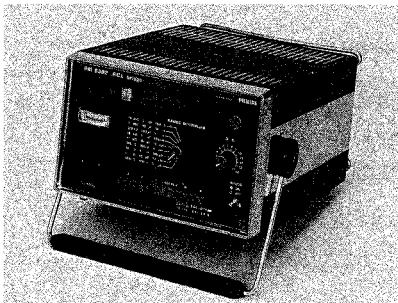


# PHILIPS



INSTRUCTION MANUAL  
ANLEITUNG  
NOTICE D'EMPLOI ET D'ENTRETIEN

RCL Bridge  
RCL Brücke  
Pont RCL

**PM6302**

9452 063 02...1



**Please note**

In correspondence concerning this instrument, please quote the type number and serial number as given on the type plate.

**Bitte beachten**

Bei Schriftwechsel über dieses Gerät wird gebeten, die Typennummer und die Gerätenummer anzugeben. Diese befinden sich auf dem Typenschild an der Rückseite des Gerätes.

**Noter s. v. p.**

Dans votre correspondance et dans vos réclamations se rapportant à cet appareil, veuillez toujours indiquer le numéro de type et le numéro de série qui sont marqués sur la plaquette de caractéristiques.

**Important**

As the instrument is an electrical apparatus, it may be operated only by trained personnel. Maintenance and repairs may also be carried out only by qualified personnel.

**Wichtig**

Da das Gerät ein elektrisches Betriebsmittel ist, darf die Bedienung nur durch eingewiesenes Personal erfolgen. Wartung und Reparatur dürfen nur von geschultem, fach- und sachkundigem Personal durchgeführt werden.

**Important**

Comme l'instrument est un équipement électrique, le service doit être assuré par du personnel qualifié. De même, l'entretien et les réparations sont à confier aux personnes suffisamment qualifiés.

© Philips GmbH — Hamburg — Germany — 1979

All rights are strictly reserved.

Reproduction or divulgement in any form whatsoever is not permitted without written authority from the copyright owner.

Issued by Philips GmbH — Werk für Messtechnik

Printed in Germany

# Contents

<b>1.</b>	<b>GENERAL INFORMATION</b>	<b>7</b>
1.1.	Introduction	7
1.2.	Technical data	7
1.3.	Accessories	9
1.4.	Description of the block diagram	10
<b>2.</b>	<b>DIRECTIONS FOR USE</b>	<b>10</b>
2.1.	Installation	10
2.1.1.	Safety regulations	10
2.1.2.	Controls and sockets	10
2.1.3.	Position	11
2.1.4.	Connection to the mains	11
2.1.5.	Earthing	11
2.2.	Operation	11
2.2.1.	Switching on the instrument	11
2.2.2.	Measuring resistors	11
2.2.3.	Measuring capacitors	11
2.2.4.	Measuring inductances	12
2.2.5.	Measuring with external a.c. voltage supply	13
<b>3.</b>	<b>SERVICE DATA</b>	<b>31</b>
3.1.	Circuit description	31
3.1.1.	Bridge arrangements	31
3.1.1.1.	Bridge for R measurement	31
3.1.1.2.	Bridge for C measurement	31
3.1.1.3.	Bridge for L measurement	32
3.1.2.	Zero indicator	32
3.1.2.1.	A.c.-d.c. converter	32
3.1.2.2.	Operational amplifier as a voltage-current inverter	33
3.1.3.	Supply voltage generator	33
3.1.3.1.	D.C. voltage supply	33
3.1.3.2.	Supply oscillator	33
3.1.4.	Arrangement for the searching range	33
3.1.5.	Current supply	34
3.2.	Gaining access to parts	34
3.3.	Maintenance and service	34
3.4.	Survey of adjusting elements and auxiliary equipment	35
3.5.	Checking and adjusting	36
3.5.1.	General test	36
3.5.2.	Adjusting procedures	37
3.5.3.	Testing the bridge functions	38
3.6.	Parts list	42
3.6.1.	Mechanical parts	42
3.6.2.	Electrical parts	43

## Inhalt

<b>1.</b>	<b>ALLGEMEINER TEIL</b>	<b>15</b>
1.1.	Einleitung	15
1.2.	Technische Daten	15
1.3.	Zubehör	18
1.4.	Beschreibung des Blockschaltbildes	18
<b>2.</b>	<b>GEBRAUCHSANLEITUNG</b>	<b>19</b>
2.1.	Anschluss und Inbetriebnahme	19
2.1.1.	Sicherheitshinweise	19
2.1.2.	Anschluss- und Bedienungselemente	19
2.1.3.	Aufstellen	19
2.1.4.	Netzanschluss	19
2.1.5.	Erden	19
2.2.	Bedienung	20
2.2.1.	Einschalten des Gerätes	20
2.2.2.	Widerstände messen	20
2.2.3.	Kondensatoren messen	20
2.2.4.	Induktivitäten messen	21
2.2.5.	Messen mit externer Wechselspannungs-Speisung	22

## Table des matières

<b>1.</b>	<b>GENERALITES</b>	<b>23</b>
1.1.	Introduction	23
1.2.	Caractéristiques techniques	23
1.3.	Accessoires	25
1.4.	Description du schéma synoptique	26
<b>2.</b>	<b>MODE D'EMPLOI</b>	<b>26</b>
2.1.	Installation	26
2.1.1.	Règles de sécurité	26
2.1.2.	Commandes et douilles	26
2.1.3.	Position	27
2.1.4.	Branchement au secteur	27
2.1.5.	Mise à la terre	27
2.2.	Fonctionnement	27
2.2.1.	Mise en service de l'appareil	27
2.2.2.	Mesure de résistance	27
2.2.3.	Mesure de condensateurs	27
2.2.4.	Mesure d'inductances	28
2.2.5.	Mesure avec source de tension alternative externe	29

## LIST OF FIGURES

1. Block diagram	47
2. Front view	48
3. Rear view	48
4. Adjusting to the local mains voltage	49
5. Principle of C-measurements with formation voltage	49
6. Principle of varicap-measurements	49
7. Impedance level of the bridge	49
8. Measuring circuit R, ohmic resistances	50
9. Measuring circuit C, capacitive resistances	50
10. Voltage diagram of a de Sauty-bridge for loss-free samples	51
11. Voltage diagram of a de Sauty-bridge for lossy samples	51
12. Measuring circuit L, inductive resistances	52
13. Voltage diagram of a Maxwell-Wien bridge	52
14. Blanking signal during changeover time of the a.c.-d.c. converter	53
15. Response curve of the zero indicator	53
16. Electronic switch for the supply-oscillator frequency	54
17. Voltage on + side of capacitor 512	54
18. Measuring set-up with standard resistor of 100 m $\Omega$	54
19. Adjusting circuit for resistor 712A	54
20. Adjusting circuit for resistor 712B	54
21. Front view, mechanical parts	55
22. Rear view, mechanical parts	55
23. Top view, mechanical parts	56
24. Printed wiring board	56
25. Overall circuit diagram	58

## BILDVERZEICHNIS

1. Blockschaltbild	47
2. Frontansicht	48
3. Rückansicht	48
4. Beschaltung des Netztransformators für verschiedene Netzspannungen	49
5. Kapazitätsmessung mit Formierspannung	49
6. Messen von Sperrschichtkapazitäten	49

## FIGURES

1. Schéma synoptique	47
2. Face avant	48
3. Face arrière	48
4. Adaptation à la tension secteur	49
5. Principe de mesure de C avec une tension externe	49
6. Principe de mesure d'une varicap	49



# 1. General information

## 1.1. INTRODUCTION

The RCL-bridge PM 6302 is used to measure ohmic resistors in the range  $0.05 \Omega \dots 105 M\Omega$ , capacitors in the range  $0.5 \text{ pF} \dots 1050 \mu\text{F}$  and inductances in the range  $0.5 \mu\text{H} \dots 1050 \text{ H}$ . When measuring capacitors and inductances also a measuring value of the loss factor D or the quality factor Q is obtained.

For the adjusting a vernier with linear indicator scale is used. The unknown measuring value is obtained after the adjusting by multiplying the scale value by the factor of the selected measuring range.

The bridge balance is indicated by a moving-coil indicator, which is controlled by an amplifier with logarithmic gain characteristic, adjusting of the bridge sensitivity being then redundant.

Push-button SEARCH is used to find quickly the correct measuring range in the searching mode. For measuring electrolytic capacitors an external formation voltage can be supplied.

By means of an external adjustable d.c.-voltage it is possible to measure junction-capacitances on varicaps.

## 1.2. TECHNICAL DATA

Properties expressed in numerical values with tolerances stated are guaranteed by the factory.

Numerical values without tolerances stated represent the properties of an average instrument and merely serve as a guide.

### Measurement of resistors (R)

Nominal range

:  $0,05 \Omega - 105 M\Omega$

Measuring ranges

a.	$100 \text{ m}\Omega - 1 \Omega$	} with overlapping sub-ranges: scale 0,5 - 10,5
b.	$1 \Omega - 10 \Omega$	
c.	$10 \Omega - 100 \Omega$	
d.	$100 \Omega - 1 \text{ k}\Omega$	
e.	$1 \text{ k}\Omega - 10 \text{ k}\Omega$	
f.	$10 \text{ k}\Omega - 100 \text{ k}\Omega$	
g.	$100 \text{ k}\Omega - 1 \text{ M}\Omega$	
h.	$1 \text{ M}\Omega - 10 \text{ M}\Omega$	
i.	$10 \text{ M}\Omega - 100 \text{ M}\Omega$	

Setting error limits (see diagram A, page 46)

- In sub-ranges b to h :  $\pm 0,5 \%$  of measured value, additional  $\pm 0,15 \%$  of end-of-range value
- In sub-ranges a and i :  $\pm 1 \%$  of measured value, additional  $\pm 0,2 \%$  of end-of-range value

### Measurement of capacitors (C)

Nominal range

:  $0,5 \text{ pF} - 1050 \mu\text{F}$ .  $0,1 \text{ pF}$  can be measured

$C_{\text{sample}} = C_{\text{indicated}} - C_0$  ( $0,1 \text{ pF} \hat{=} 1,4 \text{ mm}$  scale distance in range i)

Self capacitance  $C_0$

:  $< 0,5 \text{ pF}$

Measuring ranges

a.	$100 \mu\text{F} - 1000 \mu\text{F}$	} with overlapping sub-ranges: scale 0,5 - 10,5
b.	$10 \mu\text{F} - 100 \mu\text{F}$	
c.	$1 \mu\text{F} - 10 \mu\text{F}$	
d.	$100 \text{ nF} - 1 \mu\text{F}$	
e.	$10 \text{ nF} - 100 \text{ nF}$	
f.	$1 \text{ nF} - 10 \text{ nF}$	
g.	$100 \text{ pF} - 1 \text{ nF}$	
h.	$10 \text{ pF} - 100 \text{ pF}$	
i.	$1 \text{ pF} - 10 \text{ pF}$	

**Setting error limits (see diagram A, page 46)**

- In sub-ranges b to h :  $\pm 0,6\%$  of measured value, additional  $\pm 0,14\%$  of end-of-range value
- In sub-ranges a and i :  $\pm 1,5\%$  of measured value, additional  $\pm 0,15\%$  of end-of-range value

**Measuring ranges for loss factor D**

- At 1 kHz for internal bridge supply :  $0,01 - 0,14 (100 \cdot 10^{-4} - 1400 \cdot 10^{-4})$
- At 100 Hz for internal bridge supply :  $0,1 - 1,4 (100 \cdot 10^{-3} - 1400 \cdot 10^{-3})$
- Setting error limits :  $\pm 5\%$  of full scale value

**Measurement of inductances (L)**

- Nominal range :  $0,5 \mu\text{H} - 1050 \text{ H}$
- Measuring-ranges :
- |    |                                    |   |                                                  |
|----|------------------------------------|---|--------------------------------------------------|
| a. | $1 \mu\text{H} - 10 \mu\text{H}$   | } | with overlapping sub-ranges:<br>scale 0,5 - 10,5 |
| b. | $10 \mu\text{H} - 100 \mu\text{H}$ |   |                                                  |
| c. | $100 \mu\text{H} - 1 \text{ mH}$   |   |                                                  |
| d. | $1 \text{ mH} - 10 \text{ mH}$     |   |                                                  |
| e. | $10 \text{ mH} - 100 \text{ mH}$   |   |                                                  |
| f. | $100 \text{ mH} - 1 \text{ H}$     |   |                                                  |
| g. | $1 \text{ H} - 10 \text{ H}$       |   |                                                  |
| h. | $10 \text{ H} - 100 \text{ H}$     |   |                                                  |
| i. | $100 \text{ H} - 1000 \text{ H}$   |   |                                                  |

**Setting error limits (see diagram A, page 46)**

- In sub-ranges b to h :  $\pm 0,5\%$  of measured value, additional  $\pm 0,15\%$  of end-of-range value
- In sub-ranges a and i :  $\pm 1,5\%$  of measured value, additional  $\pm 0,15\%$  of end-of-range value

Nominal range for quality factor Q : 1 - 15

Nominal range for quality factor  $Q = \frac{1}{D}$  : 10 - 200

Measuring ranges for quality factor Q : 1 - 14  
7,2 - 100

- Setting error limits :  $\pm 5\%$  of full scale value

**Reading the measuring value**

Zero indicator : measuring instrument; meter amplifier with logarithmic gain characteristic

Reading : linear scale: 0,5 - 10,5

**Search mode**

- : possible with 1 kHz-internal bridge supply;
  - for capacitance- and inductance measurement in ranges b to h
  - for resistances in ranges d to h; with internal d.c. bridge supply

**Bridge supply***Internal*

- Nominal d.c. voltage : 1,5 V
- Internal resistance : ca 11  $\Omega$
- Nominal a.c.-voltage : 700 mV for ranges d to i  
70 mV for ranges a to c
- Nominal frequency : 1 kHz or 100 Hz



**External**

Nominal voltage	: 6 V
– Nominal range setting	: 2 - 7 V
– Maximum value	: 10 V

**Frequency**

– Nominal range setting	: 100 Hz - 20 kHz
– Operating-range limit	: 100 Hz - 30 kHz

**Formation voltage**

Nominal range setting	: up to 60 V. Supply only from external galvanic battery to avoid mis-reading
Internal impedance	: 10 $\Omega$ or sample impedance; lower value permissible
Internal resistance	: $\geq 50 \Omega/V$ of supplied voltage (For current limiting at 20 mA in case of defective sample)

**Power supply**

Mains voltage	: 115 V.a.c. or 230 V.a.c. $\pm 15\%$
– Reference value	: 220 V.a.c.
Mains frequency	: 48 - 62 Hz
– Reference value	: 50 Hz
Power consumption	: 3,5 W

**Environmental conditions**

Reference temperature	: $25 \pm 1$ °C
Nominal operating temperature	: +5 to +40 °C
Operating-range limit	: 0 to 50 °C
Temperature range for transport and storage	: $-35$ to +80 °C

**Mechanical data**

dimensions (over all)	
– Height	: 14,5 cm
– Width	: 24 cm
– Depth	: 30 cm
Weight	: approx. 3,3 kg

The instrument conforms to IEC 348 and DIN 40050 protection standards

**1.3. ACCESSORIES**

Supplied with the instrument:

- terminal adaptor
- short-circuit plug
- manual

## 1.4. DESCRIPTION OF THE BLOCK DIAGRAM (see Fig. 1)

The bridge circuit comprises range resistors, reference parts and a fine-adjustment potentiometer.

The range resistors in the bridge circuit are identical for all measurements and can be switched-over with the range selector.

For R-measurement a resistor is used as a reference, for C-measurement a capacitor with a series-connected potentiometer and for L-measurement a capacitor and a potentiometer; these are series-connected in the higher Q-range and parallel-connected in the lower Q-range. The fourth branch of the bridge is the sample itself.

The bridge circuit is earthed at that end of the measuring diagonal which is connected to the adjusting potentiometer and the reference parts. In this way, harmful influence of switching and stray capacitances remains small.

The d.c. voltage supply for the bridge is originated from a separate mains part, the input voltage of which is tapped from an extra-screened secondary winding of the mains transformer.

The internal resistance of this mains part is dimensioned in such a way that low-ohmic measuring objects can not be overloaded.

The a.c. voltage supply for the bridge is originated from a Wien-bridge oscillator, the output of which is coupled to the bridge circuit via a transducer.

The meter amplifier amplifies the voltage across the diagonals of the bridge circuit. For R-measurements a d.c. voltage appears, which is chopped by an electronic switch and amplified in an a.c. voltage amplifier (identical for all measurements) with high-ohmic input resistance.

The output voltage of the amplifier is rectified and indicated with a moving-coil indicator. As a result of the logarithmic characteristic of the amplification, the indication sensitivity is higher for lower input voltages, i.e. near the bridge balance.

Push-button SEARCH is used to search the correct measuring range. As long as this button is depressed, the supply voltage of the bridge is connected to a series circuit consisting of the sample and the measuring range resistor. The voltage drop across the sample is indicated. In this mode the meter-amplifier characteristic is switched-over into a linear amplification characteristic.

