A to display 0 V.

c. ADJUST—R1205 counterclockwise to the point where the digital multimeter display readout changes from approximately 0 V to approximately .2 V.

d. Move the DC 5010 CH A SHAPED OUT connection to the CH B SHAPED OUT.

e. Set the DC 5010 LEVEL CH B to display 0 V.

f. ADJUST—R1207 counterclockwise to the point where the digital multimeter display readout changes from approximately 0 V to approximately .2 V.

g. Disconnect the digital multimeter cable connection.

11. Adjust R1206, B Rng, and R1204, A Rng

Refer to Fig. 8-3, adjustment setup, in the pullout pages.

a. Connect a coaxial cable with 50 Ω termination from the pulse generator output to the digital multimeter input connectors using a bnc-to-banana adapter.

b. Set the DC 5010 CHANNEL A and B COUPL for DC.

c. Adjust the pulse generator Low and High level controls until the display readout (digital multimeter) indicates between 1.900 and 2.000 volts. Note this reading.

d. Move the coaxial cable with the 50 Ω termination from the digital multimeter input to the DC 5010 CHANNEL B input.

e. Reconnect the cable from the DC 5010 CH B SHAPED OUT to the digital multimeter input connectors.

f. Set the DC 5010 LEVEL CH B to display the reading obtained in step 11c (within 4 mV).

g. ADJUST—R1206 to the point where the digital multimeter display readout changes from approximately 0 V to approximately .2 V.

h. Move the coaxial cable with 50 Ω termination from the DC 5010 CHANNEL B input to the CHANNEL A input.

i. Set the DC 5010 LEVEL CH A to display the reading obtained in step 11c (within 4 mV).

j. ADJUST—R1204 to the point where the digital multimeter display readout changes from approximately 0 V to approximately .2 V.

12. Adjust AT1505 (Channel A) and AT1533 (Channel B), Attenuator Compensation

Refer to Fig. 8-4, adjustment setup, in the pullout pages. Use the following control settings.

DC 5010

CHANNEL A and
CHANNEL B

TERM	1 M Ω (unlighted)
SLOPE	+ (unlighted)
ATTEN	X5 (unlighted)
COUPL	AC (lighted)
PROBE COMP	(lighted)
FILTER	(lighted)

Function Generator

Frequency Hz	1
Multiplier	10 ³
Function	Squarewave
Offset	(midrange)
Output	5 V p-to-p (Amplitude)

a. Connect a 50 Ω terminator and X2 attenuator from the function generator output through a coaxial cable to the DC 5010 CHANNEL A input.

b. Press the DC 5010 PROBE COMP button.

c. ADJUST—the lower adjustment on AT1505 until the digit on the far left side of the DC 5010 display just changes from a steady 1 to a 0. The Channel A X5 attenuation is now compensated.

d. Move the DC 5010 CHANNEL A input connection to the CHANNEL B input and again press the PROBE COMP button.

**Calibration—DC 5010
Adjustment Procedure**

e. ADJUST—the lower adjustment on AT1533 until the DC 5010 digit on the far right side of the display just changes from a steady 1 to a 0. The Channel B X5 attenuation is now compensated.

f. Remove all cable connections.

13. Adjust AT1505 (Channel A) and AT1533 (Channel B), Attenuator Input Capacitance.

Function Generator

Output cw (max amplitude)

a. Compensate a X5 test probe to the DC 5010 CHANNEL A input and set for X1 attenuation. Refer to Probe Compensation in the Operating Instructions of this manual.

b. After the probe has been properly compensated, connect the probe tip to the function generator output using a probe tip-to-bnc connector.

c. Set the DC 5010 CHANNEL A ATTEN to X5 (lighted button) and press to light the PROBE COMP button.

d. ADJUST—the upper adjustment on AT1505, located on the Analog board, until the digit located on the far left side of the DC 5010 display just changes from a steady 1 to a 0. The X5 input capacitance is now equal to the X1 input capacitance.

e. Remove the test probe from the CHANNEL A input and the function generator. Then Compensate the probe (see step 13a) to the DC 5010 CHANNEL B X1 attenuator.

f. Reconnect the probe tip to the function generator output.

g. Set the DC 5010 CHANNEL B ATTEN to X5 (lighted) and press the PROBE COMP button.

h. ADJUST—the upper adjustment on AT1533, located on the Analog board until the digit on the far right side of the display just changes from a steady 1 to a 0. The Channel B X5 attenuation is now compensated.

14. Adjust R1142 and R1143, ECL Threshold Reference Level.

NOTE

This procedure should only be performed if U1000, U1001, U1011, U1022, or U1110 have been replaced.

DC 5010

CHANNEL A and CHANNEL B	
TERM	50 Ω
ATTEN	X1
SLOPE	+
COUPLING	DC

a. Pre-set both variable resistors to mid-range (R1142 & R1143).

NOTE

R1142 and R1143 are located on the Analog board (A12) at location 3-D.

b. Set the DC 5010 to TIME MAN.

c. Push MEASUREMENT START/STOP in.

d. ADJUST—R1142 until the instrument counts.

e. Connect a coaxial cable from the 1 MHz frequency standard output to the DC 5010 CHANNEL A input. Adjust for a 100 mV signal.

f. Go to FREQ A mode and push in AUTO TRIG.

g. Check that the instrument counts correctly. Note that R1143 may need adjustment for proper counting. Remove the coaxial cable.

h. Connect a coaxial cable and X10 attenuator from the Signal Generator (SG 504) to the CHANNEL A input.

i. Adjust the Signal Generator for a 350 MHz, 70 mV peak-to-peak signal.

j. ADJUST—R1143 clock-wise and counter-clockwise; noting the two extremes where the instrument still counts. Center R1143 between the extremes in that range.

k. Repeat the procedure of part j., except for R1142.

l. Go to RATIO B/A mode.

m. Move the coaxial cable to the CHANNEL B input.

n. Connect a coaxial cable from a second signal generator (SG 503) to the CHANNEL A input.

o. Adjust the signal generator for a 10 MHz, 1 V (RMS) signal, and push in AUTO TRIG.

p. ADJUST—R1143 (staying within the set range) to get a correct and stable readout display.

This completes the Adjustment Procedure.

MAINTENANCE

Static-Sensitive Components

CAUTION

Static discharge may damage semiconductor components in this instrument.

This instrument contains electrical components that are susceptible to damage from static discharge. See Table 5-1 for relative susceptibility of various classes of semiconductors. Static voltages of 1 kV to 30 kV are common in unprotected environments.

Observe the following precautions to avoid damage:

1. Minimize handling of static-sensitive components.
2. Transport and store static-sensitive components or assemblies in their original containers, on a metal rail, or on conductive foam. Label any package that contains static-sensitive assemblies or components.
3. Discharge the static voltage from your body by wearing a wrist strap while handling these components. Servicing static-sensitive assemblies or components should be performed only at a static-free work station by qualified service personnel.
4. Nothing capable of generating or holding a static charge should be allowed on the work station surface.
5. Keep the component leads shorted together whenever possible.
6. Pick up components by the body, never by the leads.
7. Do not slide the components over any surface.

8. Avoid handling components in areas that have a floor or work surface covering capable of generating a static charge.

9. Use a soldering iron that is connected to earth ground.

10. Use only special antistatic suction type or wick type desoldering tools.

Test Equipment

Before using any test equipment to make measurements on static-sensitive components or assemblies, be certain that any voltage or current supplied by the test equipment does not exceed the limits of the component to be tested.

**Table 5-1
RELATIVE SUSCEPTIBILITY
TO STATIC DISCHARGE DAMAGE**

Semiconductor Classes	Relative Susceptibility Levels ^a
MOS or CMOS microcircuits or discretes, or linear microcircuits with MOS inputs. (Most Sensitive)	1
ECL	2
Schottky signal diodes	3
Schottky TTL	4
High-frequency bipolar transistors	5
JFETs	6
Linear microcircuits	7
Low-power Schottky TTL	8
TTL (Least Sensitive)	9

^a Voltage equivalent for levels:

1 = 100 to 500 V 4 = 500 V 7 = 400 to 1000 V(est.)
 2 = 200 to 500 V 5 = 400 to 600 V 8 = 900 V
 3 = 250 V 6 = 600 to 800 V 9 = 1200 V

(Voltage discharged from a 100 pF capacitor through a resistance of 100 Ω.)

Circuit Board Removal and Replacement

Qualified service personnel will find the DC 5010 instrument cover and board removal quite simple using the following procedure. Refer to Fig. 5-1 and the Parts Location Grids in the pullout pages.

1. Remove the two side covers (four 1/4 turn fasteners).
2. Remove the top and back covers (may be easily removed as a single unit).
 - a. Remove the top cover screws (2).
 - b. Remove the back cover 3/16" hex. bullet connectors (2). Remove the screw that secures the GPIB board to the back cover.
 - c. Carefully pull the covers up and back to remove.
3. To remove the Digital board and GPIB board (removed as a single unit).
 - a. Repeat steps 1 and 2 above.
 - b. Remove the bottom cover screw that secures the Digital board.
 - c. Disconnect the connector, P1611 (J1611), from the Auxiliary board.
 - d. Carefully remove the Digital and interconnected GPIB boards.
4. To remove the GPIB board from the Digital board.
 - a. Remove the screws (2) that secure the GPIB board to the Digital board.
 - b. Separate the two boards taking care not to damage the interconnector pins.
5. To remove the Analog board or the Auxiliary board (these boards are interconnected and must be removed together).
 - a. Repeat steps 1 and 2 above.
 - b. Remove the 9/16" nuts (2) from the front-panel Channel A and B bnc input connectors.
 - c. Remove the bottom cover screws (2) securing both the Analog and Auxiliary boards.
 - d. Disconnect the two connectors, P1201 (J1201) and P1130 (J1130), from the Analog board.
 - e. Disconnect the connectors, P1500 (J1500) and P1611 (J1611), from the Auxiliary board.
 - f. Carefully pull the interconnected boards away from the connector (front panel back) using a gentle up and down rocking motion. Allow sufficient clearance for the input connectors through the front panel.
 - g. Gently pull the two boards apart, taking care not to damage the interface connector pins. Often it is easier to begin at one end of the board and separate the connectors one at a time.
6. To remove the Display board. (Use the following to access the seven-segment LEDs and annunciator LEDs)
 - a. Repeat steps 1 through 5 above.
 - b. Disconnect the single-pin connector, P1321.
 - c. Remove the screws (4) that secure the Display board to the front panel (back).
 - d. Carefully remove the Display board, pulling up and away from the bottom and lifting out.
7. To replace the circuit boards, reverse the above procedure.

NOTE

With the Analog board out of the instrument, the Channel A and B bnc connectors are subject to damage. Care should be taken to prevent breaking the bnc solder connection.

6. To remove the Display board. (Use the following to access the seven-segment LEDs and annunciator LEDs)

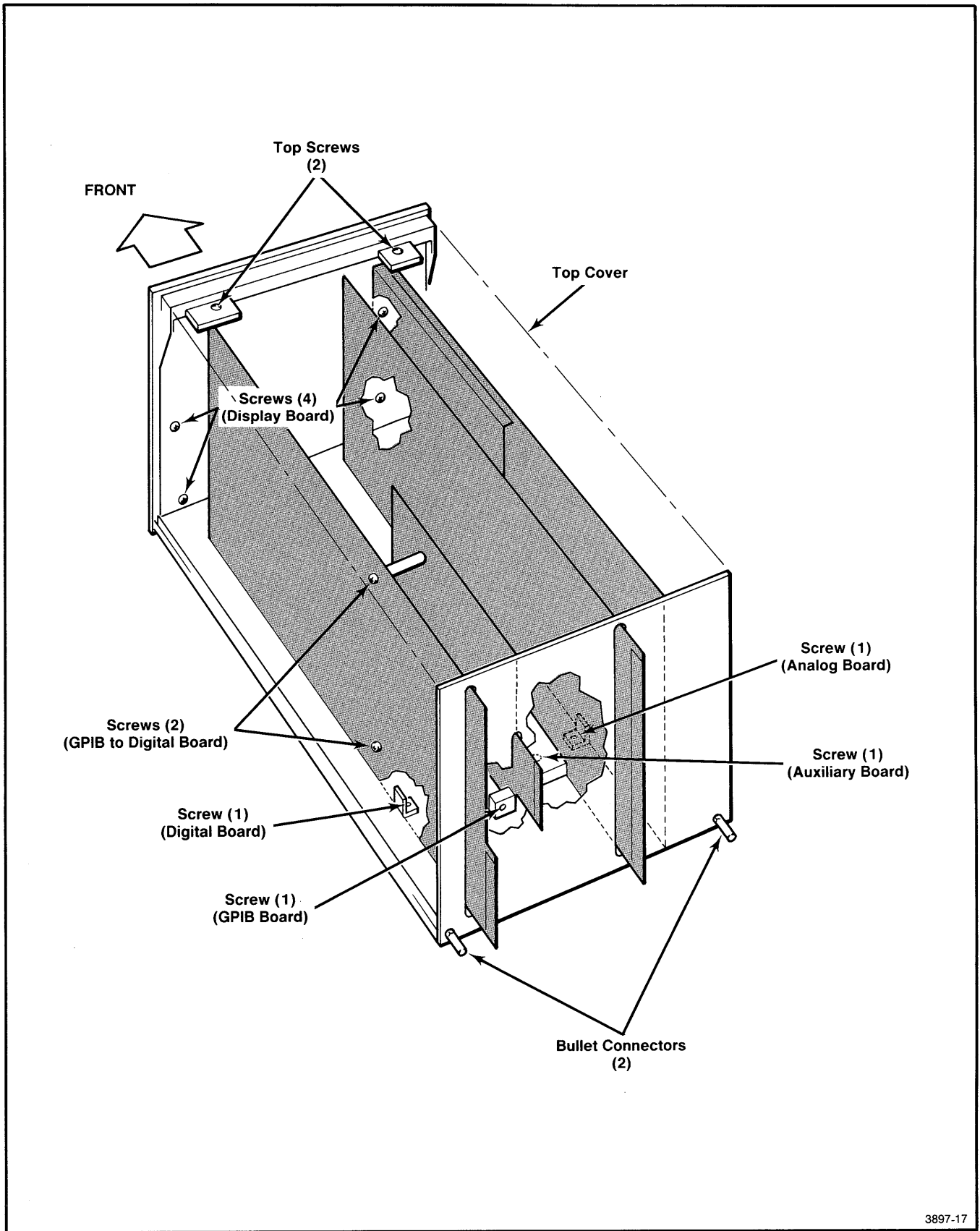
- a. Repeat steps 1 through 5 above.
- b. Disconnect the single-pin connector, P1321.
- c. Remove the screws (4) that secure the Display board to the front panel (back).
- d. Carefully remove the Display board, pulling up and away from the bottom and lifting out.

7. To replace the circuit boards, reverse the above procedure.

Magnetic Latch Relays

To prevent damage to these relays, do not remove them from the Analog circuit board unless absolutely necessary. If the relay contacts become noisy or the relay fails to operate, remove the relay from the circuit board. The relays may be individually removed. Remove the two relay hold down screws located on the rear of the Analog board and carefully remove the relay.

Clean the circuit board contacts with a small brush and isopropyl alcohol. Do not use any solvent that may attack polycarbonates such as hydrocarbon chlorides, ketones, esters, etc. Do not use a cotton swab as small cotton filaments may remain on the contact area.



3897-17

Fig. 5-1. Circuit boards removal and replacement.

Clean the contact fingers on the relay armature by lightly brushing the contacts with a brush dipped in isopropyl alcohol.

To remove the relay armature from the relay, obtain a wire or tool with a diameter less than 0.040 inch, such as a paper clip. Before removing the armature, mark the orientation of the armature to the housing. Orientation is important for proper operation. Place the tool in the slot on the side of the housing and gently lift the relay armature. (See Fig. 5-2.)

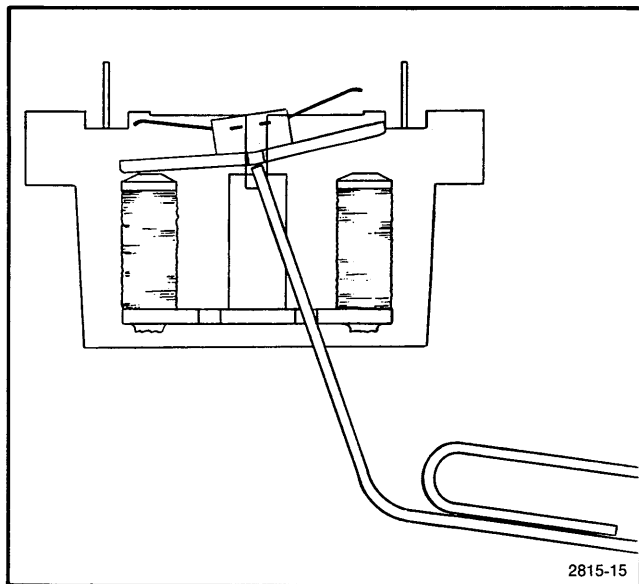


Fig. 5-2. Method of removing magnetic latch relay armature.

Clean the interior of the relay, around the pole pieces, with isopropyl alcohol. The interior of the relay must be completely dry before reinstalling the armature. Use air to dry excess alcohol from the housing.

NOTE

Do not spray contact cleaners of any type on the relays or the board contacts. Any foreign material, including lubricants, can cause faulty operation.

Cleaning Instructions

This instrument should be cleaned only as often as operating conditions require. Accumulation of dirt on components acts as an insulating blanket and prevents efficient heat dissipation that can cause overheating and component breakdown.

CAUTION

Avoid the use of chemical cleaning agents that might leave a film or damage the plastic material used in this instrument. Use a nonresidue type of cleaner; preferably, isopropyl alcohol or totally denatured ethyl alcohol. Before using any other type of cleaner, consult your Tektronix Service Center or representative.

Exterior. Loose dust accumulated on the front panel can be removed with a soft cloth or a small brush. Dirt that remains can be removed with a soft cloth dampened with a mild detergent and water solution. Abrasive cleaners should not be used.

Interior. Dust in the interior of the instrument should be removed occasionally, due to its electrical conductivity under high humidity conditions. The best way to clean the interior is to blow off the accumulated dust with dry, low pressure air then use a soft brush. If further cleaning is required, use a mild detergent and water solution, flushing well with clean water.

CAUTION

Do not clean the circuit board with water, air, or any solvent, unless the relays are removed first. Any dirt forced or carried under the contacts can cause intermittent operation. Circuit boards and components must be dry before applying power to prevent damage from electrical arcing.

Drying can be accomplished with dry, low-pressure air or by placing in an oven at 40°C to 60°C for approximately four hours.

After making minor board repairs, cleaning is best accomplished by carefully flaking or chipping the solder flux from the repaired area.

Isopropyl alcohol can be used to clean major repairs to the circuit board; however, flush the board well with clean, isopropyl alcohol. Make certain that resin or dirt is carefully removed from the board.

Obtaining Replacement Parts

Electrical and mechanical parts can be obtained through your local Tektronix Field Office or representative. However, many of the standard electronic components can be ob-

tained from a local commercial source. Before purchasing or ordering parts from a source other than Tektronix, Inc., check the Replaceable Electrical Parts list for the proper value, rating, tolerance, and description.

Ordering Parts

When ordering replacement parts from Tektronix, Inc., it is important to include all of the following information.

1. Instrument type (include modification or option numbers).
2. Instrument serial number.
3. A description of the part (if electrical, include the component number).
4. Tektronix part number.

Soldering Techniques

WARNING

To avoid electric shock hazard, disconnect the instrument from the power source before soldering.

The reliability and accuracy of this instrument can be maintained only if proper soldering techniques are used when repairing or replacing parts. General soldering techniques which apply to maintenance of any precision electronic equipment should be used when working on this instrument. Use only 60/40 rosin-core, electronic grade solder. The choice of soldering iron is determined by the repair to be made.

CAUTION

The Analog board in the DC 5010 is a multilayer type board with a conductive path laminated between the top and bottom board layers. All soldering on this board should be done with extreme care to prevent breaking the connections to this conductive path. Only experienced maintenance personnel should attempt to repair this board. Do not allow solder or solder flux to flow under printed circuit board relays. The printed circuit board is part of the relay contacts; intermittent relay operation can occur if the contacts are contaminated.

When soldering on circuit boards or small wiring, use only a 15 watt, pencil type soldering iron. A higher wattage soldering iron can cause the etched circuit wiring to separate from the board base material and melt the insulation from small wiring. Always keep the soldering iron tip properly tinned to ensure the best heat transfer to the solder joint. Apply only enough heat to remove the component or to make a good solder joint. To protect heat sensitive components, hold the component lead with a pair of long-nose pliers between the component body and the solder joint. Use a solder removing wick to remove excess solder from connections or to clean circuit board pads.

To remove in-line integrated circuits use an extracting tool. This tool is available from Tektronix, Inc.; order Tektronix Part Number 003-0619-00. If an extracting tool is not available, use care to avoid damaging the pins. Pull slowly and evenly on both ends of the integrated circuit. Try to avoid disengaging one end before the other end.

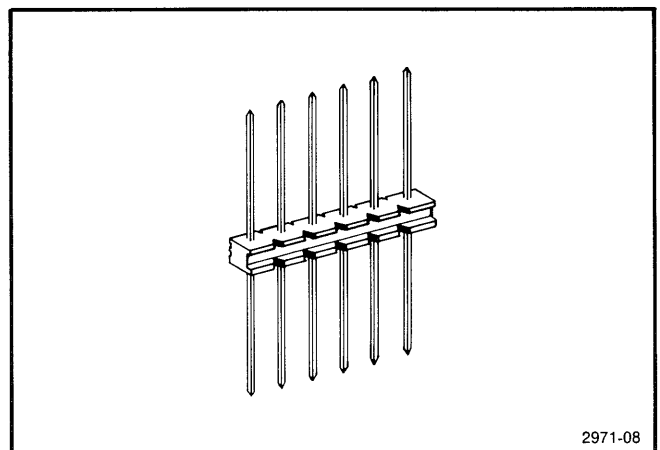
Interconnecting Pins

Several methods of interconnection, including square pin, are used to electrically connect the circuit boards with the other boards and components.

Several types of mating connectors are used for these interconnecting pins. The following information provides the removal and replacement procedure for the various interconnecting methods.

Square Pin Assemblies

See Fig. 5-3. These pins are of various lengths. They are attached to each other with a plastic strip. To remove them simply unsolder from the circuit board.



2971-08

Fig. 5-3. Typical square pin assembly.

Bottom Entry and Side Entry Circuit Board Pin Sockets

To remove or replace these sockets unsolder the pins from the circuit board. Use a vacuum or other type desoldering tool to remove excess solder. Use caution to prevent circuit board damage. See Fig. 5-4 for bottom entry socket example.

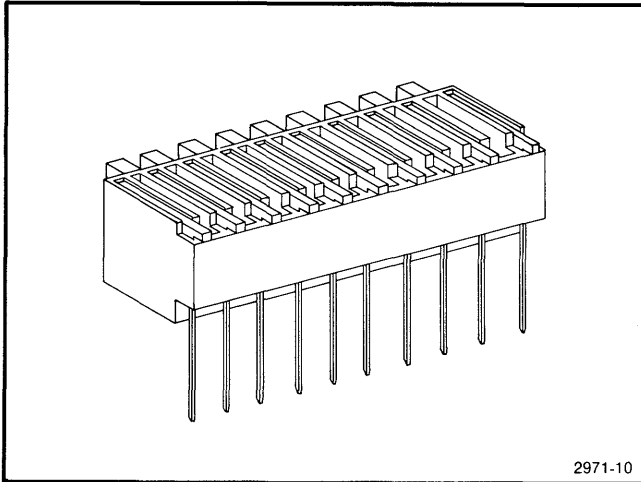


Fig. 5-4. Bottom entry circuit board pin socket.

Multipin Connectors

The pin connectors used to connect the wires to the interconnecting pins are clamped to the ends of the wires. To replace damaged multipin connectors, remove the old pin connector from the holder. Do this by inserting a scribe between the connector and the holder and prying the connector from the holder. Clamp the replacement connector to the wire. Reinstall the connector in the holder.

If the individual end lead pin connectors are removed from the plastic holder, note the order of the individual wires for correct replacement in the holder. For proper replacement see Fig. 5-5.

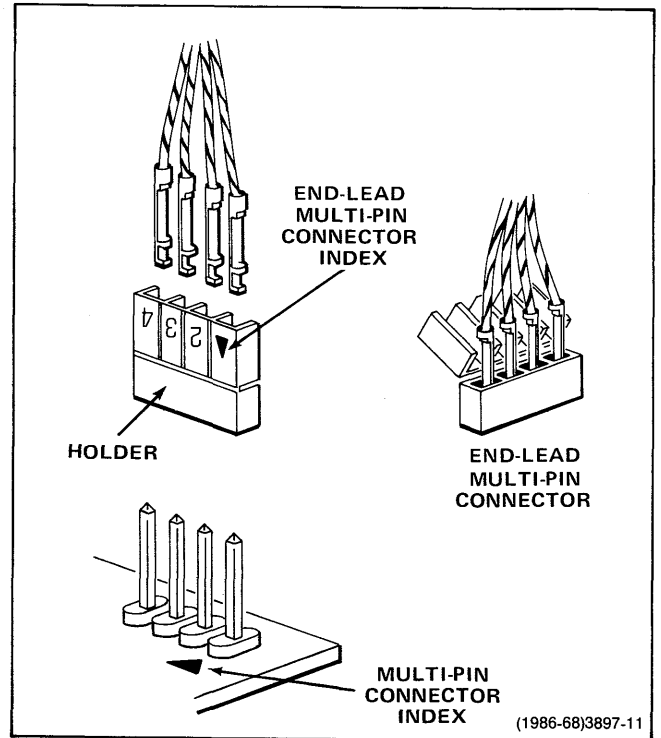


Fig. 5-5. Orientation and disassembly of multipin connectors.

REAR INTERFACE CONNECTORS

Introduction

Refer to Fig. 5-6 for the following.

A slot between pins 21 and 22 on the rear connector identifies this instrument as a member of the TM 5000 counter family. Insert a barrier in the corresponding position of the power module jack to prevent noncompatible plug-ins from being used in that compartment. Consult the power module manual for further information.

Functions Available at Right Rear Interface Connector (P1600)

Pin 14A. External Clock Input—This input allows an external 1, 5, or 10 MHz frequency standard to be used in place of the internal timebase. The input is ac coupled and has a 1 k Ω input resistance. The peak-to-peak input voltage required is ≥ 0.5 V.

Pin 14B. Prescale—When this available line is held low, the counter automatically adjusts the displayed answer for use with a divide-by-16 prescaler in FREQ A, PERIOD A, RATIO B/A, and TOTALIZE A modes (≤ 1 TTL load).

Pin 15A. 10 MHz Clock Out Ground—This terminal is the ground return for the clock input-output signals.

Pin 15B. 10 MHz Clock Out—This available output line will drive one TTL load. This line is not intended to drive large capacitance loads and cable length should be kept to a minimum.

Pin 26A. Reset Input—When this line is set low, the current measurement process is aborted for all selected functions and causes all digits in the display to read 8.8.8.8.8.8.8.8. All eight annunciators (and push buttons) are also illuminated. When this line is set high, a new measurement process is initiated for the selected FUNCTION and operating conditions. (CMOS $V_{IL} \leq 1.5$ V and $V_{IH} \geq 3.5$ V with a minimum pulse width of approximately 10 ms.) When not used, the line is in the high state.

Pin 27A. Arming Input—This terminal is normally at a TTL high level. When pulled to a TTL low state with a TTL signal or transistor collector, the counter is

OUTPUT OR INPUT	PIN B		PIN A	OUTPUT OR INPUT	
	28	BARRIER SLOT	28	ARMING INPUT GROUND	
	27		27	ARMING INPUT	
	26		26	RESET INPUT	
	25		25		
	24		24		
	23		23		
	22		22		
	21		TM 5000 BARRIER SLOT	21	
	20			20	
	19			19	
	18	18			
	17	17			
	16	16			
10MHz CLOCK OUT	15	15		10MHz CLOCK OUT GROUND	
PRESCALE	14	14		EXTERNAL CLOCK INPUT	
	13	13			
+26V DC	12	12		+26V DC	
COLLECTOR LEAD OF PNP SERIES PASS	11	11	BASE LEAD OF PNP SERIES PASS		
	10	10	EMITTER LEAD OF PNP SERIES PASS		
$\pm 26V$ COMMON	9	9	$\pm 26V$ COMMON		
-26V DC	8	8	-26V DC		
COLLECTOR LEAD OF NPN SERIES PASS	7	7	EMITTER LEAD OF NPN SERIES PASS		
	6	6	BASE LEAD OF NPN SERIES PASS		
	5	5			
+8V COMMON	4	4	+8V COMMON		
+8V COMMON	3	3	+8V COMMON		
+8V DC	2	2	+8V DC		
	1	1			

3897-18

Fig. 5-6. Right rear interface connector assignments.

prevented from making a measurement until the input goes to a TTL high state. When this input is routed to the rear interface it is dc coupled to the front panel arm signal. ($V_H \geq 2.4$ V, $V_L \leq 0.4$ V approximately 2 TTL loads).

Pin 28A. Arming Input Ground—This terminal is the ground return for the rear interface arming input signal.

Functions Available at Left Rear Interface Connector (P1820). Refer to Fig. 5-7 for connector assignments.

GPIB Rear Interface Connector (P1001)

Refer to Fig. 5-8 for the following connector assignments.

Functions Available at GPIB Connector (located on the GPIB board, A14)

- Pins 1 through 8 GPIB data bus lines—Digital data input-output lines (one through eight).
- Pin 11 EOI — End or Identify.
- Pin 12 IFC — Interface Clear.
- Pin 13 DAV — Data Valid.
- Pin 14 SRQ — Service Request.
- Pin 15 NRFD — Not Ready For Data.
- Pin 16 ATN — Attention.
- Pin 17 NDAC — Not Data Accepted.
- Pin 18 REN — Remote Enable.

OUTPUT OR INPUT	PIN	PIN	OUTPUT OR INPUT
D101	1	2	D105
D102	3	4	D106
D103	5	6	D107
D104	7	8	D108
CE *	9	10	TE *
EOI	11	12	IFC
DAV	13	14	SRQ
NRFD	15	16	ATN
NDAC	17	18	REN
NC	19	20	NC

* NOT USED IN DC 5010

3897-20

Fig. 5-8. Rear GPIB interface connector assignments.

BUS ADDRESS AND MESSAGE TERMINATOR SWITCHES

Setting the GPIB Address Switches

A single bank of six switches is located on the Digital board. See Fig. 5-9.

NOTE

The address switch located on the GPIB board does not function.

The lower five of these switches (A5 through A1) set the desired value of the lower five bits of the listen and talk addresses for the DC 5010. The decimal value of these switches is called the instrument's primary address (see Table 5-2) which corresponds to the listen and talk addresses.

The DC 5010 microprocessor reads these switches at each power-up event and displays the primary address in the front panel display window each time the INST ID push button is pressed. If the termination switch is set to EOI/LF (logic 1), the GPIB address is displayed with a decimal point. If it is set to EOI ONLY (logic 0) the GPIB address number is displayed.

The DC 5010 is shipped from the factory with the switch set to address 20 and EOI ONLY.

OUTPUT OR INPUT	PIN B	PIN A	OUTPUT OR INPUT
+26V DC	12	12	+26V DC
COLLECTOR LEAD OF PNP SERIES PASS	11	11	BASE LEAD OF PNP SERIES PASS
	10	10	EMITTER LEAD OF PNP SERIES PASS
±26V COMMON	9	9	±26V COMMON
-26V DC	8	8	-26V DC
COLLECTOR LEAD OF NPN SERIES PASS	7	7	EMITTER LEAD OF NPN SERIES PASS
	6	6	BASE LEAD OF NPN SERIES PASS
	5	5	
+8V COMMON	4	4	+8V COMMON
+8V COMMON	3	3	+8V COMMON
+8V DC	2	2	+8V DC
	1	1	

3897-19

Fig. 5-7. Left rear interface connector assignments.

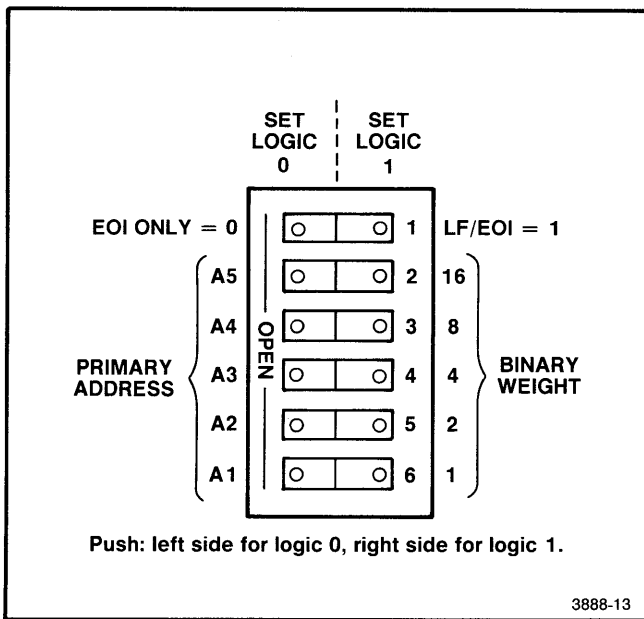


Fig. 5-9. Bus address and message terminator switches.

The address byte sent by the controller is actually eight bits wide. Bits 5 through 1 are for the primary address set according to Table 5-2, while bits 7 and 6 determine whether the byte is a listen address (32 + primary address) or a talk address (64 + primary address). Secondary address bytes (where bits 7 and 6 are both a logical 1) are not used by the DC 5010, so they are ignored.

Before power-up, set switches A5 through A1 as desired. Do not set primary address 0 when using TEKTRONIX 4050-Series controllers. They reserve primary address 0 for themselves. Setting the primary address to 31 logically removes the DC 5010 from the GPIB. It does not respond to any GPIB addresses or commands and remains both unlistened (UNL) and untalked (UNT).

Setting the Input/Output Message Terminator Switch

The top switch (number 1), illustrated in Fig. 5-9, is used to select the terminator of messages on the bus. If LF/EOI is selected, the DC 5010 interprets either the line feed (LF) character or the assertion of EOI concurrently with a data byte as the end of an input message string. If EOI ONLY is selected, the DC 5010 interprets the byte sent with EOI asserted as the end of an input message string.

Table 5-2
IEEE 488 (GPIB)
PRIMARY ADDRESSES

Switches					Primary Address
A5	A4	A3	A2	A1	
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	2
0	0	0	1	1	3
0	0	1	0	0	4
0	0	1	0	1	5
0	0	1	1	0	6
0	0	1	1	1	7
0	1	0	0	0	8
0	1	0	0	1	9
0	1	0	1	0	10
0	1	0	1	1	11
0	1	1	0	0	12
0	1	1	0	1	13
0	1	1	1	0	14
0	1	1	1	1	15
1	0	0	0	0	16
1	0	0	0	1	17
1	0	0	1	0	18
1	0	0	1	1	19
1	0	1	0	0	20
1	0	1	0	1	21
1	0	1	1	0	22
1	0	1	1	1	23
1	1	0	0	0	24
1	1	0	0	1	25
1	1	0	1	0	26
1	1	0	1	1	27
1	1	1	0	0	28
1	1	1	0	1	29
1	1	1	1	0	30
1	1	1	1	1	31

This switch also selects the output message terminator from the DC 5010. If set to LF/EOI, the DC 5010 adds the carriage return (CR) and line feed (LF) characters, with EOI asserted along with LF, after the last byte in the output message string. If set to EOI ONLY, the DC 5010 asserts EOI concurrently with the last byte of the output message string.

DIAGNOSTICS

Introduction

The following information is intended to aid in the diagnosis and repair of a malfunctioning instrument. With power-on Self Test, signature analysis checks, and other troubleshooting data, the qualified service personnel will be able to verify proper operation or detect malfunction in this instrument.

Not all of the instrument faults may be isolated by this information or indicated by the instrument's built-in self test features. The service personnel should then refer to the Theory of Operation section, in this manual for a better understanding of the circuit details.

Equipment Required

The recommended diagnostic tests require the following equipment or equivalent.

Data analyzer.	TEKTRONIX type SA 501 or type 308 Data Analyzer (for signature analysis)
Digital counter.	TEKTRONIX type DC 503A (for time-base frequency checks)
Digital multimeter.	TEKTRONIX type DM 501A (for checking power supplies)

Also refer to the equipment list in the Calibration section of this manual for suggestions on oscilloscope systems, probes, adapters, terminations and other equipment that may be useful for troubleshooting purposes.

Adjustment and Test Point Locations

When locating adjustable components and test points, refer to the Adjustment and Setups Location in the pullout pages of this manual.

Self Test

The DC 5010 has three modes of self test. The automatic test sequence at power on, the TEST function selected by the front panel FUNCTION switch and the TEST function via the GPIB.

The automatic test sequence at power-on (Power On Self Test) is initiated each time the power is applied to the instrument. The microprocessor sequences through special data patterns to test the operation of the circuits in the instrument. At power-on, after the microprocessor reset line has been released, the following tests are performed:

1. The display (time slot generator, schematic 10) is reset to the most significant digit (digit to extreme left) and a 0 readout is displayed.

2. The RAM is tested by writing a known bit pattern into the RAM and reading it back. Each byte in the RAM is verified. If any byte does not verify, the RAM test error code is displayed on the front panel and the test sequence stops. The patterns written are FF, AA, 55, 00 (hexidecimal) in succession leaving the RAM cleared when the test is finished. If this test is not successfully completed, the proper error code is displayed and the self test sequence stops.

3. The ROM's are checked for both placement and also proper checksums. If any of these tests fail, the power on self test sequence is stopped and the proper error code is displayed.

4. Next, the automatic test sequence sets the instrument gating to the RATIO B/A function.

5. The serial I/O data loop is checked next, by writing out a data pattern to the serial-to-parallel shift registers. The data pattern is read back through the parallel-to-serial shift registers. If the data are correct, the power-on sequence continues. If the data are not correct, the error code for this test is displayed and the test sequence stops. This test checks the shift registers and the data path, including the serial clock but does not check the input or output stages of the shift registers or the latch control lines. Troubleshooting of the serial I/O loop is best accomplished using signature analysis.

6. The next test is the counter integrity test. This test first resets the instrument's Channel A and Channel B accumulators by pulsing the MR (master reset) line. It then checks each of the tested counter stages to verify that all bits are reset. If any bits are not reset, the proper error code is displayed and the test sequence stops. Next, the $\overline{\text{GATE}}$ signal, (schematic 3) is asserted. The instrument then inputs counts to the accumulators. These counts are generated by changing the trigger levels for both Channel A and Channel B using the D/A converters. The D/A converter level changes (cycles) from its current setting to +2.0 V then to -2.0 V and back to +2.0 V. This cycle represents one count if the Channel A and Channel B input voltages are within this voltage range and the ARM signal, (schematic 6) is in the high state.

After each cycle or set of cycles, the accumulators are read and checked to see if the proper count has been

reached. If a count greater than or equal to the proper count has not been accumulated, the error code for that accumulator stage is displayed and the self test sequence stops.

An improper count might occur because of a bad counter chip, a bad readout chip, or a disconnected cable.

NOTE

The signal path starts at the D/A converters and the cycle must pass through the amplifiers, gating, and the accumulators. A first bit error (320, 330) may indicate an amplifier, FET or Schmitt error.

7. If the counter integrity test fails for any of the described reasons, the D/A converters will be set to -2 V. The gating (schematic 3), remains in the RATIO B/A function and by applying a signal, that crosses the -2 V Trigger level settings, to the appropriate channel input, the service personnel can trace this signal through the amplifier, gating, and accumulator circuits. Also refer to Table 8-2 in the pullout pages.

TEST Function

The TEST function from the front panel and over the bus is similar to the Power On Self Test sequence with one exception. The RAM test is not executed, thereby preventing the instrument's settings from being lost while in the TEST function.

TROUBLESHOOTING

The following is a general troubleshooting procedure to use when the instrument malfunctions.

First, verify that the instrument is properly connected to the appropriate power module and that this power module is operable. Then refer to Fig. 8-5, General Troubleshooting Flowchart, in the pullout pages. This flowchart is a guide for qualified service personnel to locate various areas of circuitry, depending on the instrument symptoms. It may also refer the service personnel to the following signature analysis procedure.

SIGNATURE ANALYSIS

Introduction

The DC 5010 was designed to be compatible with two signature analysis methods.

Internal signature analysis—this is a microprocessor driven pattern generator contained in the ROM. This method will only work when the kernel microprocessor and its associated ROM, RAM, and connections are functional.

Kernel signature analysis—this requires the use of an external kernel test service kit (Tektronix part number 067-1007-00). This method allows qualified service personnel to test and isolate problems in the kernel of the instrument.

Internal Signature Analysis

The internal signature analysis mode is entered at power-on by pressing the CHANNEL A TERM button ($50\ \Omega$) as power is applied. This mode will not operate if the instrument fails the power on RAM test. Refer to Figs. 8-6, 8-7, 8-8, and 8-9 in the pullout pages, for the internal signatures setup information for each circuit board.

In the internal signature analysis mode, the serial loop is most easily diagnosed. The START, STOP, and CLOCK edge polarities must be properly set as shown on the appropriate signature diagram. When the instrument is in this mode, all segments and annunciators in the display are lighted, with the extreme left digit brighter than the other digits. The pushbuttons are also lighted.

To exit the Internal Signature Analysis mode, the instrument must be powered down and then powered up.

Kernel Signature Analysis

CAUTION

The Digital board microprocessor, U1301, is removed (observing proper static handling procedures) before making the kernel test.

The kernel signature analysis mode is used to diagnose problems that prevent the microprocessor kernel circuitry from functioning properly. It is used with a signature analyzer to verify signatures in the kernel circuitry.

Make certain the power module power is off when connecting this service kit to the instrument. To make the DC 5010 kernel board connections, the GPIB board (A14) must first be removed (refer to Circuit Boards Removal and Replacement). Then, connect J1002 and J1003 of the Kernel Test board to J1210 and J1211 on the instrument Digital board (A16), respectively, using the cables and square pin adapters provided with the kit. Make sure that the cables do

not get twisted. The GPIB board is attached to the Kernel Test board as shown in Fig. 5-10. Connect the START, STOP, CLOCK, and GROUND connections of the analyzer to the test points as indicated on the appropriate Kernel Signature (Fig. 8-10 and Fig. 8-11) in the pullout pages. Also make sure that the START, STOP, and CLOCK polarities have been properly selected on the analyzer.

In troubleshooting the kernel, the following information may be helpful.

Microprocessor kernel problems in the DC 5010 can be isolated to either the GPIB board (A14) or the Digital board

(A16). This may be accomplished by first removing the GPIB board from the instrument. Then, insert the microprocessor (see the Electrical Parts list for U1510) in the U1510 IC socket on the Digital board. If the problem remains, check the Digital board. Troubleshoot the Digital board with the Kernel Test board and signature analyzer, as shown in Fig. 8-10. If the instrument operates properly, the problem is most likely on the GPIB board. Troubleshoot the GPIB board for kernel problems using the previously described kernel test and referring to Fig. 8-11.

The Kernel Test Service Kit may also be used to extend the GPIB board from the Digital board to troubleshoot components on the Digital board. This may be done by using just the cables and square pin adapters provided in the kit.

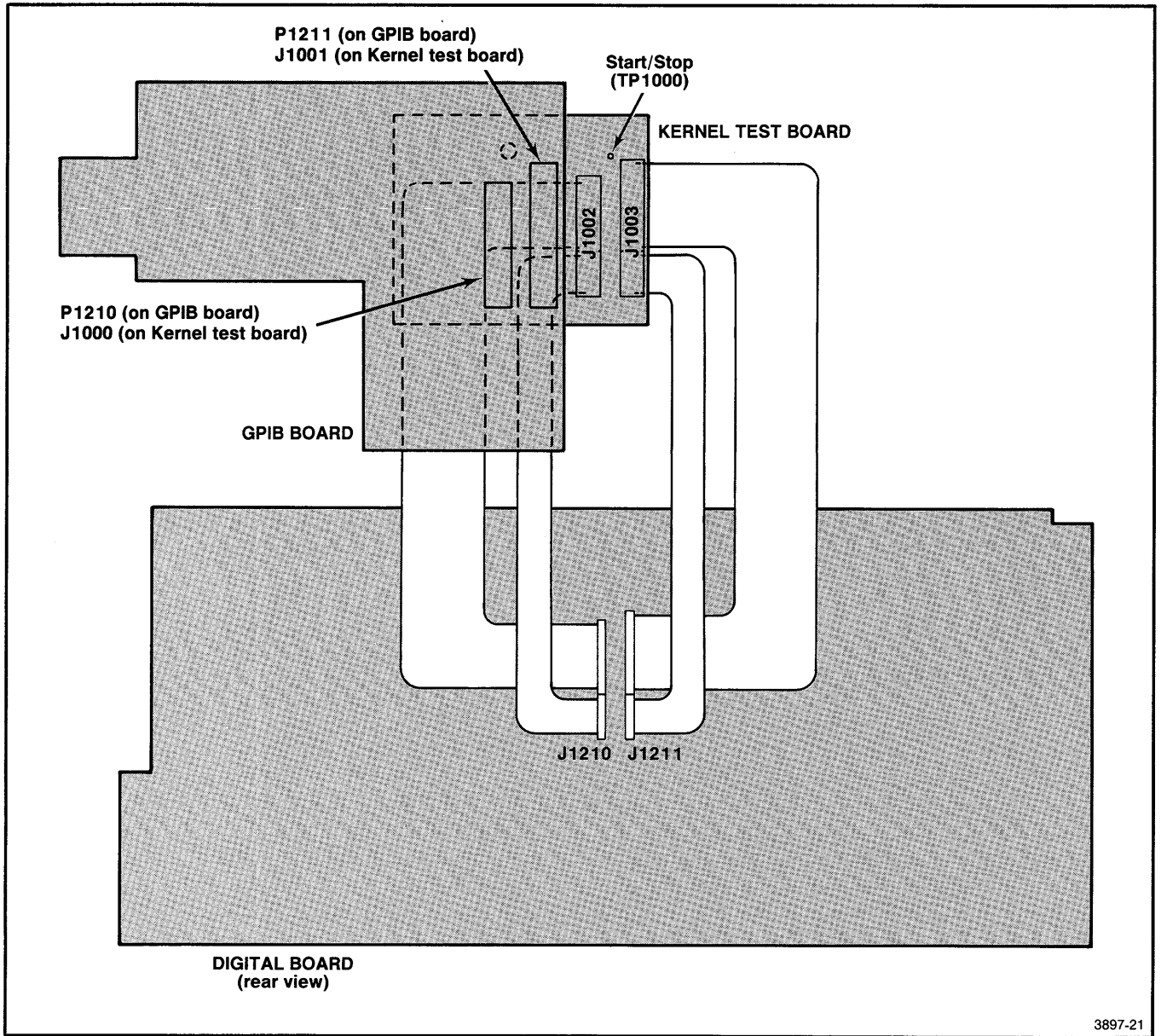


Fig. 5-10. Kernel signature analysis connections.

Two physically adjacent points having the same signature, whether one or both are incorrect, may indicate they are shorted together.

A point with 0000 signature is grounded, or in a low state. A point with the +5 V signature (noted on each signature diagram) may be opened or the driving node may be stuck in the high state. The point might also be shorted to +5 V.

When the malfunction has been identified and corrected, carefully re-insert the Digital board microprocessor, making certain that pin 1 is properly oriented and all pins insert in the socket properly. DO NOT FORCE the pins.

Selected Components (R1307 and R1326)

Refer to diagram 2 (board A12) in the pullout pages for the following.

If IC's U1310 and U1330 (M234 Type) are replaced and the input sensitivity (50 Ω) is found to exceed 57 mV peak-to-peak at 100 MHz (25°C ambient temperature), the following procedure is recommended.

NOTE

If IC's U1310 and U1330 (M234) should have to be replaced, the input sensitivity is unlikely to vary.


The values of selected resistors, R1307 and R1326 (nominal value of 1.4 K Ω each) may be changed to alter the input sensitivity for channels A and B respectively.

If the instrument requires more than a 57 mV peak-to-peak signal to trigger it, the resistance values of R1307 and R1326 will need to increase. The sensitivity will change approximately 10 mV p-p for/each 500 ohms of resistance change.

OPTIONS

Your instrument may be equipped with one or more instrument options or optional accessories. A brief description of each instrument option is given below. For further information on instrument options or optional accessories, see your Tektronix Catalog or contact your Tektronix Field Office. If additional options are made available for this instrument, they may be described in a Change Information insert at the back of this manual or in this section.

OPTION 01

Replaces the standard 10 MHz oscillator with a self contained, proportional temperature controlled oven oscillator for increased accuracy and stability. Information relative to Option 01 can be found on schematic , and in the Specification, Calibration, and Theory of Operation sections.

REPLACEABLE ELECTRICAL PARTS

PARTS ORDERING INFORMATION

Replacement parts are available from or through your local Tektronix, Inc. Field Office or representative.

Changes to Tektronix instruments are sometimes made to accommodate improved components as they become available, and to give you the benefit of the latest circuit improvements developed in our engineering department. It is therefore important, when ordering parts, to include the following information in your order: Part number, instrument type or number, serial number, and modification number if applicable.

If a part you have ordered has been replaced with a new or improved part, your local Tektronix, Inc. Field Office or representative will contact you concerning any change in part number.

Change information, if any, is located at the rear of this manual.

LIST OF ASSEMBLIES

A list of assemblies can be found at the beginning of the Electrical Parts List. The assemblies are listed in numerical order. When the complete component number of a part is known, this list will identify the assembly in which the part is located.

CROSS INDEX-MFR. CODE NUMBER TO MANUFACTURER

The Mfr. Code Number to Manufacturer index for the Electrical Parts List is located immediately after this page. The Cross Index provides codes, names and addresses of manufacturers of components listed in the Electrical Parts List.

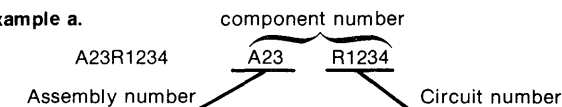
ABBREVIATIONS

Abbreviations conform to American National Standard Y1.1.

COMPONENT NUMBER (column one of the Electrical Parts List)

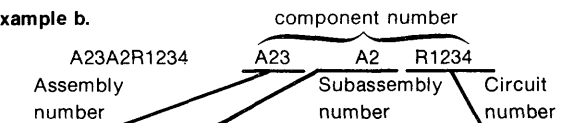
A numbering method has been used to identify assemblies, subassemblies and parts. Examples of this numbering method and typical expansions are illustrated by the following:

Example a.



Read: Resistor 1234 of Assembly 23

Example b.



Read: Resistor 1234 of Subassembly 2 of Assembly 23

Only the circuit number will appear on the diagrams and circuit board illustrations. Each diagram and circuit board illustration is clearly marked with the assembly number. Assembly numbers are also marked on the mechanical exploded views located in the Mechanical Parts List. The component number is obtained by adding the assembly number prefix to the circuit number.

The Electrical Parts List is divided and arranged by assemblies in numerical sequence (e.g., assembly A1 with its subassemblies and parts, precedes assembly A2 with its subassemblies and parts).

Chassis-mounted parts have no assembly number prefix and are located at the end of the Electrical Parts List.

TEKTRONIX PART NO. (column two of the Electrical Parts List)

Indicates part number to be used when ordering replacement part from Tektronix.

SERIAL/MODEL NO. (columns three and four of the Electrical Parts List)

Column three (3) indicates the serial number at which the part was first used. Column four (4) indicates the serial number at which the part was removed. No serial number entered indicates part is good for all serial numbers.

NAME & DESCRIPTION (column five of the Electrical Parts List)

In the Parts List, an Item Name is separated from the description by a colon (:). Because of space limitations, an Item Name may sometimes appear as incomplete. For further Item Name identification, the U.S. Federal Cataloging Handbook H6-1 can be utilized where possible.

MFR. CODE (column six of the Electrical Parts List)

Indicates the code number of the actual manufacturer of the part. (Code to name and address cross reference can be found immediately after this page.)

MFR. PART NUMBER (column seven of the Electrical Parts List)

Indicates actual manufacturers part number.

CROSS INDEX—MFR. CODE NUMBER TO MANUFACTURER

Mfr. Code	Manufacturer	Address	City, State, Zip
0001D	G & E MICROCIRCUITS	2000 W 14TH STREET	TEMPE, AZ 85281
00779	AMP, INC.	P O BOX 3608	HARRISBURG, PA 17105
01121	ALLEN-BRADLEY COMPANY	1201 2ND STREET SOUTH	MILWAUKEE, WI 53204
01295	TEXAS INSTRUMENTS, INC., SEMICONDUCTOR GROUP	P O BOX 5012, 13500 N CENTRAL EXPRESSWAY	DALLAS, TX 75222
03508	GENERAL ELECTRIC COMPANY, SEMI-CONDUCTOR PRODUCTS DEPARTMENT	ELECTRONICS PARK	SYRACUSE, NY 13201
03888	KDI PYROFILM CORPORATION	60 S JEFFERSON ROAD	WHIPPANY, NJ 07981
04222	AVX CERAMICS, DIVISION OF AVX CORP.	P O BOX 867, 19TH AVE. SOUTH	MYRTLE BEACH, SC 29577
04713	MOTOROLA, INC., SEMICONDUCTOR PROD. DIV.	5005 E MCDOWELL RD, PO BOX 20923	PHOENIX, AZ 85036
07263	FAIRCHILD SEMICONDUCTOR, A DIV. OF FAIRCHILD CAMERA AND INSTRUMENT CORP.	464 ELLIS STREET	MOUNTAIN VIEW, CA 94042
11532	TELEDYNE RELAYS	3155 W EL SEGUNDO BLVD.	HAWTHORNE, CA 90250
14433	ITT SEMICONDUCTORS	3301 ELECTRONICS WAY P O BOX 3049	WEST PALM BEACH, FL 33402
18324	SIGNETICS CORP.	811 E. ARQUES	SUNNYVALE, CA 94086
22526	BERG ELECTRONICS, INC.	YOUK EXPRESSWAY	NEW CUMBERLAND, PA 17070
24546	CORNING GLASS WORKS, ELECTRONIC COMPONENTS DIVISION	550 HIGH STREET	BRADFORD, PA 16701
24931	SPECIALITY CONNECTOR CO., INC.	2620 ENDRESS PLACE	GREENWOOD, IN 46142
27014	NATIONAL SEMICONDUCTOR CORP.	2900 SEMICONDUCTOR DR.	SANTA CLARA, CA 95051
32997	BOURNS, INC., TRIMPOT PRODUCTS DIV.	1200 COLUMBIA AVE.	RIVERSIDE, CA 92507
33096	COLORADO CRYSTAL CORPORATION	2303 W 8TH STREET	LOVELAND, CO 80537
34576	ROCKWELL INTERNATIONAL CORP. ELECTRONIC DEVICES DIVISION	3310 MIRALBMA AVE.	ANAHEIM, CA 92803
50434	HEWLETT-PACKARD COMPANY	640 PAGE MILL ROAD	PALO ALTO, CA 94304
51642	CENTRE ENGINEERING INC.	2820 E COLLEGE AVENUE	STATE COLLEGE, PA 16801
51984	NEC AMERICA INC. RADIO AND TRANSMISSION DIV.	2990 TELESTAR CT. SUITE 212	FALLS CHURCH, VA 22042
52262	B AND H ELECTRONICS, INC., DBA MICRO COMPONENTS ASSOCIATES	202 E STEVENS ST., SUITE 6	SANTA ANA, CA 92707
52648	PLESSEY SEMICONDUCTORS	1641 KAISER	IRVINE, CA 92714
53184	XCITON CORPORATION	5 HEMLOCK STREET	LATHAM, NY 12110
55576	SYNERTEX	3050 CORONADO DR	SANTA CLARA, CA 95051
55680	NICHICON/AMERICA/CORP.	6435 N PROESEL AVENUE	CHICAGO, IL 60645
56289	SPRAGUE ELECTRIC CO.	87 MARSHALL ST.	NORTH ADAMS, MA 01247
57668	R-OHM CORP.	16931 MILLIKEN AVE.	IRVINE, CA 92713
58361	GENERAL INSTRUMENT CORP. OPTO ELECTRONICS DIV.	3400 HILLVIEW AVE	PALO ALTO, CA 94304
59660	TUSONIX INC.	2155 N FORBES BLVD	TUCSON, AZ 85705
71400	BUSSMAN MFG., DIVISION OF MCGRAW-EDISON CO.	2536 W. UNIVERSITY ST.	ST. LOUIS, MO 63107
72982	ERIE TECHNOLOGICAL PRODUCTS, INC.	644 W. 12TH ST.	ERIE, PA 16512
73138	BECKMAN INSTRUMENTS, INC., HELIPOT DIV.	2500 HARBOR BLVD.	FULLERTON, CA 92634
74970	JOHNSON, E. F., CO.	299 10TH AVE. S. W.	WASECA, MN 56093
75042	TRW ELECTRONIC COMPONENTS, IRC FIXED RESISTORS, PHILADELPHIA DIVISION	401 N. BROAD ST.	PHILADELPHIA, PA 19108
76493	BELL INDUSTRIES, INC., MILLER, J. W., DIV.	19070 REYES AVE., P O BOX 5825	COMPTON, CA 90224
80009	TEKTRONIX, INC.	P O BOX 500	BEAVERTON, OR 97077
91293	JOHANSON MFG. COMPANY	P O BOX 329	BOONTON, NJ 07005
91637	DALE ELECTRONICS, INC.	P. O. BOX 609	COLUMBUS, NE 68601

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A10	670-6993-00		CKT BOARD ASSY:DISPLAY	80009	670-6993-00
A12	670-6994-00		CKT BOARD ASSY:ANALOG	80009	670-6994-00
A14	670-6797-00		CKT BOARD ASSY:GPIB	80009	670-6797-00
A16	670-6998-00		CKT BOARD ASSY:DIGITAL	80009	670-6998-00
A18	670-6996-00		CKT BOARD ASSY:AUXILIARY (STANDARD ONLY)	80009	670-6996-00
A18	670-6997-00		CKT BOARD ASSY:AUXILIARY (OPTION 01 ONLY)	80009	670-6997-00
A10	670-6993-00		CKT BOARD ASSY:DISPLAY	80009	670-6993-00
A10C1321	281-0765-00		CAP.,FXD,CER DI:100PF,5%,100V	51642	G1710-100NP0101J
A10DS1001	150-1053-00		LAMP,LED RDOUT:ORANGE,7 SEG,0.4 DIGIT	58361	Q3411
A10DS1002	150-1053-00		LAMP,LED RDOUT:ORANGE,7 SEG,0.4 DIGIT	58361	Q3411
A10DS1003	150-1053-00		LAMP,LED RDOUT:ORANGE,7 SEG,0.4 DIGIT	58361	Q3411
A10DS1004	150-1031-00		LT EMITTING DIO:RED,650NM,40MA MAX	53184	XC209R
A10DS1005	150-1031-00		LT EMITTING DIO:RED,650NM,40MA MAX	53184	XC209R
A10DS1101	150-1053-00		LAMP,LED RDOUT:ORANGE,7 SEG,0.4 DIGIT	58361	Q3411
A10DS1102	150-1053-00		LAMP,LED RDOUT:ORANGE,7 SEG,0.4 DIGIT	58361	Q3411
A10DS1103	150-1053-00		LAMP,LED RDOUT:ORANGE,7 SEG,0.4 DIGIT	58361	Q3411
A10DS1104	150-1031-00		LT EMITTING DIO:RED,650NM,40MA MAX	53184	XC209R
A10DS1111	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1112	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1113	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1114	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1131	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1132	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1133	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1134	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1201	150-1053-00		LAMP,LED RDOUT:ORANGE,7 SEG,0.4 DIGIT	58361	Q3411
A10DS1202	150-1053-00		LAMP,LED RDOUT:ORANGE,7 SEG,0.4 DIGIT	58361	Q3411
A10DS1203	150-1031-00		LT EMITTING DIO:RED,650NM,40MA MAX	53184	XC209R
A10DS1211	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1213	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1214	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1221	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1222	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1223	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1224	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1231	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1232	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1233	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1234	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1301	150-1053-00		LAMP,LED RDOUT:ORANGE,7 SEG,0.4 DIGIT	58361	Q3411
A10DS1302	150-1031-00		LT EMITTING DIO:RED,650NM,40MA MAX	53184	XC209R
A10DS1303	150-1031-00		LT EMITTING DIO:RED,650NM,40MA MAX	53184	XC209R
A10DS1304	150-1031-00		LT EMITTING DIO:RED,650NM,40MA MAX	53184	XC209R
A10DS1306	150-1031-00		LT EMITTING DIO:RED,650NM,40MA MAX	53184	XC209R
A10DS1311	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1313	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1314	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1321	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1323	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1325	150-1031-00		LT EMITTING DIO:RED,650NM,40MA MAX	53184	XC209R
A10DS1331	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10DS1332	150-1043-00		LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff	Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A10DS1333	150-1043-00			LT EMITTING DIO:RED,20MA,5V	58361	MV5774C
A10P1001	131-1934-00			TERM. SET,PIN:1 X 36,0.1 CTR,0.9 L	22526	65539-001
A10P1002	131-1934-00			TERM. SET,PIN:1 X 36,0.1 CTR,0.9 L	22526	65539-001
A10P1321	131-1934-00			TERM. SET,PIN:1 X 36,0.1 CTR,0.9 L	22526	65539-001
A10Q1121	151-0254-00			TRANSISTOR:SILICON,NPN	03508	X38L3118
A10Q1122	151-0254-00			TRANSISTOR:SILICON,NPN	03508	X38L3118
A10Q1123	151-0254-00			TRANSISTOR:SILICON,NPN	03508	X38L3118
A10Q1124	151-0254-00			TRANSISTOR:SILICON,NPN	03508	X38L3118
A10Q1125	151-0254-00			TRANSISTOR:SILICON,NPN	03508	X38L3118
A10Q1126	151-0254-00			TRANSISTOR:SILICON,NPN	03508	X38L3118
A10Q1127	151-0254-00			TRANSISTOR:SILICON,NPN	03508	X38L3118
A10Q1221	151-0254-00			TRANSISTOR:SILICON,NPN	03508	X38L3118
A10Q1222	151-0254-00			TRANSISTOR:SILICON,NPN	03508	X38L3118
A10R1321	315-0103-00			RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	CB1035
A10S1111	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1111	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1112	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1112	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1113	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1113	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1114	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1114	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1131	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1131	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1132	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1132	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1133	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1133	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1134	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1134	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1211	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1211	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1212	263-0019-03	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-03
A10S1212	263-0019-38	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-38
A10S1213	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1213	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1214	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1214	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1221	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1221	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1222	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1222	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1223	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1223	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1224	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1224	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1231	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1231	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1232	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1232	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1233	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1233	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1234	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1234	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1311	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1311	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1312	263-0019-30	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-30

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No.		Name & Description	Mfr	
		Eff	Dscont		Code	Mfr Part Number
A10S1312	263-0019-36	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-36
A10S1313	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1313	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1314	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1314	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1321	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1321	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1322	263-0019-03	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-03
A10S1322	263-0019-38	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-38
A10S1323	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1323	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1324	263-0019-03	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-03
A10S1324	263-0019-38	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-38
A10S1331	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1331	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1332	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1332	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1333	263-0019-01	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-01
A10S1333	263-0019-35	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-35
A10S1334	263-0019-04	B010100	B010239	ACTR ASSY,PB:MOMENTARY	80009	263-0019-04
A10S1334	263-0019-37	B010240		SWITCH,PB ASSY:MOMENTARY	80009	263-0019-37
A10U1121	156-0799-00			MICROCIRCUIT,DI:DECADE CNTR/DTV	80009	156-0799-00

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A12	670-6994-00		CKT BOARD ASSY:ANALOG	80009	670-6994-00
A12AT1505	307-1012-00		ATTENUATOR, FXD: 5X	80009	307-1012-00
A12AT1533	307-1012-00		ATTENUATOR, FXD: 5X	80009	307-1012-00
A12C1003	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1004	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1005	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1010	281-0808-00		CAP., FXD, CER DI: 7PF, 20%, 100V	72982	8035D9AADC0G709G
A12C1011	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1012	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 10%, 100V	04222	SA201C103KAA
A12C1013	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1014	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A12C1015	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A12C1020	281-0770-00		CAP., FXD, CER DI: 0.001UF, 20%, 100V	72982	8035D9AADX5R102M
A12C1021	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 10%, 100V	04222	SA201C103KAA
A12C1022	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 10%, 100V	04222	SA201C103KAA
A12C1023	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 10%, 100V	04222	SA201C103KAA
A12C1024	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1025	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1030	283-0423-00		CAP., FXD, CER DI: 0.22UF, +80-20%, 50V	04222	DG015E224Z
A12C1031	283-0423-00		CAP., FXD, CER DI: 0.22UF, +80-20%, 50V	04222	DG015E224Z
A12C1032	281-0798-00		CAP., FXD, CER DI: 51PF, 1%, 100V	04222	MC101A510G
A12C1034	290-0782-00		CAP., FXD, ELCTLT: 4.7UF, +75-10%, 35V	55680	35ULA4R7V-T
A12C1107	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1108	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1110	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1113	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1114	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1118	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1120	281-0770-00		CAP., FXD, CER DI: 0.001UF, 20%, 100V	72982	8035D9AADX5R102M
A12C1121	281-0810-00		CAP., FXD, CER DI: 5.6PF, 0.5%, 100V	04222	GC10-1A5R6D
A12C1122	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 10%, 100V	04222	SA201C103KAA
A12C1123	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1130	281-0810-00		CAP., FXD, CER DI: 5.6PF, 0.5%, 100V	04222	GC10-1A5R6D
A12C1131	290-0782-00		CAP., FXD, ELCTLT: 4.7UF, +75-10%, 35V	55680	35ULA4R7V-T
A12C1140	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 10%, 100V	04222	SA201C103KAA
A12C1200	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1201	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1210	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A12C1211	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A12C1212	290-0782-00		CAP., FXD, ELCTLT: 4.7UF, +75-10%, 35V	55680	35ULA4R7V-T
A12C1213	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A12C1220	290-0782-00		CAP., FXD, ELCTLT: 4.7UF, +75-10%, 35V	55680	35ULA4R7V-T
A12C1221	290-0782-00		CAP., FXD, ELCTLT: 4.7UF, +75-10%, 35V	55680	35ULA4R7V-T
A12C1230	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A12C1231	290-0782-00		CAP., FXD, ELCTLT: 4.7UF, +75-10%, 35V	55680	35ULA4R7V-T
A12C1233	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A12C1234	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A12C1303	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1304	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1312	283-0094-00		CAP., FXD, CER DI: 27PF, 10%, 200V	59660	835-583-C0G0270K
A12C1313	281-0814-00		CAP., FXD, CER DI: 100PF, 10%, 100V	04222	GC70-1-A101K
A12C1317	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1319	283-0260-00		CAP., FXD, CER DI: 5.6PF, 5%, 200V	51642	150 200NP0569C
A12C1322	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1323	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1330	283-0094-00		CAP., FXD, CER DI: 27PF, 10%, 200V	59660	835-583-C0G0270K
A12C1331	281-0814-00		CAP., FXD, CER DI: 100PF, 10%, 100V	04222	GC70-1-A101K

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscnt	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A12C1333	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1339	283-0260-00		CAP., FXD, CER DI:5.6PF, 5%, 200V	51642	150 200NP0569C
A12C1401	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1403	283-0107-00		CAP., FXD, CER DI:51PF, 5%, 200V	72982	8121B232C0G0510J
A12C1405	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1412	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI:0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A12C1413	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1414	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT:22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A12C1415	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI:0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A12C1425	283-0107-00		CAP., FXD, CER DI:51PF, 5%, 200V	72982	8121B232C0G0510J
A12C1432	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI:0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A12C1435	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1500	290-0782-00		CAP., FXD, ELCTLT:4.7UF, +75-10%, 35V	55680	35ULA4R7V-T
A12C1501	281-0770-00		CAP., FXD, CER DI:0.001UF, 20%, 100V	72982	8035D9AADX5R102M
A12C1502	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1503	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1504	283-0185-00		CAP., FXD, CER DI:2.5PF, 5%, 50V	72982	8101B057C0K0295B
A12C1506	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1507	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1509	283-0160-00		CAP., FXD, CER DI:1.5PF, 10%, 50V	72982	8101A058C0K159B
A12C1512	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1513	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1514	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1515	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1516	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1517	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1518	283-0252-00		CAP., FXD, CER DI:1000PF, 10%, 50V	04222	ULA105C102K2T60
A12C1519	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1520	290-0782-00		CAP., FXD, ELCTLT:4.7UF, +75-10%, 35V	55680	35ULA4R7V-T
A12C1521	281-0770-00		CAP., FXD, CER DI:0.001UF, 20%, 100V	72982	8035D9AADX5R102M
A12C1522	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1523	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 10%, 100V	04222	SA201C103KAA
A12C1524	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1525	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1527	283-0160-00		CAP., FXD, CER DI:1.5PF, 10%, 50V	72982	8101A058C0K159B
A12C1530	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1531	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT:22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A12C1532	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI:0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A12C1533	283-0185-00		CAP., FXD, CER DI:2.5PF, 5%, 50V	72982	8101B057C0K0295B
A12C1535	283-0252-00		CAP., FXD, CER DI:1000PF, 10%, 50V	04222	ULA105C102K2T60
A12C1536	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1537	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1538	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1539	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1601	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 10%, 100V	04222	SA201C103KAA
A12C1607	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1610	283-0410-00		CAP., FXD, CER DI:0.022UF, 10%, 500V	91293	501548W223KBS
A12C1611	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1612	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1613	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1614	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1615	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1616	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1617	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1620	283-0410-00		CAP., FXD, CER DI:0.022UF, 10%, 500V	91293	501548W223KBS
A12C1621	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1622	283-0220-00		CAP., FXD, CER DI:0.01UF, 20%, 50V	72982	8121N075X7R0103M

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A12C1623	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1624	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1625	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1626	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1631	281-0773-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,10%,100V	04222	SA201C103KAA
A12C1632	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1633	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1634	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1635	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1636	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1637	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12C1639	283-0220-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A12CR1111	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1130	152-0269-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,VAR VCAP.,4V,33PF	04713	SMV1263
A12CR1200	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1201	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1220	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1300	152-0322-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,15V,HOT CARRIER	50434	5082-2672
A12CR1310	152-0322-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,15V,HOT CARRIER	50434	5082-2672
A12CR1311	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1320	152-0322-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,15V,HOT CARRIER	50434	5082-2672
A12CR1330	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1331	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1332	152-0322-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,15V,HOT CARRIER	50434	5082-2672
A12CR1400	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1401	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1410	152-0536-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,HOT CARRIER,4V	80009	152-0536-00
A12CR1411	152-0536-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,HOT CARRIER,4V	80009	152-0536-00
A12CR1420	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1430	152-0536-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,HOT CARRIER,4V	80009	152-0536-00
A12CR1431	152-0536-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,HOT CARRIER,4V	80009	152-0536-00
A12CR1510	152-0322-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,15V,HOT CARRIER	50434	5082-2672
A12CR1511	152-0322-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,15V,HOT CARRIER	50434	5082-2672
A12CR1512	152-0246-00		SEMICONV DEVICE:SW,SI,40V,200MA	03508	DE140
A12CR1513	152-0246-00		SEMICONV DEVICE:SW,SI,40V,200MA	03508	DE140
A12CR1520	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A12CR1530	152-0322-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,15V,HOT CARRIER	50434	5082-2672
A12CR1531	152-0322-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,15V,HOT CARRIER	50434	5082-2672
A12CR1532	152-0246-00		SEMICONV DEVICE:SW,SI,40V,200MA	03508	DE140
A12CR1533	152-0246-00		SEMICONV DEVICE:SW,SI,40V,200MA	03508	DE140
A12DL500	119-1367-00		DELAY LINE,ELEC:4 NANO SEC,500HM	80009	119-1367-00
A12J500	131-1097-00		CONNECTOR,RCPT,:BNC,FEMALE,CKT BOARD MT	24931	28JR220-2
A12J510	131-1097-00		CONNECTOR,RCPT,:BNC,FEMALE,CKT BOARD MT	24931	28JR220-2
A12J1010	131-2651-00		CONN,RCPT,ELEC:HEADER,1 X 36,0.1 CTR	22526	65510-436
A12J1102	131-2651-00		CONN,RCPT,ELEC:HEADER,1 X 36,0.1 CTR	22526	65510-436
A12J1130	131-1003-00		CONN,RCPT,ELEC:CKT BD MT,3 PRONG	80009	131-1003-00
A12J1201	131-1003-00		CONN,RCPT,ELEC:CKT BD MT,3 PRONG	80009	131-1003-00
A12J1230	131-2132-01		CONN,RCPT,ELEC:HEADER,1 X 36,01 CTR	22526	65506-436
A12J1400	131-2132-01		CONN,RCPT,ELEC:HEADER,1 X 36,01 CTR	22526	65506-436
A12J1420	131-2132-01		CONN,RCPT,ELEC:HEADER,1 X 36,01 CTR	22526	65506-436
A12J1510	131-2651-00		CONN,RCPT,ELEC:HEADER,1 X 36,0.1 CTR	22526	65510-436
A12J1520	131-2651-00		CONN,RCPT,ELEC:HEADER,1 X 36,0.1 CTR	22526	65510-436
A12K1500	148-0128-00		RELAY,ARMATURE:1 FORM X & 1 FORM Y,8VDC	80009	148-0128-00
A12K1510	148-0128-00		RELAY,ARMATURE:1 FORM X & 1 FORM Y,8VDC	80009	148-0128-00
A12K1511	148-0128-00		RELAY,ARMATURE:1 FORM X & 1 FORM Y,8VDC	80009	148-0128-00
A12K1520	148-0128-00		RELAY,ARMATURE:1 FORM X & 1 FORM Y,8VDC	80009	148-0128-00
A12K1521	148-0128-00		RELAY,ARMATURE:1 FORM X & 1 FORM Y,8VDC	80009	148-0128-00

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A12K1530	148-0128-00		RELAY, ARMATURE: 1 FORM X & 1 FORM Y, 8VDC	80009	148-0128-00
A12K1600	148-0128-00		RELAY, ARMATURE: 1 FORM X & 1 FORM Y, 8VDC	80009	148-0128-00
A12K1610	148-0128-00		RELAY, ARMATURE: 1 FORM X & 1 FORM Y, 8VDC	80009	148-0128-00
A12K1611	148-0128-00		RELAY, ARMATURE: 1 FORM X & 1 FORM Y, 8VDC	80009	148-0128-00
A12K1612	148-0108-00		RELAY, ARMATURE: 2 FORM C, 5VDC COIL, 2A	11532	720-5
A12K1620	148-0128-00		RELAY, ARMATURE: 1 FORM X & 1 FORM Y, 8VDC	80009	148-0128-00
A12K1630	148-0128-00		RELAY, ARMATURE: 1 FORM X & 1 FORM Y, 8VDC	80009	148-0128-00
A12K1631	148-0128-00		RELAY, ARMATURE: 1 FORM X & 1 FORM Y, 8VDC	80009	148-0128-00
A12K1632	148-0108-00		RELAY, ARMATURE: 2 FORM C, 5VDC COIL, 2A	11532	720-5
A12L1009	108-0436-00		COIL, RF: FIXED, 240NH	80009	108-0436-00
A12L1120	120-0382-00		XFMR, TOROID: 14 TURNS, SINGLE	80009	120-0382-00
A12L1220	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1221	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1230	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1231	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1232	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1233	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1302	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1310	108-0262-00		COIL, RF: FIXED, 510NH	80009	108-0262-00
A12L1311	108-0262-00		COIL, RF: FIXED, 510NH	80009	108-0262-00
A12L1312	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1322	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1330	108-0262-00		COIL, RF: FIXED, 510NH	80009	108-0262-00
A12L1331	108-0262-00		COIL, RF: FIXED, 510NH	80009	108-0262-00
A12L1332	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1410	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12L1430	108-0245-00		COIL, RF: 3.9UH	76493	B6310-1
A12Q1000	151-0188-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	04713	SPS6868K
A12Q1100	151-0190-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	07263	S032677
A12Q1110	151-0188-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	04713	SPS6868K
A12Q1111	151-0188-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	04713	SPS6868K
A12Q1112	151-0220-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	07263	S036228
A12Q1114	151-0220-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	07263	S036228
A12Q1122	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1130	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1200	151-0190-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	07263	S032677
A12Q1201	151-0341-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	07263	S040065
A12Q1202	151-0341-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	07263	S040065
A12Q1203	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1204	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1210	151-0341-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	07263	S040065
A12Q1211	151-0341-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	07263	S040065
A12Q1220	151-0341-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	07263	S040065
A12Q1221	151-0341-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	07263	S040065
A12Q1222	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1300	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1301	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1302	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1303	151-0427-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	80009	151-0427-00
A12Q1320	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1321	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1322	151-0369-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	01295	SKA6664
A12Q1323	151-0427-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	80009	151-0427-00
A12Q1400	151-0427-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	80009	151-0427-00
A12Q1401	151-0427-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	80009	151-0427-00
A12Q1402	151-0427-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	80009	151-0427-00
A12Q1403	151-0427-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	80009	151-0427-00