## 2. Directions for use

### 2.1. INSTALLATION

#### 2.1.1. Safety regulations (see IEC 348 or VDE 0411)

Before using the instrument after stocking and transport, pay attention that the instrument has not been mechanically damaged. If there is doubt about the safety (of the protection) check this.

If the protection is no longer guaranteed, disconnect the instrument from the mains and do not operate it. Do not open the instrument before it has been disconnected from the mains.

Maintenance and service works, which must be done with the instrument on, should only be performed by a qualified technician.

The mains connector may only be plugged in a mains socket with earth contacts. It is not allowed to make this safety protection inoperative, e.g. with an improper extension cable.

#### 2.1.2. Controls and sockets (see Figs. 2 and 3)

### 2.1.3. Position

The instrument should be used in horizontal or in sloping position by hinging out the tilting bracket. Make sure that the ventilation holes in bottom- and top plate are free.  
Pay attention that the instrument is not positioned on objects which produce heat or radiate heat.

### 2.1.4. Connection to the mains


The instrument must only be supplied with a.c. voltage.  
On delivery the instrument is set to 230 V  $\pm$  15 %.

If a different mains voltage is required, proceed as follows:

- Plug off the mains connector
- Remove the bottom plate after loosening both screws at the rear
- Change the connections on the transformer in accordance with the diagram annexed (see Fig. 4)
- Close the bottom plate and remove the top plate
- Exchange the mains-voltage plate on the rear side in accordance with the mains voltage adjusted
- Close the instrument

### 2.1.5. Earthing

The instrument must be earthed in conformity with the local safety regulations. The supplied mains cable contains a protective conductor which is connected to the earth contacts of the plug. The instrument must be connected to a mains socket with earth contacts. The protective earthing of the instrument is only guaranteed when performed in this way.

The cabinet socket () at the rear should on no account be used to connect a protective conductor. The circuit earth potential of the measuring bridge is connected to the protective conductor.

## 2.2. OPERATION

### 2.2.1. Switching on the instrument

After the measuring bridge has been connected to the mains in accordance to 2.1.4., it may be switched on by depressing mains switch POWER. The scale in the indicator should light up. This means that the instrument is ready for use. The white spot inside the POWER switch indicates mechanically that the instrument is switched on.

### 2.2.2. Measuring ohmic resistors

- Depress push-button "R"
- Connect the sample to sockets "I-E"

#### 2.2.2.1. Searching the correct range in case of unknown resistance value

- Depress push-button "SEARCH"
- Switch-over the measuring-ranges
- The correct measuring range is found, when the indicator points to the "W"-field.
- Pointer deflection too large  $\rightarrow$  select a lower measuring range
- Pointer deflection too small  $\rightarrow$  select a higher measuring range

*Note: In the ranges 0.1  $\Omega$  - 1  $\Omega$ ; 1  $\Omega$  - 10  $\Omega$  and 10  $\Omega$  - 100  $\Omega$ , the searching range is limited.*

*If the pointer in range 100  $\Omega$  - 1 k $\Omega$  points above the marked field and, switching over, the deflection in range 10  $\Omega$  - 100  $\Omega$  becomes higher or remains the same, the resistor must be measured in one of the lower ranges.*

#### 2.2.2.2. Measuring the resistance value for a known measuring range

- With the vernier adjust the pointer deflection to a minimum
- Multiply the scale reading by the value selected with the range selector to obtain the exact resistor value.

### 2.2.3. Measuring capacitors

- Depress push-button "C"
- Connect the sample to sockets "I-E" (casing to socket E)

### 2.2.3.1. Searching the correct measuring range in case of unknown capacitance value

- Depress push-button "SEARCH"
- Switch over the measuring ranges
- The correct measuring range is found when the indicator points to the "∞" field
- Pointer deflection too small → select a lower measuring range
- Pointer deflection too large → select a higher measuring range.

### 2.2.3.2. Measuring the capacitance and the loss factor D in case of a known measuring range

- With the vernier adjust the pointer deflection to a minimum.
- With potentiometer "Q/D" adjust the loss factor D so that a better minimum is obtained
- Repeat this two adjustments alternately for the lowest minimum
- If no clear minimum can be reached, depress push-button "D" ( $D < 1.4$ ; measuring frequency 100 Hz) and repeat the procedure above.
- Multiply the scale reading by the value selected with the range selector to obtain the exact capacitance value.
- To obtain the loss factor  $D = \tan \delta$  read the value adjusted with potentiometer "Q/D" and multiply it by 0.01 or 0.1 depending on the position of push-button "D"
- When measuring smaller capacitances subtract the initial capacitance of this instrument from the measured value. The initial capacitance can be measured, when no sample is connected to sockets "I-E".

*Note: If, when measuring smaller capacitances, no correct minimum can be adjusted, eventually screen the sample for external mains stray fields.*

### 2.2.3.3. Measuring capacitances with formation voltage

In order to form electrolytic capacitors and in case of capacitance measurements with d.c. bias voltage for the sample, a mains-independent battery can be connected to sockets "DC-BIAS" at the rear. The short-circuit plug must then be removed.

Pay attention for the polarity of the sample: "+" → "I"; "-" → "E"

The a.c. internal resistance of the battery must be low; i.e. under certain circumstances a capacitor  $C_p$  must be connected in parallel with the battery; the value of  $C_p$  should be higher than or equal to the sample capacitance; but it must be at least 100  $\mu F$  (see Fig. 5).

In order to protect the measuring bridge, the d.c. current from the battery must be limited by a resistor Rv. The resistance must be at least 50  $\Omega$  per volt of the supplied d.c. voltage (see Fig. 5).

For measuring the capacitance and the loss factor of the sample see 2.2.3.1. and 2.2.3.2.

### 2.2.3.4. Measuring junction capacitances

In order to measure the junction capacitance of a varicap, proceed as follows:

- Supply an adjustable d.c. voltage from a mains-independent galvanic battery and connect an external a.c. voltage source to the bridge supply conform to figure 6.
- Connect the sample with the cathode to terminal I and the anode to terminal E.
- By stepwise changing the d.c. voltage and measuring the capacitance of the varicap in accordance with 2.2.3.1. and 2.2.3.2., the characteristic of the sample can be determined.

*Note: The voltage of the external bridge supply should not be higher than 1 V, in order to avoid faulty measurement by overloading the sample.*

## 2.2.4. Measuring inductances

- Depress push-button "L"
- Connect the sample to sockets "I-E"

### 2.2.4.1. Searching the correct measuring range in case of unknown inductance value

- Depress push-button "SEARCH"
- Switch over the measuring ranges
- The correct measuring range is found when the indicator points to the "∞" field.
- Pointer deflection too small → select a lower measuring range
- Pointer deflection too large → select a higher measuring range
- For inductances with smaller Q ( $< 1$ ) the searching procedure can indicate a range which is one decade too low.

#### 2.2.4.2. Measuring the inductance and the quality factor Q in the case of a known measuring range

- With the vernier adjust the pointer deflection to a minimum.
- With potentiometer "Q/D" adjust the quality factor Q so that a better minimum is obtained.
- Repeat this two adjustments alternately for the lowest minimum.
- If no clear minimum can be reached, depress push-button "Q" ( $Q < 14$ ) and repeat the procedure above.
- When measuring inductances with smaller Q ( $< 1$ ) various minima can be found by adjustment. The correct measuring value is obtained at that minimum for which the pointer deflection is the smallest.
- To obtain the exact inductance, multiply the scale reading by the value selected with the range selector
- To obtain the quality factor Q:

When push-button Q is not depressed, the Q is the reciprocal of the loss factor;  $Q = \frac{1}{D}$ . Read the loss factor D on potentiometer "Q/D" and multiply by 0.01.

When push-button Q is depressed, the Q can be read directly on potentiometer "Q/D".

*Note: When measuring very high inductances (100 H - 1000 H) the natural resonance frequency can be in the range of the measuring frequency of the bridge. In this case the measuring result can be considerably falsed.*

Remedy:

If the natural resonance frequency of the inductance can be obtained, the measuring result can be corrected using the following equation.

$$L_x = L_M \frac{f_0^2 - f_M^2}{f_0^2}$$

$L_x$  = unknown inductance

$L_M$  = inductance measured with the bridge

$f_0$  = natural resonance frequency of the coil

$f_M$  = measuring frequency of the bridge

(internal 1 kHz or external 100 Hz - 20 kHz)

#### 2.2.5. Measuring with external a.c. voltage supply

If capacitances or inductances are to be measured for measuring frequencies different than internal, an external sine-wave generator can be connected to sockets "Ext-AC" at the rear of the instrument. The lower frequency limit of 100 Hz should not be passed because operating the instrument at frequencies  $< 100$  Hz could cause defects.

For frequencies higher than 20 kHz the bridge sensitivity and thus the measuring accuracy decrease.

The scales for measuring the loss factor D and quality factor Q only apply for internal measuring frequencies.

For finding these factors at other measuring frequencies the following formulas can be used.

- For capacitance measurement:  
Push-button "D" not depressed

$$D_{fM} = D_{1 \text{ kHz}} \cdot \frac{f_M}{1 \text{ kHz}}$$

Push-button "D" depressed

$$D_{fM} = D_{100 \text{ Hz}} \frac{f_M}{100 \text{ Hz}}$$

- For inductance measurement:  
Push-button "Q" not depressed

$$D_{fM} = \frac{1}{O_{fM}} = D_{1 \text{ kHz}} \frac{f_M}{1 \text{ kHz}}$$

Push-button "Q" depressed

$$Q_{fM} = Q_1 \text{ kHz} \frac{f_M}{1 \text{ kHz}}$$

$D_{fM}$  respectively  $Q_{fM}$  = searched loss factor respectively quality factor

$D_1 \text{ kHz}$  respectively  $Q_1 \text{ kHz}$  = read loss factor respectively quality factor

$f_M$  = measuring frequency

# 1. Allgemeiner Teil

## 1.1. EINLEITUNG

Die RCL-Messbrücke PM 6302 dient zum Messen von ohmschen Widerständen im Bereich  $0,05 \Omega \dots 105 \Omega$ , von Kapazitäten im Bereich  $0,5 \text{ pF} \dots 1050 \mu\text{F}$  und von Induktivitäten im Bereich  $0,5 \mu\text{H} \dots 1050 \text{ H}$ . Bei Kapazitäts- und Induktivitätsmessungen wird auch ein Messwert des Verlustfaktors bzw. der Güte erhalten. Zum Abgleich dient ein Feineinsteller mit einer linearen Anzeigeskala. Der gesuchte Messwert ergibt sich nach dem Abgleich aus dem Skalenwert multipliziert mit dem Faktor des eingestellten Messbereichs. Die Anzeige des Brückengleichgewichts erfolgt mit einem Drehspulinstrument, das von einem Verstärker mit logarithmischer Verstärkungskennlinie gesteuert wird. Dadurch wird eine Einstellung der Brückempfindlichkeit überflüssig. Die Taste SEARCH dient zum schnellen Auffinden des richtigen Messbereichs im Suchbetrieb. Zum Messen von Elektrolytkondensatoren kann eine Formierspannung aus einer externen Batterie eingespeist werden. Durch Einspeisen einer einstellbaren Gleichspannung aus einer externen Batterie sind Messungen der Sperschichtkapazität in Abhängigkeit von der Sperrspannung an Kapazitätsdioden (Varicaps) möglich.

## 1.2. TECHNISCHE DATEN

Nur Werte mit Toleranzen oder Grenzen gelten als garantierte Daten.

Ohne Toleranzen angegebene Werte dienen zur Orientierung des Benutzers und stellen die Eigenschaften eines Durchschnittsgeräts dar.

### Widerstandsmessung (R)

Nennbereich	: $0,05 \Omega - 105 \text{ M}\Omega$	
Messbereiche	: a. $0,1 \Omega - 1 \Omega$ b. $1 \Omega - 10 \Omega$ c. $10 \Omega - 100 \Omega$ d. $100 \Omega - 1 \text{ k}\Omega$ e. $1 \text{ k}\Omega - 10 \text{ k}\Omega$ f. $10 \text{ k}\Omega - 100 \text{ k}\Omega$ g. $100 \text{ k}\Omega - 1 \text{ M}\Omega$ h. $1 \text{ M}\Omega - 10 \text{ M}\Omega$ i. $10 \text{ M}\Omega - 100 \text{ M}\Omega$	mit Überlappung der Teilnennbereiche: Skale 0,5 - 10,5

Gebrauchsfehlergrenzen (siehe Diagramm A, Seite 46)

- In den Messbereichen b ... h	: $\pm 0,5 \%$ vom Messwert, zuzüglich $\pm 0,15 \%$ vom Messbereichsendwert
- In den Messbereichen a und i	: $\pm 1 \%$ vom Messwert, zuzüglich $\pm 0,2 \%$ vom Messbereichsendwert

### Kapazitätsmessung (C)

Nennbereich	: $0,5 \text{ pF} - 1050 \mu\text{F}$ . $0,1 \text{ pF}$ messbar $C_{\text{ist}} = C_{\text{Anzeige}} - C_0$ ( $0,1 \text{ pF} \triangleq 1,4 \text{ mm}$ Skalenweg im Messbereich i)
Restkapazität $C_0$	: $< 0,5 \text{ pF}$

Messbereiche	: a. 100 $\mu$ F - 1000 $\mu$ F b. 10 $\mu$ F - 100 $\mu$ F c. 1 $\mu$ F - 10 $\mu$ F d. 100 nF - 1 $\mu$ F e. 10 nF - 100 nF f. 1 nF - 10 nF g. 100 pF - 1 nF h. 10 pF - 100 pF i. 1 pF - 10 pF	} mit Überlappung der Teilnennbereiche: Skale 0,5 - 10,5
--------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

#### Gebrauchsfehlergrenzen (siehe Diagramm A, Seite 46)

- In den Messbereichen b ... h	: $\pm 0,6\%$ vom Messwert, zuzüglich $\pm 0,14\%$ vom Messbereichsendwert
- In den Messbereichen a und i	: $\pm 1,5\%$ vom Messwert, zuzüglich $\pm 0,15\%$ vom Messbereichsendwert

#### D-Messbereiche

- Bei 1 kHz für interne Brückenspeisung	: 0,01 - 0,14 ( $100 \cdot 10^{-4}$ - $1400 \cdot 10^{-4}$ )
- Bei 100 Hz für interne Brückenspeisung	: 0,1 - 1,4 ( $100 \cdot 10^{-3}$ - $1400 \cdot 10^{-3}$ )
- Gebrauchsfehlergrenzen	: $\pm 5\%$ vom Skalenendwert

#### Induktivitätsmessung (L)

Nennbereich : 0,5  $\mu$ H - 1050 H

Messbereiche	: a. 1 $\mu$ H - 10 $\mu$ H b. 10 $\mu$ H - 100 $\mu$ H c. 100 $\mu$ H - 1 mH d. 1 mH - 10 mH e. 10 mH - 100 mH f. 100 mH - 1 H g. 1 H - 10 H h. 10 H - 100 H i. 100 H - 1000 H	} mit Überlappung der Teilnennbereiche: Skale 0,5 - 10,5
--------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------

#### Gebrauchsfehlergrenzen (siehe Diagramm A, Seite 46)

- In den Messbereichen b ... h	: $\pm 0,5\%$ vom Messwert, zuzüglich $\pm 0,15\%$ vom Messbereichsendwert
- In den Messbereichen a und i	: $\pm 1,5\%$ vom Messwert, zuzüglich $\pm 0,15\%$ vom Messbereichsendwert

#### Q-Nennbereiche

$$: 1 - 15$$

$$Q = \frac{1}{D} = 10 - 200$$

#### Q-Messbereiche

$$: 1 - 14$$

$$7.2 - 100$$

- Gebrauchsfehlergrenzen	: $\pm 5\%$ vom Skalenendwert
--------------------------	-------------------------------

#### Ablösung des Messwertes

Nullindikator : Messinstrument; mit logarithmischer Charakteristik

Ablösung : 0,5 - 10,5; Lineare Skala

#### Suchbetrieb

- möglich bei interner Brückenspeisung mit 1 kHz für Kapazitäts- und Induktivitätsmessung in den Messbereichen b ... h
- Für Widerstandsmessung in den Messbereichen d ... h mit Gleichstrom Brückenspeisung



**Brückenspeisung***Intern*

Nenngleichspannung	: 1,5 V
– Innenwiderstand	: ca. 11 $\Omega$
Nennwechselfspannung	: 700 mV für Messbereiche d ... i 70 mV für Messbereiche a ... c
Nennfrequenz	: 1 kHz oder 100 Hz

*Extern*

Nennspannung	: 6 V
– Nenngebrauchsbereich	: 2 - 7 V
– Oberer Grenzwert	: 10 V
Frequenz	
– Nenngebrauchsbereich	: 100 Hz - 20 kHz
– Grenzbetriebsbereich	: 100 Hz - 30 kHz

**Formierspannung**

Nenngebrauchsbereich	: bis 60 V. Speisung aus externer galvanischer Batterie
Quellenimpedanz	: 10 $\Omega$ oder Prüflingsimpedanz; jeweils kleinerer Wert gültig
Quellenwiderstand	: $\geq 50 \Omega/V$ angelegte Formierspannung (zur Strombegrenzung auf 20 mA bei defektem Prüfling)

**Versorgung**

Nennspannung	: 115 V oder 230 V $\pm 15 \%$
– Referenzwert	: 220 V
Frequenznennbereich	: 48 - 62 Hz
– Referenzwert	: 50 Hz
Leistungsaufnahme	: 3,5 W

**Umgebungstemperatur**

– Referenzwert	: $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
– Nenngebrauchsbereich	: +5 bis +40 $^\circ\text{C}$
– Grenzbetriebsbereich	: 0 bis 50 $^\circ\text{C}$
– Grenzbereich für Lagerung und Transport	: -35 bis +80 $^\circ\text{C}$

**Gehäuse**

Schutzklasse	: I; nach IEC 348 (Schutzleiteranschluss)
Schutzart	: P20; nach DIN 40050

**Mechanische Daten**

## Abmessungen über alles

– Höhe	: 14,5 cm
– Breite	: 24 cm
– Tiefe	: 30 cm
Gewicht	: ca. 3,3 kg

### 1.3. ZUBEHÖR

- Normalzubehör:
- Klemmadapter
  - Kurzschlussstecker
  - Gerätehandbuch

### 1.4. BESCHREIBUNG DES BLOCKSCHALTBILDES (Abb. 1)

Die Brückenschaltung (BRIDGE CIRCUIT) enthält die für alle Messarten gleichen, mit dem Messbereichswähler umschaltbaren Bereichswiderstände, die Vergleichselemente und das Potentiometer für den Feinabgleich. Als Vergleichselemente dienen für R-Messung ein Widerstand, für C-Messung ein Kondensator mit einem in Reihe geschalteten Potentiometer und für L-Messung ein Kondensator und ein Potentiometer, die im Bereich hoher Güte in Reihe, im Bereich niedriger Güte parallel geschaltet sind. Der vierte Zweig der Brücke wird durch den Prüfling gebildet.

Die Brückenschaltung ist an dem Ende der Messdiagonale geerdet, das mit dem Abgleichpotentiometer und den Vergleichselementen verbunden ist.

Dadurch wird ein schädlicher Einfluss von Schalt- und Streukapazitäten klein gehalten.

Die Gleichspannungspeisung erfolgt aus einem separaten Netzteil (DC-BRIDGE SUPPLY), dessen Eingangsspannung einer besonders geschirmten Sekundärwicklung des Netztransformators entnommen wird. Der Innenwiderstand dieses Netzteils wurde so dimensioniert, dass auch niederohmige Messobjekte nicht überlastet werden können.

Die Wechselspannungspeisung erfolgt aus einem Wien-Brücken-Oszillator, dessen Ausgang über einen Übertrager an die Brückenschaltung angekoppelt ist (AC-BRIDGE SUPPLY).

Der Anzeigeverstärker (METER AMPLIFIER) verstärkt die Spannung der Messdiagonale der Brückenschaltung. Bei R-Messungen tritt hier eine Gleichspannung auf, die durch einen elektronischen Schalter zerhackt und dann in dem für alle Messarten-Werte gleichen Wechselspannungsverstärker mit hochohmigen Eingangswiderstand verstärkt wird.

Die Ausgangsspannung des Verstärkers wird gleichgerichtet und mit einem Drehspulinstrument (INDICATOR) angezeigt. Durch die logarithmische Kennlinie der Verstärkung wird die Empfindlichkeit der Anzeige bei kleinerer Eingangsspannung d.h. in der Nähe des Brückengleichgewichts grösser.

Die Suchtaste (SEARCH) dient zum Auffinden des richtigen Messbereichs. Solange sie gedrückt ist wird die Brückenspeisung an eine Reihenschaltung aus Prüfling und Messbereichswiderstand gelegt und der Spannungsabfall am Prüfling angezeigt. Der Anzeigeverstärker wird in diesem Fall auf eine lineare Verstärkungskennlinie umgeschaltet.

## 2. Gebrauchsanleitung

### 2.1. ANSCHLUSS UND INBETRIEBNAHME

#### 2.1.1. Sicherheitshinweise (siehe IEC 348 oder VDE 0411)

Vor der Inbetriebnahme nach Lagerung und Transport ist darauf zu achten, dass das Gerät keine mechanischen Schäden aufweist.

Besteht der Verdacht, dass die Schutzmassnahmen nicht mehr ausreichend wirksam sind, ist deren Wirksamkeit zu prüfen.

Ist der Schutz nicht mehr sichergestellt, so ist das Gerät ausser Betrieb zu nehmen und gegen Inbetriebnahme zu sichern.

Das Gerät ist vor dem Öffnen vom Netz zu trennen.

Wartungs- und Überholungsarbeiten dürfen nur unter Beachtung der gebotenen Vorsichtsmassnahmen durch eingearbeitete Fachleute ausgeführt werden.

Der Netzanschlusstecker darf nur in eine Schutzkontaktsteckdose gesteckt werden; diese Schutzmassnahme darf nicht unwirksam gemacht werden, z.B. durch eine unvollkommene Verlängerungsleitung.

#### 2.1.2. Anschlüsse und Bedienelemente (Abb. 2 und 3)

#### 2.1.3. Aufstellen

Das Gerät darf entweder in horizontaler Lage oder mit Hilfe des heruntergeklappten Tragbügels in gekippter Lage aufgestellt und betrieben werden.

Die Belüftungsöffnungen an Boden und Deckel dürfen nicht verdeckt werden. Es ist ferner darauf zu achten, dass die Messbrücke nicht auf andere Gegenstände, die Wärme entwickeln, gestellt wird oder übermässiger Wärmeeinstrahlung ausgesetzt wird.

#### 2.1.4. Netzanschluss

Das Gerät darf nur an Wechselspannung betrieben werden. Es ist bei Auslieferung auf einen Netznennspannungsbereich von 230 V  $\pm$  15 % eingestellt.

Soll das Gerät auf einen anderen Netzspannungsbereich umgestellt werden, wird wie folgt verfahren:

- Netzstecker ziehen
- Bodenabdeckung abnehmen, dazu zwei Schrauben an der Rückwand entfernen
- Primärbeschaltung des Netztrafos umlöten entsprechend Schema (Abb. 4)
- Bodenabdeckung schliessen und Deckel abnehmen
- Netzspannungsschild an der Gehäuserückwand entsprechend der eingestellten Netzspannung auswechseln
- Gerät schliessen

#### 2.1.5. Erden

Die Schutzerdung des Gerätes muss den örtlichen Vorschriften entsprechend vorgenommen werden.

Die mit dem Gerät fest verbundene Netzzuleitung enthält einen Schutzleiter und ist mit einem Schutzkontakt-Stecker versehen. Dieser Stecker muss mit einer Schutzkontakt-Steckdose verbunden werden. Nur auf diese Weise ist eine wirksame Schutzerdung des Gerätes gewährleistet.

Die an der Rückwand angeordnete Gehäuseanschlussbuchse darf nicht als Anschluss für einen Schutzleiter verwendet werden.

Das Schaltungsnulldpunkt - Potential der Messbrücke ist mit dem Schutzleiter verbunden.

## 2.2. BEDIENUNG

### 2.2.1. Einschalten des Gerätes

Nachdem die Verbindung der Messbrücke mit dem Netz entsprechend Ziffer 2.1.4. hergestellt ist, wird das Gerät durch Eindrücken des Netzschalters POWER eingeschaltet.  
Das Aufleuchten des Skalenfeldes im Indikator zeigt an, dass das Gerät betriebsbereit ist.  
Das weisse Feld im Knopf des Netzschalters signalisiert mechanisch die Stellung des Netzschalters.

### 2.2.2. Messung ohmscher Widerstände

- Taste "R" betätigen
- Prüfling an Buchsen "I-E" anschliessen

#### 2.2.2.1. Suchen des richtigen Bereiches bei unbekanntem Widerstandswert

- Taste "SEARCH" betätigen
- Messbereiche umschalten
- Der richtige Messbereich ist gefunden, wenn der Zeiger des Indikators in dem mit "WV" gekennzeichnete Feld steht
- Zeigerausschlag zu gross  $\rightarrow$  kleineren Messbereich wählen
- Zeigerausschlag zu klein  $\rightarrow$  grösseren Messbereich wählen

*Hinweis: In den Bereichen  $0,1 \Omega \dots 1 \Omega$ ;  $1 \Omega \dots 10 \Omega$ ; und  $10 \Omega \dots 100 \Omega$  ist der Suchbetrieb nur eingeschränkt möglich.*

*Wenn der Zeiger im Bereich  $100 \Omega \dots 1 k\Omega$  oberhalb des markierten Feldes am Indikator steht und der Ausschlag beim Übergang in den Bereich  $10 \Omega \dots 100 \Omega$  grösser wird oder gleich bleibt, dann ist der Widerstand in einem der drei untersten Bereiche zu messen.*

#### 2.2.2.2. Messen des Widerstandswertes (bei bekanntem Messbereich)

- Mit dem Feineinsteller, den Zeigerausschlag am Indikator auf Minimum abgleichen.
- Skalenwert ablesen und mit dem am Bereichsschalter eingestellten Wert multiplizieren.

### 2.2.3. Messung von Kapazitäten

- Taste "C" betätigen
- Prüfling an Buchsen "I-E" anschliessen (Aussenbelag an Buchse E)

#### 2.2.3.1. Suchen des richtigen Messbereiches bei unbekanntem Kapazitätswert

- Taste "SEARCH" betätigen
- Messbereiche umschalten
- Der richtige Messbereich ist gefunden, wenn der Zeiger des Indikators in dem mit "WV" gekennzeichnete Feld steht
- Zeigerausschlag zu klein  $\rightarrow$  kleineren Messbereich wählen
- Zeigerausschlag zu gross  $\rightarrow$  grösseren Messbereich wählen

#### 2.2.3.2. Messen der Kapazität und des Verlustfaktors bei bekanntem Messbereich

- Mit Feineinsteller Kapazitätswert abgleichen so dass der Zeigerausschlag am Indikator ein Minimum erreicht
- Mit Einsteller "Q/D" Verlustfaktor abgleichen so dass ein besseres Minimum erreicht wird.
- Durch eventuell mehrmaliges wechselseitiges Abgleichen von Kapazität und Verlustfaktor niedrigstes Minimum einstellen
- Kann kein eindeutiges Minimum gefunden werden, Taste "D" betätigen ( $D < 1,4$ ; Messfrequenz 100 Hz) und Abgleich erneut versuchen
- Zur Ermittlung der Kapazität, den Skalenwert ablesen und mit dem am Bereichsschalter eingestellten Wert multiplizieren
- Zur Ermittlung des Verlustfaktors  $D = \tan \delta$  den am Potentiometer "Q/D" eingestellten Wert ablesen und entsprechend der Stellung der Taste "D" mit 0,01 oder 0,1 multiplizieren.
- Bei der Messung kleiner Kapazitäten ist die Anfangskapazität des Gerätes von dem Messergebnis zu subtrahieren. Die Anfangskapazität kann gemessen werden, wenn kein Prüfling an den Buchsen "I-E" angeschlossen ist.

*Hinweis: Lässt sich bei der Messung kleiner Kapazitäten kein gutes Minimum einstellen, eventuell den Prüfling vor äusseren Netz-Streufeldern abschirmen.*

### 2.2.3.3. Kapazitätsmessung mit Formierspannung

Zur Formierung von Elektrolytkondensatoren und zur Kapazitätsmessung mit angelegter Gleichvorspannung für den Prüfling, kann an der Rückseite des Gerätes an den Buchsen "DC BIAS" eine netzunabhängige Batterie angeschlossen werden. Der Kurzschluss-Stecker muss entfernt werden.

Polarität des Prüflings beachten: "4" → "1"; "—" → "E".

Der Wechselstrom-Innenwiderstand der Batterie soll klein sein; d.h. es muss unter Umständen ein Kondensator  $C_p$  parallel zur Batterie angeschlossen werden, dessen Kapazität grösser oder gleich der Prüflingskapazität ist, mindestens aber  $100 \mu\text{F}$  sein sollte.

Zum Schutz der Messbrücke muss der Gleichstrom aus der Batterie durch einen Widerstand  $R_V$  begrenzt werden.

Der Widerstand sollte mindestens  $50 \Omega$  pro Volt der angelegten Gleichspannung betragen (Abb. 5).

Die Messung der Kapazität und des Verlustfaktors des Prüflings erfolgt wie unter 2.2.3.1. und 2.2.3.2. beschrieben.

### 2.2.3.4. Messen von Sperrschichtkapazitäten

Zum Messen der Sperrschichtkapazität einer Kapazitätsdiode (Varicap) wird wie folgt verfahren:

- Einspeisen einer einstellbaren Gleichspannung aus einer netzunabhängigen Batterie und
- Anschliessen einer externen Wechselspannungsquelle zur Brückenspeisung gemäss Abbildung 6
- Prüfling anschliessen, Kathode an Klemme I, Anode an Klemme E.
- Durch schrittweises Verändern der Gleichspannung und anschliessendes Messen der Diodenkapazität gemäss Ziffer 2.2.3.1. und 2.2.3.2. kann die Kennlinie des Prüflings aufgenommen werden

*Hinweis: Die Spannung der externen Brückenspeisung soll 1 V nicht übersteigen, um eine Verfälschung der Messung durch Übersteuerung des Prüflings zu vermeiden!*

### 2.2.4. Messung von Induktivitäten

- Taste "L" betätigen
- Prüfling an Buchsen "I-E" anschliessen

#### 2.2.4.1. Suchen des richtigen Messbereiches bei unbekanntem Induktivitätswert

- Taste "SEARCH" betätigen
- Messbereiche umschalten
- Der richtige Messbereich ist gefunden, wenn der Zeiger des Indikators in dem mit "VW" gekennzeichneten Feld steht.
- Zeigerausschlag zu klein → kleineren Messbereich wählen
- Zeigerausschlag zu gross → grösseren Messbereich wählen
- Bei Induktivitäten mit kleiner Güte ( $< 1$ ) kann der Suchvorgang einen um eine Dekade zu kleinen Bereich anzeigen

#### 2.2.4.2. Messen des Induktivität und der Güte Q bei bekanntem Messbereich

- Mit dem Feineinsteller den Induktivitätswert abgleichen, so dass der Zeigerausschlag am Indikator ein Minimum erreicht.
- Mit Einsteller "Q/D" die Güte abgleichen, so dass ein besseres Minimum erreicht wird.
- Durch eventuell mehrmaliges wechselseitiges Abgleichen von Induktivität und Güte niedrigstes Minimum einstellen
- Kann kein eindeutiges Minimum gefunden werden, Taste "Q" betätigen ( $Q < 14$ ) und Abgleich erneut versuchen
- Bei der Messung von Induktivitäten mit kleiner Güte ( $< 1$ ) können beim Abgleich mehrere Minima gefunden werden. Den richtigen Messwert erhält man bei dem Minimum, bei dem der Zeigerausschlag am Indikator am kleinsten ist.
- Zur Ermittlung der Induktivität den Skalenwert ablesen und mit dem am Bereichsschalter eingestellten Wert multiplizieren
- Zur Ermittlung der Güte Q: bei nicht eingedrückter Taste Q den Verlustfaktor D am Potentiometer "Q/D" ablesen und mit 0,01 multiplizieren.  
Die Güte ergibt sich aus dem Kehrwert des Verlustfaktors  $Q = \frac{1}{D}$   
bei gedrückter Taste Q kann die Güte direkt am Potentiometer Q/D abgelesen werden.

*Hinweis: Bei der Messung sehr grosser Induktivitäten (100 H ... 1000 H) kann die Eigen- Resonanzfrequenz in den Bereich der Messfrequenz der Brücke kommen. Das Messergebnis kann dadurch stark verfälscht werden.*

Abhilfe:

Kann die Eigen- Resonanzfrequenz der Induktivität ermittelt werden, dann kann das Messergebnis nach folgender Gleichung korrigiert werden:

$$L_x = L_M \frac{f_0^2 - f_M^2}{f_0^2}$$

$L_x$  = unbekannte Induktivität

$L_M$  = mit der Brücke gemessene Induktivität

$f_0$  = Eigenresonanzfrequenz der Spule

$f_M$  = Messfrequenz der Brücke (int 1 kHz od. ext. 100 Hz ... 20 kHz)

### 2.2.5. Messung mit externer Wechselspannungs-Speisung

Sollen Kapazitäten oder Induktivitäten bei anderen als den internen Messfrequenzen gemessen werden, so kann ein externer Sinus-Generator an den Buchsen "Ext-AC" auf der Rückseite des Gerätes angeschlossen werden. Die untere Frequenzgrenze von 100 Hz darf nicht unterschritten werden, da Betrieb bei Frequenzen < 100 Hz zu Defekten im Gerät führen könnte.

Bei höheren Frequenzen als 20 kHz sinkt die Brückempfindlichkeit und damit die Messgenauigkeit.