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A12Q1410	151-1117-00		TRANSISTOR:FE DUAL,N-CHANNEL,SI	80009	151-1117-00
A12Q1420	151-0427-00		TRANSISTOR:SILICON,NPN	80009	151-0427-00
A12Q1421	151-0427-00		TRANSISTOR:SILICON,NPN	80009	151-0427-00
A12Q1422	151-0427-00		TRANSISTOR:SILICON,NPN	80009	151-0427-00
A12Q1423	151-0427-00		TRANSISTOR:SILICON,NPN	80009	151-0427-00
A12Q1430	151-1117-00		TRANSISTOR:FE DUAL,N-CHANNEL,SI	80009	151-1117-00
A12R1000	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1001	315-0132-00		RES.,FXD,CMPSN:1.3K OHM,5%,0.25W	01121	CB1325
A12R1002	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1003	315-0472-00		RES.,FXD,CMPSN:4.7K OHM,5%,0.25W	01121	CB4725
A12R1004	307-0546-00		RES NTWK,FXD FI:5,75 OHM,5%,0.15W	91637	MSP06A01750J
A12R1005	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1006	315-0510-00		RES.,FXD,CMPSN:51 OHM,5%,0.25W	01121	CB5105
A12R1007	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1008	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1009	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1010	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1013	315-0132-00		RES.,FXD,CMPSN:1.3K OHM,5%,0.25W	01121	CB1325
A12R1014	315-0391-00		RES.,FXD,CMPSN:390 OHM,5%,0.25W	01121	CB3915
A12R1015	315-0430-00		RES.,FXD,CMPSN:43 OHM,5%,0.25W	01121	CB4305
A12R1016	315-0132-00		RES.,FXD,CMPSN:1.3K OHM,5%,0.25W	01121	CB1325
A12R1017	315-0391-00		RES.,FXD,CMPSN:390 OHM,5%,0.25W	01121	CB3915
A12R1018	315-0430-00		RES.,FXD,CMPSN:43 OHM,5%,0.25W	01121	CB4305
A12R1019	315-0391-00		RES.,FXD,CMPSN:390 OHM,5%,0.25W	01121	CB3915
A12R1020	315-0153-00		RES.,FXD,CMPSN:15K OHM,5%,0.25W	01121	CB1535
A12R1021	315-0361-00		RES.,FXD,CMPSN:360 OHM,5%,0.25W	01121	CB3615
A12R1022	315-0391-00		RES.,FXD,CMPSN:390 OHM,5%,0.25W	01121	CB3915
A12R1023	315-0391-00		RES.,FXD,CMPSN:390 OHM,5%,0.25W	01121	CB3915
A12R1030	315-0393-00		RES.,FXD,CMPSN:39K OHM,5%,0.25W	01121	CB3935
A12R1031	315-0912-00		RES.,FXD,CMPSN:9.1K OHM,5%,0.25W	01121	CB9125
A12R1032	315-0113-00		RES.,FXD,CMPSN:11K OHM,5%,0.25W	01121	CB1135
A12R1033	315-0113-00		RES.,FXD,CMPSN:11K OHM,5%,0.25W	01121	CB1135
A12R1034	315-0361-00		RES.,FXD,CMPSN:360 OHM,5%,0.25W	01121	CB3615
A12R1035	315-0333-00		RES.,FXD,CMPSN:33K OHM,5%,0.25W	01121	CB3335
A12R1036	315-0361-00		RES.,FXD,CMPSN:360 OHM,5%,0.25W	01121	CB3615
A12R1037	315-0113-00		RES.,FXD,CMPSN:11K OHM,5%,0.25W	01121	CB1135
A12R1101	315-0512-00		RES.,FXD,CMPSN:5.1K OHM,5%,0.25W	01121	CB5125
A12R1102	315-0472-00		RES.,FXD,CMPSN:4.7K OHM,5%,0.25W	01121	CB4725
A12R1103	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A12R1104	307-0546-00		RES NTWK,FXD FI:5,75 OHM,5%,0.15W	91637	MSP06A01750J
A12R1105	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A12R1106	315-0472-00		RES.,FXD,CMPSN:4.7K OHM,5%,0.25W	01121	CB4725
A12R1107	321-0085-00		RES.,FXD,FILM:75 OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G75R00F
A12R1108	321-0085-00		RES.,FXD,FILM:75 OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G75R00F
A12R1109	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1110	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A12R1112	321-0085-00		RES.,FXD,FILM:75 OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G75R00F
A12R1113	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1116	315-0391-00		RES.,FXD,CMPSN:390 OHM,5%,0.25W	01121	CB3915
A12R1117	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1118	315-0101-00		RES.,FXD,CMPSN:100 OHM,5%,0.25W	01121	CB1015
A12R1119	315-0750-00		RES.,FXD,CMPSN:75 OHM,5%,0.25W	01121	CB7505
A12R1120	321-0193-00		RES.,FXD,FILM:1K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G10000F
A12R1121	315-0101-00		RES.,FXD,CMPSN:100 OHM,5%,0.25W	01121	CB1015
A12R1122	307-0489-00		RES,NTWK,FXD,FI:100 OHM,20%,1W	32997	4308R-101-101
A12R1123	315-0510-00		RES.,FXD,CMPSN:51 OHM,5%,0.25W	01121	CB5105
A12R1124	315-0201-00		RES.,FXD,CMPSN:200 OHM,5%,0.25W	01121	CB2015

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A12R1125	321-0236-00		RES., FXD, FILM:2.8K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G28000F
A12R1126	321-0251-00		RES., FXD, FILM:4.02K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G40200F
A12R1127	315-0751-00		RES., FXD, CMPSN:750 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB7515
A12R1128	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN:100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A12R1130	315-0431-00		RES., FXD, CMPSN:430 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4315
A12R1131	315-0620-00		RES., FXD, CMPSN:62 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB6205
A12R1132	315-0620-00		RES., FXD, CMPSN:62 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB6205
A12R1133	315-0620-00		RES., FXD, CMPSN:62 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB6205
A12R1140	315-0102-00		RES., FXD, CMPSN:1K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1025
A12R1200	315-0302-00		RES., FXD, CMPSN:3K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3025
A12R1201	321-0236-00		RES., FXD, FILM:2.8K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G28000F
A12R1202	315-0201-00		RES., FXD, CMPSN:200 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2015
A12R1203	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN:100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A12R1204	315-0510-00		RES., FXD, CMPSN:51 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5105
A12R1205	321-0251-00		RES., FXD, FILM:4.02K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G40200F
A12R1206	321-0235-00		RES., FXD, FILM:2.74K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G27400F
A12R1207	321-0173-00		RES., FXD, FILM:619 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G619R0F
A12R1208	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1209	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1211	321-0193-00		RES., FXD, FILM:1K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G10000F
A12R1212	315-0271-00		RES., FXD, CMPSN:270 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2715
A12R1213	321-0256-00		RES., FXD, FILM:4.53K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G45300F
A12R1214	321-0203-00		RES., FXD, FILM:1.27K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G12700F
A12R1215	321-0010-00		RES., FXD, FILM:12.4 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G12R40F
A12R1216	321-0068-00		RES., FXD, FILM:49.9 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G49R90F
A12R1217	321-0085-00		RES., FXD, FILM:75 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G75R00F
A12R1218	321-0193-00		RES., FXD, FILM:1K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G10000F
A12R1220	321-0193-00		RES., FXD, FILM:1K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G10000F
A12R1221	315-0620-00		RES., FXD, CMPSN:62 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB6205
A12R1222	315-0302-00		RES., FXD, CMPSN:3K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3025
A12R1223	321-0235-00		RES., FXD, FILM:2.74K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G27400F
A12R1224	321-0173-00		RES., FXD, FILM:619 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G619R0F
A12R1225	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1226	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1230	321-0256-00		RES., FXD, FILM:4.53K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G45300F
A12R1231	321-0203-00		RES., FXD, FILM:1.27K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G12700F
A12R1233	321-0068-00		RES., FXD, FILM:49.9 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G49R90F
A12R1234	321-0010-00		RES., FXD, FILM:12.4 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G12R40F
A12R1300	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN:100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A12R1301	321-0097-00		RES., FXD, FILM:100 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G100R0F
A12R1302	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1303	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1304	321-0097-00		RES., FXD, FILM:100 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G100R0F
A12R1305	321-0173-00		RES., FXD, FILM:619 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G619R0F
A12R1306	321-0235-00		RES., FXD, FILM:2.74K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G27400F
A12R1307	321-0207-00		RES., FXD, FILM:1.4K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G14000F
A12R1308	321-0193-00		RES., FXD, FILM:1K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G10000F
A12R1309	321-0138-00		RES., FXD, FILM:267 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G267R0F
A12R1313	321-0068-00		RES., FXD, FILM:49.9 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G49R90F
A12R1314	315-0302-00		RES., FXD, CMPSN:3K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3025
A12R1315	315-0302-00		RES., FXD, CMPSN:3K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3025
A12R1316	321-0239-00		RES., FXD, FILM:3.01K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G30100F
A12R1317	321-0239-00		RES., FXD, FILM:3.01K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G30100F
A12R1318	315-0102-00		RES., FXD, CMPSN:1K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1025
A12R1319	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN:100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A12R1320	321-0097-00		RES., FXD, FILM:100 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G100R0F
A12R1321	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A12R1322	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1323	321-0097-00		RES., FXD, FILM:100 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G100R0F
A12R1324	321-0173-00		RES., FXD, FILM:619 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G619R0F
A12R1325	321-0235-00		RES., FXD, FILM:2.74K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G27400F
A12R1326	321-0207-00		RES., FXD, FILM:1.4K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G14000F
A12R1327	321-0193-00		RES., FXD, FILM:1K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G10000F
A12R1328	321-0138-00		RES., FXD, FILM:267 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G267R0F
A12R1329	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN:100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A12R1331	315-0271-00		RES., FXD, CMPSN:270 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2715
A12R1332	321-0068-00		RES., FXD, FILM:49.9 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G49R90F
A12R1333	315-0302-00		RES., FXD, CMPSN:3K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3025
A12R1334	315-0302-00		RES., FXD, CMPSN:3K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3025
A12R1335	321-0239-00		RES., FXD, FILM:3.01K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G30100F
A12R1336	321-0239-00		RES., FXD, FILM:3.01K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G30100F
A12R1337	315-0102-00		RES., FXD, CMPSN:1K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1025
A12R1339	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN:100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A12R1400	321-0259-00		RES., FXD, FILM:4.87K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G48700F
A12R1401	321-0186-00		RES., FXD, FILM:845 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G845R0F
A12R1402	315-0510-00		RES., FXD, CMPSN:51 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5105
A12R1403	315-0510-00		RES., FXD, CMPSN:51 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5105
A12R1404	315-0103-00		RES., FXD, CMPSN:10K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1035
A12R1405	317-0150-00		RES., FXD, CMPSN:15 OHM, 5%, 0.125W	01121	BB1505
A12R1406	317-0150-00		RES., FXD, CMPSN:15 OHM, 5%, 0.125W	01121	BB1505
A12R1407	307-0488-00		RES, NTWK, FXD, FI:100 OHM, 20%, 0.75W	01121	206A101
A12R1408	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1409	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1411	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN:100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A12R1412	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN:100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A12R1413	315-0102-00		RES., FXD, CMPSN:1K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1025
A12R1417	307-0514-00		RES., FXD, FILM:27 OHM, 1%, 0.075W	52262	MCRA270FYZ
A12R1420	321-0186-00		RES., FXD, FILM:845 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G845R0F
A12R1421	315-0510-00		RES., FXD, CMPSN:51 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5105
A12R1422	315-0510-00		RES., FXD, CMPSN:51 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5105
A12R1423	321-0259-00		RES., FXD, FILM:4.87K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G48700F
A12R1424	315-0103-00		RES., FXD, CMPSN:10K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1035
A12R1425	317-0150-00		RES., FXD, CMPSN:15 OHM, 5%, 0.125W	01121	BB1505
A12R1426	317-0150-00		RES., FXD, CMPSN:15 OHM, 5%, 0.125W	01121	BB1505
A12R1427	307-0488-00		RES, NTWK, FXD, FI:100 OHM, 20%, 0.75W	01121	206A101
A12R1428	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1429	315-0470-00		RES., FXD, CMPSN:47 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4705
A12R1432	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN:100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A12R1433	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN:100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A12R1434	315-0102-00		RES., FXD, CMPSN:1K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1025
A12R1438	307-0514-00		RES., FXD, FILM:27 OHM, 1%, 0.075W	52262	MCRA270FYZ
A12R1500	321-0199-00		RES., FXD, FILM:1.15K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G11500F
A12R1501	321-0256-00		RES., FXD, FILM:4.53K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G45300F
A12R1502	315-0203-00		RES., FXD, CMPSN:20K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2035
A12R1503	315-0510-00		RES., FXD, CMPSN:51 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5105
A12R1504	321-0481-00		RES., FXD, FILM:1M OHM, 1%, 0.125W	24546	NA4D1004F
A12R1506	317-0361-00		RES., FXD, CMPSN:360 OHM, 5%, 0.125W	01121	BB3615
A12R1507	317-0111-00		RES., FXD, CMPSN:110 OHM, 5%, 0.125W	01121	BB1115
A12R1510	317-0564-00		RES., FXD, CMPSN:560K OHM, 5%, 0.125W	01121	BB5645
A12R1511	321-0068-00		RES., FXD, FILM:49.9 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G49R90F
A12R1512	315-0103-00		RES., FXD, CMPSN:10K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1035
A12R1514	323-0107-00		RES., FXD, FILM:127 OHM, 1%, 0.50W	75042	CECTO-1270F
A12R1515	323-0107-00		RES., FXD, FILM:127 OHM, 1%, 0.50W	75042	CECTO-1270F
A12R1516	307-0734-00		RES., FXD, FILM:200 OHM, 1%, 0.5W	03888	PCWT200X235

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A12R1520	321-0199-00		RES., FXD, FILM:1.15K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G11500F
A12R1521	321-0256-00		RES., FXD, FILM:4.53K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G45300F
A12R1522	315-0203-00		RES., FXD, CMPSN:20K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2035
A12R1523	315-0510-00		RES., FXD, CMPSN:51 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5105
A12R1524	321-0068-00		RES., FXD, FILM:49.9 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G49R90F
A12R1525	315-0103-00		RES., FXD, CMPSN:10K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1035
A12R1526	323-0107-00		RES., FXD, FILM:127 OHM, 1%, 0.50W	75042	CECT0-1270F
A12R1527	323-0107-00		RES., FXD, FILM:127 OHM, 1%, 0.50W	75042	CECT0-1270F
A12R1528	307-0734-00		RES., FXD, FILM:200 OHM, 1%, 0.5W	03888	PCWT200X235
A12R1530	317-0564-00		RES., FXD, CMPSN:560K OHM, 5%, 0.125W	01121	BB5645
A12R1531	321-0481-00		RES., FXD, FILM:1M OHM, 1%, 0.125W	24546	NA4D1004F
A12R1535	317-0111-00		RES., FXD, CMPSN:110 OHM, 5%, 0.125W	01121	BB1115
A12R1536	317-0361-00		RES., FXD, CMPSN:360 OHM, 5%, 0.125W	01121	BB3615
A12R1601	315-0105-00		RES., FXD, CMPSN:1M OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1055
A12R1610	315-0390-00		RES., FXD, CMPSN:39 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3905
A12R1611	307-0733-00		RES., FXD, FILM:25 OHM, 1%, 0.5W	03888	PCWT200X235
A12R1612	315-0394-00		RES., FXD, CMPSN:390K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3945
A12R1620	315-0394-00		RES., FXD, CMPSN:390K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3945
A12R1631	315-0105-00		RES., FXD, CMPSN:1M OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1055
A12R1632	315-0390-00		RES., FXD, CMPSN:39 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3905
A12T1410	120-0286-00		XFMR, TOROID:2 TURNS, BIFILAR	80009	120-0286-00
A12T1430	120-0286-00		XFMR, TOROID:2 TURNS, BIFILAR	80009	120-0286-00
A12TP1020	214-0579-00		TERM, TEST POINT:BRS CD PL	80009	214-0579-00
A12TP1310	214-0579-00		TERM, TEST POINT:BRS CD PL	80009	214-0579-00
A12TP1330	214-0579-00		TERM, TEST POINT:BRS CD PL	80009	214-0579-00
A12U1000	156-1031-00		MICROCIRCUIT, DI:TRIPLE D FLIPFLOP	07263	F100131FC
A12U1001	156-1032-00		MICROCIRCUIT, DI:QUINT 2 OR/NOR	07263	F100102FC
A12U1011	156-1031-00		MICROCIRCUIT, DI:TRIPLE D FLIPFLOP	07263	F100131FC
A12U1020	156-1449-00		MICROCIRCUIT, DI:DIVIDE BY 80 150MHZ	52648	SP8627DG
A12U1021	156-0124-00		MICROCIRCUIT, DI:SGL FREQ/PHASE DETECTOR	80009	156-0124-00
A12U1022	156-1031-00		MICROCIRCUIT, DI:TRIPLE D FLIPFLOP	07263	F100131FC
A12U1030	156-0158-00		MICROCIRCUIT, LI:DUAL OPERATIONAL AMPLIFIER	18324	MC1458N
A12U1110	156-1032-00		MICROCIRCUIT, DI:QUINT 2 OR/NOR	07263	F100102FC
A12U1200	156-0796-00		MICROCIRCUIT, DI:8 STG SHF & STORE BUS RCTR	80009	156-0796-00
A12U1202	156-0158-00		MICROCIRCUIT, LI:DUAL OPERATIONAL AMPLIFIER	18324	MC1458N
A12U1210	156-0494-00		MICROCIRCUIT, DI:HEX INVERTER/BUFFER	80009	156-0494-00
A12U1310	155-0253-00		MICROCIRCUIT, LI:HIGH SPEED SCHMITT TRIGGER	80009	155-0253-00
A12U1311	155-0078-10		MICROCIRCUIT, LI:ML, VERTICAL AMPLIFIER	80009	155-0078-10
A12U1330	155-0253-00		MICROCIRCUIT, LI:HIGH SPEED SCHMITT TRIGGER	80009	155-0253-00
A12U1331	155-0078-10		MICROCIRCUIT, LI:ML, VERTICAL AMPLIFIER	80009	155-0078-10
A12VR1412	152-0693-00		SEMICOND DEVICE:ZENER, 0.4W, 4V, 5%	80009	152-0693-00
A12VR1413	152-0693-00		SEMICOND DEVICE:ZENER, 0.4W, 4V, 5%	80009	152-0693-00
A12VR1432	152-0693-00		SEMICOND DEVICE:ZENER, 0.4W, 4V, 5%	80009	152-0693-00
A12VR1433	152-0693-00		SEMICOND DEVICE:ZENER, 0.4W, 4V, 5%	80009	152-0693-00

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A14	670-6797-00		CKT BOARD ASSY:GPIB	80009	670-6797-00
A14C1001	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A14C1002	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A14C1110	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A14C1201	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A14C1202	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A14C1210	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A14C1301	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A14C1302	281-0811-00		CAP.,FXD,CER DI:10PF,10%,100V	72982	8035D2AADC1G100K
A14C1310	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A14C1311	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A14Q1101	151-0190-00		TRANSISTOR:SILICON,NPN	07263	S032677
A14R1101	315-0103-00		RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	GB1035
A14R1210	307-0597-00		RES NTWK,FXD,FI:7,6.8K OHM,2%,1.0W	01121	208A682
A14R1301	315-0303-00		RES.,FXD,CMPSN:30K OHM,5%,0.25W	01121	CB3035
A14S1210	260-1589-00		SWITCH,PUSH:(6)SPST,0.1A,5V	00779	435166-4
A14U1001	156-1414-00		MICROCIRCUIT,DI:OCTAL GPIB XCVR DATA BUS	01295	SN75160
A14U1002	156-1415-00		MICROCIRCUIT,DI:OCTAL GPIB XCVR MTG BUS	01295	SN75161
A14U1101	156-1444-01		MICROCIRCUIT,DI:NMOS GPIB ADAPTER	01295	9914A-N
A14U1102	160-1091-00		MICROCIRCUIT,DI:4096 X 8 MROM,,PRGM	55576	SYP2333
A14U1201	160-1092-00		MICROCIRCUIT,DI:4096 X 8 MROM,PRGM	55576	SYP2333
A14U1210	156-1484-00		MICROCIRCUIT,DI:256 X 8 SCRUM	000ID	35392C
A14U1301	156-1425-00		MICROCIRCUIT,DI:MICROPROCESSOR8 BIT	55576	SYP6502
A14U1310	156-0649-00		MICROCIRCUIT,DI:3 STATE HEX. NON INVT BFR	80009	156-0649-00
A14U1311	156-0469-00		MICROCIRCUIT,DI:3-LINE TO 8-LINE DECODER	01295	SN74LS138N
A14U1312	156-0382-00		MICROCIRCUIT,DI:QUAD 2-INPUT NAND GATE	01295	SN74LS00(N OR J)
A14U1313	156-0382-00		MICROCIRCUIT,DI:QUAD 2-INPUT NAND GATE	01295	SN74LS00(N OR J)

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A16	670-6998-00		CKT BOARD ASSY: DIGITAL	80009	670-6998-00
A16C1020	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A16C1021	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI: 0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A16C1022	290-0746-00		CAP., FXD, ELCTLT: 47UF, +50-10%, 16V	55680	16U-47V-T
A16C1023	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI: 0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A16C1101	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI: 0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A16C1121	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI: 0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A16C1201	290-0755-00		CAP., FXD, ELCTLT: 100UF, +50-10%, 10V	56289	502D223
A16C1211	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI: 0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A16C1401	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI: 0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A16C1501	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI: 0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A16C1520	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 10%, 100V	04222	SA201C103KAA
A16C1601	281-0811-00		CAP., FXD, CER DI: 10PF, 10%, 100V	72982	8035D2AADC1G100K
A16C1610	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI: 0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A16C1621	281-0812-00		CAP., FXD, CER DI: 1000PF, 10%, 100V	72982	8035D9AADX7R102K
A16C1721	281-0773-00		CAP., FXD, CER DI: 0.01UF, 10%, 100V	04222	SA201C103KAA
A16C1722	290-0776-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 10V	55680	10ULA22V-T
A16C1723	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI: 0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A16C1801	281-0775-00		CAP., FXD, CER DI: 0.1UF, 20%, 50V	04222	SA205E104MAA
A16C1810	290-0745-00		CAP., FXD, ELCTLT: 22UF, +50-10%, 25V	56289	502D225
A16CR1001	152-0141-02		SEMICONV DEVICE: SILICON, 30V, 150MA	01295	1N4152R
A16CR1010	152-0141-02		SEMICONV DEVICE: SILICON, 30V, 150MA	01295	1N4152R
A16CR1020	152-0141-02		SEMICONV DEVICE: SILICON, 30V, 150MA	01295	1N4152R
A16CR1620	152-0141-02		SEMICONV DEVICE: SILICON, 30V, 150MA	01295	1N4152R
A16CR1720	152-0066-00		SEMICONV DEVICE: SILICON, 400V, 750MA	14433	LG4016
A16CR1721	152-0066-00		SEMICONV DEVICE: SILICON, 400V, 750MA	14433	LG4016
A16F1820	159-0042-00		FUSE, CARTRIDGE: 3AG, 0.75A, 250V, FAST-BLOW	71400	AGC 3/4
A16F1821	159-0015-00		FUSE, CARTRIDGE: 3AG, 3A, 250V, 0.65 SEC	71400	AGC 3
A16J1001	131-1632-00		CONNECTOR, RCPT, : CKT CD MTG, 20CONTACT, FEM	22526	65001-025
A16J1210	131-2132-01		CONN, RCPT, ELEC: HEADER, 1 X 36, 01 CTR	22526	65506-436
A16J1211	131-2132-01		CONN, RCPT, ELEC: HEADER, 1 X 36, 01 CTR	22526	65506-436
A16L1020	108-0473-00		COIL, RF: 150UH	80009	108-0473-00
A16Q1701	151-0188-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	04713	SPS6868K
A16Q1702	151-0188-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	04713	SPS6868K
A16Q1703	151-0188-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	04713	SPS6868K
A16Q1704	151-0188-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	04713	SPS6868K
A16Q1720	151-0190-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	07263	S032677
A16Q1721	151-0432-00		TRANSISTOR: SILICON, NPN	27014	T07391E2
A16Q1722	151-0453-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	80009	151-0453-00
A16Q1723	151-0453-00		TRANSISTOR: SILICON, PNP	80009	151-0453-00
A16R1001	315-0200-00		RES., FXD, CMPSN: 20 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2005
A16R1002	315-0200-00		RES., FXD, CMPSN: 20 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2005
A16R1003	307-0106-00		RES., FXD, CMPSN: 4.7 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB47G5
A16R1004	315-0200-00		RES., FXD, CMPSN: 20 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2005
A16R1005	315-0200-00		RES., FXD, CMPSN: 20 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2005
A16R1006	315-0200-00		RES., FXD, CMPSN: 20 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2005
A16R1007	315-0200-00		RES., FXD, CMPSN: 20 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2005
A16R1008	315-0200-00		RES., FXD, CMPSN: 20 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2005
A16R1009	315-0200-00		RES., FXD, CMPSN: 20 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2005
A16R1010	315-0100-00		RES., FXD, CMPSN: 10 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1005
A16R1011	315-0100-00		RES., FXD, CMPSN: 10 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1005
A16R1012	315-0100-00		RES., FXD, CMPSN: 10 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1005
A16R1013	315-0100-00		RES., FXD, CMPSN: 10 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1005
A16R1014	307-0675-00		RES NTWK, FXD F1: 9, 1K OHM, 2%, 1.25W	01121	210A102
A16R1021	315-0102-00		RES., FXD, CMPSN: 1K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1025
A16R1022	315-0222-00		RES., FXD, CMPSN: 2.2K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2225
A16R1103	315-0105-00		RES., FXD, CMPSN: 1M OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1055

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A16R1201	321-0311-00		RES.,FXD,FILM:16.9K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G16901F
A16R1202	321-0318-00		RES.,FXD,FILM:20K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G20001F
A16R1203	321-0275-00		RES.,FXD,FILM:7.15K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G71500F
A16R1204	321-0275-00		RES.,FXD,FILM:7.15K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G71500F
A16R1205	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A16R1206	315-0103-00		RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	CB1035
A16R1207	315-0103-00		RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	CB1035
A16R1208	315-0103-00		RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	CB1035
A16R1209	315-0103-00		RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	CB1035
A16R1210	307-0446-00		RES,NTWK,FXD FI:10K OHM,20%,(9) RES	91637	MSP10A01-103M
A16R1220	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A16R1301	315-0103-00		RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	CB1035
A16R1420	307-0446-00		RES,NTWK,FXD FI:10K OHM,20%,(9) RES	91637	MSP10A01-103M
A16R1520	315-0393-00		RES.,FXD,CMPSN:39K OHM,5%,0.25W	01121	CB3935
A16R1521	315-0104-00		RES.,FXD,CMPSN:100K OHM,5%,0.25W	01121	CB1045
A16R1601	315-0303-00		RES.,FXD,CMPSN:30K OHM,5%,0.25W	01121	CB3035
A16R1620	315-0362-00		RES.,FXD,CMPSN:3.6K OHM,5%,0.25W	01121	CB3625
A16R1621	315-0272-00		RES.,FXD,CMPSN:2.7K OHM,5%,0.25W	01121	CB2725
A16R1622	315-0202-00		RES.,FXD,CMPSN:2K OHM,5%,0.25W	01121	CB2025
A16R1701	315-0560-00	B010100 B019999	RES.,FXD,CMPSN:56 OHM,5%,0.25W	01121	CB5605
A16R1701	315-0510-00	B020000	RES.,FXD,CMPSN:51 OHM,5%,0.25W	01121	CB5105
A16R1702	315-0560-00	B010100 B019999	RES.,FXD,CMPSN:56 OHM,5%,0.25W	01121	CB5605
A16R1702	315-0510-00	B020000	RES.,FXD,CMPSN:51 OHM,5%,0.25W	01121	CB5105
A16R1703	307-0541-00		RES,NTWK,THK FI:(7)1K OHM,10%,1W	91637	MSP08A01-102G
A16R1710	315-0132-00		RES.,FXD,CMPSN:1.3K OHM,5%,0.25W	01121	CB1325
A16R1711	315-0132-00		RES.,FXD,CMPSN:1.3K OHM,5%,0.25W	01121	CB1325
A16R1712	315-0362-00		RES.,FXD,CMPSN:3.6K OHM,5%,0.25W	01121	CB3625
A16R1713	315-0132-00		RES.,FXD,CMPSN:1.3K OHM,5%,0.25W	01121	CB1325
A16R1714	315-0132-00		RES.,FXD,CMPSN:1.3K OHM,5%,0.25W	01121	CB1325
A16R1715	315-0132-00		RES.,FXD,CMPSN:1.3K OHM,5%,0.25W	01121	CB1325
A16R1716	315-0201-00		RES.,FXD,CMPSN:200 OHM,5%,0.25W	01121	CB2015
A16R1717	315-0201-00		RES.,FXD,CMPSN:200 OHM,5%,0.25W	01121	CB2015
A16R1718	308-0677-00		RES.,FXD,WW:1 OHM,5%,2W	75042	BWH-1R000J
A16R1719	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A16R1720	315-0101-00		RES.,FXD,CMPSN:100 OHM,5%,0.25W	01121	CB1015
A16R1721	315-0152-00		RES.,FXD,CMPSN:1.5K OHM,5%,0.25W	01121	CB1525
A16R1722	315-0132-00		RES.,FXD,CMPSN:1.3K OHM,5%,0.25W	01121	CB1325
A16R1724	321-0231-00		RES.,FXD,FILM:2.49K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G24900F
A16R1725	321-0231-00		RES.,FXD,FILM:2.49K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G24900F
A16R1726	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A16R1727	321-0231-00		RES.,FXD,FILM:2.49K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G24900F
A16R1728	308-0244-00		RES.,FXD,WW:0.3 OHM,10%,2W	91637	RS2B162ER3000K
A16R1820	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A16R1821	321-0297-00		RES.,FXD,FILM:12.1K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G12101F
A16S1210	260-1589-00		SWITCH,PUSH:(6)SPST,0.1A,5V	00779	435166-4
A16TP1410	214-0579-00		TERM,TEST POINT:BRS CD PL	80009	214-0579-00
A16TP1411	214-0579-00		TERM,TEST POINT:BRS CD PL	80009	214-0579-00
A16TP1420	214-0579-00		TERM,TEST POINT:BRS CD PL	80009	214-0579-00
A16U1101	156-1243-00		MICROCIRCUIT,DI:BCD-TO-7 SEGMENT DECODER	80009	156-1243-00
A16U1102	156-0411-00		MICROCIRCUIT,LI:QUAD-COMP,SGL SUPPLY	27014	LM339N
A16U1110	156-1245-00		MICROCIRCUIT,LI:7 XSTR,HV/HIGH CUR	04713	MC1413PDS
A16U1111	156-0391-00		MICROCIRCUIT,DI:HEX LATCH WITH CLEAR	04713	74LS174(N OR J)
A16U1112	156-0391-00		MICROCIRCUIT,DI:HEX LATCH WITH CLEAR	04713	74LS174(N OR J)
A16U1113	156-1172-00		MICROCIRCUIT,DI:DUAL 4 BIT BIN CNTR	80009	156-1172-00
A16U1114	156-0576-00		MICROCIRCUIT,DI:8 BIT PRL INP-SERIAL OUTPT	04713	MC14021BCL
A16U1115	156-0579-00		MICROCIRCUIT,DI:DUAL 4-BIT BIN COUNTER	04713	MC14520BCL

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff	Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A16U1120	156-0388-00			MICROCIRCUIT,DI:DUAL D-TYPE FLIP-FLOP	80009	156-0388-00
A16U1121	156-0576-00			MICROCIRCUIT,DI:8 BIT PRL INP-SERIAL OUTPT	04713	MC14021BCL
A16U1122	156-0576-00			MICROCIRCUIT,DI:8 BIT PRL INP-SERIAL OUTPT	04713	MC14021BCL
A16U1210	156-0649-00			MICROCIRCUIT,DI:3 STATE HEX. NON INVT BFR	80009	156-0649-00
A16U1211	156-0576-00			MICROCIRCUIT,DI:8 BIT PRL INP-SERIAL OUTPT	04713	MC14021BCL
A16U1212	156-0545-00			MICROCIRCUIT,DI:12-BIT BINARY COUNTER	80009	156-0545-00
A16U1310	156-0649-00			MICROCIRCUIT,DI:3 STATE HEX. NON INVT BFR	80009	156-0649-00
A16U1311	156-1484-00			MICROCIRCUIT,DI:256 X 8 SCRM	000ID	35392C
A16U1312	156-0576-00			MICROCIRCUIT,DI:8 BIT PRL INP-SERIAL OUTPT	04713	MC14021BCL
A16U1313	156-0469-00			MICROCIRCUIT,DI:3-LINE TO 8-LINE DECODER	01295	SN74LS138N
A16U1314	156-0494-00			MICROCIRCUIT,DI:HEX INVERTER/BUFFER	80009	156-0494-00
A16U1410	160-1183-00			MICROCIRCUIT,DI:I/O TIMER,ROM, RAM,PRGM	34576	R6531P
A16U1420	156-0541-00			MICROCIRCUIT,DI:DECODER/DEMULTIPLXER	27014	DM74LS139N
A16U1421	156-0382-00			MICROCIRCUIT,DI:QUAD 2-INPUT NAND GATE	01295	SN74LS00(N OR J)
A16U1520	156-0494-00			MICROCIRCUIT,DI:HEX INVERTER/BUFFER	80009	156-0494-00
A16U1610	160-1111-00			MICROCIRCUIT,DI:4096 X 8 MROM,PRGM	80009	160-1111-00
A16U1710	156-0411-00			MICROCIRCUIT,LI:QUAD-COMP,SGL SUPPLY	27014	LM339N
A16U1720	156-0071-00			MICROCIRCUIT,LI:VOLTAGE REGULATOR	04713	MC1723CL
A16U1801	156-0230-00			MICROCIRCUIT,DI:DUAL D MA-SLAVE FLIP-FLOP	04713	MC10131 (L OR P)
A16U1810	156-0880-00			MICROCIRCUIT,DI:DUAL D MASTER SLAVE FF	80009	156-0880-00
A16W1303	131-0566-00	B010100	B019999X	BUS CONDUCTOR:DUMMY RES,2.375,22 AWG	57668	JWW-0200E0

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A18	670-6996-00		CKT BOARD ASSY:AUXILIARY (STANDARD ONLY)	80009	670-6996-00
A18	670-6997-00		CKT BOARD ASSY:AUXILIARY (OPTION 01 ONLY)	80009	670-6997-00
A18C1030	290-0745-00		CAP.,FXD,ELCTLT:22UF,+50-10%,25V	56289	502D225
A18C1031	281-0773-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,10%,100V	04222	SA201C103KAA
A18C1230	281-0773-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,10%,100V	04222	SA201C103KAA
A18C1231	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A18C1232	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A18C1300	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A18C1301	290-0776-00		CAP.,FXD,ELCTLT:22UF,+50-10%,10V	55680	10ULA22V-T
A18C1310	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A18C1320	281-0770-00		CAP.,FXD,CER DI:0.001UF,20%,100V	72982	8035D9AADX5R102M
A18C1321	281-0773-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,10%,100V	04222	SA201C103KAA
A18C1322	290-0776-00		CAP.,FXD,ELCTLT:22UF,+50-10%,10V	55680	10ULA22V-T
A18C1324	290-0782-00		CAP.,FXD,ELCTLT:4.7UF,+75-10%,35V	55680	35ULA4R7V-T
A18C1330	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A18C1331	283-0220-00	B010100 B010469	CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,20%,50V	72982	8121N075X7R0103M
A18C1331	281-0773-00	B010470	CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,10%,100V	04222	SA201C103KAA
A18C1332	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A18C1410	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A18C1411	281-0773-00		CAP.,FXD,CER DI:0.01UF,10%,100V	04222	SA201C103KAA
A18C1413	281-0814-00		CAP.,FXD,CER DI:100PF,10%,100V	04222	GC70-1-A101K
A18C1420	281-0630-00		CAP.,FXD,CER DI:390PF,5%,500V (STANDARD ONLY)	72982	630000Y5D391J
A18C1421	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V (STANDARD ONLY)	04222	SA205E104MAA
A18C1430	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V (OPTION 01 ONLY)	04222	SA205E104MAA
A18C1431	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V (OPTION 01 ONLY)	04222	SA205E104MAA
A18C1510	281-0775-00		CAP.,FXD,CER DI:0.1UF,20%,50V	04222	SA205E104MAA
A18C1521	281-0198-00		CAP.,VAR,AIR DI:1.7-11PF,250V (STANDARD ONLY)	74970	187-0306-105
A18C1522	281-0564-00		CAP.,FXD,CER DI:24PF,5%,500V (STANDARD ONLY)	59660	301-000C0G0240J
A18C1523	281-0630-00		CAP.,FXD,CER DI:390PF,5%,500V (STANDARD ONLY)	72982	630000Y5D391J
A18CR1120	152-0066-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,400V,750MA	14433	LG4016
A18CR1121	152-0066-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,400V,750MA	14433	LG4016
A18CR1122	152-0066-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,400V,750MA	14433	LG4016
A18CR1123	152-0066-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,400V,750MA	14433	LG4016
A18CR1124	152-0066-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,400V,750MA	14433	LG4016
A18CR1232	152-0066-00		SEMICONV DEVICE:SILICON,400V,750MA	14433	LG4016
A18CR1500	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A18CR1510	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A18CR1511	152-0141-02		SEMICONV DEVICE:SILICON,30V,150MA	01295	1N4152R
A18F1510	159-0042-00		FUSE,CARTRIDGE:3AG,0.75A,250V,FAST-BLOW	71400	AGC 3/4
A18F1511	159-0015-00		FUSE,CARTRIDGE:3AG,3A,250V,0.65 SEC	71400	AGC 3
A18J1500	131-1003-00		CONN,RCPT,ELEC:CKT BD MT,3 PRONG	80009	131-1003-00
A18J1510	131-1857-00		TERM. SET,PIN:36/0.025 SQ PIN,ON 0.1 CTRS	22526	65500136
A18J1511	131-1857-00		TERM. SET,PIN:36/0.025 SQ PIN,ON 0.1 CTRS	22526	65500136
A18J1611	131-1857-00		TERM. SET,PIN:36/0.025 SQ PIN,ON 0.1 CTRS	22526	65500136
A18L1420	108-0245-00		COIL,RF:3.9UH	76493	B6310-1
A18L1421	108-0245-00		COIL,RF:3.9UH	76493	B6310-1
A18Q1030	151-0342-00		TRANSISTOR:SILICON,PNP	07263	S035928
A18Q1031	151-0341-00		TRANSISTOR:SILICON,PNP	07263	S040065
A18Q1032	151-0335-00		TRANSISTOR:SILICON,PNP	04713	SJE917
A18Q1120	151-0254-00		TRANSISTOR:SILICON,PNP	03508	X38L3118
A18Q1121	151-0254-00		TRANSISTOR:SILICON,PNP	03508	X38L3118

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A18Q1300	151-0188-00		TRANSISTOR:SILICON,PNP	04713	SPS6868K
A18Q1330	151-0190-00		TRANSISTOR:SILICON,NPN	07263	S032677
A18Q1331	151-0342-00		TRANSISTOR:SILICON,PNP	07263	S035928
A18Q1332	151-0462-00		TRANSISTOR:SILICON,PNP	04713	SJE491
A18Q1333	151-0341-00		TRANSISTOR:SILICON,NPN	07263	S040065
A18Q1401	151-0190-00		TRANSISTOR:SILICON,NPN	07263	S032677
A18Q1420	151-0190-00 -----		TRANSISTOR:SILICON,NPN (STANDARD ONLY)	07263	S032677
A18Q1500	151-0188-00		TRANSISTOR:SILICON,PNP	04713	SPS6868K
A18Q1510	151-0190-00		TRANSISTOR:SILICON,NPN	07263	S032677
A18Q1511	151-0190-00		TRANSISTOR:SILICON,NPN	07263	S032677
A18R1000	315-0101-00		RES.,FXD,CMPSN:100 OHM,5%,0.25W	01121	CB1015
A18R1030	315-0301-00		RES.,FXD,CMPSN:300 OHM,5%,0.25W	01121	CB3015
A18R1031	315-0512-00		RES.,FXD,CMPSN:5.1K OHM,5%,0.25W	01121	CB5125
A18R1032	315-0121-00		RES.,FXD,CMPSN:120 OHM,5%,0.25W	01121	CB1215
A18R1033	315-0431-00		RES.,FXD,CMPSN:430 OHM,5%,0.25W	01121	CB4315
A18R1100	315-0103-00		RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	CB1035
A18R1101	315-0103-00		RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	CB1035
A18R1110	321-0229-00		RES.,FXD,FILM:2.37K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G23700F
A18R1111	321-0239-00		RES.,FXD,FILM:3.01K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G30100F
A18R1112	315-0103-00		RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	CB1035
A18R1113	315-0103-00		RES.,FXD,CMPSN:10K OHM,5%,0.25W	01121	CB1035
A18R1114	321-0229-00		RES.,FXD,FILM:2.37K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G23700F
A18R1115	321-0239-00		RES.,FXD,FILM:3.01K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G30100F
A18R1120	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A18R1121	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A18R1200	321-0197-00		RES.,FXD,FILM:1.1K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G11000F
A18R1201	321-0202-00		RES.,FXD,FILM:1.24K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G12400F
A18R1202	321-0197-00		RES.,FXD,FILM:1.1K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G11000F
A18R1203	321-0202-00		RES.,FXD,FILM:1.24K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G12400F
A18R1204	311-1236-00		RES.,VAR,NONWIR:250 OHM,10%,0.50W	73138	72-22-0
A18R1205	311-1236-00		RES.,VAR,NONWIR:250 OHM,10%,0.50W	73138	72-22-0
A18R1206	311-1236-00		RES.,VAR,NONWIR:250 OHM,10%,0.50W	73138	72-22-0
A18R1207	311-1236-00		RES.,VAR,NONWIR:250 OHM,10%,0.50W	73138	72-22-0
A18R1210	321-0202-00		RES.,FXD,FILM:1.24K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G12400F
A18R1211	321-0189-00		RES.,FXD,FILM:909 OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G9090F
A18R1212	321-0173-00		RES.,FXD,FILM:619 OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G6190F
A18R1213	321-0173-00		RES.,FXD,FILM:619 OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G6190F
A18R1214	321-0189-00		RES.,FXD,FILM:909 OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G9090F
A18R1215	321-0202-00		RES.,FXD,FILM:1.24K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G12400F
A18R1310	315-0512-00		RES.,FXD,CMPSN:5.1K OHM,5%,0.25W	01121	CB5125
A18R1311	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A18R1312	315-0393-00		RES.,FXD,CMPSN:39K OHM,5%,0.25W	01121	CB3935
A18R1313	321-0287-00		RES.,FXD,FILM:9.53K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G95300F
A18R1314	321-0231-00		RES.,FXD,FILM:2.49K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G24900F
A18R1315	315-0202-00		RES.,FXD,CMPSN:2K OHM,5%,0.25W	01121	CB2025
A18R1321	321-0231-00		RES.,FXD,FILM:2.49K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G24900F
A18R1322	321-0231-00		RES.,FXD,FILM:2.49K OHM,1%,0.125W	91637	MFF1816G24900F
A18R1323	315-0202-00		RES.,FXD,CMPSN:2K OHM,5%,0.25W	01121	CB2025
A18R1324	315-0202-00		RES.,FXD,CMPSN:2K OHM,5%,0.25W	01121	CB2025
A18R1331	315-0511-00		RES.,FXD,CMPSN:510 OHM,5%,0.25W	01121	CB5115
A18R1332	315-0361-00		RES.,FXD,CMPSN:360 OHM,5%,0.25W	01121	CB3615
A18R1333	315-0751-00		RES.,FXD,CMPSN:750 OHM,5%,0.25W	01121	CB7515
A18R1334	315-0201-00		RES.,FXD,CMPSN:200 OHM,5%,0.25W	01121	CB2015
A18R1335	315-0681-00		RES.,FXD,CMPSN:680 OHM,5%,0.25W	01121	CB6815
A18R1400	315-0512-00		RES.,FXD,CMPSN:5.1K OHM,5%,0.25W	01121	CB5125
A18R1401	315-0102-00		RES.,FXD,CMPSN:1K OHM,5%,0.25W	01121	CB1025
A18R1402	315-0121-00		RES.,FXD,CMPSN:120 OHM,5%,0.25W	01121	CB1215

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A18R1403	315-0104-00		RES., FXD, CMPSN: 100K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1045
A18R1410	315-0105-00		RES., FXD, CMPSN: 1M OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1055
A18R1411	315-0102-00		RES., FXD, CMPSN: 1K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1025
A18R1412	315-0102-00		RES., FXD, CMPSN: 1K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1025
A18R1413	315-0101-00		RES., FXD, CMPSN: 100 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1015
A18R1414	315-0302-00		RES., FXD, CMPSN: 3K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB3025
A18R1420	315-0152-00		RES., FXD, CMPSN: 1.5K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1525
	-----		(STANDARD ONLY)		
A18R1421	315-0102-00		RES., FXD, CMPSN: 1K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1025
	-----		(STANDARD ONLY)		
A18R1424	315-0562-00		RES., FXD, CMPSN: 5.6K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5625
	-----		(STANDARD ONLY)		
A18R1425	308-0058-00		RES., FXD, WW: 1.5 OHM, 10%, 1W	75042	BW20-1R500K
A18R1426	308-0742-00		RES., FXD, WW: 0.24 OHM, 5%, 2W	75042	BWH-R2400J
A18R1430	321-0213-00		RES., FXD, FILM: 1.62K OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G16200F
	-----		(OPTION 01 ONLY)		
A18R1431	321-0105-00		RES., FXD, FILM: 121 OHM, 1%, 0.125W	91637	MFF1816G121R0F
	-----		(OPTION 01 ONLY)		
A18R1500	315-0511-00		RES., FXD, CMPSN: 510 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5115
A18R1501	315-0181-00		RES., FXD, CMPSN: 180 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1815
A18R1502	315-0112-00		RES., FXD, CMPSN: 1.1K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1125
A18R1503	315-0242-00		RES., FXD, CMPSN: 2.4K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB2425
A18R1504	315-0472-00		RES., FXD, CMPSN: 4.7K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4725
A18R1510	315-0511-00		RES., FXD, CMPSN: 510 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5115
A18R1511	315-0122-00		RES., FXD, CMPSN: 1.2K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1225
A18R1512	315-0472-00		RES., FXD, CMPSN: 4.7K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB4725
A18R1513	315-0122-00		RES., FXD, CMPSN: 1.2K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1225
A18R1514	315-0511-00		RES., FXD, CMPSN: 510 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5115
A18R1515	315-0511-00		RES., FXD, CMPSN: 510 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5115
A18R1516	315-0511-00		RES., FXD, CMPSN: 510 OHM, 5%, 0.25W	01121	CB5115
A18R1520	315-0183-00		RES., FXD, CMPSN: 18K OHM, 5%, 0.25W	01121	CB1835
	-----		(STANDARD ONLY)		
A18TP1400	214-0579-00		TERM, TEST POINT: BRS CD PL	80009	214-0579-00
A18U1010	156-0796-00		MICROCIRCUIT, DI: 8 STG SHF & STORE BUS RGTR	80009	156-0796-00
A18U1020	156-0796-00		MICROCIRCUIT, DI: 8 STG SHF & STORE BUS RGTR	80009	156-0796-00
A18U1021	156-1245-00		MICROCIRCUIT, LI: 7 XSTR, HV/HIGH CUR	04713	MC1413PDS
A18U1110	156-1245-00		MICROCIRCUIT, LI: 7 XSTR, HV/HIGH CUR	04713	MC1413PDS
A18U1111	156-0411-00		MICROCIRCUIT, LI: QUAD-COMP, SGL SUPPLY	27014	LM339N
A18U1200	156-0158-00		MICROCIRCUIT, LI: DUAL OPERATIONAL AMPLIFIER	18324	MC1458N
A18U1210	156-0927-00		MICROCIRCUIT, LI: DIGITAL TO ANALOG CONVERTER	80009	156-0927-00
A18U1220	156-0796-00		MICROCIRCUIT, DI: 8 STG SHF & STORE BUS RGTR	80009	156-0796-00
A18U1221	156-0796-00		MICROCIRCUIT, DI: 8 STG SHF & STORE BUS RGTR	80009	156-0796-00
A18U1222	156-0796-00		MICROCIRCUIT, DI: 8 STG SHF & STORE BUS RGTR	80009	156-0796-00
A18U1223	156-1173-00		MICROCIRCUIT, LI: VOLTAGE REFERENCE	04713	MC1403UDS
A18U1310	156-0927-00		MICROCIRCUIT, LI: DIGITAL TO ANALOG CONVERTER	80009	156-0927-00
A18U1320	156-0071-00		MICROCIRCUIT, LI: VOLTAGE REGULATOR	04713	MC1723CL
A18U1330	156-1150-00		MICROCIRCUIT, LI: VOLTAGE REGULATOR, NEGATIVE	04713	MC79L05ACP
A18U1400	156-1126-00		MICROCIRCUIT, LI: VOLTAGE COMPARATOR	51984	UPC311C
A18U1410	156-1433-00		MICROCIRCUIT, DI: NOISE SOURCE	27014	MM5837N
A18U1411	156-0656-00		MICROCIRCUIT, DI: DECADE COUNTER	01295	SN74LS90N OR J
A18U1420	156-0071-00		MICROCIRCUIT, LI: VOLTAGE REGULATOR	04713	MC1723CL
A18U1430	156-1161-00		MICROCIRCUIT, LI: VOLTAGE REGULATOR	27014	LM317T
	-----		(OPTION 01 ONLY)		
A18U1500	156-0385-00		MICROCIRCUIT, DI: HEX. INVERTER	80009	156-0385-00
A18VR1001	152-0195-00		SEMICONV DEVICE: ZENER, 0.4W, 5.1V, 5%	04713	SZ11755
A18VR1410	152-0166-00		SEMICONV DEVICE: ZENER, 0.4W, 6.2V, 5%	04713	SZ11738
A18VR1411	152-0166-00		SEMICONV DEVICE: ZENER, 0.4W, 6.2V, 5%	04713	SZ11738

Replaceable Electrical Parts—DC 5010

Component No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
A18Y1520	158-0129-00 -----		XTAL UNIT, QZ: 10MHZ, 0.001%, PARALLEL (STANDARD ONLY)	33096	PB1109
A18Y1530	119-0894-01 -----		OSCILLATOR, RF: 10MHZ, 18V (OPTION 01 ONLY)	80009	119-0894-01

DIAGRAMS AND CIRCUIT BOARD ILLUSTRATIONS

Symbols

Graphic symbols and class designation letters are based on ANSI Standard Y32.2-1975.

Logic symbology is based on ANSI Y32.14-1973 in terms of positive logic. Logic symbols depict the logic function performed and may differ from the manufacturer's data.

The overline on a signal name indicates that the signal performs its intended function when it is in the low state.

Abbreviations are based on ANSI Y1.1-1972.

Other ANSI standards that are used in the preparation of diagrams by Tektronix, Inc. are:

- Y14.15, 1966 Drafting Practices.
- Y14.2, 1973 Line Conventions and Lettering.
- Y10.5, 1968 Letter Symbols for Quantities Used in Electrical Science and Electrical Engineering.

American National Standard Institute
1430 Broadway
New York, New York 10018

Component Values

Electrical components shown on the diagrams are in the following units unless noted otherwise:

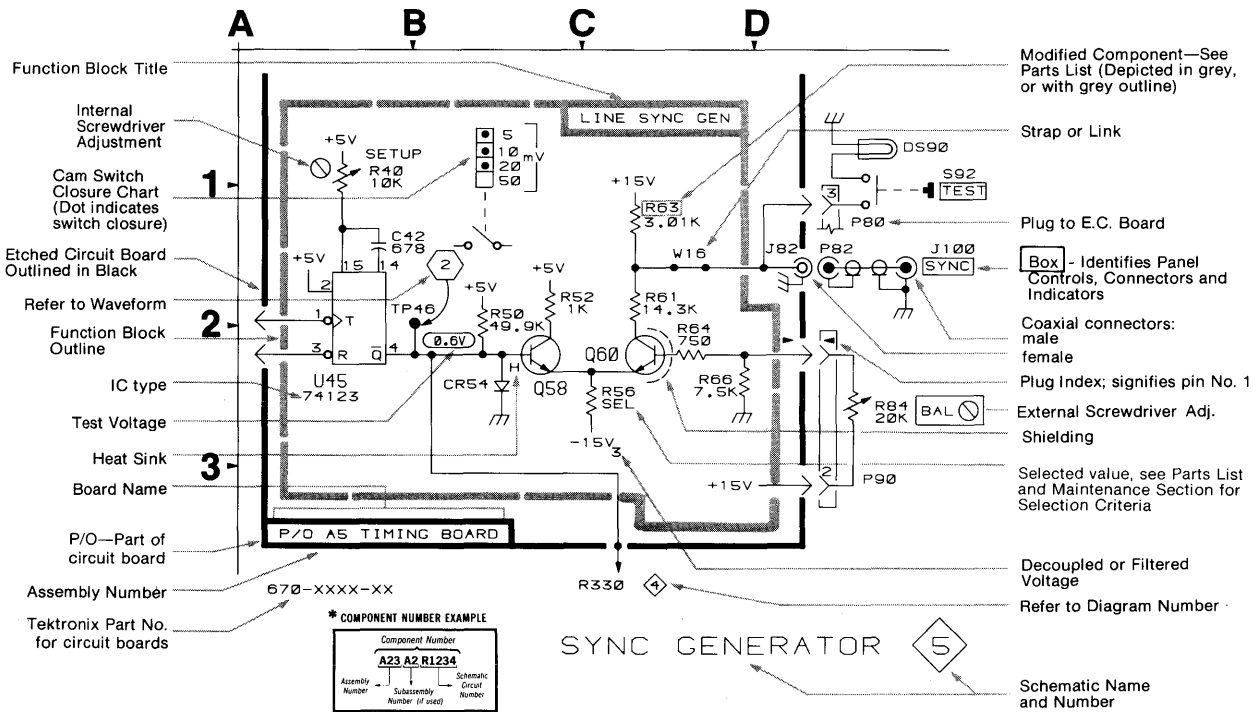
- Capacitors = Values one or greater are in picofarads (pF).
Values less than one are in microfarads (μ F).
- Resistors = Ohms (Ω).

———— The information and special symbols below may appear in this manual. ————

Assembly Numbers and Grid Coordinates

Each assembly in the instrument is assigned an assembly number (e.g., A20). The assembly number appears on the circuit board outline on the diagram, in the title for the circuit board component location illustration, and in the lookup table for the schematic diagram and corresponding component locator illustration. The Replaceable Electrical Parts list is arranged by assemblies in numerical sequence; the components are listed by component number *(see following illustration for constructing a component number).

The schematic diagram and circuit board component location illustration have grids. A lookup table with the grid coordinates is provided for ease of locating the component. Only the components illustrated on the facing diagram are listed in the lookup table. When more than one schematic diagram is used to illustrate the circuitry on a circuit board, the circuit board illustration may only appear opposite the first diagram on which it was illustrated; the lookup table will list the diagram number of other diagrams that the circuitry of the circuit board appears on.



ADJUSTMENT LOCATIONS AND SETUPS

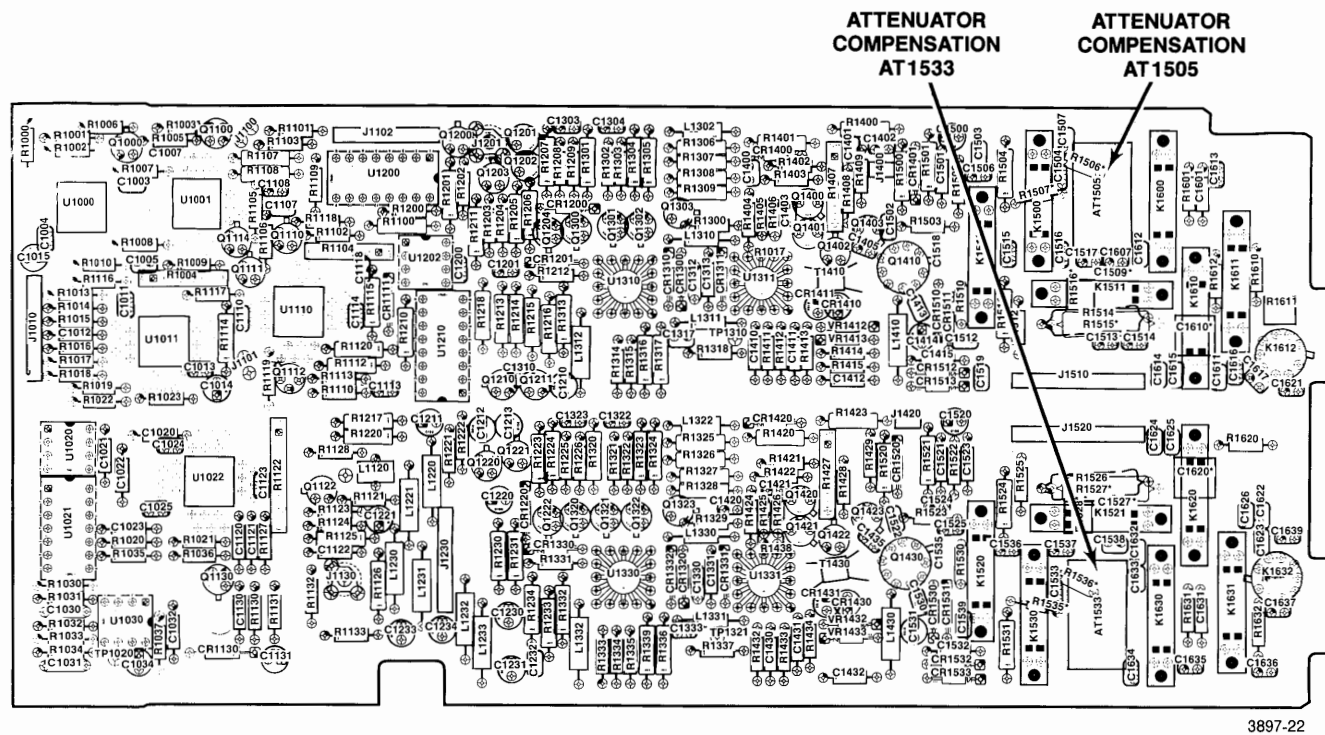


Fig. 8-1. Analog Board (A12).

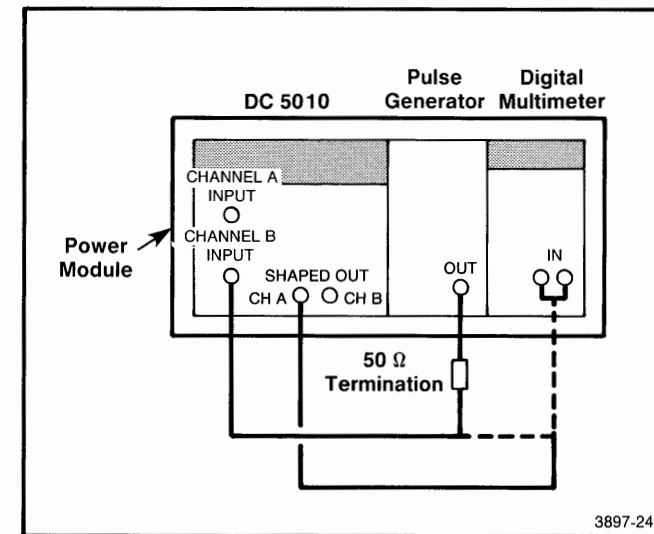


Fig. 8-3. Adjustment setup for steps 10 and 11.

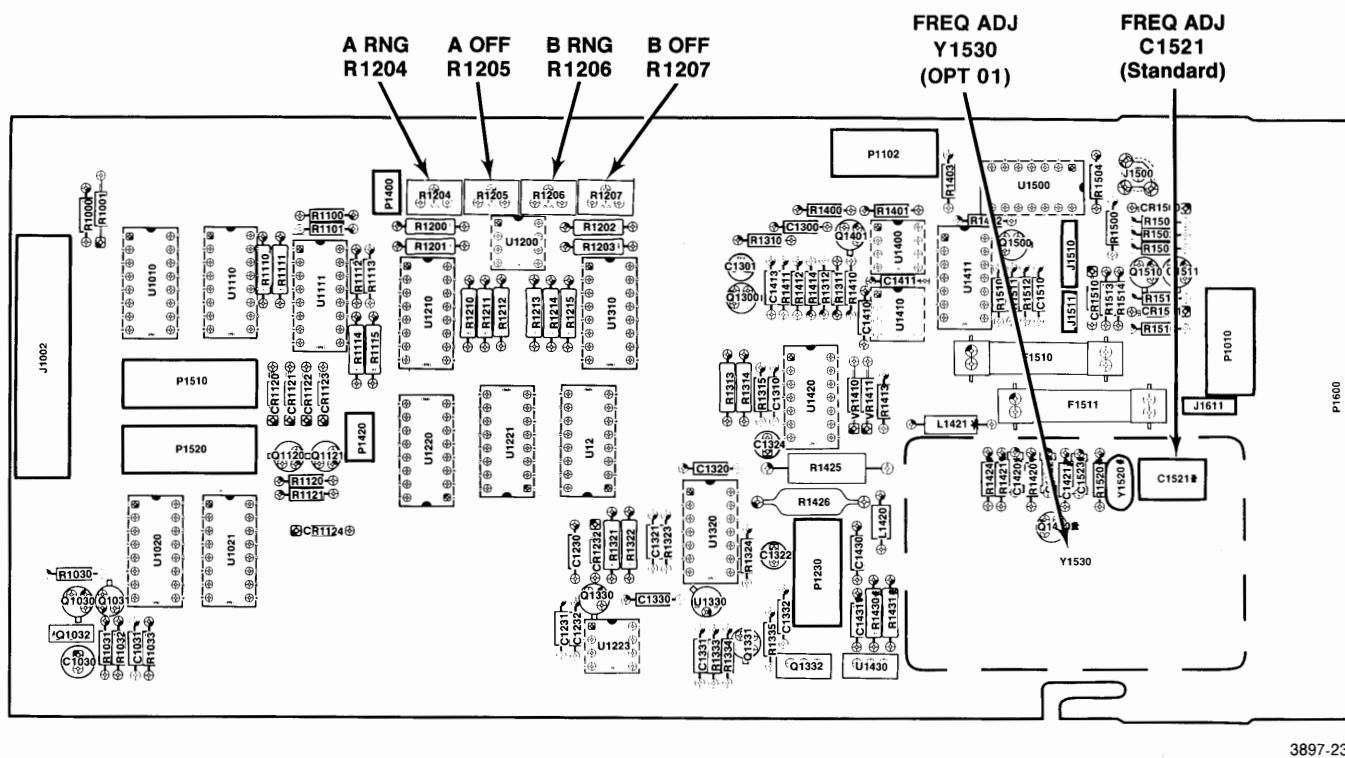


Fig. 8-2. Auxiliary Board (A18).

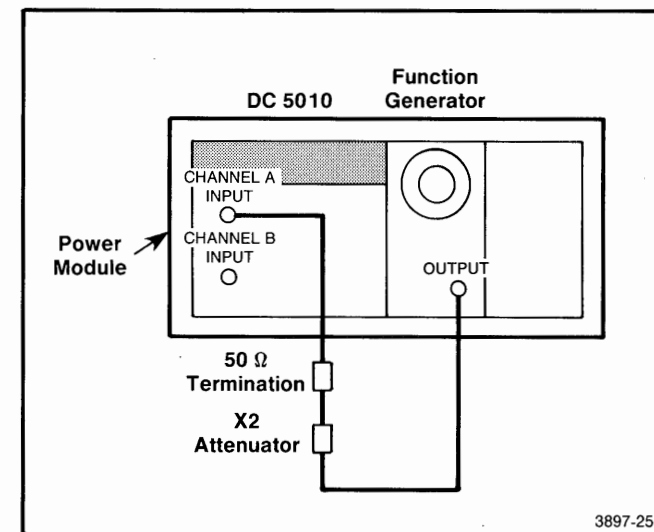


Fig. 8-4. Adjustment setup for steps 12 and 13.

**Table 8-1
GENERAL PROBLEMS**

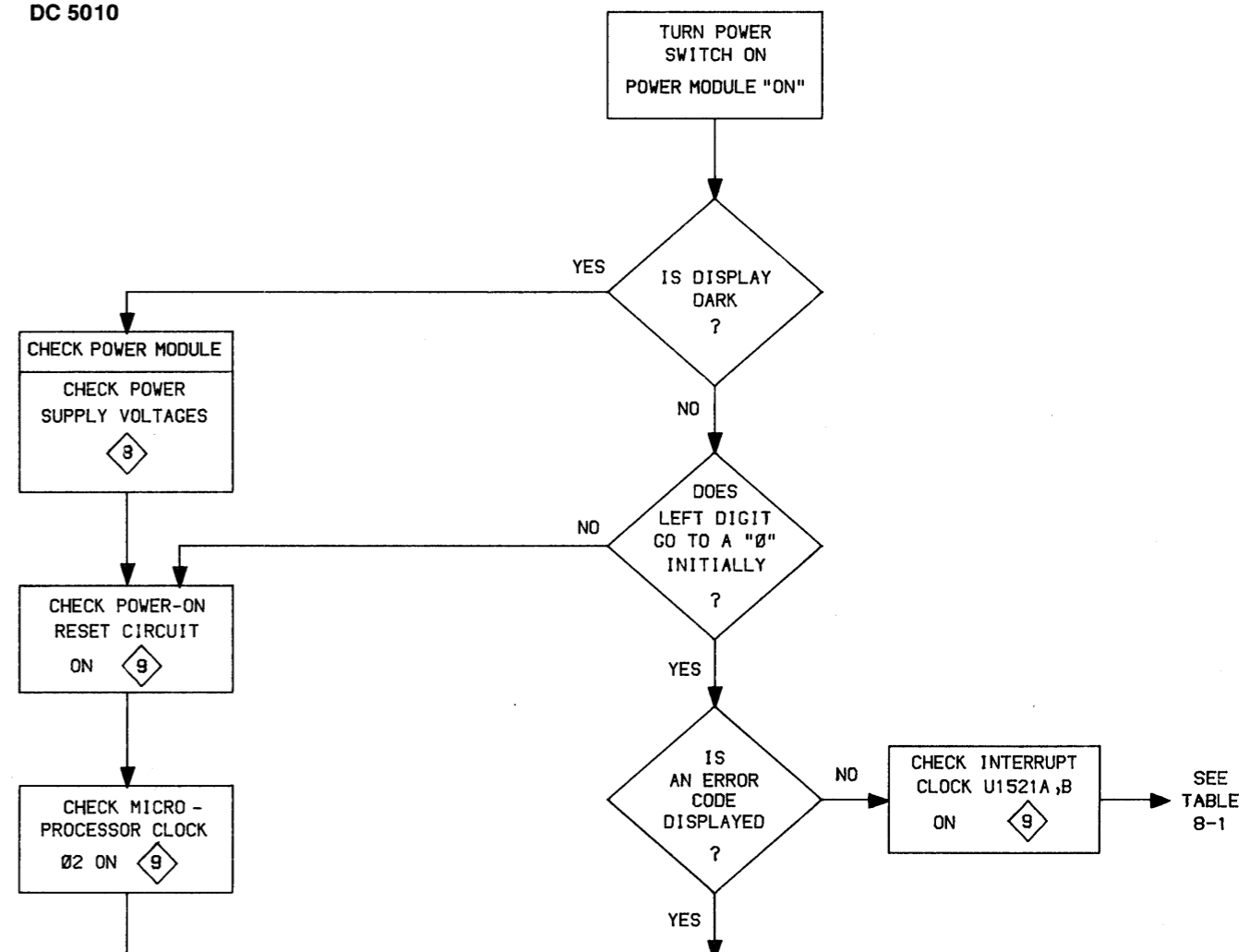
PROBLEM	SUSPECT CIRCUITRY
MEASUREMENTS ARE STABLE BUT NOT ACCURATE.	TIME BASE OSCILLATOR (+18V SUPPLY FOR OPT. 1), BUFFER - Q1500, DIVIDER - U1411, AND PHASE LOCKED LOOP COMPONENTS OR JUMPERS J1511 OR J1515 LOOSE. 5
DOES NOT TRIGGER PROPERLY (MAY BE INDICATED BY INCORRECT SHAPED OUTPUTS).	DUAL DMOS IN AMPLIFIER 1 , +12V, -12V, -5V, +5V ₂ SUPPLIES 8 , AMPLIFIER COMPONENTS 1 , 2 .
INPUT CONDITIONING DOES NOT FUNCTION PROPERLY.	SWITCH 9 10 , RELAYS 1 , RELAY DRIVERS 7 , U1520E 9
DISPLAY DOES NOT FUNCTION PROPERLY.	DISPLAY CIRCUITRY 10 11
AUTO TRIGGER DOES NOT FUNCTION PROPERLY.	+2.5V SUPPLY 8 , D/A CONVERTERS - U1210, U1310 6 , SERIAL-TO-PARALLEL SHIFT REGISTERS - U12222, U1220, U1221 6 , INPUT AMPLIFIERS 1 , 2 , BUFFERS - U1200 6 .
MEASUREMENTS WITH LOW FREQUENCY INPUT SIGNAL ARE NOT STABLE.	$\overline{\text{END}}$ SIGNAL 3 , 4 SUSPECT U1102C, U1410 9 , SCHMITT TRIGGERS, AMPLIFIERS 1 , 2 .
GATE LIGHT ALWAYS ON. NO MEASUREMENT COMPLETED.	$\overline{\text{END}}$ SIGNAL 3 , 4 SUSPECT U1102C, U1410 9 . ARM STUCK LOW: Q1510, Q1511 6

@

**Table 8-2
COUNTER INTEGRITY ERRORS**

ERROR CODE	SUSPECT CIRCUITRY
320	1. CHECK THAT INPUT SIGNAL IS WITHIN TRIGGER LEVEL RANGE, OR NO INPUT. 2. MAKE SURE ARM INPUT IS HIGH. 6 3. CHECK +12V, -12V, -5V. 4. SUSPECT FET Q1410, CHECK FOR SIGNAL ON T1418 5. CHECK MR AND $\overline{\text{MR}}$ LINES. 4 6. CHECK CH A DAC. 6 7. CHECK CH A AMP. 1 , 2 8. CHECK GATING. 3 9. CHECK INPUT TO ACCUMULATOR. 4 10. SUSPECT U1000A. 3 11. SUSPECT U1102B, U1121. 4
321	1. SUSPECT U1000A, U1011 3 4 2. SUSPECT U1710D, U1121 4
322	1. SUSPECT U1011A 3 2. CHECK CABLE W528 3. SUSPECT U1810A 4 4. SUSPECT U1710B, U1121 4
323	1. SUSPECT U1801A 4 , LEVEL SHIFTER Q1702, Q1701 4 2. SUSPECT U1121 4
324	1. SUSPECT LEVEL SHIFTER Q1702, Q1701 4 2. SUSPECT U1120A 4 3. SUSPECT U1121 4
329	1. SUSPECT CABLE W528 OR ANY ACCUMULATOR CHIP
330	1. CHECK CH B DAC 6 2. CHECK CH B AMP 1 2 3. CHECK FET Q1430 4. CHECK FOR SIGNAL ON T1430 5. CHECK GATING 3 6. CHECK INPUT TO ACCUMULATOR 3 7. SUSPECT U1011C 3 8. SUSPECT U1102A OR U1122 4
331	1. SUSPECT U1011C, U1011B 3 2. SUSPECT U1710C, U1122 4
332	1. SUSPECT U1011, OR CABLE W538 3 2. SUSPECT U1810B 4 3. SUSPECT U1103 4
333	1. SUSPECT U1810B, LEVEL SHIFTER Q1704, Q1703 4 2. SUSPECT U1122 4
334	1. SUSPECT LEVEL SHIFTER Q1704, Q1703 4 2. SUSPECT U1120B, U1122 4
339	1. SUSPECT CABLE W529 OR ANY ACCUMULATOR CHIP

DIAGNOSTIC PROCEDURES



ERROR CODE	ACTION
313	SERIAL I/O ERROR - SEE INTERNAL SIGNATURE ANALYSIS FIG. 8-6(DIGITAL)* FIG.8-8(ANALOG)* AND FIG.8-9(AUXILIARY).
320-324, 329	CH A COUNTER INTEGRITY ERROR - SEE TABLE 8-2 AND COUNTER INTEGRITY TEXT DESCRIPTION
330-334, 339	CH B COUNTER INTEGRITY ERROR - SEE TABLE 8-2 AND COUNTER INTEGRITY TEST DESCRIPTION
340	RAM ERROR - SUSPECT U1410 OR CONNECTIONS 9
341	SUSPECT U1610 9
342	SUSPECT U1311 9
361	ROM PLACEMENT ERROR - SUSPECT U1610 9
374	ROM PLACEMENT ERROR - SUSPECT U1102 12
375	ROM PLACEMENT ERROR - SUSPECT U1201 12
380	ROM CHECKSUM ERROR - SUSPECT U1410 9
381	ROM CHECKSUM ERROR - SUSPECT U1610 9
394	ROM CHECKSUM ERROR - SUSPECT U1102 12
395	ROM CHECKSUM ERROR - SUSPECT U1201 12

Fig. 8-5. General troubleshooting flow chart.

Serial path signatures

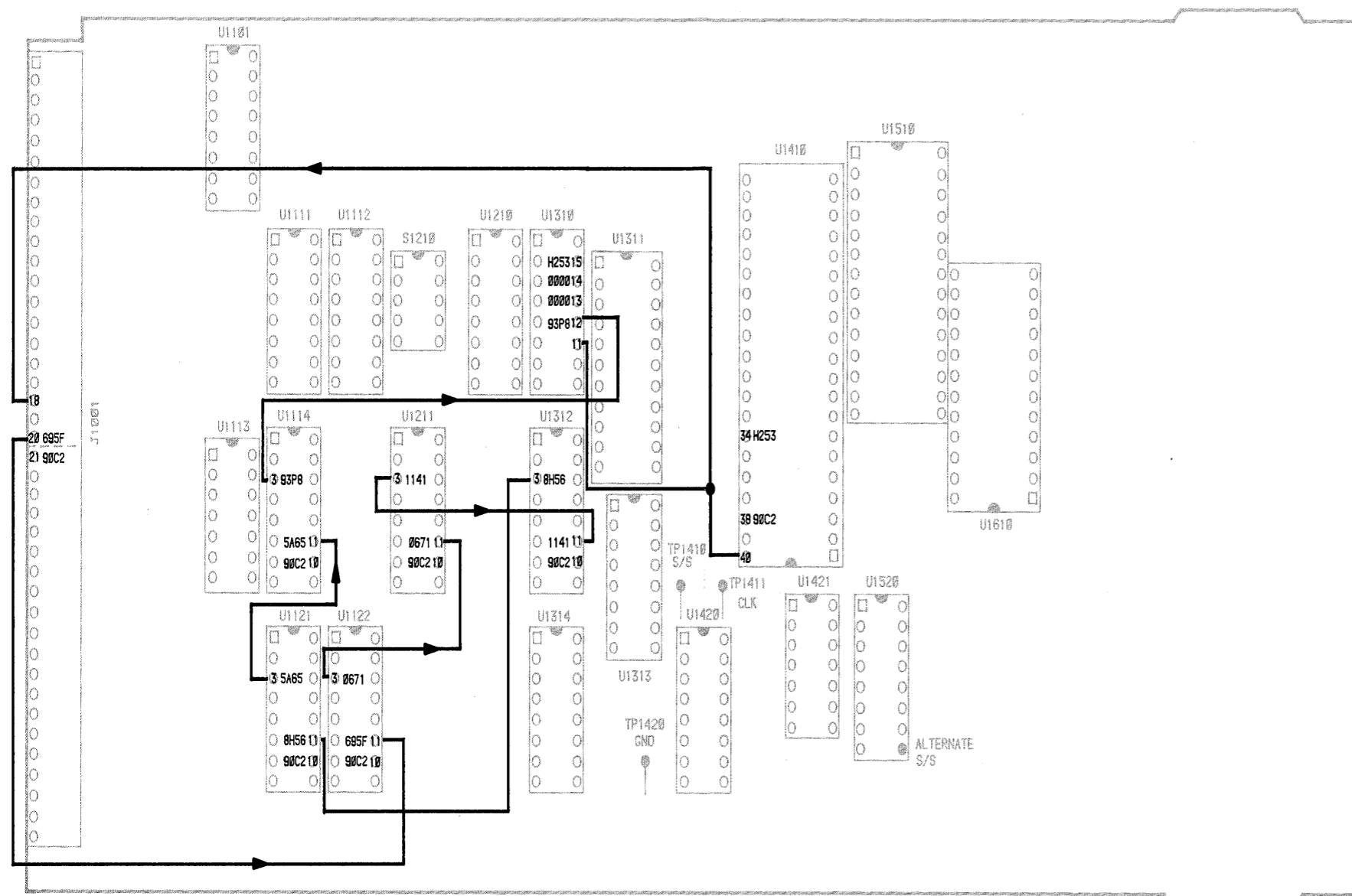


Fig. 8-6. Internal signature analysis "A" (Digital board).