Die Skalen für die Messung des Verlustfaktors und der Güte gelten nur für die internen Messfrequenzen. Zur Errechnung der Werte bei abweichenden Messfrequenzen können folgende Gleichungen benutzt werden:

Bei Kapazitätsmessung:

Taste "D" in Ruhezustand

$$D_{fM} = D_1 \text{ kHz} \cdot \frac{f_M}{1 \text{ kHz}}$$

Taste "D" betätigt

$$D_{fM} = D_{100 \text{ Hz}} \cdot \frac{f_M}{100 \text{ Hz}}$$

Bei Induktivitätsmessung

Taste "Q" in Ruhezstellung

$$Q_{fM} = \frac{1}{Q_1 \text{ kHz}} = D_1 \text{ kHz} \cdot \frac{f_M}{1 \text{ kHz}}$$

Taste "Q" betätigt

$$Q_{fM} = Q_1 \text{ kHz} \cdot \frac{f_M}{1 \text{ kHz}}$$

$D_{fM}$  bzw.  $Q_{fM}$  = gesuchter Verlustfaktor bzw. Güte

$D_1 \text{ kHz}$  bzw.  $Q_1 \text{ kHz}$  = abgelesener Verlustfaktor bzw. Güte

$f_M$  = Messfrequenz

# 1. Généralités

## 1.1. INTRODUCTION

Le pont RCL PM 6302 est utilisé pour mesurer des résistances ohmiques dans la gamme de  $0,05 \Omega$  à  $105 M\Omega$ , des condensateurs dans la gamme de  $0,5 \text{ pF}$  à  $1050 \mu\text{F}$  et des inductances dans la gamme de  $0,5 \mu\text{H}$  à  $1050 \text{ H}$ . Lors de la mesure de condensateurs et de selfs, une valeur de mesure du facteur de dissipation  $D$  ou du facteur de qualité  $Q$  est alors obtenu.

On utilise pour le réglage un vernier avec échelle linéaire.

La valeur de mesure inconnue est obtenue, en multipliant la valeur d'échelle par le facteur de la gamme de mesure sélectionnée.

L'équilibre du pont est visualisé par un indicateur à cadre mobile, lequel est commandé par un amplificateur à caractéristique de gain logarithmique, le réglage de la sensibilité de pont n'étant dès lors plus nécessaire.

Le bouton-poussoir SEARCH est utilisé pour la recherche rapide de la gamme de mesure correcte.

Pour la mesure de condensateurs électrolytiques, une tension externe peut être appliquée.

Il est possible, à l'aide d'une tension continue réglable externe, de mesurer des condensateurs variables en fonction de la tension inverse.

## 1.2. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Les propriétés exprimées en valeurs numériques avec tolérances sont garanties par l'usine.

Les valeurs sans indications de tolérances sont données à titre indicatif et correspondent aux caractéristiques d'un appareil standard.

### Mesure de résistances (R)

Gamme nominale	: $0,05 \Omega - 105 M\Omega$	
Gammes de mesure	: a. $100 \text{ m}\Omega - 1 \Omega$ b. $1 \Omega - 10 \Omega$ c. $10 \Omega - 100 \Omega$ d. $100 \Omega - 1 \text{ k}\Omega$ e. $1 \text{ k}\Omega - 10 \text{ k}\Omega$ f. $10 \text{ k}\Omega - 100 \text{ k}\Omega$ g. $100 \text{ k}\Omega - 1 \text{ M}\Omega$ h. $1 \text{ M}\Omega - 10 \text{ M}\Omega$ i. $10 \text{ M}\Omega - 100 \text{ M}\Omega$	} avec dépassement d'échelle: $0,5 - 10,5$

Erreurs limites de réglage (voir diagramme A, page 46)

- dans les gammes b à h :  $\pm 0,5 \%$  de la valeur mesurée, additionnel  
 $\pm 0,15 \%$  de la valeur en fin de gamme
- dans les gammes a et i :  $\pm 1 \%$  de la valeur mesurée, additionnel  
 $\pm 0,2 \%$  de la valeur en fin de gamme

### Mesures de capacités (C)

Gamme nominale	: $0,5 \text{ pF} - 1050 \mu\text{F}$ . $0,1 \text{ pF}$ peut être mesurée
	: $C_{\text{échantillon}} = C_{\text{indiquée}} - C_0$ ( $0,1 \text{ pF} \cong 1,4 \text{ mm}$ d'échelle dans la gamme)
Capacité $C_0$	: $< 0,5 \text{ pF}$

Gammes de mesure	: a. 100 $\mu$ F - 1000 $\mu$ F b. 10 $\mu$ F - 100 $\mu$ F c. 1 $\mu$ F - 10 $\mu$ F d. 100 nF - 1 $\mu$ F e. 10 nF - 100 nF f. 1 nF - 10 nF g. 100 pF - 1 nF h. 10 pF - 100 pF i. 1 pF - 10 pF	} avec dépassement d'échelle 0,5 - 10,5
------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

Erreurs limites réglage (voir diagramme A, page 46)

- dans les gammes b à h :  $\pm 0,6\%$  de la valeur mesurée, additionnel  
 $\pm 0,14\%$  de la valeur en fin de gamme
- dans les gammes a et i :  $\pm 1,5\%$  de la valeur mesurée, additionnel  
 $\pm 0,15\%$  de la valeur en fin de gamme

Gammes de mesure pour le facteur de perte D

- A 1 kHz (alimentation interne) : 0,01 - 0,14 (100.10<sup>-4</sup> - 1400.10<sup>-4</sup>)
- A 100 Hz (alimentation interne) : 0,1 - 1,4 (100.10<sup>-3</sup> - 1400.10<sup>-3</sup>)
- Erreurs limites de réglage :  $\pm 5\%$  de la pleine échelle

Mesures d'inductances (L)

Gamme nominale	: 0,5 $\mu$ H - 1050 H	
Gammes de mesure	: a. 1 $\mu$ H - 10 $\mu$ H b. 10 $\mu$ H - 100 $\mu$ H c. 100 $\mu$ H - 1 mH d. 1 mH - 10 mH e. 10 mH - 100 mH f. 100 mH - 1 H g. 1 H - 10 H h. 10 H - 100 H i. 100 H - 1000 H	} avec dépassement d'échelle 0,5 - 10,5

Erreurs limites de réglage (voir diagramme A, page 46)

- dans les gammes b à h :  $\pm 0,5\%$  de la valeur mesurée, additionnel  
 $\pm 0,15\%$  de la valeur en fin de gamme
- dans les gammes a et i :  $\pm 1,5\%$  de la valeur mesurée, additionnel  
 $\pm 0,15\%$  de la valeur en fin de gamme

Gammes nominales pour facteur Q : 1-15

Gamme de mesure pour facteur Q : 7,2 - 100

Gamme de mesure pour facteur  $Q = \frac{1}{D}$  : 10 - 200

Erreurs limites de réglage :  $\pm 5\%$  de la pleine échelle

Lecture de la valeur mesurée

Indicateur de zéro : appareil de mesure; amplificateur avec caractéristique de gain logarithmique

Lecture : échelle linéaire 0,5 - 10,5

Mode de recherche

- possible avec 1 kHz; pour mesure de capacité et d'inductance dans les gammes b à h
- pour résistances dans gammes d à h avec tension continue

Alimentation du pont

Interne

Tension nominale DC : 1,5 V

Résistance interne : ca. 11  $\Omega$



Tension nominale AC	: 700 mV pour les gammes d à i 70 mV pour les gammes a à c
Fréquence nominale	: 1 kHz ou 100 Hz

**Externe**

Tension nominale	: 6 V
Gamme de réglage nominale	: 2 - 7 V
Valeur maximale fréquence	: 10 V
Gamme de réglage nominale	: 100 Hz - 20 kHz
Gamme de fonctionnement limite	: 100 Hz - 30 kHz

**Tension externe**

Gamme nominale de réglage	: jusqu'à 60 V. Utiliser seulement une batterie galvanique pour éviter les erreurs de lecture
Impédance interne	: 10 $\Omega$ plus faible valeur admise
Résistance interne	: $\geq 50 \Omega/V$ (pour un courant limité à 20 mA dans le cas d'échantillon défectueux)

**Alimentation**

Tension	: 115 V.a.c. ou 230 V.a.c. $\pm 15\%$
— Référence	: 220 V.a.c.
Fréquence	: 48 - 62 Hz
— Référence	: 50 Hz
Consommation	: 3,5 W

**Conditions d'environnement**

Référence de température	: 25 $\pm$ 1 $^{\circ}C$
Température de fonctionnement nominale	: +5 à +40 $^{\circ}C$
Gamme de fonctionnement limite	: 0 à 50 $^{\circ}C$
Gamme de température pour le transport et le stockage	: -35 à +80 $^{\circ}C$

**Caractéristiques mécaniques**

Hauteur	: 14,5 cm
Largeur	: 24 cm
Profondeur	: 30 cm
Poids	: 3,3 kg env.

Cet appareil est conforme aux normes standards de protection IEC 348 et DIN 40050.

**1.3. ACCESSOIRES**

- Livrés avec l'appareil:
- adaptateur de sortie
  - fiche de court-circuit
  - notice d'emploi et d'entretien

#### 1.4. DESCRIPTION DU SCHEMA SYNOPTIQUE (voir Fig. 1)

Le circuit de pont comprend: des résistances de gamme, des parties de référence et un potentiomètre de réglage fin.

Les résistances de gamme dans le circuit du pont sont identiques pour toutes les mesures et peuvent être commutées avec le sélecteur de gammes.

Pour mesurer R: une résistance est utilisée comme référence, pour mesurer C: un condensateur avec potentiomètre en série et pour mesurer L: un condensateur et un potentiomètre. Ceux-ci sont connectés en série dans la gamme Q supérieure et en parallèle dans la gamme Q inférieure. La quatrième branche du pont est l'échantillon même.

Le circuit de pont est mis à la terre à la fin de la diagonale de mesure, laquelle est connectée au potentiomètre de réglage et aux parties de référence. De cette façon, une influence néfaste sur les capacités de commutation et de fuite reste minime.

L'alimentation de tension continue du pont provient d'un enroulement secteur séparé; dont la tension d'entrée est prise sur un enroulement secondaire spécialement blindé du transformateur secteur. La résistance interne de la partie secteur est dimensionnée de telle sorte que des objets de mesure à faible impédance ne peuvent pas être surchargés. L'alimentation de tension alternative du pont provient d'un oscillateur à pont de Wien, dont la sortie est couplée au circuit de pont par l'intermédiaire d'un transformateur.

L'amplificateur de mesure amplifie la tension par les diagonales du circuit de pont. Pour les mesures R une tension continue apparaît laquelle est découpée par un commutateur électronique et amplifiée dans un amplificateur de tension alternative (identique pour toutes les mesures) ayant une haute impédance d'entrée. La tension de sortie de l'amplificateur est redressée et indiquée par un indicateur à cadre mobile. Du fait de la caractéristique logarithmique de l'amplification, la sensibilité d'indication est plus grande pour les tensions d'entrée faibles, par exemple les tensions proches de l'équilibre du pont.

Le bouton-poussoir SEARCH est utilisé pour rechercher la gamme de mesure correcte. Aussi longtemps que ce bouton est enfoncé, la tension d'alimentation du pont est connectée à un circuit série formé par l'échantillon et la résistance de gamme de mesure. La chute de tension aux bornes de l'échantillon est indiquée. Dans ce mode, la caractéristique d'amplificateur de mesure est modifiée en caractéristique d'amplification linéaire.

## 2. Mode d'emploi

### 2.1. INSTALLATION

#### 2.1.1. Règles de sécurité (voir IEC 348 ou VDE 0411)

Après transport et emmagasinage de l'appareil, s'assurer, avant son usage, si l'appareil n'a pas subi de dommages mécaniques. S'il y a quelque doute concernant la sécurité, vérifier.

Si la protection n'est plus garantie, déconnecter l'appareil du secteur et ne pas l'utiliser.

Ne pas ouvrir l'appareil avant de l'avoir déconnecté du secteur.

Les travaux d'entretien et de service à effectuer avec appareil en fonctionnement ne peuvent être effectués que par un technicien qualifié.

Le cordon secteur peut uniquement être enfilé dans une douille secteur à bornes de terre. Il est interdit de mettre cette protection hors service, par exemple par l'emploi d'un câble de prolongement inadéquat.

#### 2.1.2. Commandes et douilles (voir Fig. 2 et 3)

### 2.1.3. Position

L'appareil doit être utilisé en position horizontale ou inclinée en faisant pivoter l'étrier-support. S'assurer que les trous de ventilation dans les plaques supérieures et inférieures sont libres.  
Veiller à ce que l'appareil ne soit pas placé sur des objets produisant ou rayonnant de la chaleur.

### 2.1.4. Branchement au secteur

L'appareil peut uniquement être utilisé en alternatif. A la livraison, l'appareil est réglé sur  $230\text{ V} \pm 15\%$ . S'il doit être utilisé sur une tension secteur différente, procéder comme suit:

- Débrancher le cordon secteur
- Déposer la plaque inférieure après avoir dévisée les deux vis à l'arrière
- Modifier les connexions de transformateur conformément au schéma ci-joint (voir Fig. 4)
- Fermer la plaque inférieure et déposer la plaque supérieure
- Echanger la plaque de tension secteur à l'arrière conformément à la tension secteur réglée.
- Fermer l'appareil.

### 2.1.5. Mise à la terre

L'appareil doit être mis à la terre conformément aux règles de sécurité locales. Le câble secteur compris à la livraison comporte une terre de protection connectée au châssis.

L'appareil doit être connecté à une prise secteur avec contacts de terre à l'aide du câble fourni ou d'un câble similaire. La terre de protection de l'appareil n'est garantie que de cette façon.

La borne terre ( $\perp$ ) à l'arrière de l'appareil ne doit en aucun cas être utilisée pour connecter une terre de protection.

## 2.2. FONCTIONNEMENT

### 2.2.1. Mise en service

Après avoir connecté l'appareil au secteur conformément à 2.1.4., il peut être mis en fonctionnement en enfonçant le commutateur secteur POWER. L'échelle de l'indicateur doit s'allumer. Ceci signifie que l'appareil est prêt à l'emploi. Le point blanc à l'intérieur de commutateur POWER indique mécaniquement que l'appareil est en fonctionnement

### 2.2.2. Mesure de résistances

- Enfoncer le bouton-poussoir "R"
- Connecter l'échantillon aux douilles "I-E"

#### 2.2.2.1. Recherche de la gamme correcte en cas de valeur de résistance inconnue

- Enfoncer le bouton-poussoir "SEARCH"
- Commuter les gammes de mesure
- La gamme de mesure correcte est obtenue lorsque l'indicateur se trouve dans la plage "VVV"
- Déviation d'aiguille trop grande  $\rightarrow$  sélectionner une gamme de mesure inférieure
- Déviation d'aiguille trop petite  $\rightarrow$  sélectionner une gamme de mesure supérieure

*Remarque: Dans les gammes  $0,1\ \Omega - 1\ \Omega$ ;  $1\ \Omega - 10\ \Omega$  et  $10\ \Omega - 100\ \Omega$ , la gamme de recherche est limitée. Si l'aiguille dans la gamme  $100\ \Omega - 1\ \text{k}\Omega$  dévie au-delà de la plage indiquée et, qu'en commutant, la déviation dans la gamme  $10\ \Omega - 100\ \Omega$  devient supérieure ou reste identique, la résistance doit être mesurée dans une des gammes inférieures.*

#### 2.2.2.2. Mesure de la valeur de résistance pour gamme de mesure connue

- Avec le vernier, régler la déviation d'aiguille sur un minimum
- Multiplier l'affichage de l'échelle par la valeur sélectionnée avec le sélecteur de gamme afin d'obtenir la valeur de résistance exacte.

### 2.2.3. Mesure de condensateurs

- Enfoncer le bouton-poussoir "C"
- Connecter l'échantillon aux douilles "I-E" (boîtier à la douille E)

### 2.2.3.1. Recherche de la gamme de mesure correcte en cas de valeur de capacité inconnue

- Enfoncer le bouton-poussoir "SEARCH"
- Commuter les gammes de mesure
- La gamme de mesure correcte est trouvée lorsque l'indicateur se trouve dans la plage "VV"
- Déviation d'aiguille trop petite → sélectionner une gamme de mesure inférieure
- Déviation d'aiguille trop grande → sélectionner une gamme de mesure supérieure

### 2.2.3.2. Mesure de capacité et de facteur de perte D en cas de gamme de mesure connue

- Avec le vernier, régler la déviation d'aiguille sur un minimum
- Avec le potentiomètre "Q/D" régler le facteur de perte D afin d'obtenir un minimum meilleur
- Répéter alternativement ces deux réglages afin d'obtenir le plus petit minimum
- Si aucun minimum bien net ne peut être atteint, enfoncer le bouton-poussoir "D" ( $D < 1,4$ ; fréquence de mesure 100 Hz) et répéter le processus précédent.
- Multiplier l'affichage d'échelle par la valeur sélectionnée avec le sélecteur de gamme afin d'obtenir la capacité exacte.
- Pour obtenir le facteur de perte  $D = \tan \delta$  prendre la valeur réglée avec le potentiomètre "Q/D" et la multiplier par 0,01 ou 0,1 en fonction de la position du bouton-poussoir "D"
- Pour la mesure de petites capacités, soustraire la capacité initiale de cet appareil de la valeur mesurée. La capacité initiale peut être mesurée lorsqu'aucun échantillon n'est connecté aux douilles "I-E".