+5V SIGNATURE = 47C6

3897-27

SETUP CONDITIONS

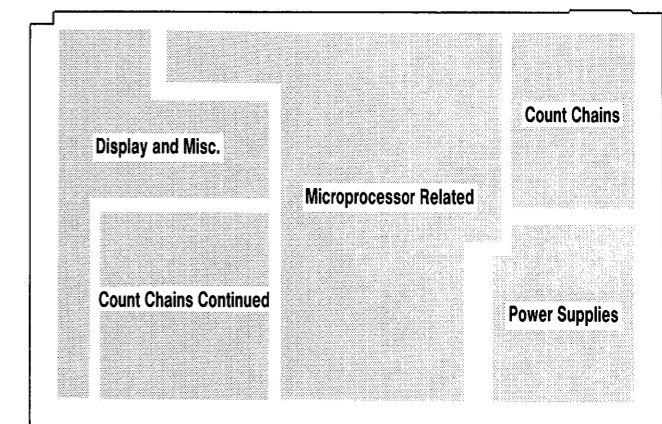
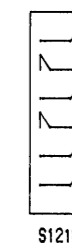
Internal Signatures (Digital Board)

- SA CLOCK TP 1411
- SA START } Pin 9 of U1520
- SA STOP }
- SA GND TP 1420

NOTE

Power up DC 5010 while holding in CH A ATTN button to get signatures.

Address switch S1210 set to 20:



Digital board circuit locations

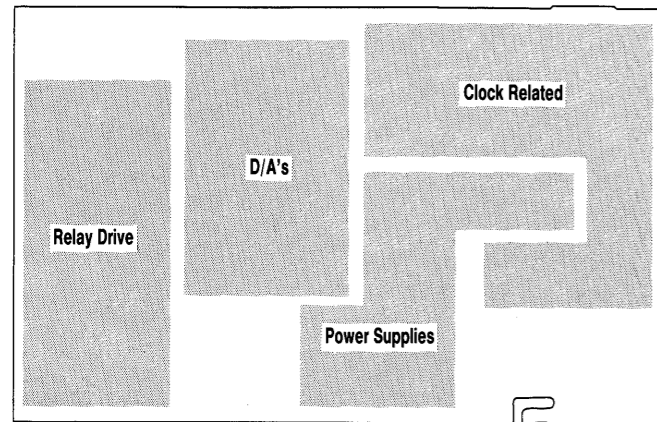
SETUP CONDITIONS

Internal Signatures (Auxiliary Board)

- SA CLOCK — TP 1411 (Digital Board)
- SA START — } Pin 9 of U1520 (Digital Board)
- SA STOP — }
- SA GND — TP 1420 (Digital Board)

NOTE

Power up DC 5010 while holding in CH A ATTEN button to get signatures.



Auxiliary board circuit locations

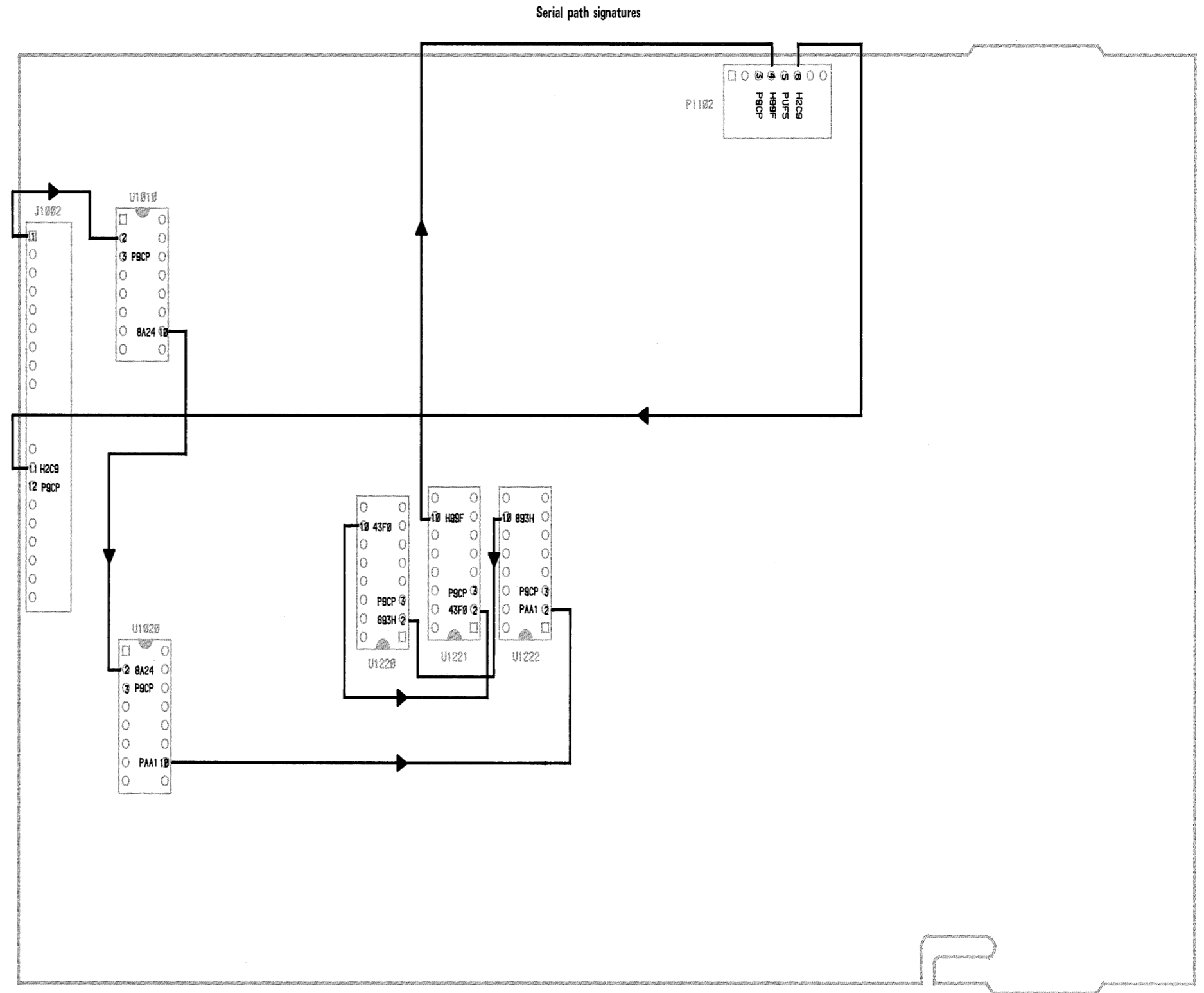
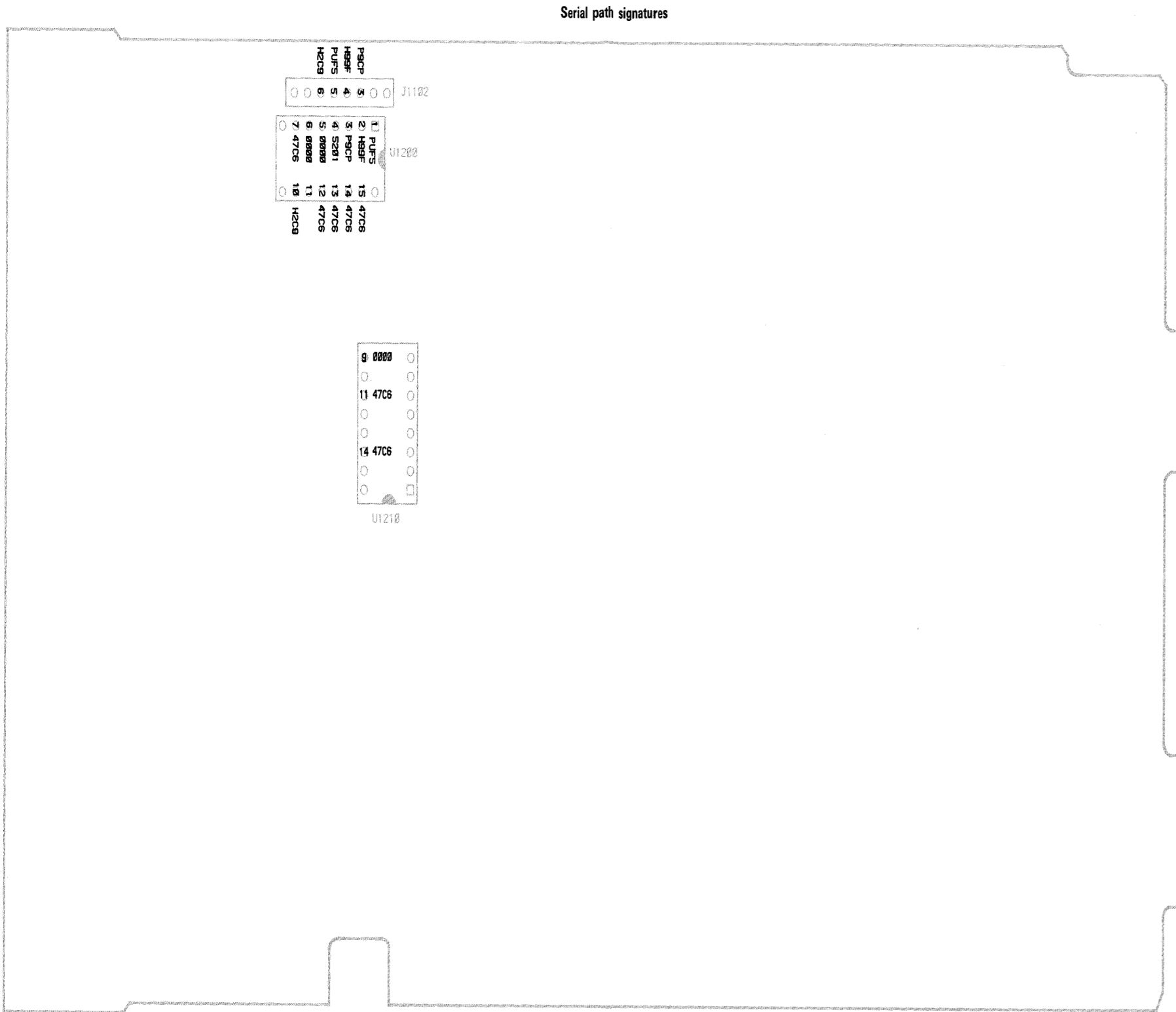


Fig. 8-9. Internal signature analysis (Auxiliary board).

+5V SIGNATURE = 47C6



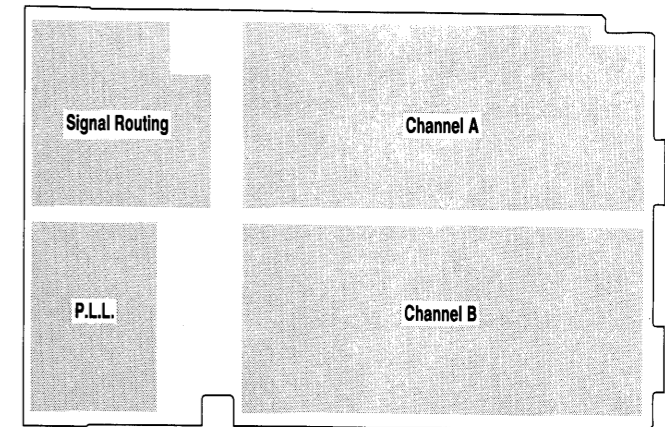
SETUP CONDITIONS

Internal Signatures (Analog Board)

- SA CLOCK } TP 1411 (Digital Board)
- SA START } Pin 9 of U1520 (Digital Board)
- SA STOP } Pin 9 of U1520 (Digital Board)
- SA GND } TP 1420 (Digital Board)

NOTE

Power up DC 5010 while holding CH A ATTEN button to get signature analysis.



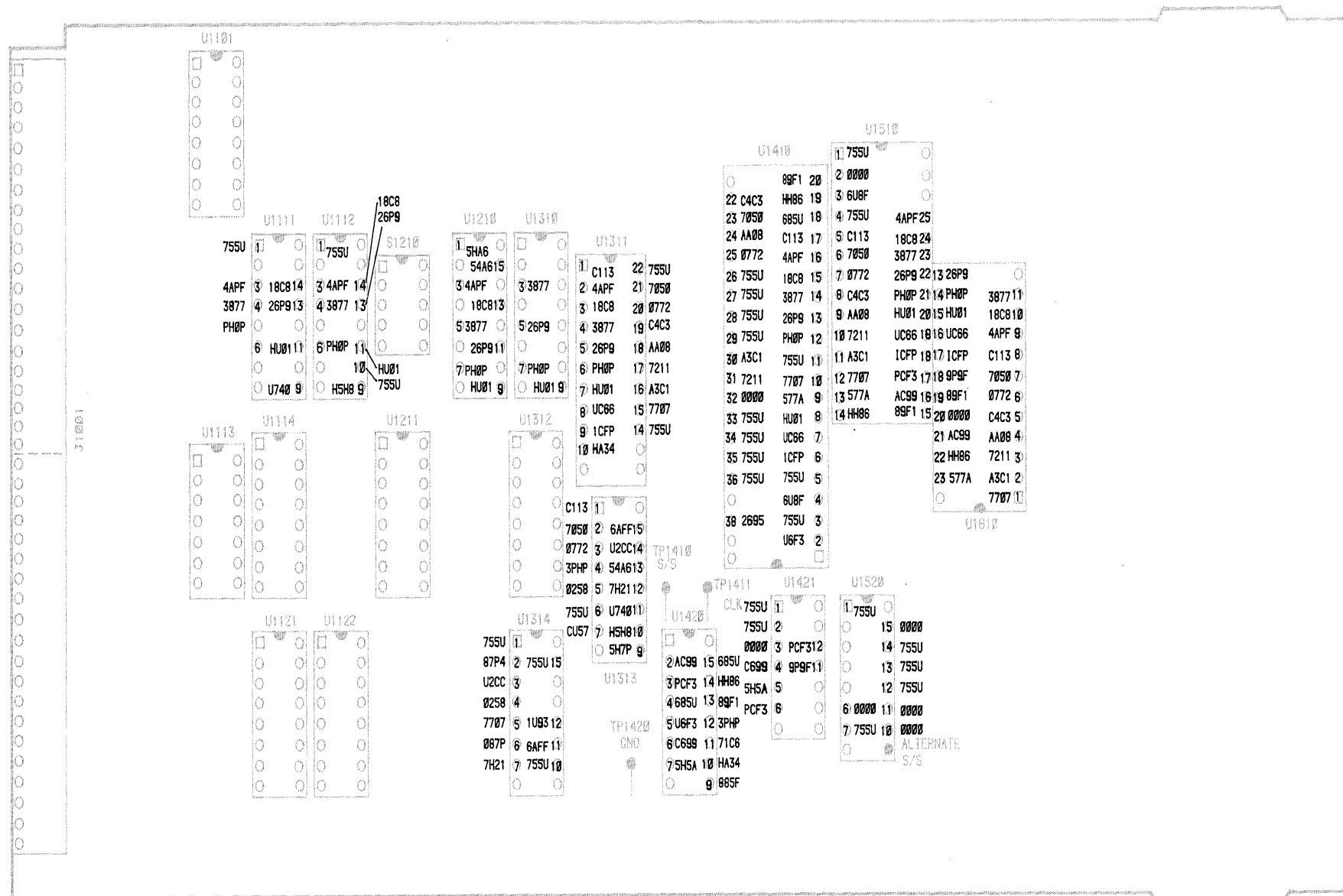
Analog board circuit locations

Fig. 8-8. Internal signature analysis (Analog board).

+5V SIGNATURE = 47C6

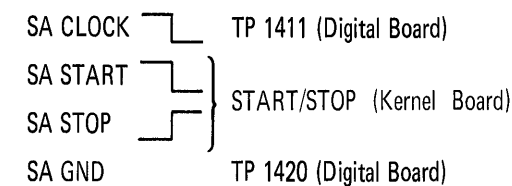
3897-29

Kernel test board signatures



SETUP CONDITIONS

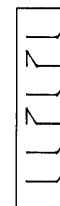
Kernel Test Signatures (Digital Board)



NOTE

Power up DC 5010 while holding in CH A ATTEN button to get signatures.

Address switch S1210 set to 20:



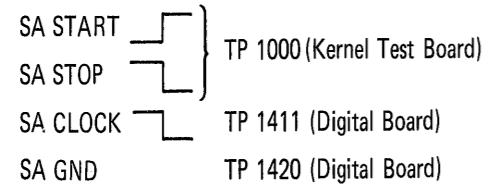
S1210

+5V SIGNATURES = 755U

3897-31

Fig. 8-10. Kernel signature analysis (Digital board).

SETUP CONDITIONS



NOTE

The microprocessor must be removed before making the Kernel test.

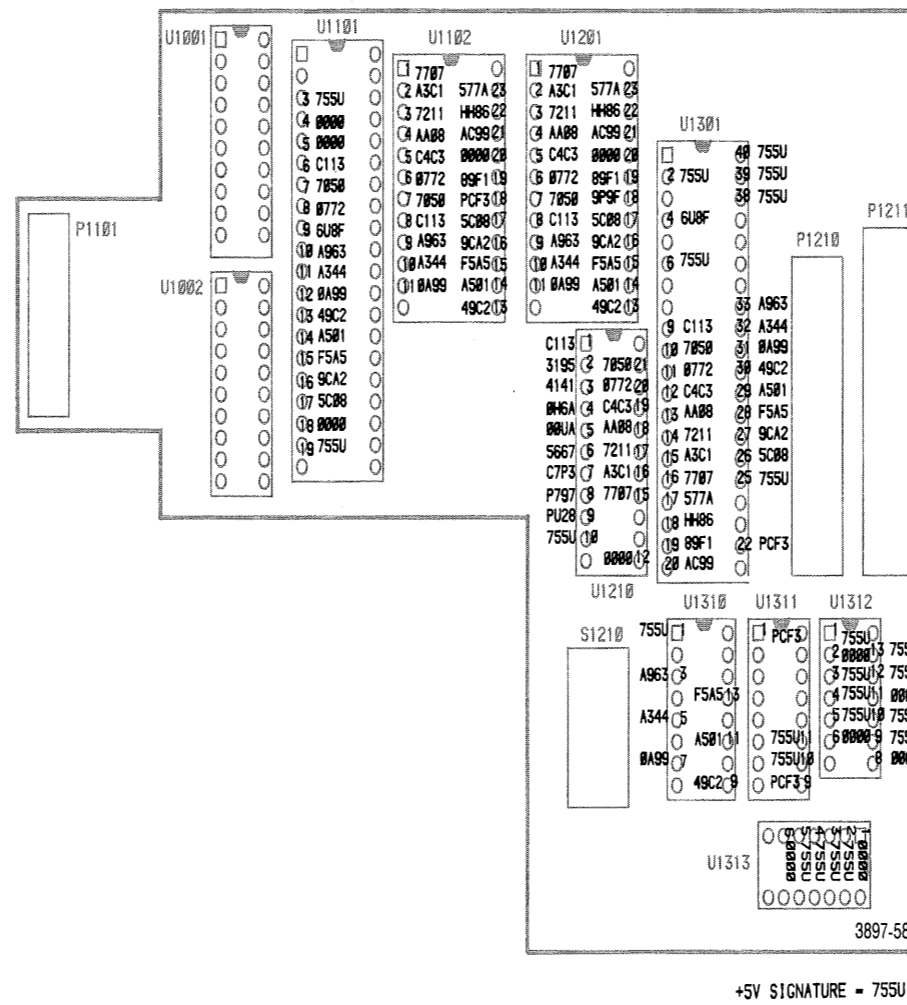
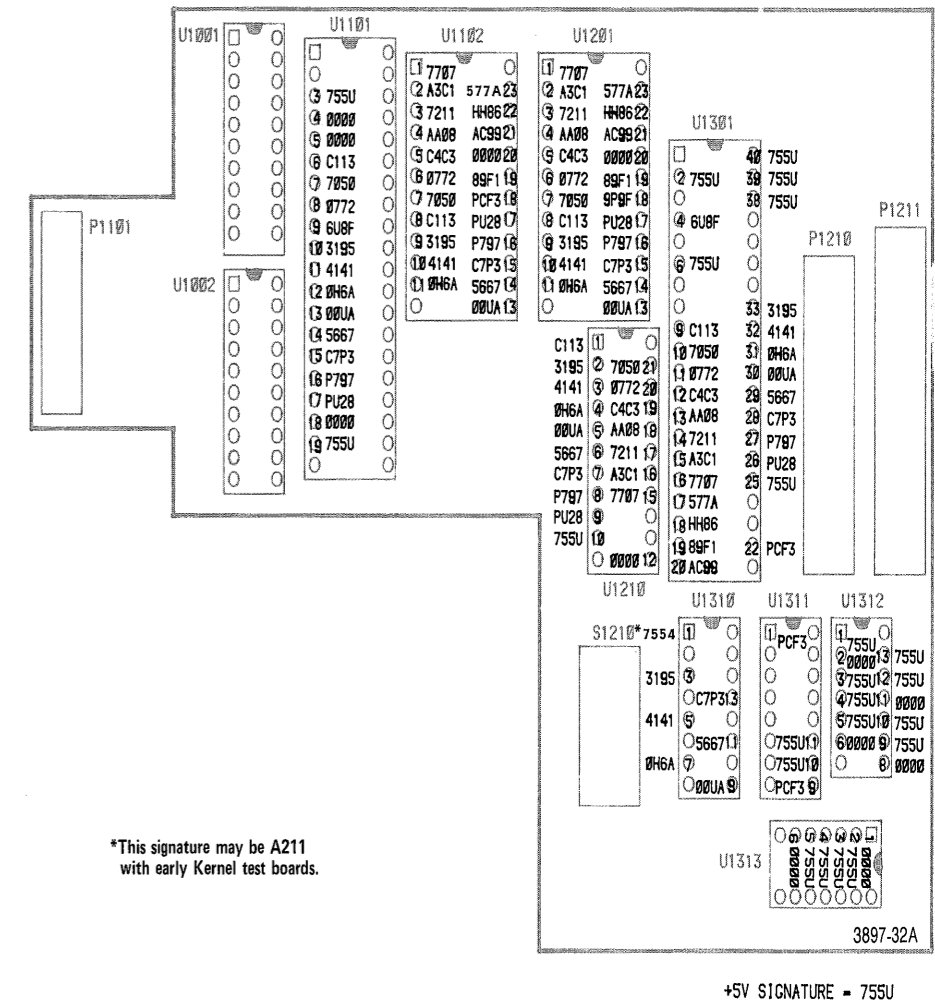


Fig. 8-11A. Kernel signature analysis (GPIB board) (SN B030000 & up).



*This signature may be A211 with early Kernel test boards.

Fig. 8-11B. Kernel signature analysis (GPIB board) (SN B029999 & below).

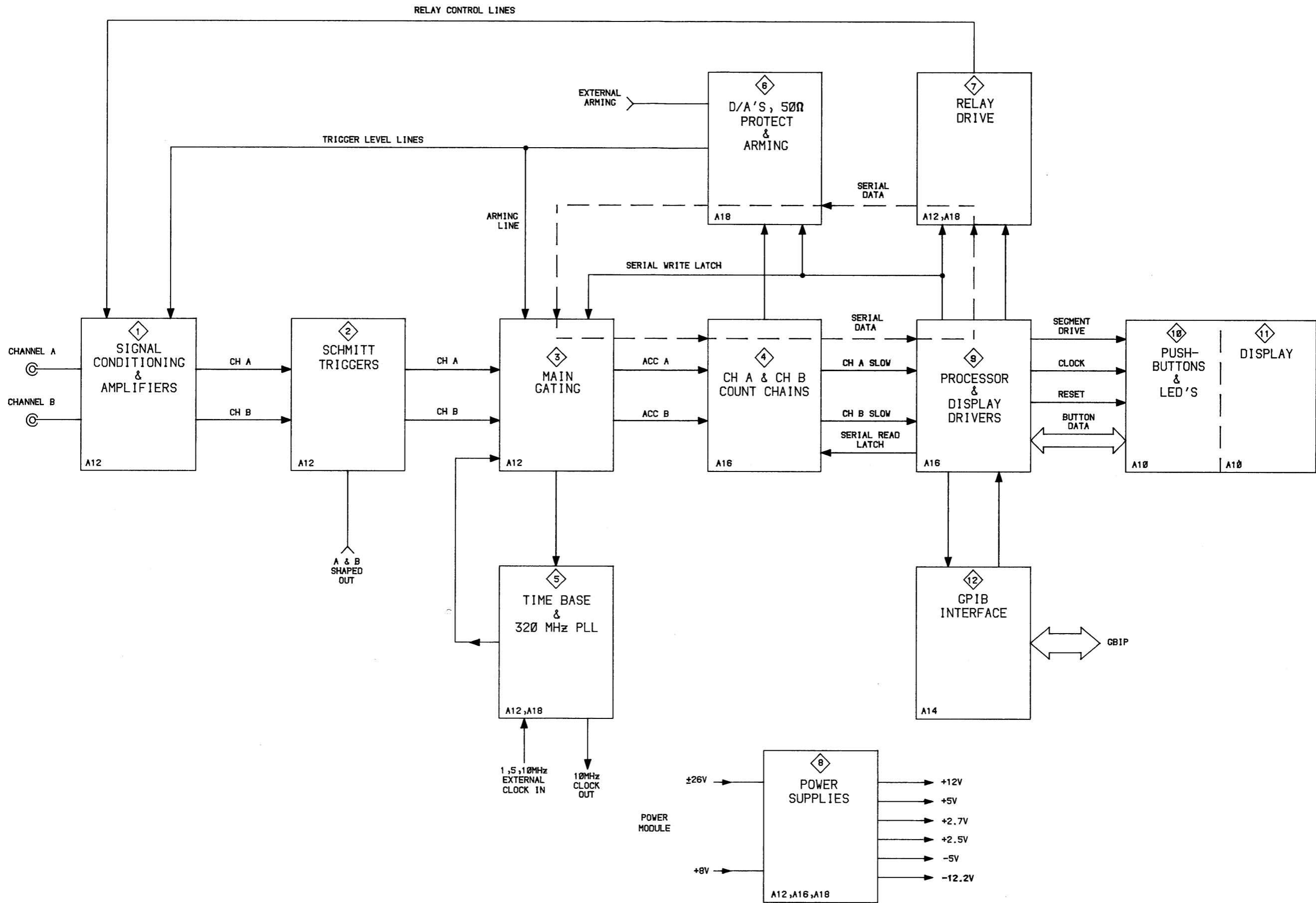


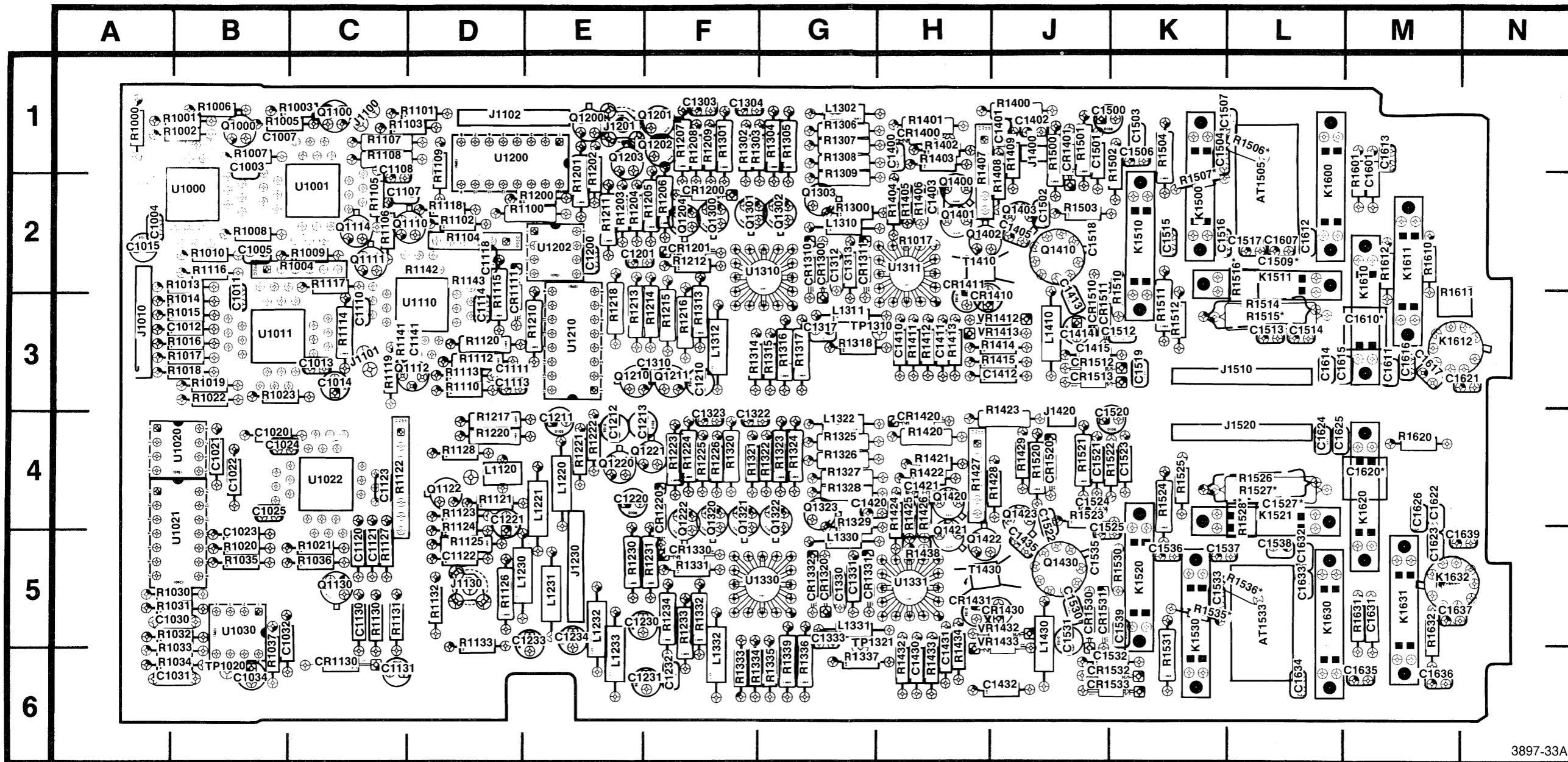
Table 8-3
COMPONENT REFERENCE CHART
(see Fig. 8-12)

P/O A12 ASSY			SIGNAL CONDITIONING & AMPLIFIERS 1					
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
AT1505	E3	L2	CR1532	G6	K6	R1421	K8	H4
AT1533	E7	L5	CR1533	H5	K6	R1422	K8	H4
C1312	M3	G2	J1400	B4	J1	R1423	L9	J4
C1313	L3	G2	J1420	B8	J4	R1424	L8	H4
C1330	M7	G5	J500	B2	Chassis	R1425	K8	H4
C1331	L7	G5	J510	B6	Chassis	R1426	J8	H4
C1401	I4	J1	K1500S	F4	K2	R1427	K9	H4
C1403	K4	H2	K1510S	G2	K2	R1428	I8	J4
C1405	H3	J2	K1511S	E1	L2	R1429	J8	J4
C1412	I1	J3	K1520S	G6	K5	R1432	K6	H6
C1413	I2	J3	K1521S	E6	L4	R1433	K6	H6
C1414	I2	J3	K1530S	F8	K5	R1434	J6	H6
C1415	F1	J3	K1600S	D4	L2	R1438	K8	H5
C1425	K8	H4	K1610S	D1	M2	R1500	J4	J1
C1432	I5	J6	K1611S	C2	M2	R1501	J3	J1
C1435	H7	J5	K1612S	B2	M3	R1502	D4	K1
C1500	I5	J1	K1620S	D6	M4	R1503	G4	J2
C1501	G4	J1	K1630S	D8	L5	R1504	F3	K1
C1502*	H3	J2	K1631S	C6	M5	R1506	E4	L1
C1503	J5	K1	K1632S	C7	M5	R1507	E3	K2
C1504	E3	K1	L1310	M2	G2	R1510	G2	K2
C1509	E2	L2	L1311	M3	G3	R1511	F2	K3
C1518	G2	J2	L1330	M6	G5	R1512	F2	K3
C1520	K9	J4	L1331	M7	G5	R1514	D2	L3
C1521	G8	J4	L1410	I2	J3	R1515	E2	L3
C1522	H7	J4	L1430	I6	J5	R1516	E2	L2
C1523	I9	K4	Q1210	K1	E3	R1520	J8	J4
C1527	E7	L4	Q1211	K1	F3	R1521	J8	J4
C1530	I6	J5	Q1400	J4	H2	R1522	D8	K4
C1531	I6	J5	Q1401	K4	H2	R1523	G8	J4
C1532	F6	K6	Q1402	H4	H2	R1524	F6	K4
C1533	E7	K5	Q1403	I4	J2	R1525	F6	K4
C1535	G6	J5	Q1410	H2	J2	R1526	E6	L4
C1601	C3	M1	Q1420	J8	H4	R1527	D6	L4
C1610	D3	M3	Q1421	K8	H5	R1528	E7	L4
C1620	D7	M4	Q1422	H8	H5	R1530	G6	K5
C1631	C7	M5	Q1423	I8	J4	R1531	F7	K6
CR1300	M3	G2	Q1430	H6	J5	R1535	E7	K5
CR1310	M2	G2	R1318	K2	G3	R1536	E8	L5
CR1311	L3	G2	R1337	K6	G6	R1601	D4	M1
CR1320	M7	G5	R1400	M4	J1	R1610	C3	M2
CR1331	L7	G5	R1401	L4	H1	R1611	B2	M3
CR1332	M7	G5	R1402	K4	H1	R1612	C2	M2
CR1400	L5	H1	R1403	K4	H1	R1620	C6	M4
CR1401	J4	J1	R1404	L3	H2	R1631	D8	M5
CR1410	J2	H2	R1405	K4	H2	R1632	C7	M5
CR1411	I2	H2	R1406	J4	H2	T1410	J2	H2
CR1420	L9	H4	R1408	I4	J1	T1430	J7	H5
CR1430	J7	J5	R1409	I4	J1	TP1310	M3	G3
CR1431	I7	H5	R1411	K2	H3	TP1321	M7	G5
CR1510	G1	J3	R1412	K2	H3	U1311	J3	H2
CR1511	H1	J3	R1413	J2	H3	U1331	J7	H5
CR1512	G1	J3	R1417	K3	H2	VR1412	I3	J3
CR1513	H1	J3	R1420	L9	H4	VR1413	J3	J3
CR1520	J9	J4				VR1432	I7	J5
CR1530	G5	J5				VR1433	J7	J5
CR1531	H6	J5						

P/O A12 ASSY also shown on



PARTS LOCATION GRID



3987-33A

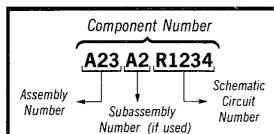
A12

Fig. 8-12. Analog board (A12).

 Static Sensitive Devices
See Maintenance Section

* Located on back of board.

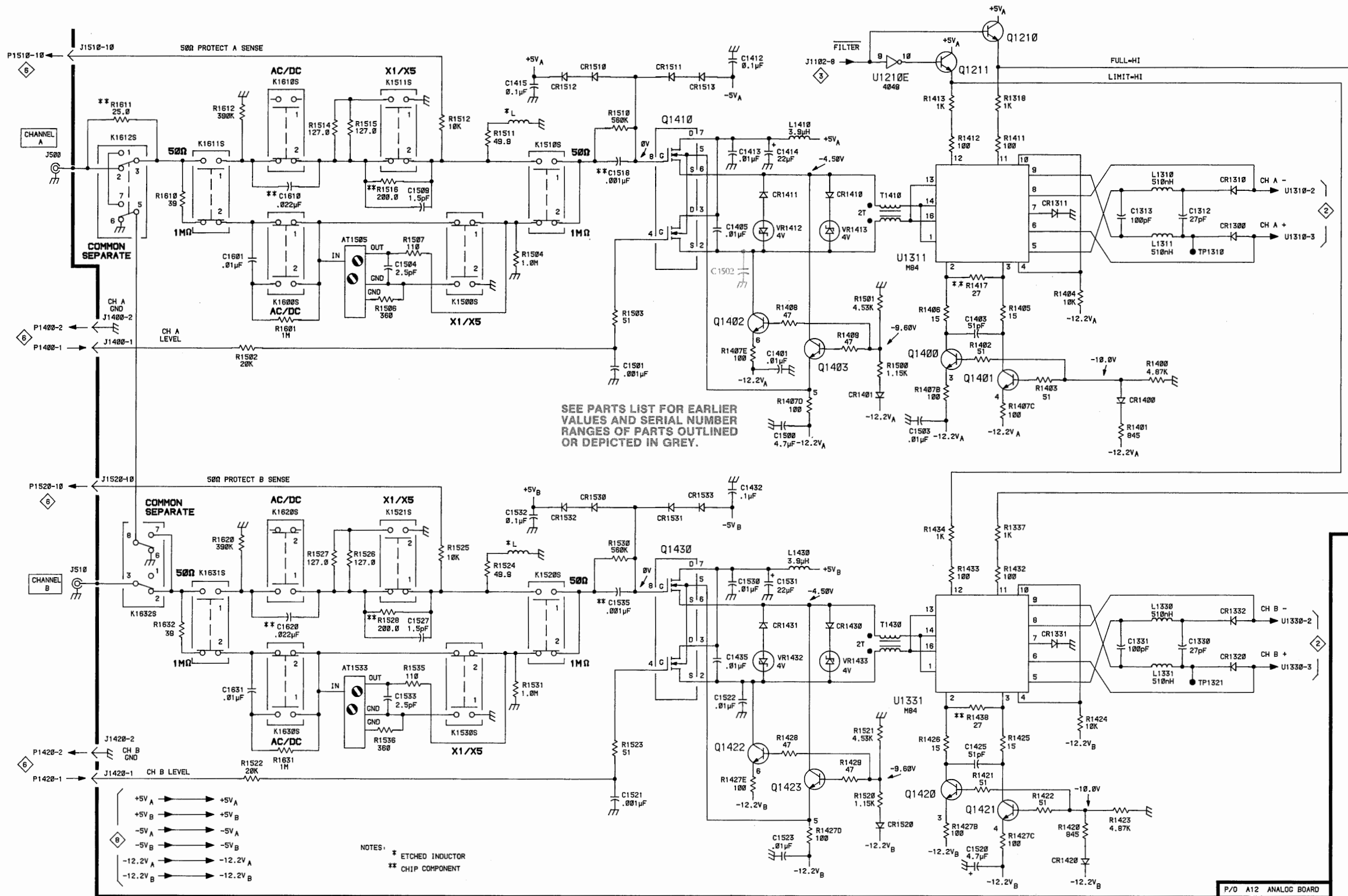
COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N

1
2
3
4
5
6
7
8
9

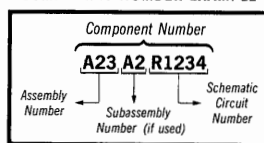


SEE PARTS LIST FOR EARLIER VALUES AND SERIAL NUMBER RANGES OF PARTS OUTLINED OR DEPICTED IN GREY.

NOTES:
* ETCHED INDUCTOR
** CHIP COMPONENT

Static Sensitive Devices
See Maintenance Section

COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

DC 5010

REV DEC 1982
3897-45

SIGNAL CONDITIONING & AMPLIFIERS

P/O A12 ANALOG BOARD

1
JCS

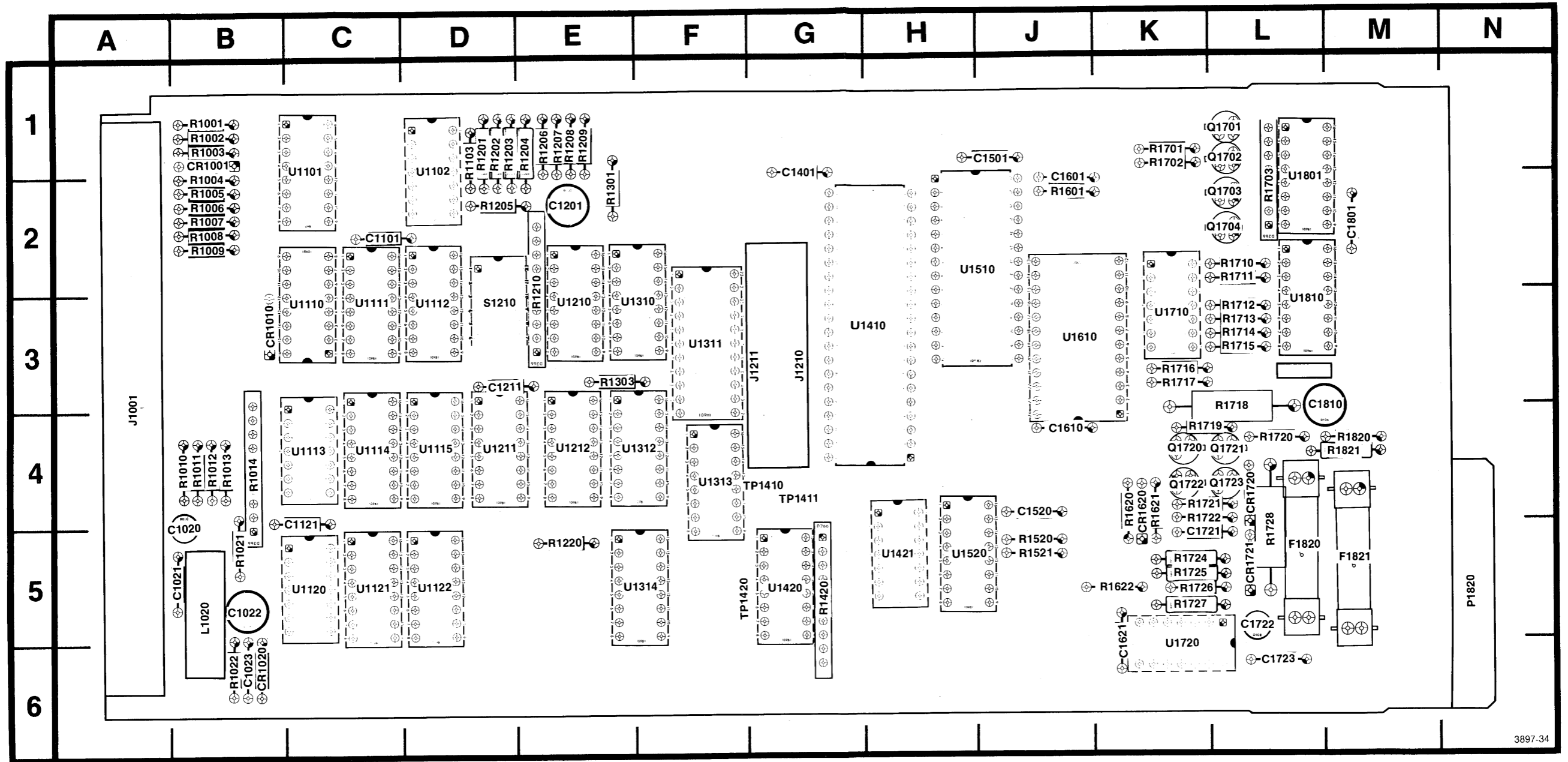
Table 8-4
COMPONENT REFERENCE CHART
(see Fig. 8-12)

P/O A12 ASSY			SCHMITT TRIGGERS 2		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
C1108	F5	C2	R1204	C5	E2
C1111*	F5	D3	R1205	C5	F2
C1113	F10	D3	R1206	J4	F2
C1122	B9	D5	R1207	J4	F1
C1200	B4	E2	R1208	H4	F1
C1201	J2	E2	R1209	E4	F1
C1210	J2	F3	R1211	G5	E2
C1230	J7	E5	R1212	H2	F2
C1303	H3	F1	R1213	I3	E3
C1304	G3	F1	R1214	H3	F3
C1317	H1	G3	R1215	I2	F3
C1319	G2	G2	R1216	H2	F3
C1322	G8	F4	R1217	G10	D4
C1323	H8	F4	R1218	G5	E3
C1333	H6	G5	R1220	G10	D4
C1339	G7	G5	R1222	J10	E4
CR1200	I3	F2	R1223	J9	F4
CR1201	I3	F2	R1224	J9	F4
CR1220	I8	F4	R1225	H9	F4
CR1330	I8	F5	R1226	E9	F4
J1130	B10	D5	R1230	I8	E5
J1201	B5	E1	R1231	H8	F5
J520	A5	Chassis	R1233	H7	F5
J530	A10	Chassis	R1234	I7	F5
L1302	H3	G1	R1300	F2	G2
L1312	J2	F3	R1301	G3	F1
L1322	H8	G4	R1302	D4	F1
L1332	J7	F6	R1303	F4	F1
P1130	B10	D5	R1304	F3	G1
P1201	B4	E1	R1305	I3	G1
Q1122	C9	D4	R1306	I4	G1
Q1201	I5	F1	R1307	E2	G1
Q1202	J4	F1	R1308	E3	G1
Q1203	C5	E1	R1309	E3	G2
Q1204	G4	F2	R1313	H2	F3
Q1220	J9	E4	R1314	G1	F3
Q1221	I10	F4	R1315	F1	G3
Q1222	G9	F4	R1316	H1	G3
Q1300	E4	F2	R1317	G1	G3
Q1301	D4	F2	R1319	G1	G3
Q1302	G4	G2	R1320	G8	F4
Q1303	E3	G2	R1321	D9	F4
Q1320	E9	F4	R1322	F9	G4
Q1321	D9	F4	R1323	F8	G4
Q1322	G9	G4	R1324	I8	G4
Q1323	F8	G4	R1325	I9	G4
R1107	F5	C1	R1326	E8	G4
R1108	G5	C1	R1327	E8	G4
R1112	F10	D3	R1328	E8	G4
R1118	G5	D2	R1329	F7	G4
R1120	G10	D3	R1331	H7	F5
R1121	D9	D4	R1332	H7	F5
R1123	C10	D4	R1333	G6	F6
R1124	C9	D4	R1334	F6	F6
R1125	C9	D5	R1335	H6	G6
R1126	C10	D5	R1336	G6	G6
R1128	G10	D4	R1339	G6	G6
R1200	J5	E2	R1407	H4	H1
R1201	C4	E1	U1202	H5	E2
R1202	C4	E1	U1210	J9	E3
R1203	D4	E2	U1310	F1	G2
			U1330	F7	G5
			W500	B5	Chassis
			W510	B10	Chassis

P/O A12 ASSY also shown on



PARTS LOCATION GRID



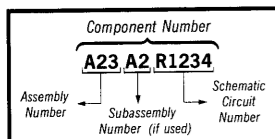
3897-34

A16

Fig. 8-13. Digital board (A16).

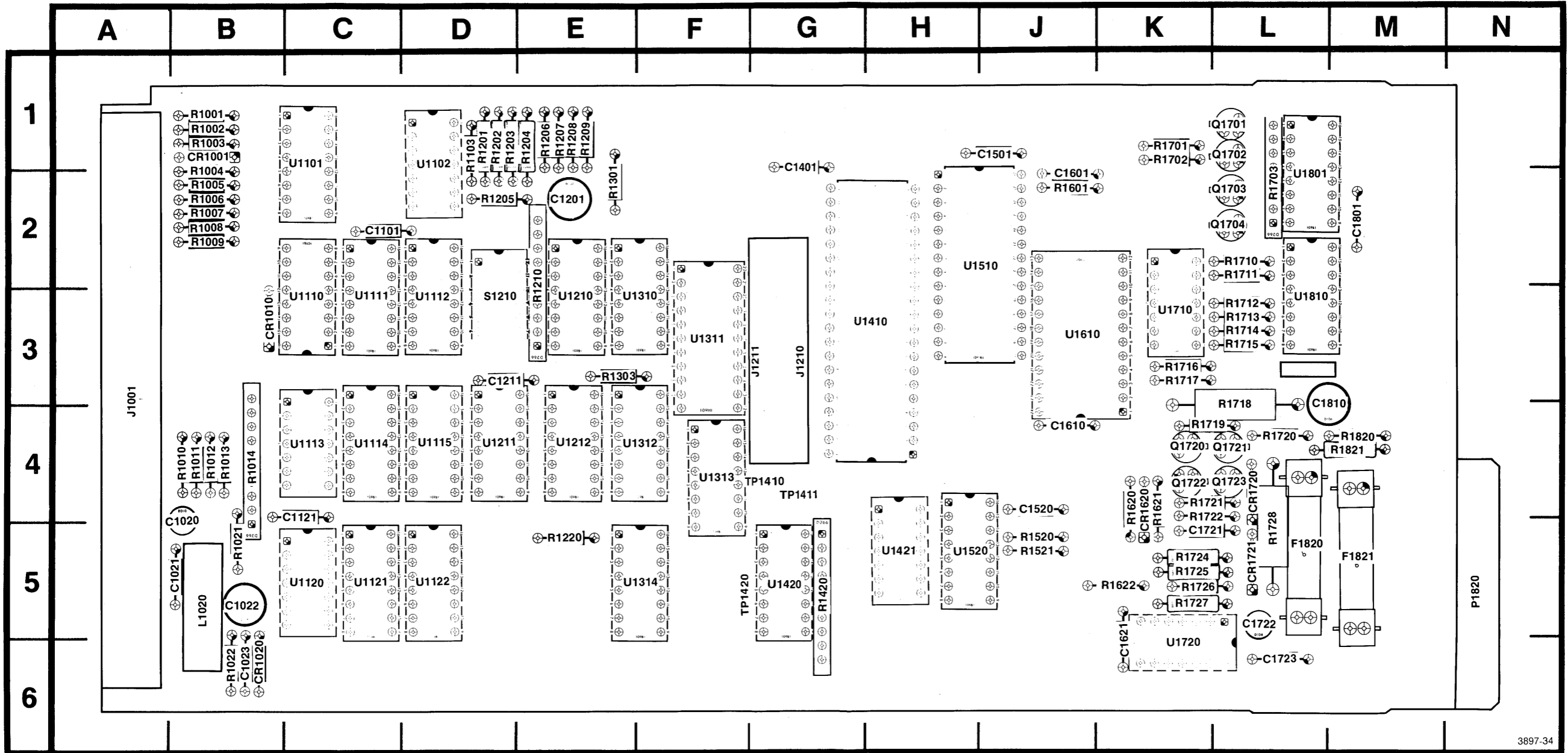
⊗ Static Sensitive Devices
See Maintenance Section

COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

PARTS LOCATION GRID



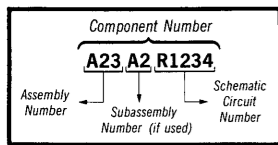
3897-34

Fig. 8-13. Digital board (A16).

A16

Static Sensitive Devices
See Maintenance Section

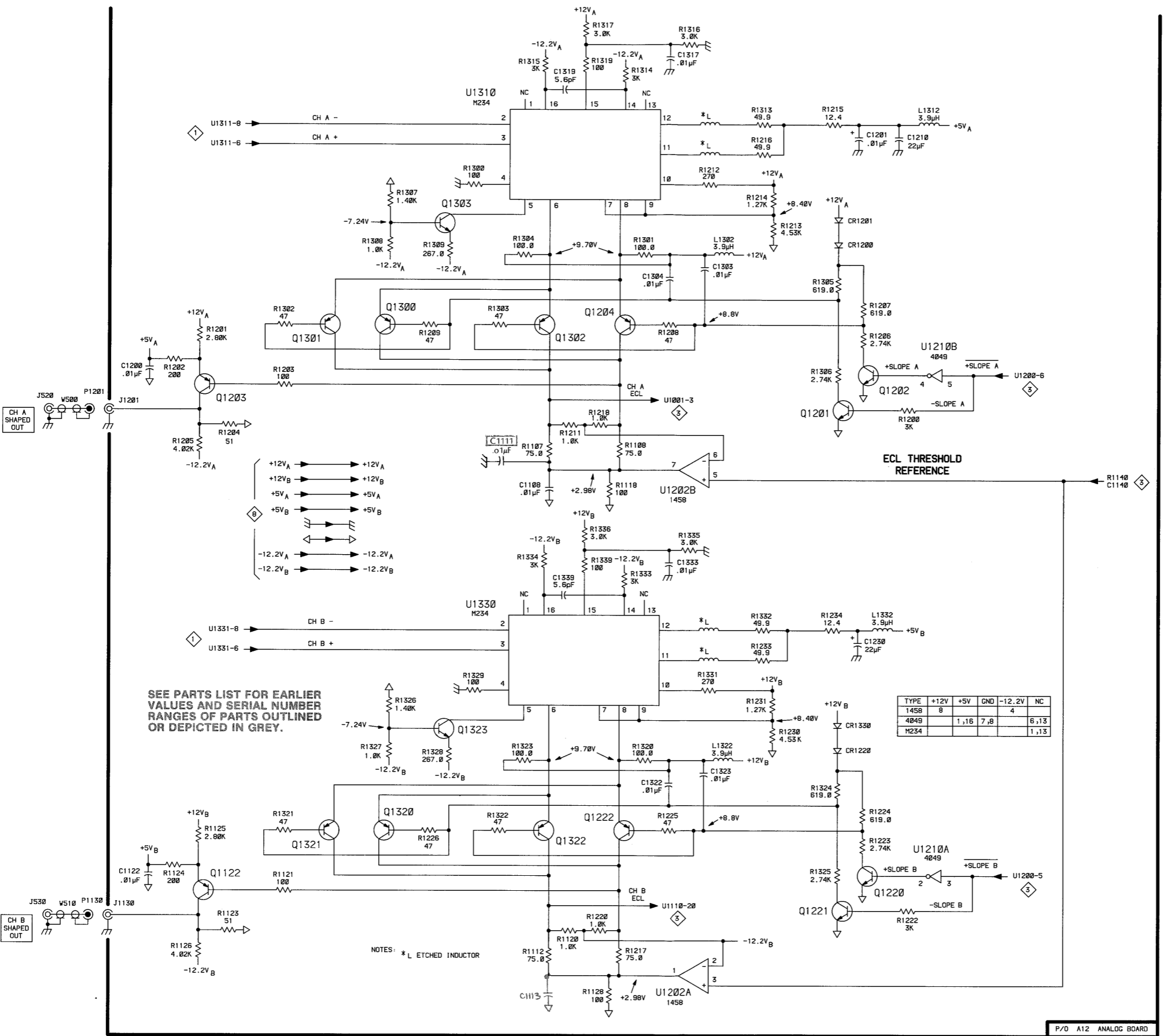
COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10



SEE PARTS LIST FOR EARLIER VALUES AND SERIAL NUMBER RANGES OF PARTS OUTLINED OR DEPICTED IN GREY.

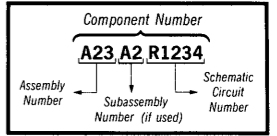
NOTES: * L ETCHED INDUCTOR

DC 5010

REV DEC 1982
3897-46


P/O A12 ANALOG BOARD
SCHMITT TRIGGERS

Static Sensitive Devices
See Maintenance Section
COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

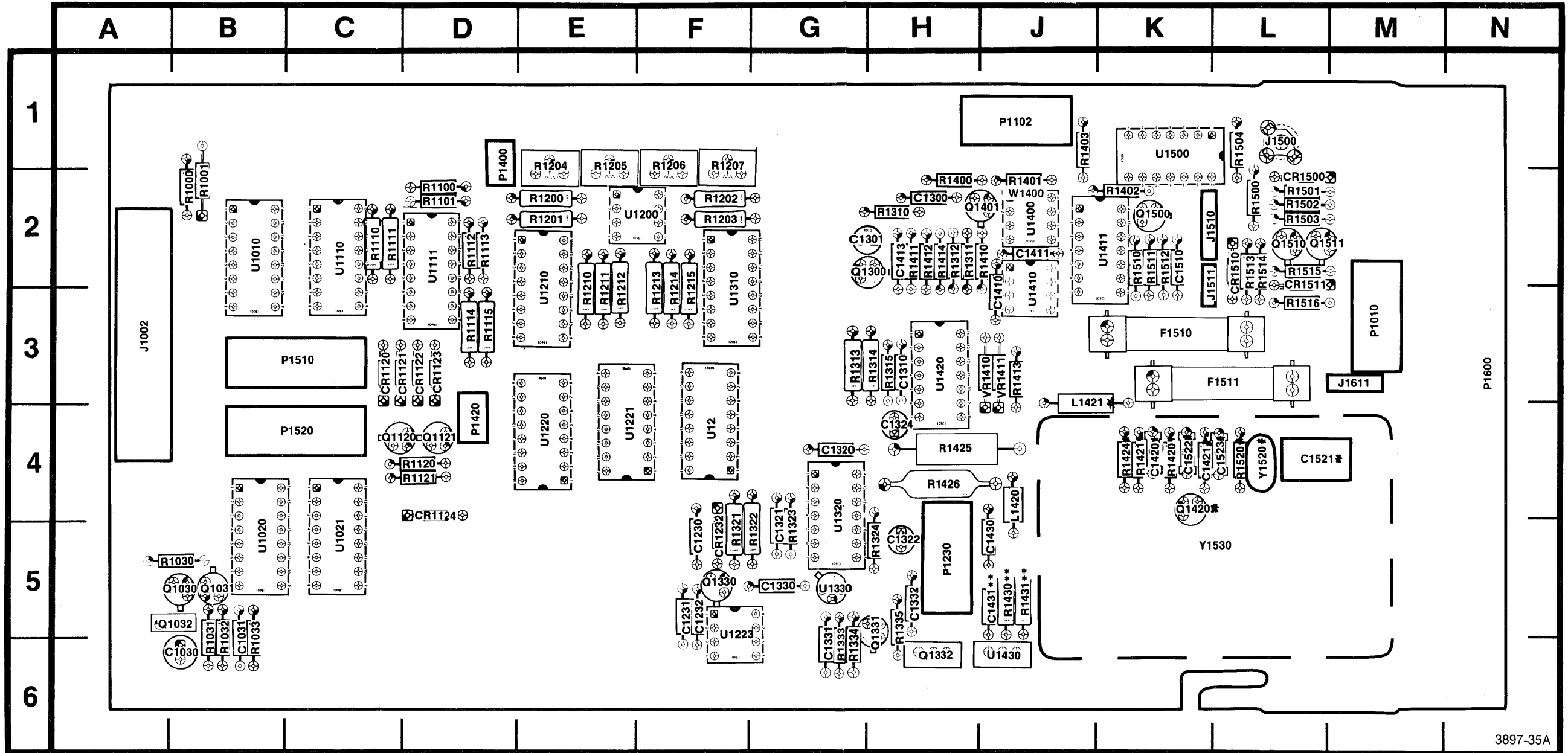
Table 8-5
COMPONENT REFERENCE CHART
 (see Fig. 8-12 and 8-14)

P/O A12 ASSY			MAIN GATING 		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION			
C1003	L7	B1	R1004	K2	C2
C1004	L8	A2	R1005	K3	B1
C1005	F3	B2	R1006	G4	B1
C1010*	J4	B2	R1007	E2	B1
C1011	O7	B3	R1008	L2	B2
C1012	M6	B3	R1009	J2	C2
C1013	N8	C3	R1010	J3	B2
C1014	N7	C3	R1013	M1	B2
C1015	I3	A2	R1014	M1	B3
C1107	L8	C2	R1015	N2	B3
C1110	O9	C3	R1016	M4	B3
C1114	N10	D3	R1017	M5	B3
C1118	K5	D2	R1018	O6	B3
C1140	I7	D3	R1019	N2	B3
C1141*	H6	D3	R1022	M6	B3
CR1111	H7	D2	R1023	N6	B3
			R1101	H8	D1
DL500	E4	Chassis	R1102	D3	D2
			R1103	F5	C1
J1010	N2	A3	R1104	C4	D2
J1102	B7	D1	R1105	D6	C2
			R1106	C6	C2
L1009	J2	C2	R1109	F3	D1
			R1110	F6	D3
Q1000	I3	B1	R1113	H7	D3
Q1100	F4	C1	R1116	M2	B2
Q1110	C3	C2	R1117	L6	C2
Q1111	C5	C2	R1119	H6	C3
Q1112	F5	D3	R1140	I7	D3
Q1114	D2	C2	R1141*	H7	D3
Q1200	F8	E1	R1142*	I6	D3
			R1143*	H7	D3
R1000	H3	A1	U1000	L8	B2
R1001	K4	B1	U1001	M8	C2
R1002	H3	B1	U1011	N8	B3
R1003	I4	C1	U1110	N9	D3
			U1200	C6	D1
			U1200	I8	D1

P/O A12 ASSY also shown on



PARTS LOCATION GRID



3897-35A

Fig. 8-14. Auxiliary board (A18).

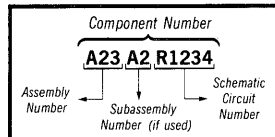
A18

 Static Sensitive Devices
See Maintenance Section

*Removed for Option 01

**Added for Option 01

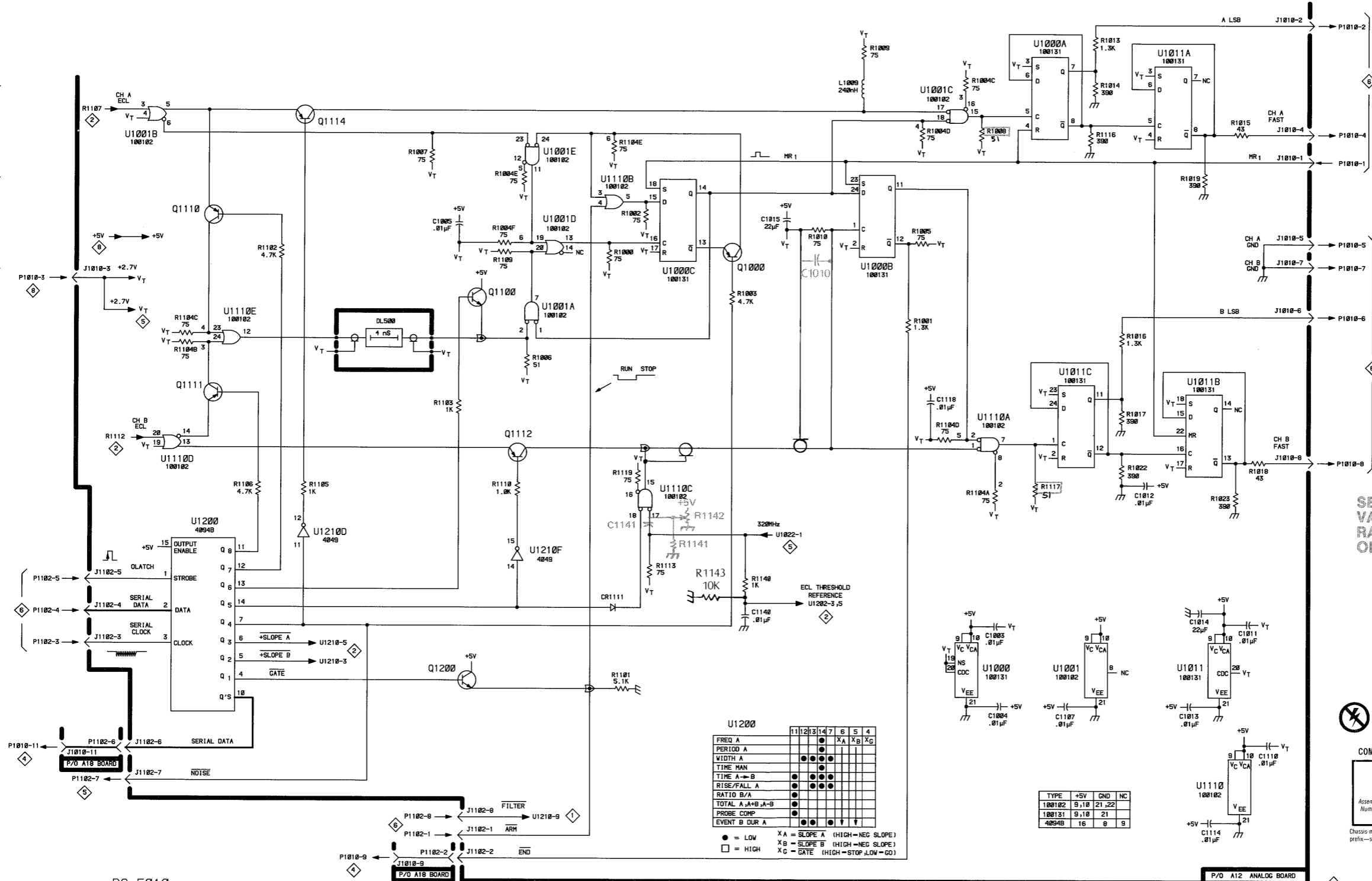
COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O

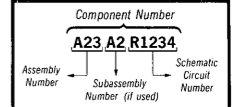
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10



SEE PARTS LIST FOR EARLIER VALUES AND SERIAL NUMBER RANGES OF PARTS OUTLINED OR DEPICTED IN GREY.

Static Sensitive Devices See Maintenance Section

COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

U1200

FREQ A	11	12	13	14	17	6	5	4
PERIOD A						XA	XB	XC
WIDTH A								
TIME MAN								
TIME A-B								
RISE/FALL A								
RATIO B/A								
TOTAL A+A+B-A-B								
PROBE COMP								
EVENT B DUR A								

● = LOW XA = SLOPE A (HIGH-NEG SLOPE)
 □ = HIGH XB = SLOPE B (HIGH-NEG SLOPE)
 XC = GATE (HIGH-STOP, LOW-GO)

TYPE	+5V	GND	NC
100102	9, 10	21, 22	
100131	9, 10	21	
4094B	16	0	9

PARTS LOCATION GRIDS

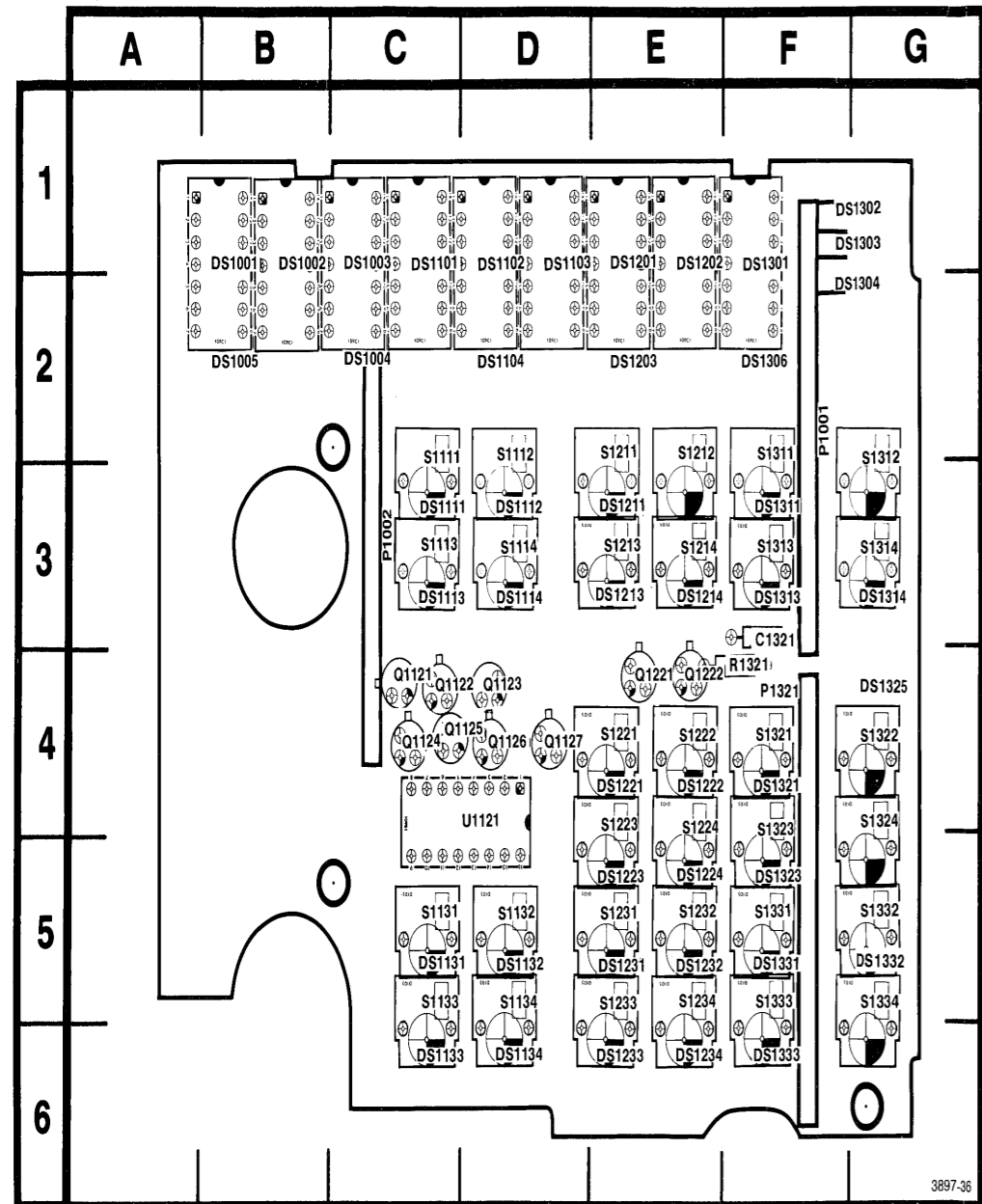


Fig. 8-15. Display board (A10).

A10

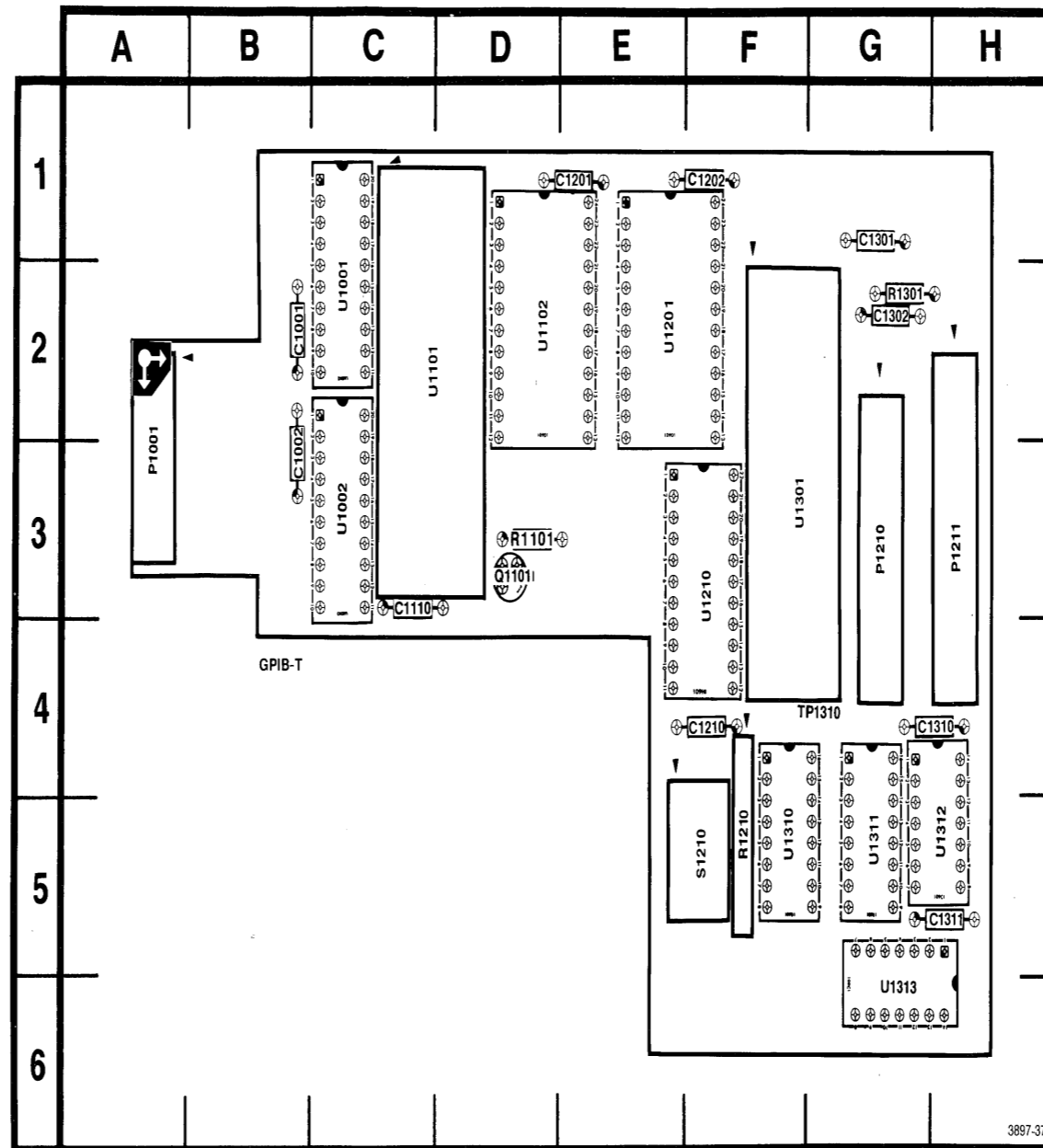


Fig. 8-16. GPIB board (A14).

A14

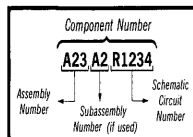
Table 8-6
COMPONENT REFERENCE CHART
(see Fig. 8-13)

P/O A16 ASSY			CH A & CH B COUNT CHAINS 4		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
C1121	L8	C4	R1714	D2	L3
C1211	M8	D3	R1715	C7	L3
C1801	M8	M2	R1716	G3	K3
			R1717	F9	K3
Q1701	G2	L1	U1102	E4	D1
Q1702	F2	L1	U1113	J2	C4
Q1703	G8	L2	U1114	K4	C4
Q1704	F8	L2	U1115	K2	D4
			U1120	H2	C5
R1014	I7	B4	U1121	G4	C5
R1021	H8	B5	U1122	G6	D5
R1207	E4	E1	U1211	I6	D4
R1208	E6	E1	U1212	L8	E4
R1209	E4	E1	U1312	L6	F4
R1701	G1	K1	U1710	E7	K3
R1702	F8	K1	U1801	E2	L2
R1703	E2	L2	U1810	D2	L3
R1710	D3	L2			
R1711	C7	L2			
R1712	D7	L3	W520A	B2	Chassis
R1713	C2	L3	W530A	B8	Chassis

P/O A16 ASSY also shown on 8

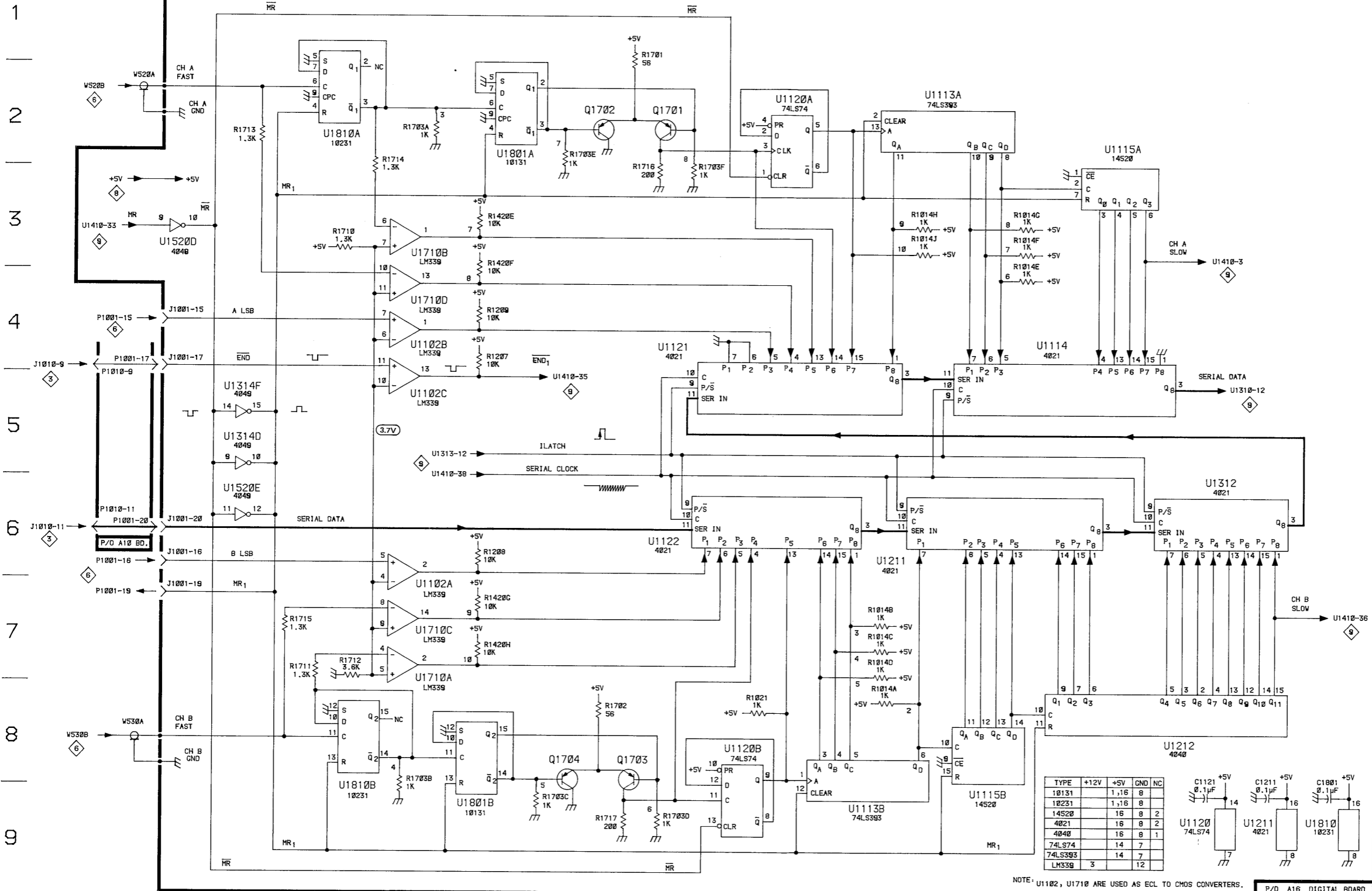
Static Sensitive Devices
See Maintenance Section

COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N



1
2
3
4
5
6
7
8
9

DC 5010

REV JUL 1983
3897-48

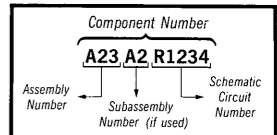
CHANNEL A & CHANNEL B COUNT CHAINS

NOTE: U1102, U1710 ARE USED AS ECL TO CMOS CONVERTERS.