*Remarque: Si, lors de la mesure de petites capacités, aucun minimum ne peut être atteint, blinder éventuellement l'échantillon contre des champs parasites externes.*

### 2.2.3.3. Mesure de capacités avec tension externe

Pour former des condensateurs électrolytiques et en cas de mesures de capacité avec tension de polarisation continue pour l'échantillon, une batterie indépendante du secteur peut être connectée aux douilles "DC-BIAS" à l'arrière. La fiche de court-circuit doit alors être enlevée.

Surveiller la polarité de l'échantillon; "+" → "I"; "-" → "E".

La résistance interne alternative de la batterie doit être basse; par exemple, dans certaines circonstances, un condensateur  $C_p$  doit être connecté en parallèle avec la batterie; la valeur de  $C_p$  doit être supérieure ou égale à la capacité d'échantillon; elle doit être au moins 100  $\mu F$  (voir Fig. 5).

Pour protéger le pont de mesure, le courant continu de la batterie doit être limité par une résistance  $R_V$ . La résistance doit être d'au moins 50  $\Omega$  par volt de la tension continue appliquée (voir Fig. 5).

Pour la mesure de la capacité et du facteur de perte de l'échantillon, voir 2.2.3.1. et 2.2.3.2.

### 2.2.3.4. Mesure de capacités de jonction

Pour mesurer la capacité de jonction d'un condensateur variable, procéder comme suit:

- Appliquer une tension continue réglable à partir d'une batterie indépendante du secteur et connecter une source de tension alternative externe à l'alimentation du pont conformément à la figure 6.
- Connecter l'échantillon avec la cathode à la borne I et l'anode à la borne E.
- La caractéristique de l'échantillon peut être déterminée en modifiant la tension continue par étapes et en mesurant la capacité du condensateur variable conformément à 2.2.3.1. et 2.2.3.2.

*Remarque: La tension de l'alimentation externe du pont ne peut pas être supérieure à 1 V, et ce afin d'éviter une mesure erronée par surcharge de l'échantillon.*

### 2.2.4. Mesure de selfs

- Enfoncer le bouton-poussoir "L"
- Connecter l'échantillon aux douilles "I-E"

#### 2.2.4.1. Recherche de la gamme de mesure correcte en cas de valeur de self inconnue

- Enfoncer le bouton-poussoir "SEARCH"
- Commuter les gammes de mesure
- La gamme de mesure correcte est trouvée lorsque l'indicateur se trouve dans la plage "VV"
- Déviation d'aiguille trop petite → sélectionner une gamme de mesure inférieure
- Déviation d'aiguille trop grande → sélectionner une gamme de mesure supérieure
- Pour des selfs à faible  $Q (< 1)$  le processus de recherche peut indiquer une échelle inférieure d'une gamme.

#### 2.2.4.2. Mesure de la self et du facteur de qualité Q en cas de gamme de mesure connue

- Avec le vernier régler la déviation d'aiguille sur un minimum
- Avec le potentiomètre "Q/D" régler le facteur de qualité Q afin d'obtenir un minimum meilleur
- Répéter alternativement ces deux réglages afin d'obtenir le plus petit minimum
- Si aucun minimum bien net ne peut être atteint, enfoncer le bouton-poussoir "Q" ( $Q < 14$ ) et répéter le processus précédent
- Pour la mesure de selfs avec faible Q ( $< 1$ ) plusieurs minima peuvent être obtenus par réglage. La valeur de mesure exacte correspond au minimum pour lequel la déviation d'aiguille est la plus petite.
- Pour obtenir la self exacte, multiplier l'affichage de l'échelle par la valeur choisie avec le sélecteur de gamme
- Pour obtenir le facteur de qualité Q:

Lorsque le bouton-poussoir Q n'est pas enfoncé, lire le facteur de perte D sur le potentiomètre "Q/D" et multiplier par 0,01.

Le Q est la réciproque du facteur de perte  $Q = \frac{1}{D}$

Lorsque le bouton-poussoir Q est enfoncé, le Q peut être directement lu à partir du potentiomètre "Q/D".

*Remarque: Pour la mesure de très fortes selfs (100 H - 1000 H) la fréquence de résonance naturelle peut être de l'ordre de la fréquence de mesure du pont. Dans ce cas, le résultat de la mesure peut être considérablement faussé.*

Solution:

Si la fréquence de résonance naturelle de la self peut être obtenue, le résultat de la mesure peut être obtenue, le résultat de la mesure peut être corrigé à l'aide de l'équation suivante.

$$L_x = L_M \frac{f_0^2 - f_M^2}{f_0^2}$$

$L_x$  = self inconnue

$L_M$  = self mesurée avec le pont

$f_0$  = fréquence de résonance naturelle de la bobine

$f_M$  = fréquence de mesure du pont

(interne 1 kHz ou externe 100 Hz - 20 kHz)

#### 2.2.5. Mesure avec alimentation de tension alternative externe

Si des capacités ou des selfs doivent être mesurées à des fréquences de mesure différentes des fréquences internes, un générateur de signaux sinusoïdaux externe peut être connecté aux douilles "Ext-AC" à l'arrière de l'appareil.

La limite de fréquence inférieure de 100 Hz ne peut pas être dépassée, car l'usage de l'appareil à des fréquences inférieures à 100 Hz pourraient entraîner des dommages.

Pour des fréquences supérieures à 20 kHz, la sensibilité de pont et donc la précision de mesure diminuent.

Les échelles pour mesure du facteur de perte D et du facteur de qualité Q s'appliquent uniquement pour des fréquences de mesure internes. Pour la recherche de ces facteurs à d'autres fréquences de mesure, les formules suivantes peuvent être utilisées.

- Pour mesure de capacité:

Bouton-poussoir "D" non enfoncé

$$D_{fM} = D_{1 \text{ kHz}} \cdot \frac{f_M}{1 \text{ kHz}}$$

Bouton-poussoir "D" enfoncé

$$D_{fM} = D_{100 \text{ Hz}} \cdot \frac{f_M}{100 \text{ Hz}}$$

— Pour mesure de self

Bouton-poussoir "Q" non enfoncé

$$D_{fM} = \frac{1}{Q_{fM}} = D_1 \text{ kHz} \cdot \frac{f_M}{1 \text{ kHz}}$$

Bouton-poussoir "Q" enfoncé

$$Q_{fM} = Q_1 \text{ kHz} \cdot \frac{f_M}{1 \text{ kHz}}$$

$D_{fM}$  et  $Q_{fM}$  respectivement = respectivement facteur de perte et facteur de qualité recherchés

$D_1 \text{ kHz}$  et  $Q_1 \text{ kHz}$  respectivement = respectivement facteur de perte et facteur de qualité affichés

$f_M$  = fréquence de mesure

## 3. Service data

### 3.1. CIRCUIT DESCRIPTION (see fig. 25)

The measuring bridge PM 6302 is made of:

- a switchable bridge arrangement
- a switchable zero indicator
- a supply voltage generator, 1 kHz/100 Hz and 1.5 V d.c.
- a conversion facility for searching and measuring
- a power supply.

#### 3.1.1. Bridge arrangements

There are three selectable measuring ranges, viz:

R measurements, C measurements and L measurements.

The basic set-up of the arrangements for C and L measurement (for reactances) is illustrated in figure 7.

In this case, the four bridge parts, the supply source and the indicator are illustrated for C measurement as far as the potential is concerned.

The same arrangement applies for L measurement, except for the fact that C515 and R713 are interchanged.

This illustration can be used combined with fig. 8 for R measurement; assume C515 and R713 interchanged, fixed resistor R634 instead of R713 and bridge supplied from a floating d.c. voltage source.

##### 3.1.1.1. R measurement

The Wheatstone bridge (Fig. 8) comprises resistors 701-711 for measuring ranges in decade steps. They determine the coarse measuring range and form together with the sample (actual resistance) one arm of the bridge.

The other one is formed by components 634 and 713 + 636.

Fixed resistor 634 is adjusted with 635 and 658, while the initial resistance of potentiometer 713 is adjusted with resistors 637 and 659 and 636. Both adjustments determine measuring points 1 and 10 of the linear scale.

The bridge for R measurement is supplied with an internal d.c. voltage. The diagonal voltage passes through a dc-ac converter before entering the input of the indicator amplifier.

Arrangement in searching mode for R measurement, see 3.1.4.

##### 3.1.1.2. C measurement

The dc Sauty-bridge (Fig. 9) comprises the same measuring range resistors 701-711 and mostly complex sample  $C_X$  in the (left) arm of the bridge. The other arm comprises components 713 + (636//637//659) and 515 in series with 712/A or 712/B. As a result of this both bridge arms are made of RC components which divide the supply voltage equally and in the same phase, provided the time constants are equal.

The diagonal voltage between P and earth is then 0 V.

The results in adjusted and not adjusted state are vectorially shown in figure 10b and 10c. These figures apply for loss-free samples.

For lossy capacitances a phase adjustment by means of tandem potentiometer 712/.. is required.

This adjustment simulates an attenuation of adjusting capacitor 515. For correctly adjusted phase, the simulated attenuation equals that of the sample (Fig. 11-b) and its angle loss and tangent values are equal; potentials 0 ( $\frac{1}{2}$ ) and P compensate each other.

Tandem potentiometer 712/.. is marked in  $\tan \delta \approx D$  values; The attenuation range is switchable with push-button D  $\approx 801/F$ .

The end values of the ranges are adjusted with resistors 633//712/A and 632//712/B. The frequency of supply generator 312-314 is converted from about 1 kHz to about 100 Hz by depressing button D (see also 3.1.3.). The calibration of 712/.. in D values depends on the frequency of the supply voltage to the bridge; therefore pay attention to this in case of checking or external bridge supply. The calibration of adjusting potentiometer 713 is almost independent of the frequency of the supply voltage.

Two examples of a not-adjusted dc Sauty-bridge are shown in Fig. 11-c by dotted and chain-dotted vectors.

The other vectors represent the voltage division of the bridge arm, in which the sample is present. In the first case, the simulated losses are greater, while in the second case they are smaller than the losses (attenuation) of the sample.

Points O and O' do not coincide with point P, the diagonal voltages  $U_O$  and  $U_{O'}$  are finite. By alternate use of 712 and 713, point O can be made to coincide with point P.

The r.m.s. supply voltage is reduced from 700 mV to 70 mV by means of the measuring-range selector. Input DC-BIAS can be used to superimpose the supply voltage with an external d.c. voltage. The d.c. voltage is supplied to the sample via the output winding of 751 and the measuring-range resistor in operation.

Connection conditions:

- maximum d.c. voltage 60 V, included the eventual common mode voltage. Pay attention to the maximum test voltage and the polarity of the sample.
- specific d.c. internal resistance of source  $\geq 50 \Omega/1 \text{ V d.c.}$ ; smallest value  $30 \text{ k}\Omega$  for 60 V.
- maximum a.c. internal resistance (output impedance) of the d.c. voltage source  $< 10 \Omega$ .
- if possible, supply the (battery) d.c. voltage symmetrically and floating.

Set up the symmetry parts (e.g.  $18 \text{ k}\Omega$  resistors conform to Fig. 9) and the by-pass capacitor very close to sockets DC-BIAS (Fig. 7).

Electronically stabilized and other mains parts can not be used.

Arrangement in searching mode for C measurement, see 3.1.4.

### 3.1.1.3. L measurement

The Maxwell-Wien bridge (Fig. 12) comprise the same measuring-range resistors 701-711 as for C measurement. Reference reactance 515, with coarse and fine attenuation adjustment by means of 712/A and -/B, forms in series with adjusting part 713 + 636 the second arm. However, compared to the C measurement, the parts are interchanged. As a result of this, the voltage divider has the same frequency ratio as that of the sample. After adjustment of the bridge, the time constants  $L_X/R_M$  and  $(R_{713} + R_{636})/C_{515}$  are identical; the diagonal voltage amounts to 0 V, provided the phase has been adjusted.

The phase adjustment can be performed by means of adjustable attenuation of reference reactance 515.

Two ranges are selectable by means of push-button Q  $\approx 801/E$ .  $Q = 1/D = 1/\tan \delta$  can be compensated from  $< 1$  to 200. Values 1-14 can be read directly from the scale of 712/...; the value indicated when push-button Q is not depressed must be inverted.

Fig. 13. illustrates an adjusted Maxwell-Wien bridge.

The losses of sample  $L_X$  are supposed attenuation resistor  $R_X$  in series with the ideal inductance (fig. 13a).

The reference reactance 515 can be attenuated in a variable way by means of resistor 712/B, which is connected in parallel with 515 for depressed push-button Q. This applies for values from 1 to 14 (fig. 13c). In the other case, resistor 712/A is in series with the reference reactance 515. The quality range Q covers 7 to  $> 100$ . In this case, the result depends on the frequency of the supply voltage (see also figs. 13b and d). For the three lower ranges the supply voltage is reduced from 700 mV to 70 mV by means of range switch 822/... but the frequency remains the same.

Arrangement in searching mode for L measurement, see 3.1.4.

### 3.1.2. Zero indicator (fig. 25)

The zero indicator comprises a d.c.-a.c. converter with stages 301 and 302, impedance converter 303 and 304, searching stage 305 as well as a control part. Furthermore, the zero indicator includes a voltage-feedback operational amplifier 306 with bridge rectifier 401-404 and measuring instrument 821.

#### 3.1.2.1. D.c.-a.c. converter

As the diagonal of all bridge arrangements is earthed at one side, the input is asymmetrical. For R measurement transistors 301 and 302 are opened and blocked by means of overloaded amplifier 307/308 in feedback loop. When 301 is blocked for instance, conductive transistor 302, the operating point of which is related to transistor 303, takes over the function of transistor 301 and forms a conductive connection to earth via  $100 \text{ k}\Omega$ . The diagonal voltage of the not-earthed bridge arm, point P, reaches impedance converter 303 during its "on" phase, also via  $100 \text{ k}\Omega$  and 301.

Voltage feedback of impedance converter 303/304 is performed by resistors 603 and 604 via 304 resulting in an amplification of 2. For the three first measuring ranges, which are operated with a 10 times reduced supply voltage, the amplification of the impedance converter is magnified 10 times as a result of 603 by-passing 505. This procedure does not apply for the R-searching mode.

Searching stage 305 between the output of the impedance converter and the input of the operational amplifier suppresses shortly the signal for approximately 10 % of the period time at every changeover. When using an a.c. voltage supply, 305 is open (Fig. 14).

The control part delivers two antivalent search signals with a period time of 20 ms and a pulse signal with a frequency of 100 Hz.



The overloaded amplifier (307/308) makes from the 20 V-supply voltage signals with steep edges. The signal for searching stage 305 is supplied by stage 309. It is controlled by means of a current, which is taken from rectifier arrangement 407/408. This rectifiers are supplied with a symmetrical 20 V voltage from the mains part.

When push-button R is not depressed, the operating points of the overloaded amplifier and the control stage (309) are shifted in such a way that control from the mains part is blocked, transistors 301 and 305 are opened and 302 remains blocked.

- 3.1.2.2. Operational amplifier 306 is switched as a voltage-current converter. The bridge rectifier is d.c.-free incorporated in the feedback arm in series with resistor 862 (Fig. 25). The voltage drop across this resistor only depends on the current which is taken from the amplifier output through the bridge rectifier. In such a way a linear relation between the rectified voltage and the control voltage is obtained even for small amplitudes of the control voltage, near the zero passage.
- In order to adapt the sensitivity of the zero indicator to the application purpose (Fig. 15), a circuit with diode 405 and resistor 617 is parallel-connected in flow direction to measuring instrument 821. In case of an increasing diagonal current of the rectifier bridge, the current through diode 405 increases also and consequently the scale-deviation change of the measuring instrument decreases. In this way the characteristic of the zero indicator becomes logarithmic. This curve is not appropriate in the searching mode; therefore, in that case diode 405 is short-circuited by switch 801/D and the indication becomes linear.
- For searching mode, see 3.1.4.

### 3.1.3. Supply voltage generator

A switchable supply part is used to supply the bridges.