P/D A16 DIGITAL BOARD

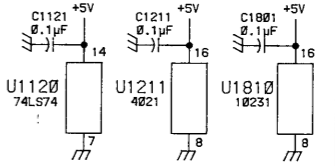
Static Sensitive Devices
See Maintenance Section

COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

TYPE	+12V	+5V	GND	NC
10231	1	16	8	
10231	1	16	8	
14520	16	8	2	
4021	16	8	2	
4040	16	8	1	
74LS74	14	7		
74LS93	14	7		
LM339	3		12	



4
JCS

Table 8-7
COMPONENT REFERENCE CHART
 (see Fig. 8-12 and 8-14)

COMPONENT REFERENCE CHART

P/O A12 ASSY			TIME BASE & 320 MHz PLL 5		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
C1020	H8	B4	R1030	G5	A5
C1021	F7	B4	R1031	H5	A5
C1022	G8	B4	R1032	I5	A5
C1023	G6	B5	R1033	J5	A6
C1024	L8	B4	R1034	J6	A6
C1025	L8	B4	R1035	H5	B5
C1030	I5	A5	R1036	I7	C5
C1031	K6	A6	R1037	K5	B5
C1032	L6	B5	R1122	J8	C4
C1034	M8	B6	R1127	L7	C5
C1120	K7	C5	R1130	K6	C5
C1121	L6	C5	R1131	M9	C5
C1123	L8	C4	R1132	M7	D5
C1130	K7	C5			
C1131	M8	C6	TP1020	J5	B6
CR1130	L5	C6	U1020	G7	B4
Q1130	L7	C5	U1021	F6	B4
R1020	H6	B5	U1022	H7	C4
R1021	H7	C5	U1030	J6	B5

P/O A12 ASSY also shown on 1 2 3 7 8

P/O A18 ASSY			TIME BASE & 320 MHz PLL 5		
C1300	B4	H2	R1312*	D6	H2
C1301	D4	H2	R1400*	C4	H2
C1410	D7	J3	R1401	D5	J2
C1411	D5	J2	R1402	G2	K2
C1413*	C5	H2	R1410	C6	J2
C1415*	D5	J2	R1411*	B5	H2
C1420	D3	K4	R1412*	C5	H2
C1421	D2	K4	R1414*	D6	H2
C1430	C1	J4	R1420	D2	K4
C1431	D1	J4	R1421	D3	K4
C1510	H2	K2	R1424	C3	K4
C1521	B3	L4	R1430	D2	J4
C1522	C2	K4	R1431	D1	J4
C1523	D3	L4	R1510	G2	K2
J1510	I3	K2	R1511	H2	K2
J1511	I2	K2	R1512	H2	K2
L1420	B3	J4	R1520	C2	L4
L1421	C2	J3	TP1400	E6	J2
P1510	I3	C3	U1400*	C5	J2
P1511	I2	K2	U1410	C7	J2
Q1300	C7	H2	U1411	F3	K2
Q1401*	C4	H2	U1430	C1	J6
Q1420	D3	K4	U1500	I4	K1
Q1500	H2	K2	U1500	G2	K1
R1310	B6	H2	W1400*	D5	J2
R1311*	D6	H2	Y1520	B2	L4
			Y1530	E1	L5

P/O A18 ASSY also shown on 3 6 7 8

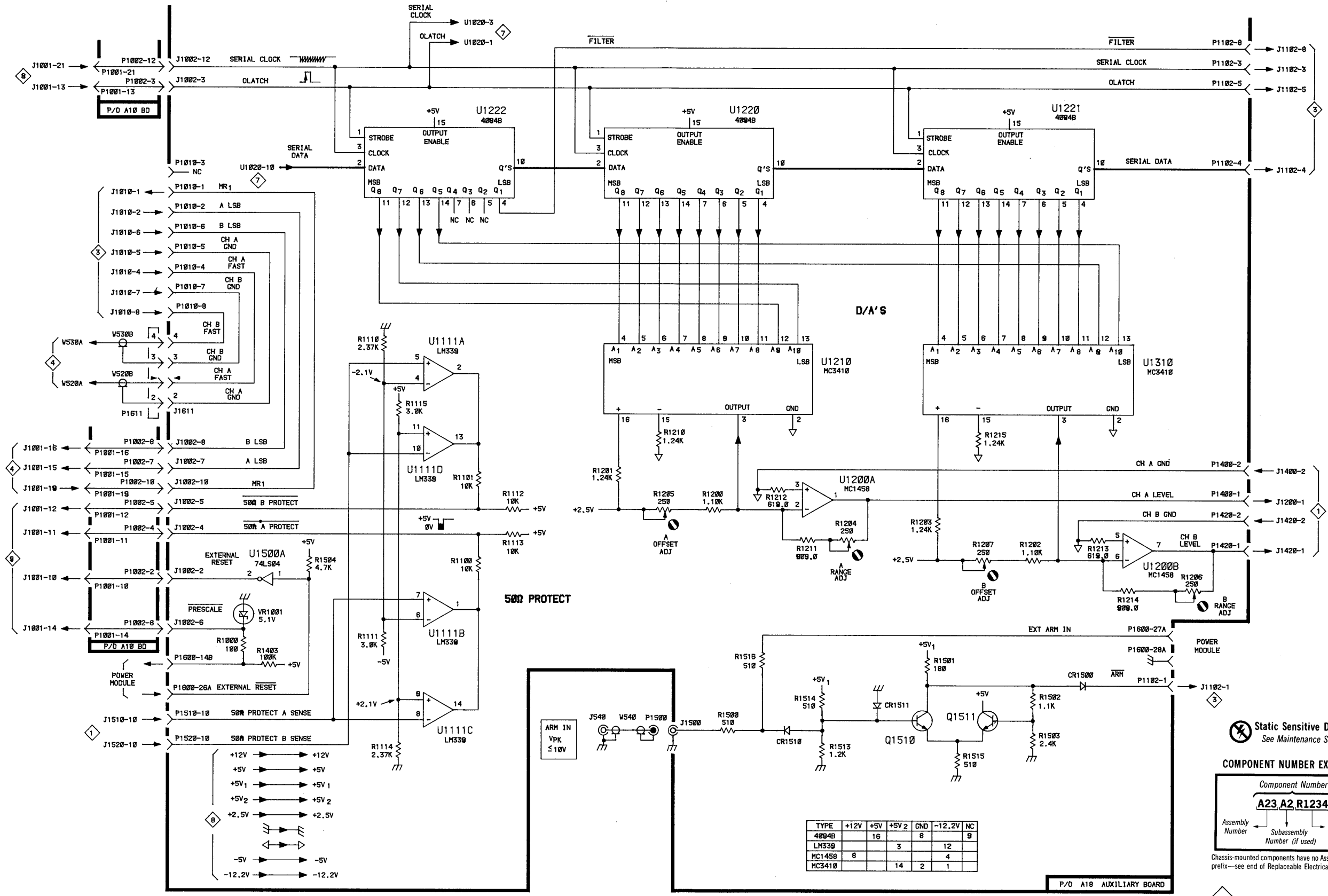
Table 8-8 COMPONENT REFERENCE CHART (see Fig. 8-14)

P/O A18 ASSY			D/A'S, RELAY PROTECT & ARMING 6		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
CR1500	L7	L2	R1206	M6	F1
CR1510	I8	L2	R1207	K6	F1
CR1511	J8	L2	R1210	H5	E2
J1500	H8	L1	R1211	I6	E2
J1611	C5	M3	R1212	I5	E2
J540	G8	Chassis	R1213	L6	F2
P1400	M6	D1	R1214	L6	F2
P1420	M6	D4	R1215	K5	F2
P1500	H8	K1	R1403	D7	J1
P1520	C8	C4	R1500	H8	L2
P1611	B5	M3	R1501	J7	L2
Q1510	J8	L2	R1502	L7	L2
Q1511	K8	L2	R1503	L8	L2
R1000	C7	B2	R1504	D6	L1
R1100	F6	D2	R1513	I8	L2
R1101	F5	D2	R1514	I7	L2
R1110	E4	C2	R1515	K8	L2
R1111	E7	C2	R1516	H7	L3
R1112	F5	D2	U1111	E7	D2
R1113	F6	D2	U1200	J5	E2
R1114	E8	D3	U1210	I4	E2
R1115	E5	D3	U1220	H2	E4
R1200	H5	E2	U1221	L2	E4
R1201	G5	E2	U1222	F2	F4
R1202	K6	F2	U1310	M4	F2
R1203	J6	F2	VR1001	D7	B2
R1204	I6	E1	W520B	B4	Chassis
R1205	H5	E1	W530B	B4	Chassis
			W540	G8	Chassis

P/O A18 ASSY also shown on 3 5 7 8

A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N

1
2
3
4
5
6
7
8
9



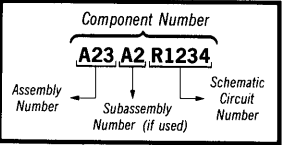
DC 5010

3897-50

D/A'S, 50Ω PROTECT & ARMING

Static Sensitive Devices
See Maintenance Section

COMPONENT NUMBER EXAMPLE

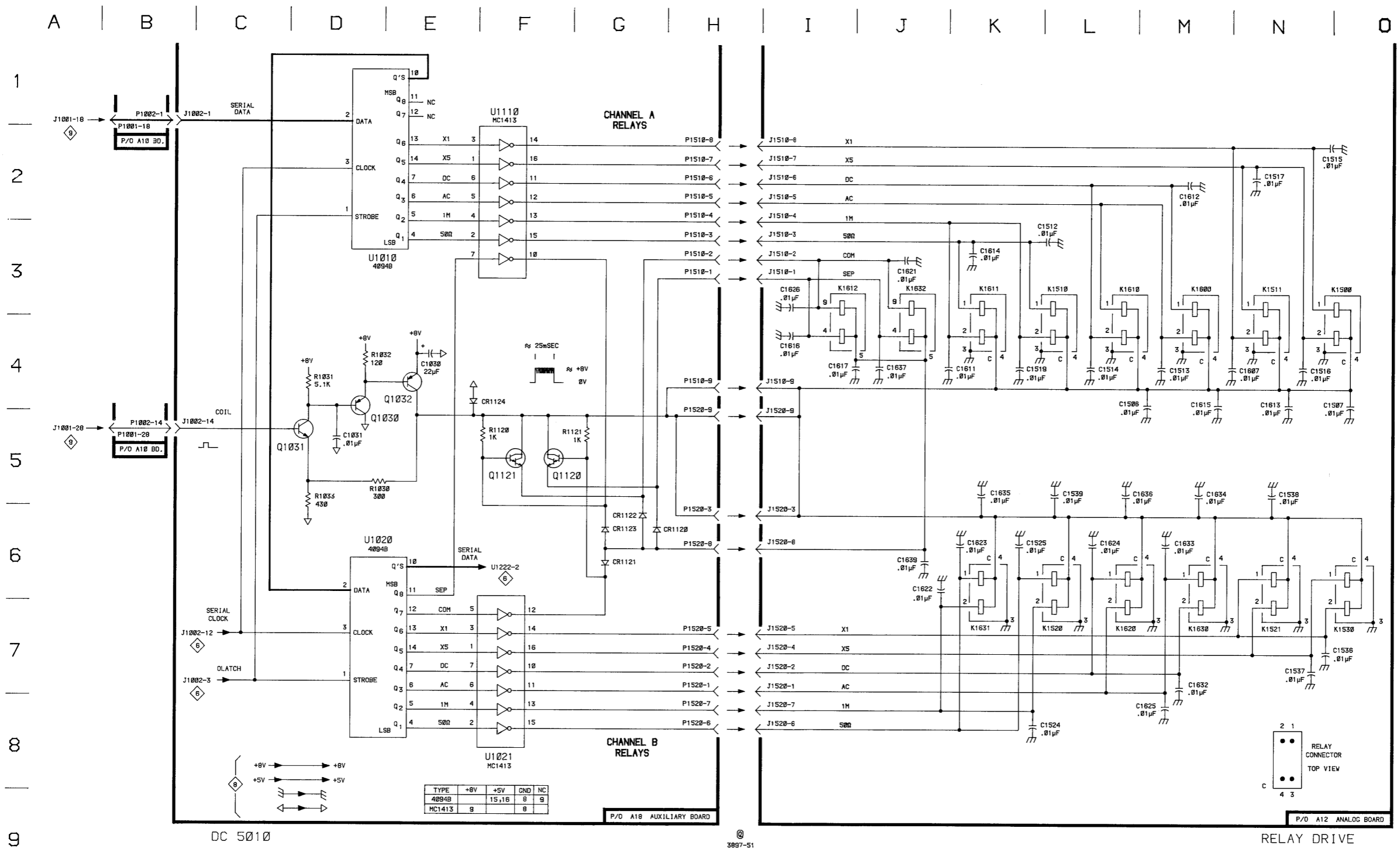


Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

6 JCS

Table 8-9 COMPONENT REFERENCE CHART (see Fig. 8-12, 8-14 and 8-15)

P/O A12 ASSY			RELAY DRIVE		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
C1506	L4	K1	C1625	M8	L4
C1507	O4	K1	C1626	I3	M4
C1512	L3	K3	C1632	M7	L5
C1513	M4	L3	C1633	M6	L5
C1514	L4	L3	C1634	M5	L6
C1515	O2	K2	C1635	K5	M6
C1516	N4	K2	C1636	M5	M6
C1517	N2	L2	C1637	J4	M5
C1519	K4	K3	C1639	J6	N5
C1524	L8	J4			
C1525	K6	J4	J1510	I2	L3
C1536	O7	K5	J1520	I7	L4
C1537	N7	K5			
C1538	N5	L5	K1500	O3	K2
C1539	L5	K5	K1510	L3	K2
C1607	N4	L2	K1511	N3	L2
C1611	K4	M3	K1520	L7	K5
C1612	M2	L2	K1521	N7	L4
C1613	N4	M1	K1530	O7	K5
C1614	K3	L3	K1600	M3	L2
C1615	M4	L3	K1610	L3	M2
C1616	I4	M3	K1611	K3	M2
C1617	I4	M3	K1612	I3	M3
C1621	J3	N3	K1620	L7	M4
C1622	J6	M4	K1630	M7	L5
C1623	K6	M5	K1631	K7	M5
C1624	L6	L4	K1632	J3	M5
P/O A12 ASSY also shown on					
P/O A18 ASSY			RELAY DRIVE		
C1030	E4	B6	R1030	D5	B5
C1031	D5	B5	R1031	D4	B5
			R1032	D4	B5
CR1120	H6	C3	R1033	D5	B5
CR1121	G6	C3	R1120	F5	D4
CR1122	G6	D3	R1121	G5	D4
CR1123	G6	D3			
CR1124	F4	D4	U1010	D3	B2
			U1020	D6	B5
Q1030	E5	B5	U1021	F8	C5
Q1031	D5	B5	U1110	F1	C2
Q1032	E4	B5			
Q1120	F5	C4			
Q1121	F5	D4			
P/O A18 ASSY also shown on					



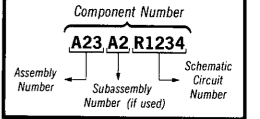
DC 5010

3897-51

RELAY DRIVE















Static Sensitive Devices
See Maintenance Section

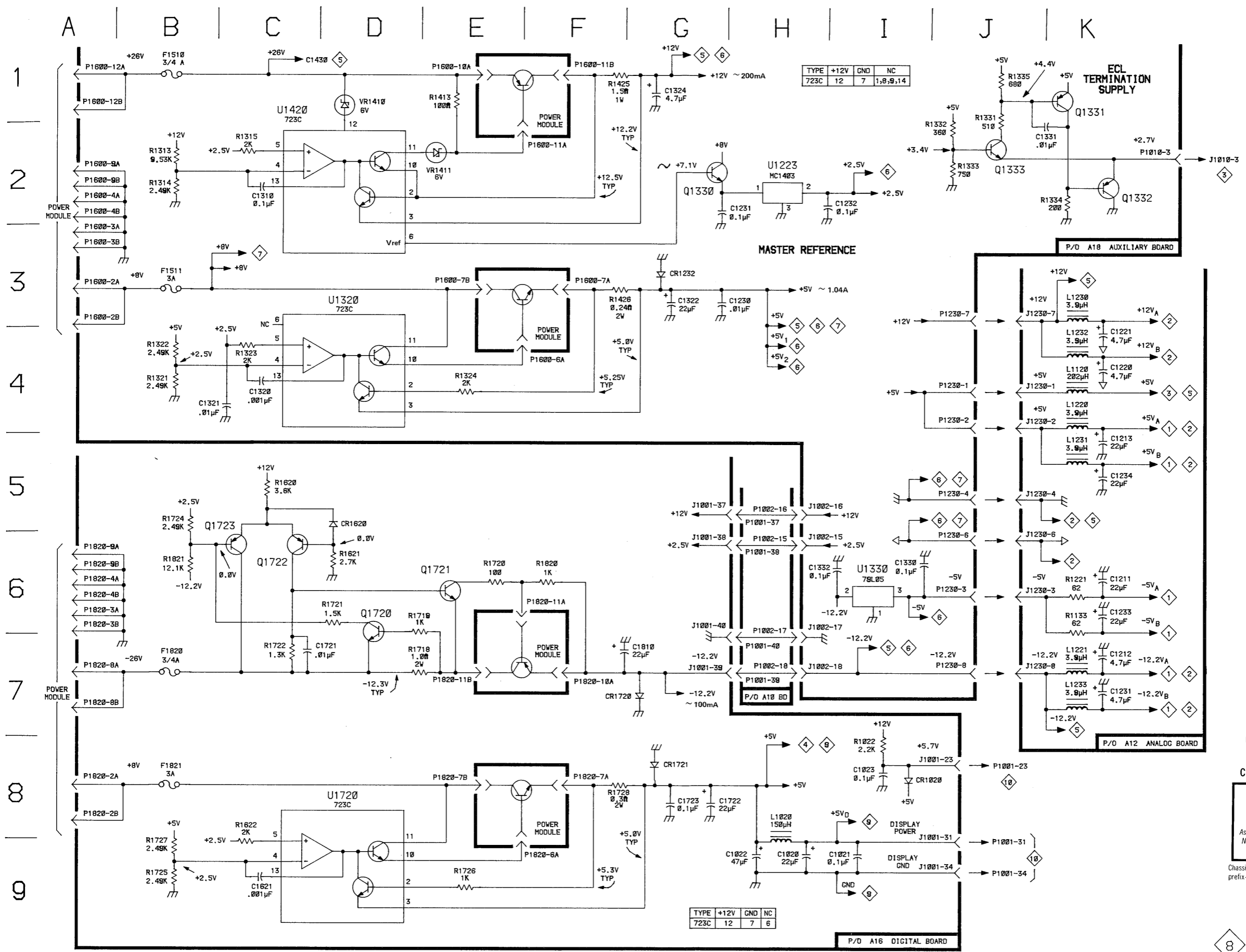
COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

Table 8-10
COMPONENT REFERENCE CHART
(see Fig. 8-12, 8-13, and 8-14)

P/O A16 ASSY						POWER SUPPLIES 		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
C1020	H8	B4	F1820	B6	L5	R1621	D6	K4
C1021	I8	B5	F1821	B8	M5	R1622	C8	K5
C1022	H8	B5				R1718	E6	L4
C1023	I8	B6	L1020	H8	B5	R1719	E6	K4
C1621	C9	K5				R1720	E6	L4
C1721	D6	K5	P1820	A6	N5	R1721	D6	K4
C1722	H8	L5				R1722	C6	K4
C1723	G8	L6	Q1720	D6	K4	R1724	B5	K5
C1810	G6	L4	Q1721	E6	L4	R1725	B9	K5
			Q1722	C6	K4	R1726	E9	K5
CR1020	J8	B6	Q1723	C5	L4	R1727	B8	K5
CR1620	D5	K4				R1728	F8	L5
CR1720	F7	L4	R1022	I7	B6	R1820	F6	M4
CR1721	G8	L5	R1620	C5	K4	R1821	B6	M4
						U1720	D8	K6
P/O A16 ASSY also shown on  								
P/O A12 ASSY						POWER SUPPLIES 		
C1211	K6	E4	C1233	K6	E5	L1221	K6	E4
C1212	K6	E4	C1234	K5	E5	L1230	K3	D5
C1213	K4	E4				L1231	K4	E5
C1220	K4	E4	J1230	K4	E5	L1232	K3	E5
C1221	K3	D4				L1233	K7	E6
C1231	K7	F6	L1120	K4	D4	R1133	K6	D5
			L1220	K4	E4	R1221	K6	E4
P/O A12 ASSY also shown on     								
P/O A18 ASSY						POWER SUPPLIES 		
C1230	H3	F5	J1002	H5	A3	R1323	C4	G5
C1231	H2	F5				R1324	E4	H5
C1232	I2	F5	P1010	K2	M3	R1331	J2	H6
C1310	C2	H3	P1230	J4	H5	R1332	J2	H5
C1320	C4	G4	P1600	A3	N3	R1333	J2	G6
C1321	B4	G5				R1334	J2	G6
C1322	G3	H5	Q1330	G2	F5	R1335	J1	H5
C1324	G1	H4	Q1331	K1	H5	R1413	E1	J3
C1330	I6	G5	Q1332	K2	H6	R1425	F1	H4
C1331	J2	G6	Q1333	J2	H6	R1426	F3	H4
C1332	H6	H5				U1223	H2	F5
CR1232	G3	F5	R1313	B2	G3	U1320	D3	G4
			R1314	B2	H3	U1330	I6	G5
F1510	B1	K3	R1315	C1	H3	U1420	C1	H3
F1511	B3	L3	R1321	B4	F5			
			R1322	B3	G5	VR1410	D1	J3
						VR1411	E2	J3
P/O A18 ASSY also shown on    								



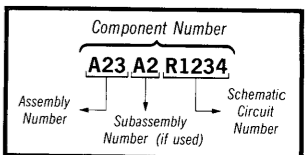
TYPE	+12V	GND	NC
723C	12	7	1,8,9,14

MASTER REFERENCE

ECL TERMINATION SUPPLY


Static Sensitive Devices
See Maintenance Section



COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

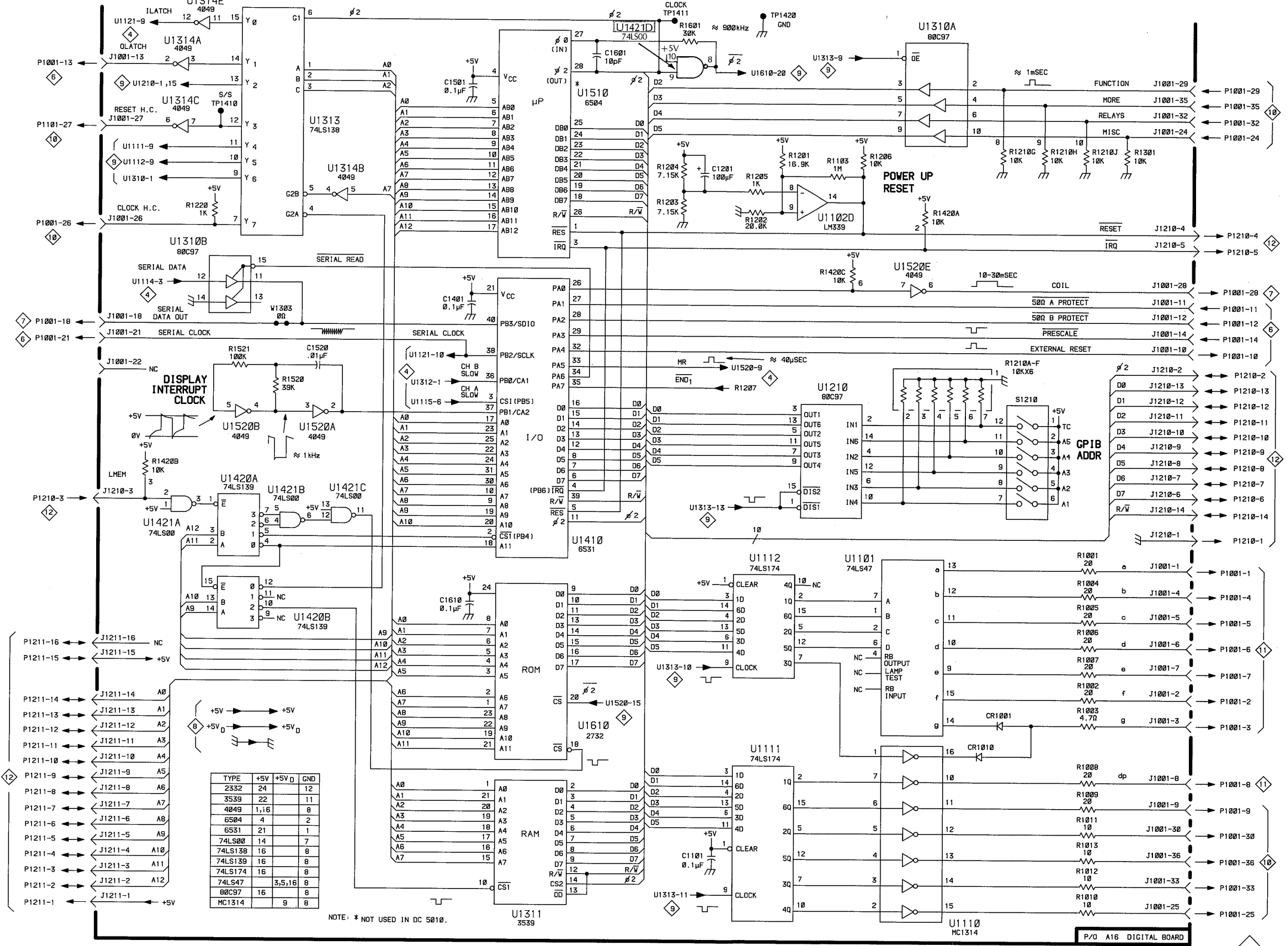
Table 8-11
COMPONENT REFERENCE CHART
 (see Fig. 8-13)

P/O A16 ASSY			PROCESSOR AND DISPLAY DRIVERS 		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
C1101	H9	C2	R1205	H2	D2
C1201	H2	E2	R1206	I2	E1
C1401	E3	G1	R1210	K2	E3
C1501	E1	J1	R1220	C3	E5
C1520	D4	J4	R1301	L2	E2
C1601	G1	J2	R1420	J3	G5
C1610	E6	J4	R1520	D4	J5
CR1001	K7	B1	R1521	C4	J5
CR1010	J8	B3	R1601	H1	J2
J1001	L7	A3	S1210	K4	D3
J1210	L5	G3	TP1410	C2	G4
J1211	B8	G3	TP1411	G1	G4
R1001	L6	B1	TP1420	I1	F5
R1002	L7	B1	U1101	I6	C1
R1003	L7	B1	U1110	J9	C3
R1004	L6	B2	U1111	H8	C3
R1005	L6	B2	U1112	H6	D3
R1006	L7	B2	U1210	I4	E3
R1007	L7	B2	U1310	J1	F3
R1008	L8	B2	U1311	F9	F3
R1009	L8	B2	U1313	D2	F4
R1010	L9	B4	U1314	C1	F5
R1011	L8	B4	U1410	G6	H3
R1012	L9	B4	U1420	C5	G5
R1013	L9	B4	U1421	C6	H5
R1103	I2	D1	U1510	G1	J2
R1201	I2	D1	U1520	D5	H5
R1202	H3	D1	U1610	G7	J3
R1203	G2	D1	W1303	D3	E3
R1204	G2	E1			

P/O A16 ASSY also shown on  

A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M

1
2
3
4
5
6
7
8
9

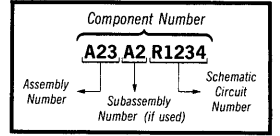


TYPE	+5V	+5V D	GND
2332	24		12
3539	22		11
4049	1,16		8
6504	4		2
6531	21		1
74LS00	14		7
74LS138	16		8
74LS139	16		8
74LS174	16		8
80C97	16	3,5,16	8
MC1314	9		8

NOTE: * NOT USED IN DC 5010.

SEE PARTS LIST FOR EARLIER VALUES AND SERIAL NUMBER RANGES OF PARTS OUTLINED OR DEPICTED IN GREY.

Static Sensitive Devices
See Maintenance Section
COMPONENT NUMBER EXAMPLE



Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

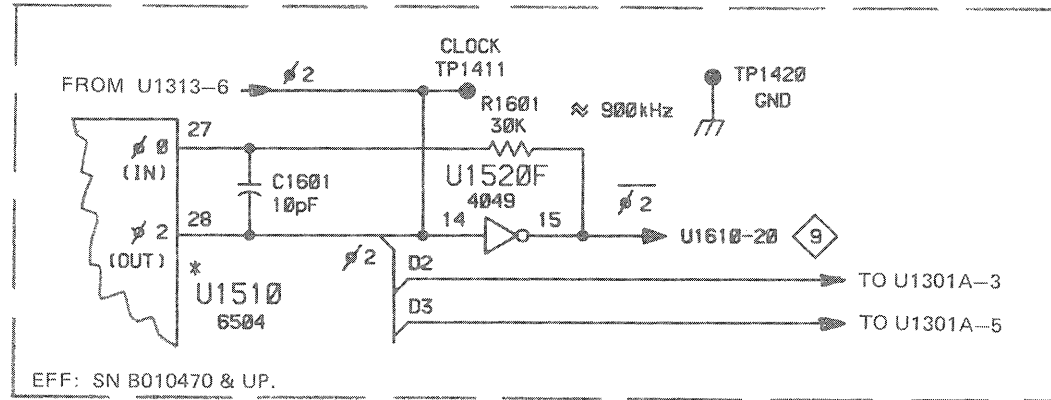
DC 5010

REV DEC 1982
3897-53

PROCESSOR & DISPLAY DRIVERS

9

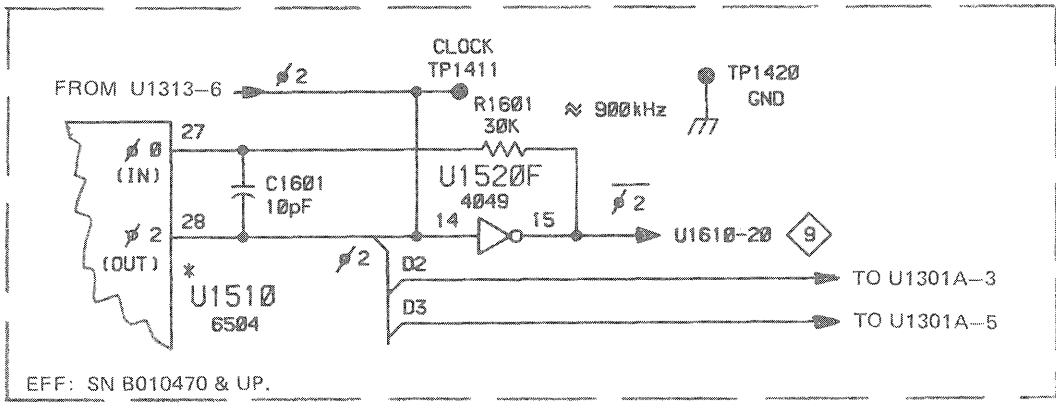
**Table 8-12
COMPONENT REFERENCE CHART
(see Fig. 8-15)**

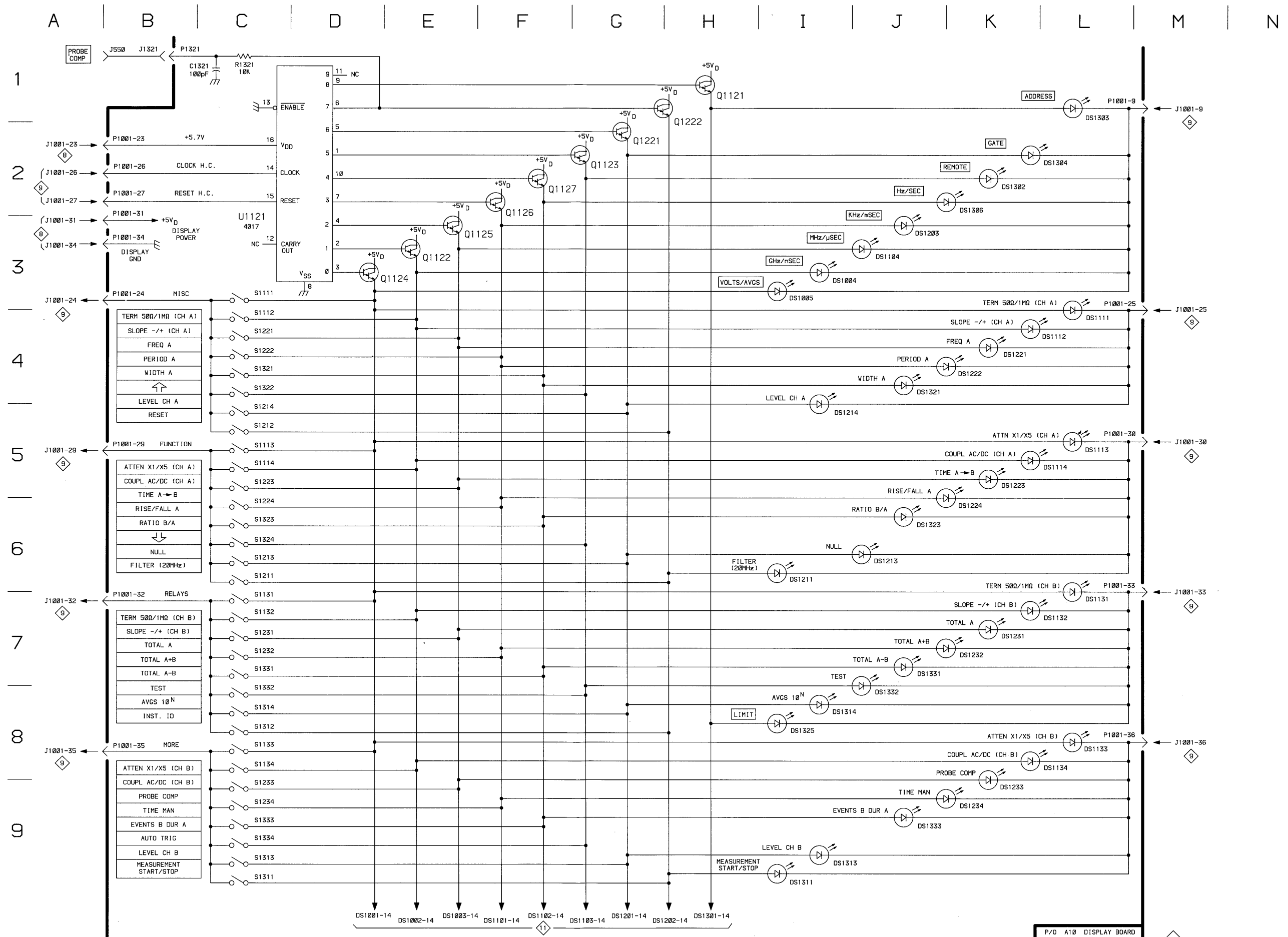


COMPONENT REFERENCE CHART

P/O A10 ASSY			PUSH BUTTONS AND LED's 10		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
C1321	C1	F3	Q1123	G2	D4
DS1004	I3	C2	Q1124	E3	C4
DS1005	I3	B2	Q1125	F3	C4
DS1104	J3	D2	Q1126	F2	D4
DS1111	L4	C3	Q1127	F2	D4
DS1112	L4	D3	Q1221	G2	E4
DS1113	L5	C3	Q1222	H1	E4
DS1114	L5	D3	R1321	C1	F4
DS1131	L7	C5	S1111	C3	C2
DS1132	L7	D5	S1112	C4	D2
DS1133	L8	C6	S1113	C5	C3
DS1134	L8	D6	S1114	C5	D3
DS1203	J3	E2	S1131	C7	C5
DS1211	I6	E3	S1132	C7	D5
DS1213	J6	E3	S1133	C8	C5
DS1214	I5	E3	S1134	C8	D5
DS1221	K4	E4	S1211	C6	E2
DS1222	K4	E4	S1212	C5	E2
DS1223	K5	E5	S1213	C6	E3
DS1224	K6	E5	S1214	C5	E3
DS1231	K7	E5	S1221	C4	E4
DS1232	K7	E5	S1222	C4	E4
DS1233	K9	E6	S1223	C5	E4
DS1234	K9	E6	S1224	C6	E4
DS1302	K2	G1	S1231	C7	E5
DS1303	L1	G1	S1232	C7	E5
DS1304	L2	G2	S1233	C9	E5
DS1306	K2	F2	S1234	C9	E5
DS1311	I10	F3	S1311	C10	F2
DS1313	I9	F3	S1312	C8	G2
DS1314	I8	G3	S1313	C9	F3
DS1321	J4	F4	S1314	C8	G3
DS1323	J6	F5	S1321	C4	F4
DS1325	I8	G4	S1322	C4	G4
DS1331	J7	F5	S1323	C6	F4
DS1332	J8	G5	S1324	C6	G4
DS1333	J9	F6	S1331	C7	F5
J1321	B1	F4	S1332	C8	G5
J550	B1	Chassis	S1333	C9	F5
P1321	B1	F4	S1334	C9	G5
Q1121	H1	C4	U1121	C2	D4
Q1122	E3	C4			