- 3.1.3.1. The d.c. supply voltage is produced in bridge rectifier 415, which is taken from a well-screened winding of the mains transformer. This winding is floating and symmetrical to earth. The filtering serves to reduce the ripple voltage to a minimum.
- The internal resistance of the source amounts to approximately 11 Ohm.
- 3.1.3.2. The supply oscillator contains a Wien-fourpole in the positive feedback loop and an amplitude-dependent resistance (409-410 and 640, 641) in the negative feedback loop.
- Operational amplifier 313 is protected against overload by means of anti-parallel connected diodes 413/414 at the input and by clamp diodes 411/412 at the output. Output transformer 751 transforms and separates the output voltage. As a result of the very high voltage feedback (open amplification reduced from approximately  $10^4$  to 3) the output impedance is extremely low.
- The oscillator frequency of  $970 \pm 19$  Hz is electronically switchable to  $97 \pm 2$  Hz. In mode 97 Hz capacitors 521 and 525 are short-circuited by parallel-mounted transistors 314 and 312. These capacitors are part of the double, series connected, capacitors of the Wien-fourpole viz 518, 521/524, 525. If only capacitors 518 and 524 are active, the frequency amounts to 97 Hz. The control of the transistor switch is shown in Fig. 16.
- Switch combination D (801/F) and SEARCH (801/D) guarantee this frequency changeover for C mode and push-button D (801/F) depressed.
- In mode SEARCH the frequency remains 970 Hz.
- In case of external supply, the shunt impedance of the Wien-fourpole is short-circuited by the switch operated from socket 856. The external supply voltage is supplied to the inverting input of the operational amplifier via resistor 647.

### 3.1.4. Arrangement for mode SEARCH

Push-button SEARCH (801/D) switches over the bridge arrangements into voltage dividers consisting of two components, conform to Figs. 8, 9 and 12. At the same time the characteristic of the zero indicator is linearized (801/D 5-6), the blocking of the internal frequency changeover for L measurement is completed (801/D 15-16) and the blocking of the sensitivity increase is prepared for the three first R measuring ranges (801/D 12-13).

This last blocking becomes active when push-button R (801/A 12-13) is depressed.

In this searching circuit, the impedance of the sample is compared with the measuring-range resistance and the measuring-range switch is operated until the indicator points to the  $W_y$  field on the measuring instrument. There are limit cases, for which the coarse range indicated does not apply. The measurement then must be performed in the adjacent range.

### 3.1.5. Power supply

The voltage rectified with 416 is stabilized and balanced to zero by means of zener diodes 417 and 418. Transistors 310 and 311 are power amplifiers. Transformer 761 delivers the voltage for rectifier 416 and, from a totally screened winding, that for rectifier 415.

## 3.2. GAINING ACCESS TO PARTS

The opening of parts or removal of covers, is likely to expose live conductors. The instrument should therefore be disconnected from all voltage sources before any opening of parts or removal of covers is started.

During and after dismantling, bear in mind that capacitors in the instrument may still be charged even if it has been separated from all voltage sources.

Use a well-fitting screw-driver to dismantle the instrument to prevent the screws for damage.

### 3.2.1. Dismantling

#### 3.2.1.1. Top cover

- Remove both screws "A" (Fig. 22)
- Lift the cover at the rear and slide it backwards from the unit.

#### 3.2.1.2. Bottom cover

- Remove both screws "B" (Fig. 22)
- Lift the cover at the rear and slide it backwards from the unit.

### 3.2.2. Electrical components

If an electrical component (resistor, capacitor, transistor or integrated circuit) has been replaced by a new one, the relevant part of the circuit must be checked in accordance with chapter 3.5.

### 3.2.3. Mounting the linear scale and the potentiometer

- Front panel must be flush
- Screw linear scale with a maximum torque of 40 Ncm (approx. 4 kpcm) onto the front panel (a higher torque may cause deformation of the material).
- Fit the pre-mounted potentiometer (with suspension and protection against being turned out of position) into the drilled hole provided. Slide the holes of the suspension arms onto the pins of the spacers.
- Turn potentiometer with a screwdriver (maximum width 4 mm) to the left stop.
- Set pointer exactly to the extreme left division (.01), beyond mark  $\Delta$  respectively.
- In this position fasten the potentiometer shaft to the drive by means of the two grub screws.
- Set pointer to the extreme right position and back again to the extreme left position (Do not use force).
- Pointer reading and calibration reading must coincide; otherwise, repeat adjustment.
- Securely tighten both grub screws.
- Check scale drive for free movement and smooth running.
- Fit textplate and check again scale drive.
- Secure both grub screws with paint.

## 3.3. MAINTENANCE AND SERVICE

The RCL-bridge PM 6302 requires no maintenance because the instrument contains no components which are subject to wear.

However, to ensure reliable and faultless operation, the instrument should not be exposed to moisture, heat, corrosive vapours and excessive dust.

Service: If service work must be performed, the following points should be taken into account to avoid damage of the instrument.

- In case of measurements on a switched-on instrument proceed carefully to avoid short-circuits by means of measuring clips or measuring hooks.
- For soldering use absolutely acid free soldering tin
- For all soldering work on the printed circuit boards, use a miniature soldering iron (35 W max.) with a thin cleaner or a vacuum soldering iron.

## 3.4. SURVEY OF ADJUSTING ELEMENTS AND AUXILIARY EQUIPMENT

Checking/Adjustment	Adjusting element or measuring point	Measuring value	Measuring equipment	Example	Chapter	Fig.
Power consumption	—	$\leq 20$ mA	Ammeter	PM 2403	3.5.1.1.	—
Supply voltages						
— Variation	across C528	between +19 V and +22 V	Digital multimeter	PM 2421	3.5.1.1.	24, 25
— Variation	across C531	between -19 V and -22 V	Digital multimeter	PM 2421	3.5.1.1.	24, 25
— Variation	across C530	between +13.6 V and +15.4 V	Digital multimeter	PM 2421	3.5.1.1.	24, 25
— Variation	across C533	between -13.6 V and -15.4 V	Digital multimeter	PM 2421	3.5.1.1.	24, 25
— Variation	across C527	1.4 V $\pm$ 0.2 V	Digital multimeter	PM 2421	3.5.1.1.	24, 25
Oscillator frequency						
— button D not depressed	I - E	970 Hz $\pm$ 19 Hz	Frequency counter	PM 6620	3.5.1.2.	2
— button D depressed	I - E	97 Hz $\pm$ 2 Hz	Frequency counter	PM 6620	3.5.1.2.	2
Oscillator amplitude						
— at 100 Hz and 1 kHz	between 7 and 11 of push-button 801A	between 650 and 800 mVrms	Digital multimeter	PM 2421	3.5.1.2.	25
— at 100 Hz; 5 kHz and 20 kHz if 7 Vrms is supplied to sockets EXT.-A.C.	between 7 and 11 of push-button 801A	between 600 and 750 mVrms	Digital multimeter	PM 2421	3.5.1.2.	25
Indication amplifier	+ side of C512	wave-form	Oscilloscope	PM 3110	3.5.1.3.	17
Scale calibration	R713/1; R713/10; table I	< 1 %	Digital multimeter standards 1 k $\Omega$ $\pm$ 1 % 10 k $\Omega$ $\pm$ 1 % standard 100 nF $\pm$ 1 %	PM 2421	3.5.2.1.	25
Reference capacitor	R713/1; R713/10; table II				3.5.2.2.	25
0.1 $\Omega$ - Resistor	R711	< 0.3 %	Digital multimeter Power supply standard 0.1 $\Omega$ 2 samples	PM 2421 PE 1510	3.5.2.3.	18
Q/D Potentiometer	R712A; R712B	—		—	3.5.2.4.	19, 20

### 3.5. CHECKING AND ADJUSTING

Tolerances given in this chapter apply only in case of newly adjusted instruments. The values may differ from those given in chapter 1.2. Technical data.

The adjusting elements, their location and function are mentioned in chapter 3.4.

Any adjustment, maintenance, and repair of an instrument which is opened whilst connected to the mains should be avoided as far as possible and, if inevitable, shall be only carried out by skilled personnel familiar with the risk of shock involved.

#### 3.5.1. General test

##### 3.5.1.1. Power supply

- Check that the current consumption is  $\leq 20$  mA at 220 V mains, 50 Hz.
- Check that the filtered voltage across capacitor 528 lies between +19 V and +22 V; and across capacitor 531 between -19 V and -22 V (mains voltage 220 V).
- Check that the stabilized voltage across capacitor 530 lies between +13.6 V and +15.4 V and across capacitor 533 between -13.6 V and -15.4 V.
- Check that the filtered voltage for DC-operation across capacitor 527 is  $1.4 \text{ V} \pm 0.2 \text{ V}$  (mains voltage 220 V)
- Depress button R
- Check the polarity of test sockets I-E
- Depress button C
- Connect an external voltage to sockets DC-BIAS
- Check the polarity of test sockets I-E

##### 3.5.1.2. Oscillator

- Frequency check: button D not depressed;  $f = 970 \text{ Hz} \pm 19 \text{ Hz}$   
button D depressed;  $f = 97 \text{ Hz} \pm 2 \text{ Hz}$
- Set range switch to position 10 nF
- Depress button C
- Measure the amplitude, at 100 Hz and 1 kHz, between points 7 and 11 of push-button switch 801A.  
Right value: between 650 and 800 mV<sub>rms</sub>.
- Set range switch to position 1  $\mu\text{F}$
- Check that the amplitude, at 1 kHz, is 1/10 of the value measured with range switch in position  $\times 10$  nF (measure also between points 7 and 11)
- Supply a voltage of 7 V<sub>rms</sub> to sockets EXT.-AC of the bridge
- Check the amplitude between points 801A/7 and 801A/11 at 100 Hz; 5 kHz and 20 kHz.  
Right value: between 600 and 750 mV<sub>rms</sub>

##### 3.5.1.3. Indication amplifier

- Depress button R
- If detuning the bridge an oscillogram as shown in fig. 17 will be visible at the + side of capacitor 512

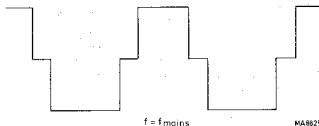


Fig. 17. Voltage on + side of capacitor 512

- Depress button C (button D not depressed)
- If detuning the bridge, on the + side of capacitor 512 there must be a 1 kHz-sine wave the tops of which are slightly deformed.

### 3.5.2. Adjusting procedures

#### 3.5.2.1. Potentiometer 713

- Check that the scale marking coincides with the left-hand stop of the potentiometer
- Measure the resistance at scale point 1 (R713/1) and at scale point 10 (R713/10) Measuring fault < 1 % (e.g. with PHILIPS PM 2421 digital multimeter)
- With the measured values 713/1 and 713/10 found above, read out the values for the adjusting resistors from table I (take always the next higher value)

Procedure:

- Solder a resistor of the found value for 659 into the circuit.
  - Replace resistor 637 by a resistance decade adjusted to the value found.
  - From table I, solder resistor 658 into the circuit and replace resistor 635 by a resistance decade also adjusted to the value found.
  - By alternating the adjustment of scale points 1 and 10 in range  $\times 1 \text{ k}\Omega$ , the definitive values for resistors 635 and 637 can be determined.
- Scale point 1 must be adjusted with a sample of  $1 \text{ k}\Omega \pm 1 \%$ , while scale point 10 must be adjusted with a  $10 \text{ k}\Omega \pm 1 \%$  sample.

#### 3.5.2.2. Reference capacitor

- From table I take the value for  $R_N$  relevant to the measured values of R713/1 and R713/10
- From table II take the values for capacitors 516 and 517 relevant to the value found for  $R_N$
- Solder capacitor 516 with the value found into the circuit
- Replace capacitor 517 by a capacitance decade adjusted to the value found
- Set range switch to position  $\times 10 \text{ nF}$
- Set frequency scale to 10
- Connect a sample of  $100 \text{ nF} \pm 1 \%$  between sockets I-E
- Reduce the detuning of the bridge to a minimum by varying capacitance 517
- Solder the selected capacitor value into the circuit

#### 3.5.2.3. $0.1 \Omega$ - resistor

- Switch off the instrument
- Set range switch to position  $100 \text{ m}\Omega$
- Make a measuring set-up with a standard resistor of  $100 \text{ m}\Omega$  as shown in fig. 18
- Check that the voltage drop across resistor 711 is the same as that across the standard resistor of  $100 \text{ m}\Omega$ . Tolerance: < 0.3 %.
- Adjustment is possible by using solder tin between the resistance wire and the normal wire

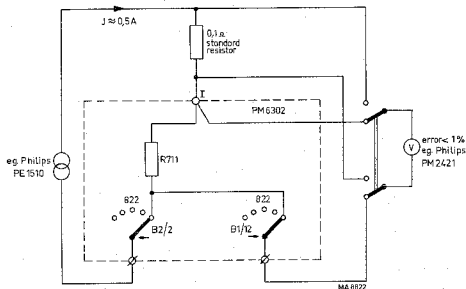
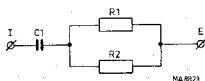


Fig. 18. Measuring set-up with standard resistor of  $100 \text{ m}\Omega$

### 3.5.2.4. Q/D potentiometer

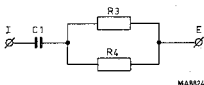
- Turn the Q/D potentiometer to left-hand stop
- Check that the mark on the control knob coincides with the mark on the text plate
- Connect to sockets I and E a circuit as indicated below (fig. 19) in order to adjust resistor 712A.



$C1 = 100 \text{ nF} \pm 1\% \text{ tang } \delta < 2 \cdot 10^{-4}$   
 $R1 = 237 \Omega \pm 1\% \text{ metal film MR25}$   
 $R2 = 7.15 \text{ k}\Omega \pm 1\% \text{ metal film MR25}$

Fig. 19. Adjusting circuit for resistor 712A

- Depress button C (button D not depressed)
- Set range switch to position  $\times 10 \text{ nF}$
- Set control D/Q to position 14
- Adjust capacitive components to a minimum
- Adjust bridge to minimum scale deflection with resistor 633
- Connect to sockets I and E a circuit as indicated below (fig. 20) in order to adjust resistor 712B



$C1 = 100 \text{ nF} \pm 1\% \text{ tang } \delta < 2 \cdot 10^{-4}$   
 $R3 = 23.7 \text{ k}\Omega \pm 1\% \text{ metal film MR25}$   
 $R4 = 750 \text{ k}\Omega \pm 1\% \text{ carbon CR25}$

Fig. 20. Adjusting circuit for resistor 712B

- Follow the same procedure as described for adjustment of resistor 712A, except the following two points
- Depress button D
- Adjust bridge to minimum scale deflection with resistor 632

### 3.5.3. Testing the bridge functions

- Depress button R

#### 3.5.3.1. Range-resistor check

- Connect for each range a resistor to sockets I-E with a value of  $10x$  the corresponding range indication. Resistor tolerance:  $< 0.1\%$ .  
 Example: range =  $\times 1 \text{ k}\Omega$   $\rightarrow$  value  $10 \times 1 = 10 \text{ k}\Omega \pm 0.1\%$
- Now the bridge must be tuned for each range position
- Note the measured results. The difference between the measured results and the sample values should be  $< 1\%$ .

#### 3.5.3.2. Linearity check of the scale potentiometer

- Set range switch to position  $\times 1 \text{ k}\Omega$
- Connect standard resistors from  $1 \text{ k}\Omega$  to  $10 \text{ k}\Omega$  in steps of  $1 \text{ k}\Omega$  to sockets I-E
- Tune the bridge for each step and check that the resistance reading does not deviate more than the specified value.

#### 3.5.3.3. Indicator check

- Set range switch to position  $\times 1 \text{ k}\Omega$
- Connect a  $10 \text{ k}\Omega$ -resistor to sockets I-E
- Tune the bridge
- If detuning the bridge one scale division, the deflection of the indicator should be  $> 0.2$  scale division
- Depress button SEARCH
- If right, the indicator pointer points to the lower end of the marked range
- Set range switch to position  $\times 10 \text{ k}\Omega$
- If right, the indicator pointer points to the high, r end of the marked range.
- Depress button L.
- Set range switch to position  $\times 1 \text{ mH}$
- Connect a coil of  $10 \text{ mH}$  to socket I-E (limits for quality factor Q of this coil: between 3 and 6)
- Depress button Q.
- Tune the bridge
- Depress button SEARCH; if right, the indicator pointer points to the higher end of the marked range
- Set range switch to position  $\times 10 \text{ mH}$
- If right, the indicator pointer now points to the lower end of the marked range

Table I

R713/10	910,5	915	919,5	924	928,5	933	937,5	942	946,5	951	955,5	960	R713/1	
RN	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R659 R658	R713/1
R713/1	R637 R634	R637 R634	R637 R634	R637 R634	R637 R634	R637 R634	R637 R634	R637 R634	R637 R634	R637 R634	R637 R634	R637 R634	R637 R634	
RN	94,72	95,22	95,72										68,0 Ω	
58,0	147E 2k49 1k 3k	147E 2k49 1k6 3k6	147E 2k49 9k1 4k3										99,7	
RN	94,67	95,17	95,67	96,17	96,67								99,3	
58,5	147E 2k49 750E 3k	147E 2k49 1k 3k3	147E 2k49 1k6 4k3	147E 2k49 3k3 5k6	147E 2k49 ∞ 7k5								99,0	
RN	94,61	95,11	95,61	96,11	96,61	97,11							98,8	
59,0	147E 2k49 560E 3k	147E 2k49 750E 3k3	147E 2k49 1k 4k3	147E 2k49 1k5 5k1	147E 2k49 3k 5k9	147E 2k49 ∞ 11k							98,52	
RN	94,56	95,06	95,56	96,06	96,56	97,06	97,56						98,23	
59,5	147E 2k49 470E 2k7	147E 2k49 560E 3k3	147E 2k49 680E 3k9	147E 2k49 910E 5k1	147E 2k49 1k3 6k8	147E 2k49 2k7 11k	147E 2k49 ∞ 22k						98,4	
RN	94,5E	95E	95,5	96,0	96,5	97,0	97,5	98,0					98,1	
60,0	147E 2k49 330E 2k7	147E 2k49 430E 3k3	147E 2k49 560E 3k9	147E 2k49 680E 4k7	147E 2k49 910E 6k8	147E 2k49 1k3 10k	147E 2k49 2k4 20k	147E 2k49 12k 100k					97,72	
RN	94,44	94,94	95,44	95,94	96,44	96,94	97,44	97,94	98,44				97,39	
60,5	147E 2k49 330E 2k7	147E 2k49 360E 3k3	147E 2k49 430E 3k9	147E 2k49 510E 4k7	147E 2k49 680E 6k2	147E 2k49 820E 9k1	147E 2k49 1k2 18k	147E 2k49 2k2 100k	147E - 2k5 3k				97,09	
RN	94,39	94,89	95,39	95,89	96,39	96,89	97,39	97,89	98,39	98,89			96,90	
61,0	100E 2k49 2k7 2k7	147E 2k49 330E 3k	147E 2k49 360E 3k6	147E 2k49 430E 4k7	147E 2k49 510E 6k2	147E 2k49 620E 9k1	147E 2k49 820E 16k	147E 2k49 1k2 100k	147E - 2k 3k	147E - 5k2 3k3			96,34	
RN	94,33	94,83	95,33	95,83	96,33	96,83	97,33	97,83	98,33	98,83	99,33	99,83	96,25	
61,5	100E 2k49 1k2 2k7	100E 2k49 2k4 3k	100E 2k49 3k6	147E 2k49 360E 4k7	147E 2k49 430E 5k2	147E 2k49 510E 6k2	147E 2k49 620E 9k1	147E 2k49 820E 15k	147E - 1k1 3k	147E - 1k8 3k3	147E - 5k1 3k9	147E - 4k7	96,10	
RN	94,29	94,79	95,29	95,79	96,29	96,79	97,29	97,79	98,29	98,79	99,29	99,79	96,0	
62,0	100E 2k49 750E 2k7	100E 2k49 1k1 3k	100E 2k49 2k2 3k6	100E 2k49 4k3 360E 5k6	100E 2k49 4k3 430E 6k2	100E 2k49 4k3 470E 15k	100E 2k49 4k3 620E 47k	100E 2k49 4k3 750E 2k7	147E - 1k1 3k3	147E - 1k8 3k9	147E - 3k8 3k9	147E - 4k3 4k7	62,0 Ω	
RN	94,22	94,72	95,22	95,72	96,22	96,72	97,22	97,72	98,22	98,72	99,22	99,72	62,5 Ω	
62,5	100E 2k49 560E 2k7	100E 2k49 750E 3k	100E 2k49 1k1 3k3	100E 2k49 2k 4k3	100E 2k49 12k 5k6	100E 2k49 360E 7k5	100E 2k49 390E 13k	100E 2k49 470E 36k	147E - 620E 2k7	147E - 750E 3k3	147E - 1k 3k3	147E - 1k6 4k7		
RN	94,17	94,67	95,17	95,67	96,17	96,67	97,17	97,67	98,17	98,67	99,17	99,67	63,0 Ω	
63,0	100E 2k49 430E 2k7	100E 2k49 510E 3k	100E 2k49 680E 3k3	100E 2k49 1k 4k3	100E 2k49 1k8 5k6	100E 2k49 7k5 7k5	100E 2k49 330E 12k	100E 2k49 390E 30k	147E - 470E 2k7	147E - 560E 3k3	147E - 750E 3k6	147E - 1k 4k7		
RN	94,11	94,61	95,11	95,61	96,11	96,61	97,11	97,61	98,11	98,61	99,11	99,61	63,5 Ω	
63,5	100E 2k49 330E 2k4	100E 2k49 390E 3k	100E 2k49 510E 3k3	100E 2k49 680E 4k3	100E 2k49 1k 5k1	100E 2k49 1k6 6k8	100E 2k49 5k6 11k	100E 2k49 330E 27k	147E - 390E 2k7	147E - 470E 3k	147E - 580E 3k6	147E - 680E 4k3		
RN	94,06	94,56	95,06	95,56	96,06	96,56	97,06	97,56	98,06	98,56	99,06	99,56	64,0 Ω	
64,0	100E 2k49 270E 2k4	100E 2k49 330E 2k7	100E 2k49 390E 3k3	100E 2k49 470E 3k	100E 2k49 620E 5k1	100E 2k49 910E 6k8	100E 2k49 1k5 11k	100E 2k49 4k3 22k	147E 2k49 330E 10k	147E - 390E 3k	147E - 430E 3k6	147E - 560E 4k3		
RN	94,5	95,0	95,5	96,0	96,5	97,0	97,5	98,0	98,5	99,0	99,5		64,5 Ω	
64,5	100E 2k49 270E 2k7	100E 2k49 330E 3k3	100E 2k49 390E 3k9	100E 2k49 470E 4k7	100E 2k49 620E 6k8	100E 2k49 910E 10k	100E 2k49 1k5 20k	100E 2k49 3k6 100k	100E 2k49 330E 3k	147E - 390E 3k6	147E - 430E 4k3			
RN	94,94	95,44	95,94	96,44	96,94	97,44	97,94	98,44	98,94	99,44			65,0 Ω	
65,0	100E 2k49 270E 3k	100E 2k49 330E 3k6	100E 2k49 390E 3k9	100E 2k49 470E 4k7	100E 2k49 620E 6k2	100E 2k49 820E 9k1	100E 2k49 1k3 220k	100E 2k49 3k3 3k	100E - 330E 3k3	147E - 330E 3k3	147E - 360E 3k9			
RN	95,89	96,39	96,89	97,39	97,89	98,39	98,89	99,39	99,89	99,39	99,89	99,39	65,5 Ω	
65,5	100E 2k49 300E 4k7	100E 2k49 360E 6k2	100E 2k49 470E 9k1	100E 2k49 560E 16k	100E 2k49 820E 9k1	100E 2k49 1k2 2k7	100E 2k49 2k7 3k3	100E 2k49 330E 3k9	100E - 330E 3k9	147E - 330E 3k9				

Table II

RN	C515	C516	C517	C <sub>total</sub> 515+516+517
(Ω)	nF	nF	pF	nF
100	100	-	-	100
99,7	100	-	330	100,33
99,3	100	-	680	100,68
99,0	100	-	1000	101,0
98,8	100	-	1200	101,2
98,52	100	-	1500	101,5
98,23	100	-	1800	101,8
98,4	100	2	-	102,0
97,72	100	2	330	102,33
97,39	100	2	680	102,68
97,09	100	2	1000	103,0
96,90	100	2	1200	103,2
96,6	100	2	1500	103,5
96,34	100	2	1800	103,8
96,25	100	3,9	-	103,9
95,94	100	3,9	330	104,23
95,62	100	3,9	680	104,58
95,33	100	3,9	1000	104,9
95,06	100	3,9	1200	105,1
94,88	100	3,9	1500	105,4
94,61	100	3,9	1800	105,7

## 3.6. PARTS LIST

## 3.6.1. MECHANICAL PARTS

Fig.	Item	Qty.	Ordering number	Description
21	1	1	5322 498 54032	Handle
21	2	2	5322 535 74367	Spindle
21	3	2	5322 498 74003	Cap for handle
21	4	1	5322 447 94068	Top cover
21	5	1	5322 447 94069	Bottom cover
21	6	1	5322 414 74014	Cap for choice knobs
21	7	2	5322 414 74019	Cap for dial knob
21	8	1	5322 520 34138	Bearing bush left
21	9	1	5322 520 34139	Bearing bush right
21	10	2	5322 460 64003	Ornamental strip
21	11	1	5322 460 64002	Ornamental frame
21	12	1	5322 455 74027	Text plate
23	13	4	5322 466 94308	Fixing clip for printed-wiring board
21	14	1	5322 414 34079	Knob for switch
21	15	1	5322 414 34123	Control knob for dial
21	16	1	5322 414 34095	Control knob for O-D
23	17	1	5322 321 14001	Mains cable
22	18	1	5322 325 50101	Stress relieving
23	19	1	5322 466 94309	Fixing clip
21	20	1	5322 344 64059	Ampere meter
22	21	1	5322 263 64016	Interconnection plug
21	22	1	5322 450 34023	Scale complete
23	23	1	5322 466 94311	Spin
21	24	1	5322 276 14128	Push-button switch "POWER"
21	25	2	5322 267 34036	Socket, 1 pole
23	26	1	5322 146 34042	Transformer
22	27	3	5322 267 34003	Socket, 1 pole
22	28	1	5322 267 30095	Switching socket, 1 pole
23	29	1	5322 273 64053	Switch
23	30	2	5322 255 40006	Transistor underlay
23	31	5	5322 255 40059	Transistor underlay
23	32	1	5322 158 44049	Transducer
21	33	1	5322 276 64011	Push-button switch (6 switches)
	34	1	5322 265 24026	Resistor holder PM 9261
	35	1	5322 134 44139	Indicator lamp
23	36	1	5322 447 94363	Insulating cover



## 3.6.2. ELECTRICAL PARTS

## 3.6.2.1. RESISTORS

## Carbon

— typical dissipation at  $T_{amb.} = 70^{\circ}C$

— max. hot spot temp. =  $155^{\circ}C$

CR16 = 0,2 W      CR52 = 0,67 W

CR25 = 0,33 W      CR68 = 1,15 W

CR37 = 0,5 W      CR93 = 2 W

## Metal film

— typical dissipation at  $T_{amb.} = 70^{\circ}C$

— max. hot spot temp. =  $175^{\circ}C$

MR25 = 0,4 W

MR30 = 0,5 W

MR52 = 0,75 W

## Unit A

Item	Ordering number	Value	Tolerance (%)	Type
601	4822 110 63161	100 k	5	CR25
602	4822 110 63161	100 k	5	CR25
603	4822 110 60133	9,1 k	5	CR25
604	4822 110 63096	470	5	CR25
605	4822 110 63123	3,9 k	5	CR25
606	4822 110 63134	10 k	5	CR25
607	4822 110 63096	390	5	CR25
608	4822 110 63132	8,2 k	5	CR25
609	4822 110 63089	220	5	CR25
610	4822 110 60153	51 k	5	CR25
611	4822 110 63196	2M2	10	CR25
612	4822 110 60157	75 k	5	CR25
613	4822 110 63112	1,5 k	5	CR25
614	4822 110 60073	51	5	CR25
615	4822 110 63165	150 k	5	CR25
616	4822 110 63123	3,9 k	5	CR25
617	4822 110 63054	10	5	CR25
618	4822 110 60082	110	5	CR25
619	4822 110 63107	1,0 k	5	CR25
620	4822 110 60168	200 k	5	CR25
621	4822 110 60142	20 k	5	CR25
622	4822 110 60142	20 k	5	CR25
623	4822 110 63161	47 k	5	CR25
624	4822 110 60142	20 k	5	CR25
625	4822 110 63134	10 k	5	CR25
626	4822 110 63134	10 k	5	CR25
627	4822 110 63158	82 k	5	CR25
628	4822 110 60142	20 k	5	CR25
629	4822 110 60142	20 k	5	CR25
630	4822 110 63161	100 k	5	CR25
631	4822 110 63152	47 k	5	CR25
634	5322 116 50761	150	1	MR25
636	5322 116 50757	51,1	1	MR25
638	5322 116 54642	20 k	1	MR25
639	4822 110 60073	51	5	CR25
640	4822 110 63165	150 k	5	CR25
641	5322 116 54643	20,5 k	1	MR25
642	5322 116 54619	10 k	1	MR25
651	4822 110 63107	1,0 k	5	CR25
644	4822 110 63214	10 M	10	CR25
645	4822 110 60142	20 k	5	CR25
646	4822 110 63134	10 k	5	CR25
647	5322 116 54642	20 k	5	CR37
648	5322 116 54642	20 k	1	MR25
649	4822 110 53054	10	5	CR37

Item	Ordering number	Value	Tolerance (%)	Type
650	4822 110 23094	330	5	CR68
652	4822 110 63107	1,0 k	5	CR25
653	4822 110 63107	1,0 k	5	CR25
654	4822 110 63107	1,0 k	5	CR25
655	4822 110 63178	470 k	5	CR25
656	4822 110 63178	470 k	5	CR25
657	4822 110 60142	20 k	5	CR25
658	5322 116 50581	2,49 k	1	MR25
660	5322 116 50746	100	1	MR25
661	5322 116 50975	147	1	MR25
662	4822 110 63083	120	5	CR25

## Front plate

Item	Ordering number	Value ( $\Omega$ )	Tolerance (%)	Type
701	5322 116 54215	10 M	0,5	Metal film
702	5322 116 54237	1,0 M	0,25	Metal film
703	5322 116 54155	100 k	0,25	Metal film
704	5322 116 50748	10 k	0,25	Metal film
705	5322 116 50747	1,0 k	0,1	Metal film
706	5322 113 24111	100	0,25	Wire-wound
707	5322 113 10125	10	0,25	Wire-wound
708	4822 110 63107	1,0 k	5	CR25
709	5322 113 10175	1,0	0,25	Wire-wound
710	5322 116 50863	9,09	1	MR25
712	5322 103 64022	250 + 25 k	5	Lin 2 x W/40 <sup>o</sup> C tandem
713	5322 103 54018	1 k	2	2 x W/40 <sup>o</sup> C.

## 3.6.2.2. CAPACITORS

## Unit A

Item	Ordering number	Value	Tolerance (%)	Voltage	Type
503	4822 124 20462	100 M		10	Electrolytic
504	5322 121 40197	1,0 M	20	100	Polyester
505	4822 124 20462	100 M		10	Electrolytic
506-502	4822 124 20587	100 M		25	Electrolytic
507	4822 122 30043	10 N	-20 + 80	63	Ceramic
508	4822 122 30043	10 N	-20 + 80	63	Ceramic
509	4822 122 31061	18 p	2	100	Ceramic
510	4822 122 31177	470 p	10	100	Ceramic
511	4822 122 31076	68 p	2	100	Ceramic
512	4822 124 20462	100 M		10	Electrolytic
513	4822 124 20462	100 M		10	Electrolytic
515	5322 121 50425	100 N	1	63	Polystyrene
516	ADJUST FOR 540-542				
517	ADJUST FOR 543-548				
518	5322 121 50288	82 N	1	63	Polystyrene
519	4822 122 30043	10 N	-20 + 80	63	Ceramic
520	4822 122 31061	18 p	2	100	Ceramic
521	4822 121 50417	9,1 N	1	63	Polystyrene
522	4822 122 31177	470 p	10	100	Ceramic
523	4822 122 30043	10 N	-20 + 80	63	Ceramic
524	5322 121 50288	82 N	1	63	Polystyrene
525	4822 121 50417	9,1 N	1	63	Polystyrene
526	4822 124 20512	4700 M		4	Electrolytic

Item	Ordering number	Value	Tolerance	Voltage	Type
527	4822 124 20512	4700 M		4	Electrolytic
528	4822 124 20532	220 M		40	Electrolytic
529	4822 124 20587	100 M		25	Electrolytic
530	4822 124 20587	100 M		25	Electrolytic
531	4822 124 20532	220 M		40	Electrolytic
532	4822 124 20587	100 M		25	Electrolytic
533	4822 124 20587	100 M		25	Electrolytic
534	5322 121 40323	100 N	20	100	Polyester
535	5322 121 40323	100 N	20	100	Polyester
540	4822 121 50415	2,2 N	5	63	Polystyrene
541	5322 121 50091	3,9 N	5	63	Polystyrene
543	5322 121 54077	390 p	5	250	Polystyrene
544	5322 121 54081	680 p	5	125	Polystyrene
545	4822 121 50566	1,0 N	5	125	Polystyrene
546	5322 121 54012	1,2 N	5	63	Polystyrene
547	5322 121 54012	1,5 N	5	63	Polystyrene
548	5322 121 54012	1,8 N	5	63	Polystyrene
549	4822 121 50415	2,2 N	5	63	Polystyrene

#### DIODES

Item	Ordering number	Type
401	5322 130 40182	BAX13
402	5322 130 40182	BAX13
403	5322 130 40182	BAX13
404	5322 130 40182	BAX13
405	5322 130 40182	BAX13
406	5322 130 40182	BAX13
407	5322 130 40182	BAX13
408	5322 130 40182	BAX13
409	5322 130 30766	BZX79-C6V2
410	5322 130 30766	BZX79-C6V2
411	5322 130 40182	BAX13
412	5322 130 40182	BAX13
413	5322 130 40182	BAX13
414	5322 130 40182	BAX13
415	5322 130 30414	BY164
416	5322 130 30414	BY164
417	5322 130 30781	BZX79-C15
418	5322 130 30781	BZX79-C15

## TRANSISTORS

Item	Ordering number	Type
301	5322 130 40408	BFW11
302	5322 130 40408	BFW11
303	5322 130 40408	BFW11
304	5322 130 44256	BC557
305	5322 130 40408	BFW11
307	5322 130 44256	BC557
308	5322 130 44256	BC557
309	5322 130 44256	BC557
310	5322 130 40294	BFW50
311	5322 130 40388	2N2904
312	4822 130 40882	BC237B
314	5322 130 40408	BFW11

## INTEGRATED CIRCUITS

Item	Ordering number	Type
306	5322 209 80068	TAA521*
313	5322 209 80068	TAA521*

\*) Note: it is also possible to use types:  $\mu$  A709HC or N 5709T

$$\text{Erreur totale (\%)} = \frac{M \cdot E_1 \pm R \cdot E_2}{M}$$

$$\text{Gesamtfehler (\%)} = \frac{M \cdot E_1 \pm R \cdot E_2}{M}$$

$$\text{Total error (\%)} = \frac{M \cdot E_1 \pm R \cdot E_2}{M}$$

M = valeur mesurée (valeur d'échelle x valeur de gamme)

R = valeur en fin de gamme

E<sub>1</sub> = erreur de la valeur mesurée (%)

E<sub>2</sub> = erreur de la valeur en fin de gamme (%).