P/O A10 ASSY also shown on 4 6 8 11






DC 5010





REV OCT 1981
3897-54

PUSHBUTTONS & LED'S

10
JCS

**Table 8-13
COMPONENT REFERENCE CHART
(see Fig. 8-15)**

P/O A10 ASSY			DISPLAY 		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
DS1001	C5	B1	DS1201	J5	E1
DS1002	D5	B1	DS1202	K5	E1
DS1003	E5	C1	DS1301	L5	F1
DS1101	F5	C1			
DS1102	G5	D1	P1001	B6	G2
DS1103	I5	D1			

P/O A10 ASSY also shown on    

COMPONENT REFERENCE
CHART

A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K

1

2

3

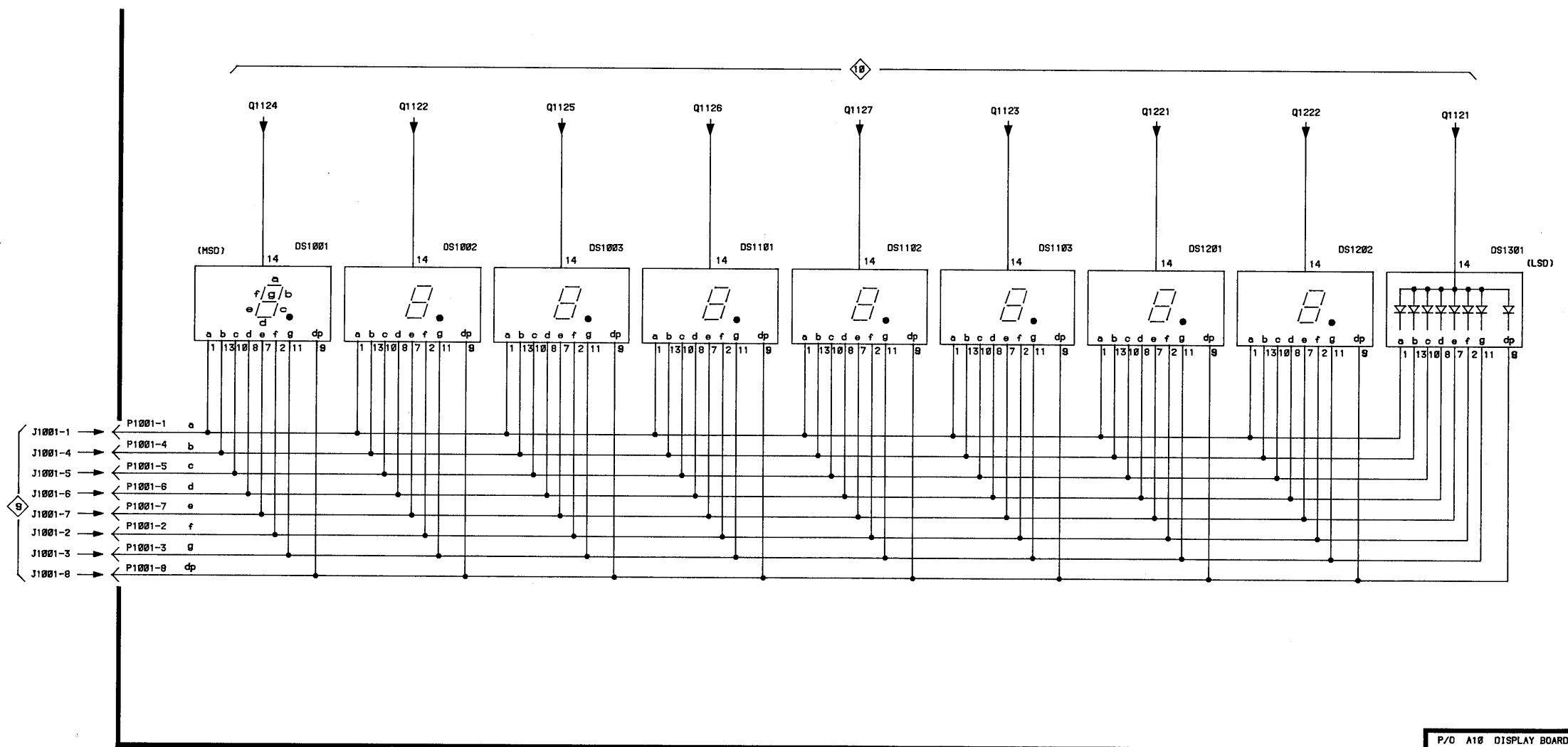
4

5

6

7

8



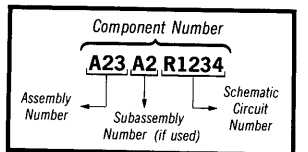
DC 5010

3897-55

P/O A10 DISPLAY BOARD
DISPLAY

Static Sensitive Devices
See Maintenance Section


COMPONENT NUMBER EXAMPLE



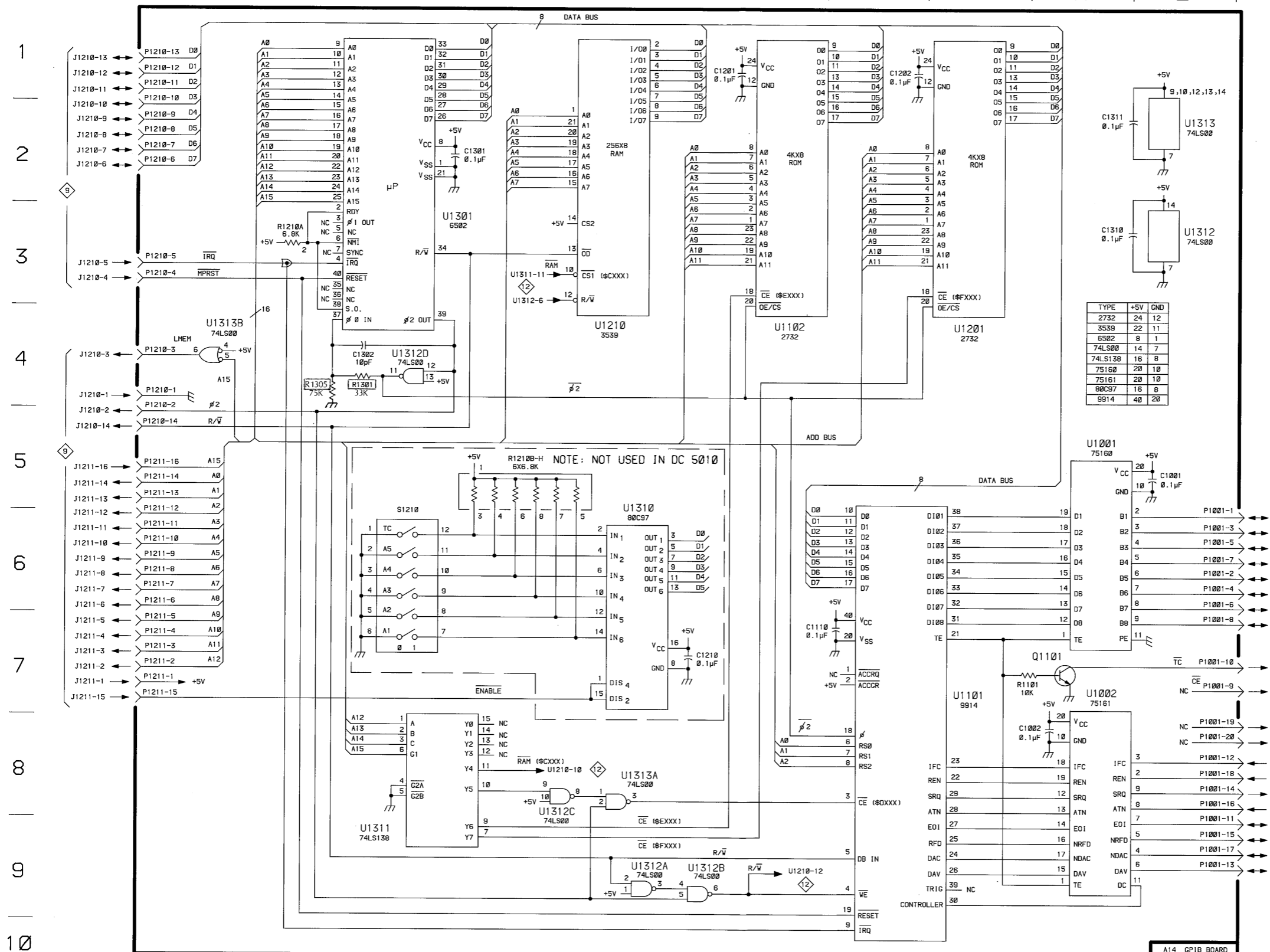
Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

11 JCS

Table 8-14
COMPONENT REFERENCE CHART
(see Fig. 8-16)

P/O A14 ASSY			GPIB PROGRAMMABLE OPTION 		
CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION	CIRCUIT NUMBER	SCHEMATIC LOCATION	BOARD LOCATION
C1001	L5	B2	R1101	K7	D3
C1002	K8	B3	R1210	E5	F5
C1110	I7	C3	R1301	D4	G2
C1201	H1	D1	S1210	D6	F5
C1202	I1	F1	U1001	K5	C2
C1210	G7	F4	U1002	K8	C3
C1301	E2	G1	U1101	I6	C2
C1302	D4	G2	U1102	H1	D2
C1310	L3	G4	U1201	J1	E2
C1311	L2	G5	U1210	F1	F3
P1001	M6	A3	U1301	D1	F3
P1210	B1	G3	U1310	G6	F5
P1210	B2	G3	U1311	E8	G5
P1210	B4	G3	U1312	G9	G5
P1211	B5	H3	U1313	F8	G6
P1211	B6	H3			
P1211	B7	H3			
Q1101	K7	D3			

A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O



SEE PARTS LIST FOR EARLIER VALUES AND SERIAL NUMBER RANGES OF PARTS OUTLINED OR DEPICTED IN GREY.

Static Sensitive Devices
See Maintenance Section

COMPONENT NUMBER EXAMPLE

Component Number
A23 A2 R1234

Assembly Number Subassembly Number (if used) Schematic Circuit Number

Chassis-mounted components have no Assembly Number prefix—see end of Replaceable Electrical Parts List.

DC 5010

REV JUL 1983
3897-56

GPIB PROGRAMMABLE OPTION

A14 GPIB BOARD

12 JCS

REPLACEABLE MECHANICAL PARTS

PARTS ORDERING INFORMATION

Replacement parts are available from or through your local Tektronix, Inc. Field Office or representative.

Changes to Tektronix instruments are sometimes made to accommodate improved components as they become available, and to give you the benefit of the latest circuit improvements developed in our engineering department. It is therefore important, when ordering parts, to include the following information in your order: Part number, instrument type or number, serial number, and modification number if applicable.

If a part you have ordered has been replaced with a new or improved part, your local Tektronix, Inc. Field Office or representative will contact you concerning any change in part number.

Change information, if any, is located at the rear of this manual.

SPECIAL NOTES AND SYMBOLS

X000 Part first added at this serial number
00X Part removed after this serial number

FIGURE AND INDEX NUMBERS

Items in this section are referenced by figure and index numbers to the illustrations.

INDENTATION SYSTEM

This mechanical parts list is indented to indicate item relationships. Following is an example of the indentation system used in the description column.

```

1 2 3 4 5           Name & Description
Assembly and/or Component
Attaching parts for Assembly and/or Component
    ---*---
Detail Part of Assembly and/or Component
Attaching parts for Detail Part
    ---*---
Parts of Detail Part
Attaching parts for Parts of Detail Part
    ---*---

```

Attaching Parts always appear in the same indentation as the item it mounts, while the detail parts are indented to the right. Indented items are part of, and included with, the next higher indentation. The separation symbol ---*--- indicates the end of attaching parts.

Attaching parts must be purchased separately, unless otherwise specified.

ITEM NAME

In the Parts List, an Item Name is separated from the description by a colon (:). Because of space limitations, an Item Name may sometimes appear as incomplete. For further Item Name identification, the U.S. Federal Cataloging Handbook H6-1 can be utilized where possible.

ABBREVIATIONS

"	INCH	ELCTRN	ELECTRON	IN	INCH	SE	SINGLE END
#	NUMBER SIZE	ELEC	ELECTRICAL	INCAND	INCANDESCENT	SECT	SECTION
ACTR	ACTUATOR	ELCTLT	ELECTROLYTIC	INSUL	INSULATOR	SQ	SQUARE
ADPTR	ADAPTER	ELEM	ELEMENT	INTL	INTERNAL	SST	STAINLESS STEEL
ALIGN	ALIGNMENT	EPL	ELECTRICAL PARTS LIST	LPHLDR	LAMPHOLDER	STL	STEEL
AL	ALUMINUM	EQPT	EQUIPMENT	MACH	MACHINE	SW	SWITCH
ASSEM	ASSEMBLED	EXT	EXTERNAL	MECH	MECHANICAL	T	TUBE
ASSY	ASSEMBLY	FIL	FILLISTER HEAD	MTG	MOUNTING	TERM	TERMINAL
ATTEN	ATTENUATOR	FLEX	FLEXIBLE	NIP	NIPPLE	THD	THREAD
AWG	AMERICAN WIRE GAGE	FLH	FLAT HEAD	NON WIRE	NOT WIRE WOUND	THK	THICK
BD	BOARD	FLTR	FILTER	OD	OUTSIDE DIAMETER	TNSN	TENSION
BRKT	BRACKET	FR	FRAME or FRONT	OVH	OVAL HEAD	TPG	TAPPING
BRS	BRASS	FSTNR	FASTENER	PH BRZ	PHOSPHOR BRONZE	TRH	TRUSS HEAD
BRZ	BRONZE	FT	FOOT	PL	PLAIN or PLATE	V	VOLTAGE
BSHG	BUSHING	FXD	FIXED	PLSTC	PLASTIC	VAR	VARIABLE
CAB	CABINET	GSKT	GASKET	PN	PART NUMBER	W/	WITH
CAP	CAPACITOR	HDL	HANDLE	PNH	PAN HEAD	WSHR	WASHER
CER	CERAMIC	HEX	HEXAGON	PWR	POWER	XFMR	TRANSFORMER
CHAS	CHASSIS	HEX HD	HEXAGONAL HEAD	RCPT	RECEPTACLE	XSTR	TRANSISTOR
CKT	CIRCUIT	HEX SOC	HEXAGONAL SOCKET	RES	RESISTOR		
COMP	COMPOSITION	HLCPS	HELICAL COMPRESSION	RGD	RIGID		
CONN	CONNECTOR	HLEXT	HELICAL EXTENSION	RLF	RELIEF		
COV	COVER	HV	HIGH VOLTAGE	RTNR	RETAINER		
CPLG	COUPLING	IC	INTEGRATED CIRCUIT	SCH	SOCKET HEAD		
CRT	CATHODE RAY TUBE	ID	INSIDE DIAMETER	SCOPE	OSCILLOSCOPE		
DEG	DEGREE	IDNT	IDENTIFICATION	SCR	SCREW		
DWR	DRAWER	IMPLR	IMPELLER				

CROSS INDEX—MFR. CODE NUMBER TO MANUFACTURER

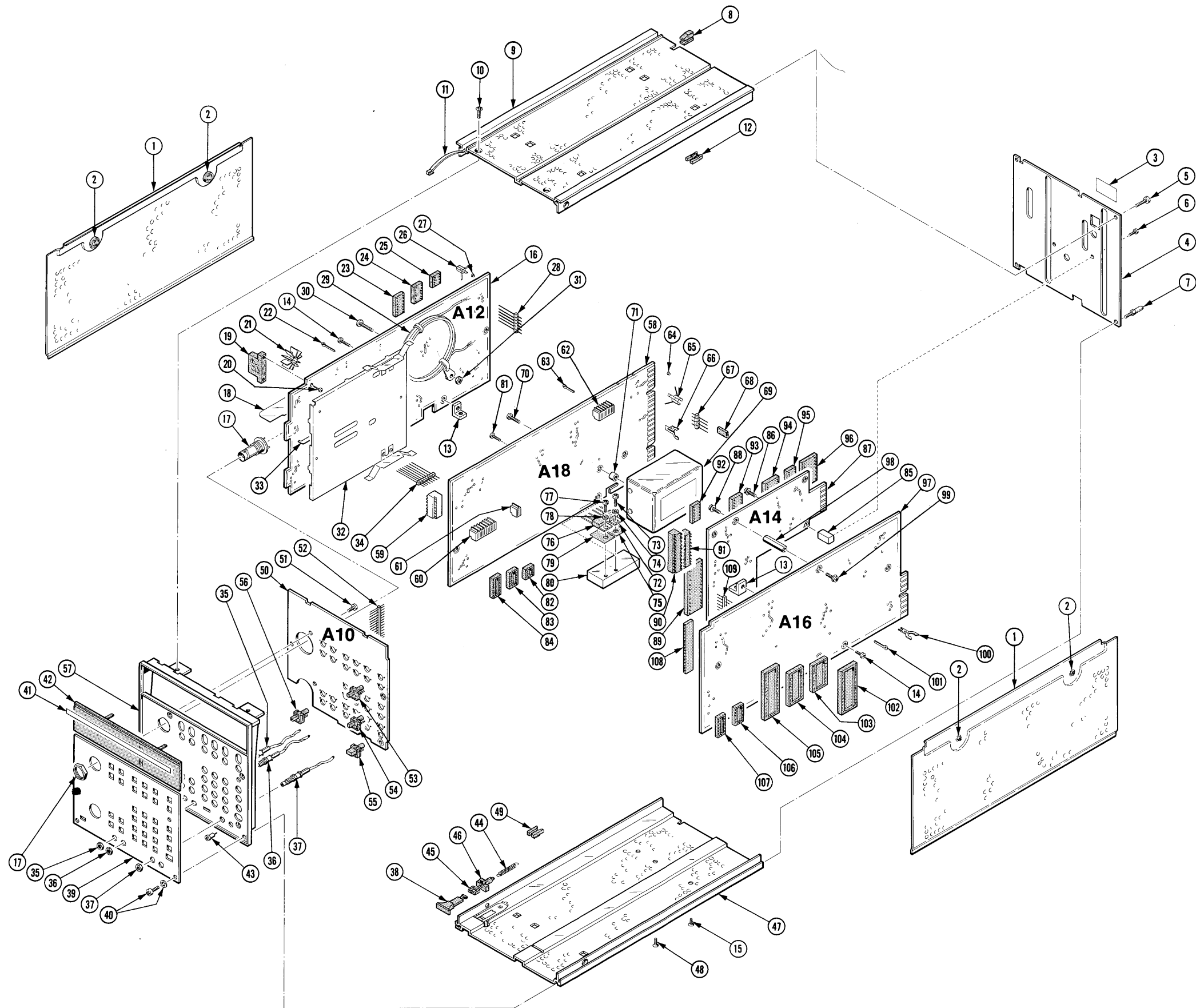
Mfr. Code	Manufacturer	Address	City, State, Zip
000BB	BERQUIST COMPANY	4350 WEST 78TH	MINNEAPOLIS, MN 55435
000BK	STAUFFER SUPPLY	105 SE TAYLOR	PORTLAND, OR 97214
00779	AMP, INC.	P O BOX 3608	HARRISBURG, PA 17105
01536	CAMCAR DIV OF TEXTRON INC. SEMS PRODUCTS UNIT	1818 CHRISTINA ST.	ROCKFORD, IL 61108
05820	WAKEFIELD ENGINEERING, INC.	AUDUBON ROAD	WAKEFIELD, MA 01880
09922	BURNDY CORPORATION	RICHARDS AVENUE	NORWALK, CT 06852
22526	BERG ELECTRONICS, INC.	YOUK EXPRESSWAY	NEW CUMBERLAND, PA 17070
49671	RCA CORPORATION	30 ROCKEFELLER PLAZA	NEW YORK, NY 10020
71279	CAMBRIDGE THERMIONIC CORP.	445 CONCORD AVE.	CAMBRIDGE, MA 02138
71785	TRW, CINCH CONNECTORS	1501 MORSE AVENUE	ELK GROVE VILLAGE, IL 60007
73803	TEXAS INSTRUMENTS, INC., METALLURGICAL MATERIALS DIV.	34 FOREST STREET	ATTLEBORO, MA 02703
80009	TEKTRONIX, INC.	P O BOX 500	BEAVERTON, OR 97077
83385	CENTRAL SCREW CO.	2530 CRESCENT DR.	BROADVIEW, IL 60153
93907	TEXTRON INC. CAMCAR DIV	600 18TH AVE	ROCKFORD, IL 61101

Fig. & Index No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff	Dscont	Qty	1	2	3	4	5	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
1-1	337-2807-02			2						SHIELD,ELEC:SIDE,PLUG-IN UNIT	80009	337-2807-02
-2	105-0932-00			4						LATCH,PANEL:SIDE	80009	105-0932-00
	214-3364-00			4						FASTENER,LATCH:ACETAL,SIL GRAY	80009	214-3364-00
-3	334-4224-00			1						MARKER,IDENT:GPIB INSTRUCTION	80009	334-4224-00
-4	333-2670-00			1						PANEL,REAR: (ATTACHING PARTS)	80009	333-2670-00
-5	213-0868-00			2						SCREW,TPG,TF:6-32 X 0.375 L,FILM,STEEL	93907	OBD
-6	211-0008-00			1						SCREW,MACHINE:4-40 X 0.250,PNH,STL,CD PL (DC5010 ONLY)	83385	OBD
-7	386-3657-01			2						SUPPORT,PLUG IN: - - - * - - -	93907	OBD
-8	214-3089-00			2						LOCKOUT,PLUG-IN:PLASTIC	80009	214-3089-00
-9	426-1801-00			1						FR SECT,PLUG-IN:TOP (ATTACHING PARTS)	80009	426-1801-00
-10	211-0541-00			2						SCREW,MACHINE:6-32 X 0.25"100 DEG,FLH STL - - - * - - -	83385	OBD
-11	214-1061-00			1						SPRING,GROUND:FLAT	80009	214-1061-00
-12	351-0672-00			6						GUIDE CKT BOARD:PLASTIC	80009	351-0672-00
-13	407-2556-00			2						BRACKET,ANGLE:CIRCUIT BOARD,AL (ATTACHING PARTS)	80009	407-2556-00
-14	211-0007-00			2						SCREW,MACHINE:4-40 X 0.188 INCH,PNH STL	83385	OBD
-15	211-0105-00			2						SCREW,MACHINE:4-40 X 0.188,100 DEG,FLH STL - - - * - - -	83385	OBD
-16	-----			1						CKT BOARD ASSY:ANALOG(SEE A12 REPL)		
-17	-----			2						. CONNECTOR,RCPT:(SEE A12J500,J510 REPL)		
-18	337-2850-01			1						. SHIELD,ELEC:CIRCUIT BD W/SPRING	80009	337-2850-01
-19	-----			12						. RELAY,ARMATURE:(SEE A12K1500,K1510,K1511, . K1520,K1521,K1530,K1600,K1610,K1611,K1620, . K1630,K1631 REPL)		
-20	213-0848-00			24						. SCREW,TPG,TF:0-40 X 0.25,PLASTITE - - - * - - -	80009	213-0848-00
-21	214-1291-00			2						. HEAT SINK,ELEC:XSTR,0.72 OD X 0.375"H	05820	207SB
-22	-----			3						. TERM,TEST POINT:(SEE A12TP1020,TP1310, . TP1330 REPL)		
-23	136-0260-02	B010100	B010599X	2						. SKT,PL-IN ELEK:MICROCIRCUIT,16 DIP,LOW CLE	71785	133-51-92-008
-24	136-0269-02	B010100	B010599X	1						. SKT,PL-IN ELEK:MICROCIRCUIT,14 DIP,LOW CLE	73803	CS9002-14
-25	136-0514-00	B010100	B010599X	3						. SKT,PL-IN ELEK:MICROCIRCUIT,8 DIP	73803	CS9002-8
	136-0728-00	XB010600		1						. SKT,PL-IN ELEK:MICROCKT,14 CONTACT	09922	DILB14P-108
-26	-----			2						. CONN,RCPT,ELEC:(SEE A12J1130,J1201 REPL)		
-27	136-0252-07			154						. SOCKET,PIN CONN:W/O DIMPLE	22526	75060-012
-28	-----			1						. CONN,RCPT,ELEC:(SEE A12J1010,J1102,J1510, . J1520 REPL)		
-29	-----			1						. DELAY LINE,ELEC:(SEE A12J1100,J1101 REPL) (ATTACHING PARTS)		
-30	211-0173-00			1						. SCREW,MACHINE:4-40 X 0.375,FLH,STL	83385	OBD
-31	210-0551-00			1						. NUT,PLAIN,HEX.:4-40 X 0.25 INCH,STL - - - * - - -	000BK	OBD
-32	337-2852-01			1						. SHIELD,ELEC:CIRCUIT BD W/SPRING	80009	337-2852-01
-33	337-2851-00			1						. SHIELD,ELEC:CIRCUIT BOARD	80009	337-2851-00
-34	-----			1						. CONN,RCPT,ELEC:(SEE A12J1230,J1400, . J1420 REPL)		
-35	175-3448-00			1						CABLE ASSY,RF:50 OHM COAX,18.0 L,9-2 (FROM J520 TO A12J1201)	80009	175-3448-00
-36	175-3449-00			1						CABLE ASSY,RF:50 OHM COAX,15.0 L,9-3 (FROM J530 TO A12J1130)	80009	175-3449-00
-37	175-3450-00			1						CABLE ASSY,RF:50 OHM COAX,14.0 L,9-4 (FROM J540 TO A18J1500)	80009	175-3450-00
	195-1597-00			1						LEAD,ELECTRICAL:26 AWG,3.5 L,9-1 (FROM J550 TO A10P1321)	80009	195-1597-00
	352-0171-00			1						. HLDR,TERM CONN:1 WIRE BLACK	80009	352-0171-00
-38	366-1851-00	B010100	B010239	1						KNOB,LATCH:SIL GY,0.625 X 0.25 X 1.09	80009	366-1851-00
	366-1851-01	B010240		1						KNOB,LATCH:IVORY,GY,0.625 X 0.25 X 1.09	80009	366-1851-01
-39	333-2746-00			1						PANEL,FRONT: (ATTACHING PARTS)	80009	333-2746-00
-40	213-0875-00			2						SCR ASSEM WSHR:6-32 X 0.5,TAPTITE,PNH	93907	OBD
	210-1365-00			2						WASHER,FLAT:0.141 ID X 0.5 THK,AL,0.266 OD - - - * - - -	80009	210-1365-00

Replaceable Mechanical Parts—DC 5010

Fig. & Index No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Qty	1	2	3	4	5	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
1-41	334-3966-00		1						PLATE, IDENT:	80009	334-3966-00
-42	378-0159-03		1						LENS, LED DSPL: RED W/MARKINGS	80009	378-0159-03
-43	136-0387-00		1						JACK, TIP: GRAY	71279	450-4352-01-0318
-44	214-3143-00		1						SPRING, HLEXT: 0.125 OD X 0.545 L, X LOOP	80009	214-3143-00
-45	105-0865-00		1						BAR, LATCH RLSE:	80009	105-0865-00
-46	105-0866-00		1						LATCH, RETAINING: SAFETY	80009	105-0866-00
-47	426-1802-01		1						FR SECT, PLUG-IN: BOTTOM W/SPRING (ATTACHING PARTS)	80009	426-1802-01
-48	211-0105-00		1						SCREW, MACHINE: 4-40 X 0.188, 100 DEG, FLH STL - - - * - - -	83385	OBD
-49	351-0672-00		3						GUIDE CKT BOARD: PLASTIC	80009	351-0672-00
-50	-----		1						CKT BOARD ASSY: DISPLAY (SEE A10 REPL) (ATTACHING PARTS)		
-51	211-0005-00		4						SCREW, MACHINE: 4-40 X 0.125 INCH, PNH STL - - - * - - -	83385	OBD
-52	-----								CKT BOARD ASSY INCLUDES:		
-53	-----		1						. TERM SET, PIN: (SEE A10P1001, P1002, P1321 REPL)		
-54	-----		1						. SWITCH, PB ASSY: (SEE A10S1312 REPL)		
-55	-----		3						. ACTR ASSY, PB: (SEE A10S1212, S1322, S1324 REPL)		
-56	-----		1						. ACTR ASSY, PB: (SEE A10S1334 REPL)		
	-----		27						. ACTR ASSY, PB: (SEE A10S1111, S1112, S1113, - . S1114, S1131, S1132, S1133, S1134, S1211, S1213, - . S1214, S1221, S1222, S1223, S1224, S1231, S1232, - . S1233, S1234, S1311, S1313, S1314, S1321, S1323, - . S1331, S1332, S1333 REPL)		
-57	386-4581-00		1						SUBPANEL, FRONT:	80009	386-4581-00
-58	-----		1						CKT BOARD ASSY: AUXILIARY (SEE A18 REPL)		
-59	136-0631-00		2						. SOCKET, PLUG-IN: 9 PIN FEMALE	00779	1-380949-9
-60	136-0499-10		2						. CONNECTOR, RCPT: :10 CONTACT	00779	4-380949-0
-61	136-0499-02		2						. CONNECTOR, RCPT: :2 CONTACT	00779	3-380949-2
-62	136-0499-08		3						. CONNECTOR, RCPT: :8 CONTACT	00779	30380949-8
-63	-----		1						. TERM TEST POINT: (SEE A18TP1400 REPL)		
-64	136-0252-07		1						. SOCKET, PIN CONN: W/O DIMPLE	22526	75060-012
-65	-----		1						. CONN, RCPT, ELEC: (SEE A18J1500 REPL)		
-66	344-0154-03		4						. CLIP, ELECTRICAL: FUSE, CKT BD MT	80009	344-0154-03
-67	-----		1						. TERM SET, PIN: (SEE A18J1510, J1511, J1611 REPL)		
-68	131-0993-00		2						. BUS, CONDUCTOR: 2 WIRE BLACK	00779	850100-01
-69	-----		1						. OSCILLATOR, RF: (SEE A18Y1530 REPL) - . (OPTION 01 ONLY) (ATTACHING PARTS)		
-70	211-0097-00		2						. SCREW, MACHINE: 4-40 X 0.312 INCH, PNH STL - . (OPTION 01 ONLY)	83385	OBD
-71	361-0548-00		2						. SPACER, RING: 0.125 ID X 0.25 OD X 0.110 ID - . (OPTION 01 ONLY) - - - * - - -	80009	361-0548-00
-72	-----		1						. MICROCIRCUIT: (SEE A18U1430 REPL) - . (OPTION 01 ONLY) (ATTACHING PARTS)		
-73	211-0097-00		1						. SCREW, MACHINE: 4-40 X 0.312 INCH, PNH STL - . (OPTION 01 ONLY)	83385	OBD
-74	210-1178-00		2						. WASHER, SHLDR: U/W TO-220 TRANSISTOR - . (OPTION 01 ONLY)	49671	DF137A
-75	342-0355-00		1						. INSULATOR, PLATE: TRANSISTOR, SILICONE RUBBER - . (OPTION 01 ONLY) - - - * - - -	000BB	7403-09FR-51
-76	-----		1						. TRANSISTOR: (SEE A18Q1332 REPL) (ATTACHING PARTS)		
-77	211-0097-00		1						. SCREW, MACHINE: 4-40 X 0.312 INCH, PNH STL	83385	OBD
-78	210-1178-00		1						. WASHER, SHLDR: U/W TO-220 TRANSISTOR	49671	DF137A
-79	342-0355-00		1						. INSULATOR, PLATE: TRANSISTOR, SILICONE RUBBER - - - * - - -	000BB	7403-09FR-51
-80	214-3134-00		1						. HT SK, MICROCKT: TO-220, AL (ATTACHING PARTS)	80009	214-3134-00
-81	211-0097-00		1						. SCREW, MACHINE: 4-40 X 0.312 INCH, PNH STL - - - * - - -	83385	OBD

Fig. & Index No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff	Dscont	Qty	1	2	3	4	5	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
1-82	136-0514-00	B010100	B010599X	4	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,8 DIP	73803	CS9002-8
-83	136-0269-02	B010100	B010599X	5	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,14 DIP,LOW CLE	73803	CS9002-14
-84	136-0260-02	B010100	B010599X	9	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,16 DIP,LOW CLE	71785	133-51-92-008
	136-0729-00	XB010600		7	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCKT,16 CONTACT	09922	DILB16P-108T
-85	220-0729-00			1	.	.	.	.	.	NUT BLOCK:0.25 X 0.471 INCH LONG (ATTACHING PARTS)	80009	220-0729-00
-86	211-0678-00			1	.	.	.	.	.	SCR,ASSEM WSHR:4-40 X 0.281 L,PNH STEEL - - - * - - -	01536	OBD
-87	-----			1	.	.	.	.	.	CKT BOARD ASSY:GPIB(SEE A14 REPL) (ATTACHING PARTS)		
-88	211-0678-00			2	.	.	.	.	.	SCR,ASSEM WSHR:4-40 X 0.281 L,PNH STEEL - - - * - - -	01536	OBD
	-----			-	.	.	.	.	.	CKT BOARD ASSY INCLUDES:		
-89	136-0623-00	B010100	B010689	2	.	.	.	.	.	. SOCKET,PLUG-IN:40 DIP,LOW PROFILE	73803	CS9002-40
	136-0757-00	B010690		2	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCKT,40 PIN	09922	DILB40P-108
-90	136-0499-16			1	.	.	.	.	.	. CONNECTOR,RCPT,:16 CONTACT	00779	4-380949-6
-91	136-0499-14			1	.	.	.	.	.	. CONNECTOR,RCPT,:14 CONTACT	00779	4-380949-4
-92	136-0269-02	B010100	B010689X	2	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,14 DIP,LOW CLE	73803	CS9002-14
-93	136-0621-00	B010100	B010689	1	.	.	.	.	.	. SOCKET,PLUG-IN:22 CONTACT	73803	CS9002-22
	136-0754-00	B010690		1	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,22 DIP	09922	DILB22P-108
-94	136-0578-00	B010100	B010689	2	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCKT,24 PIN,LOW PROFILE	73803	C S9002-24
	136-0751-00	B010690		2	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCKT,24 PIN	09922	DILB24P108
-95	136-0260-02	B010100	B010689X	2	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,16 DIP,LOW CLE	71785	133-51-92-008
-96	136-0634-00	B010100	B010689	2	.	.	.	.	.	. SOCKET,PLUG-IN:20 LEAD DIP,CKT BD MTG	73803	CS9002-20
	136-0752-00	B010690		2	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,20 DIP	09922	DILB20P-108
-97	-----			1	.	.	.	.	.	CKT BOARD ASSY:DIGITAL(SEE A16 REPL)		
-98	129-0425-00			2	.	.	.	.	.	. SPACER,POST:0.90 L X 0.25HEX (ATTACHING PARTS)	80009	129-0425-00
-99	211-0678-00			2	.	.	.	.	.	. SCR,ASSEM WSHR:4-40 X 0.281 L,PNH STEEL - - - * - - -	01536	OBD
-100	344-0154-03			4	.	.	.	.	.	. CLIP,ELECTRICAL:FUSE,CKT BD MT	80009	344-0154-03
-101	-----			3	.	.	.	.	.	. TERM TEST POINT:(SEE A16TP1410,TP1411, - . TP1420 REPL)		
-102	136-0694-00	B010100	B010599	1	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,28 CONTACT	73803	CS9002-28
	136-0755-00	B010600		1	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,28 DIP	09922	DILB28P-108
-103	136-0621-00	B010100	B010599	1	.	.	.	.	.	. SOCKET,PLUG-IN:22 CONTACT	73803	CS9002-22
	136-0754-00	B010600		1	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,22 DIP	09922	DILB22P-108
-104	136-0578-00	B010100	B010599	1	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCKT,24 PIN,LOW PROFILE	73803	C S9002-24
	136-0751-00	B010600		1	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCKT,24 PIN	09922	DILB24P108
-105	136-0623-00	B010100	B010599	1	.	.	.	.	.	. SOCKET,PLUG-IN:40 DIP,LOW PROFILE	73803	CS9002-40
	136-0757-00	B010600		1	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCKT,40 PIN	09922	DILB40P-108
-106	136-0269-02	B010100	B010599X	6	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,14 DIP,LOW CLE	73803	CS9002-14
-107	136-0260-02	B010100	B010599X	19	.	.	.	.	.	. SKT,PL-IN ELEC:MICROCIRCUIT,16 DIP,LOW CLE	71785	133-51-92-008
-108	-----			2	.	.	.	.	.	. CONNECTOR,RCPT:(SEE A16J1001 REPL)		
-109	-----			1	.	.	.	.	.	. CONN,RCPT,ELEC:(SEE A16J1210,J1211 REPL)		
	198-4522-00			1	.	.	.	.	.	. WIRE SET,ELEC: (FROM A16 TO A18J1611)	80009	198-4522-00
	-----			-	.	.	.	.	.	. (FROM A16 TO A18J1611)		
	352-0162-05			1	.	.	.	.	.	. . CONN BODY,PL,EL:4 WIRE GREEN	80009	352-0162-05



REV MAY 1982

DC 5010

Fig. & Index No.	Tektronix Part No.	Serial/Model No. Eff Dscont	Qty	1	2	3	4	5	Name & Description	Mfr Code	Mfr Part Number
ACCESSORIES											
	070-3897-01		1						MANUAL,TECH:INSTRUCTION	80009	070-3897-01
	070-3553-00		1						MANUAL,TECH:REFERENCE GUIDE	80009	070-3553-00
	012-0532-00		1						CABLE,INTCON:50 OHM COAX,42.0 L	80009	012-0532-00

OPTIONAL ACCESSORIES

	010-6125-01		1						PROBE,COUNTER:P6125,1.5 METER	80009	010-6125-01
--	-------------	--	---	--	--	--	--	--	-------------------------------	-------	-------------

MANUAL CHANGE INFORMATION

At Tektronix, we continually strive to keep up with latest electronic developments by adding circuit and component improvements to our instruments as soon as they are developed and tested.

Sometimes, due to printing and shipping requirements, we can't get these changes immediately into printed manuals. Hence, your manual may contain new change information on following pages.

A single change may affect several sections. Since the change information sheets are carried in the manual until all changes are permanently entered, some duplication may occur. If no such change pages appear following this page, your manual is correct as printed.