M = Messwert (Skalenwert x Bereichswert)

R = Bereichsendwert

E<sub>1</sub> = Messwertfehler (%)

E<sub>2</sub> = Bereichsendwertfehler (%)

M = measured value (scale reading x range value)

R = end-of-range value

E<sub>1</sub> = error of measured value (%)

E<sub>2</sub> = error of end-of-range value (%)

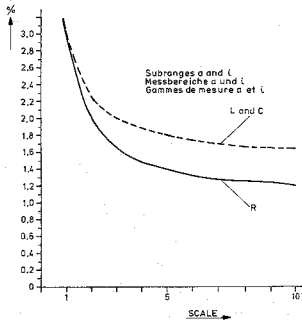
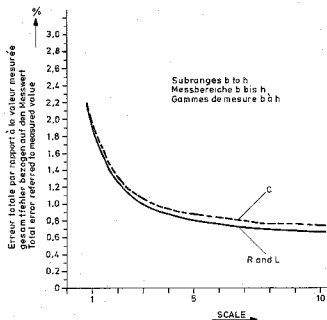


DIAGRAM-A

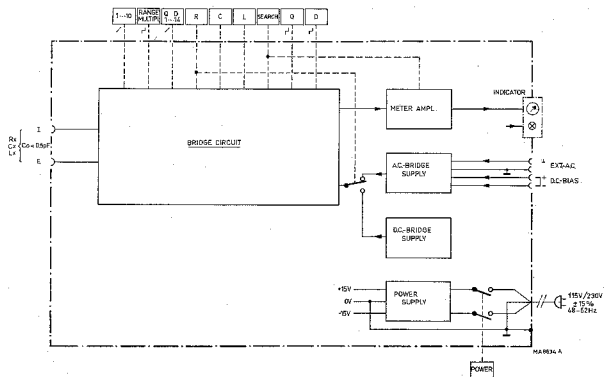


Fig. 1. Block diagram

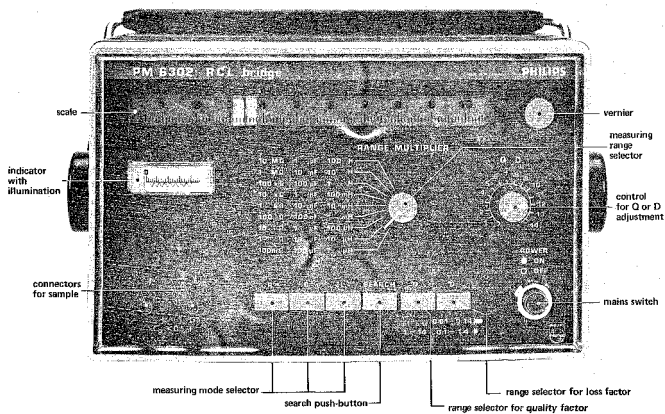


Fig. 2. Front view

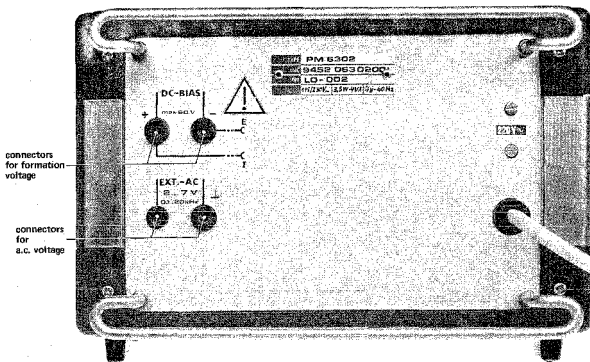


Fig. 3. Rear view

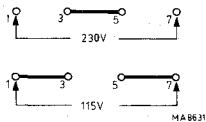


Fig. 4. Adjusting to the local mains voltage

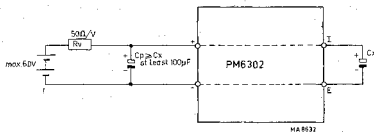
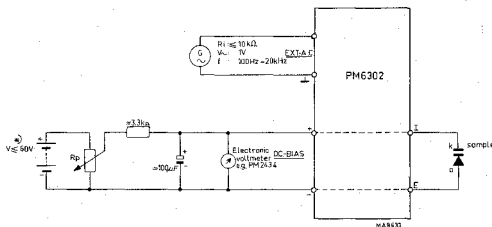


Fig. 5. Principle of C-measurements with formation voltage



- \*) Note: — Pay attention for the maximum reverse voltage of the sample  
 — Max. zulässige Sperrspannung des Prüflings beachten!  
 — Surveiller la tension inverse maximale admise de l'échantillon!

Fig. 6. Principle of varicap measurements

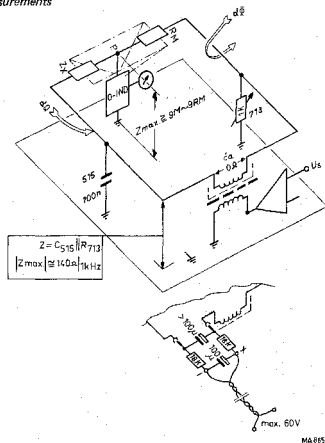


Fig. 7. Impedance level of the bridge

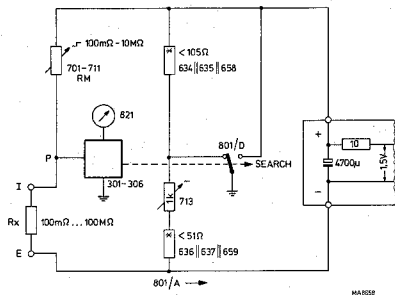


Fig. 8. Measuring circuit R, ohmic resistances

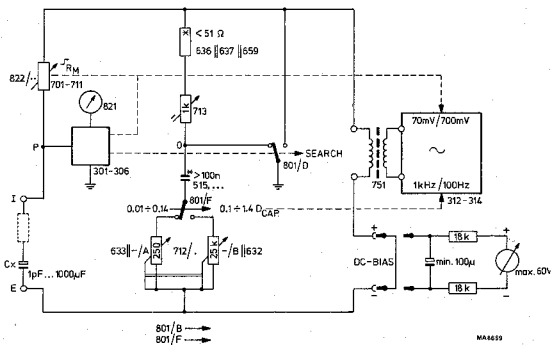
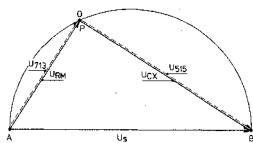
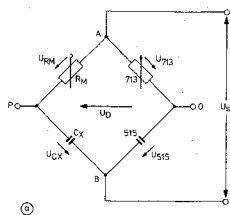
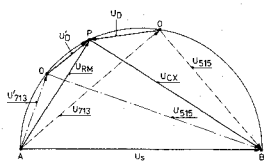


Fig. 9. Measuring circuit C, capacitive resistances



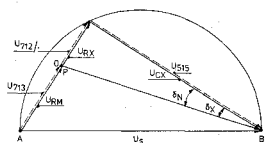
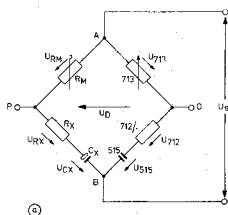


(b) BRIDGE ADJUSTED  
 $\frac{C_X}{C_{S15}} = \frac{R_{713}}{R_M}; U_D = 0$

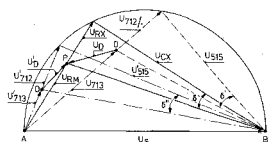


(c) BRIDGE NOT ADJUSTED  
 $\frac{C_X}{C_{S15}} < \frac{R_{713}}{R_M}; U_D \neq 0$   
 $\frac{C_X}{C_{S15}} > \frac{R_{713}}{R_M}; U_D \neq 0$

MAS518



(b) BRIDGE ADJUSTED  
 $\frac{C_X}{C_{S15}} = \frac{R_{713}}{R_M}; U_D = 0$   
 $\delta_N = \delta_X$



(c) BRIDGE NOT ADJUSTED  
 $\frac{C_X}{C_{S15}} < \frac{R_{713}}{R_M}; U_D \neq 0$   
 $\frac{C_X}{C_{S15}} > \frac{R_{713}}{R_M}; U_D \neq 0$   
 $\delta_1 > \delta_2 > \delta_3$  MA8561

Fig. 10. Voltage diagram of a de Sauty-bridge for loss-free samples

Fig. 11. Voltage diagram of a de Sauty-bridge for lossy samples

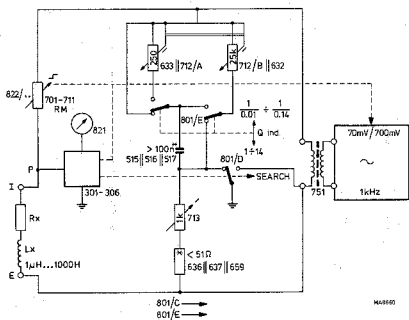


Fig. 12. Measuring circuit  $L$ , inductive resistances

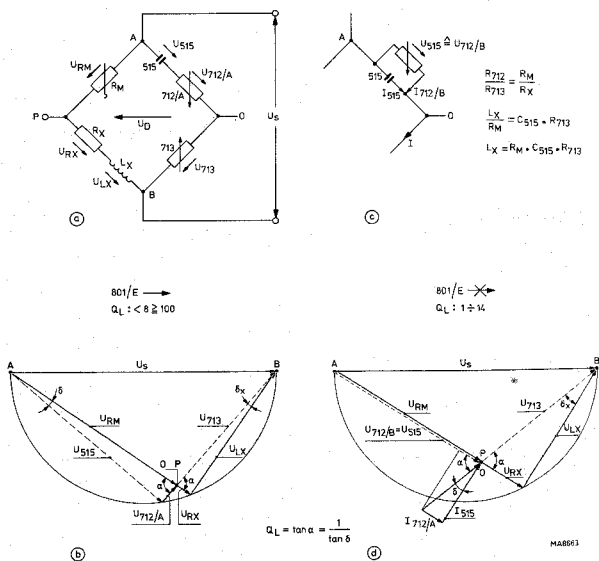


Fig. 13. Voltage diagram of a Maxwell-Wien bridge

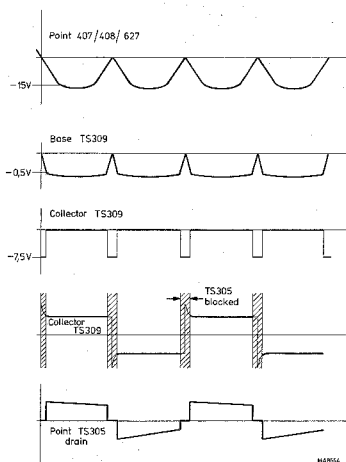


Fig. 14. Blanking signal during changeover time of the a.c.-d.c. converter

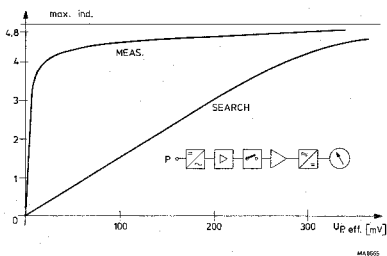


Fig. 15. Response curve of the zero indicator

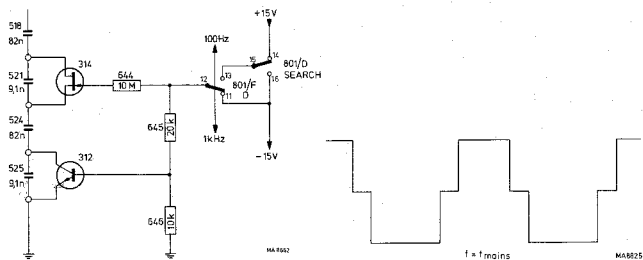


Fig. 16. Electronic switch for the supply-oscillator frequency Fig. 17. Voltage on + side of capacitor 512

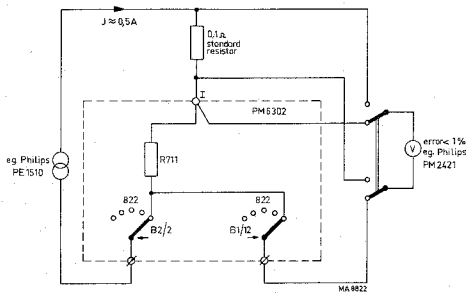


Fig. 18. Measuring set-up with standard resistor of  $100\text{ m}\Omega$

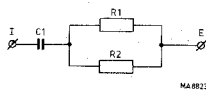


Fig. 19. Adjusting circuit for resistor 712A

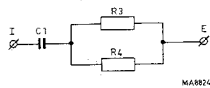


Fig. 20. Adjusting circuit for resistor 712B

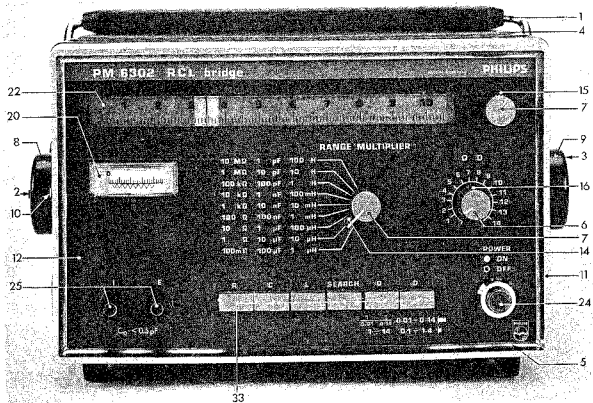


Fig. 21. Front view, mechanical parts

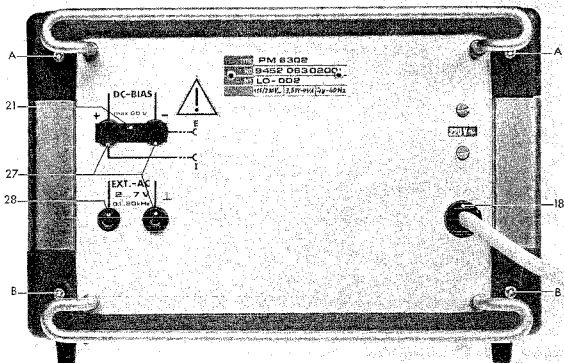


Fig. 22. Rear view, mechanical parts

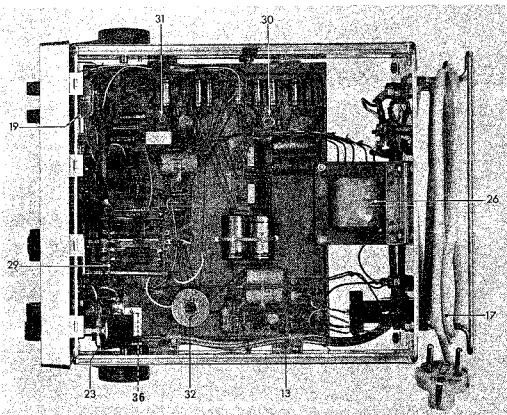


Fig. 23. Top view, mechanical parts

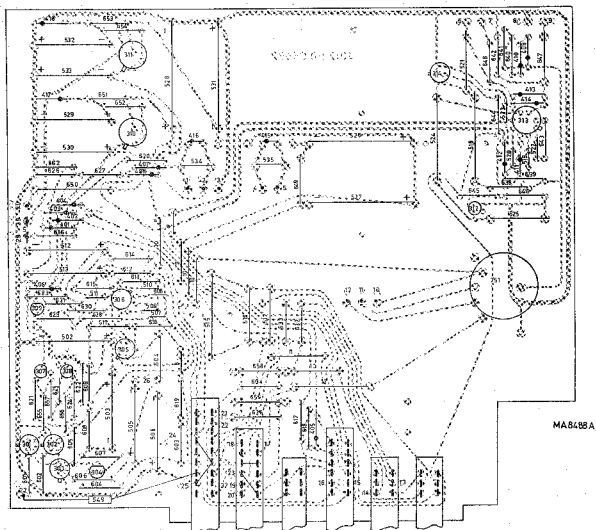
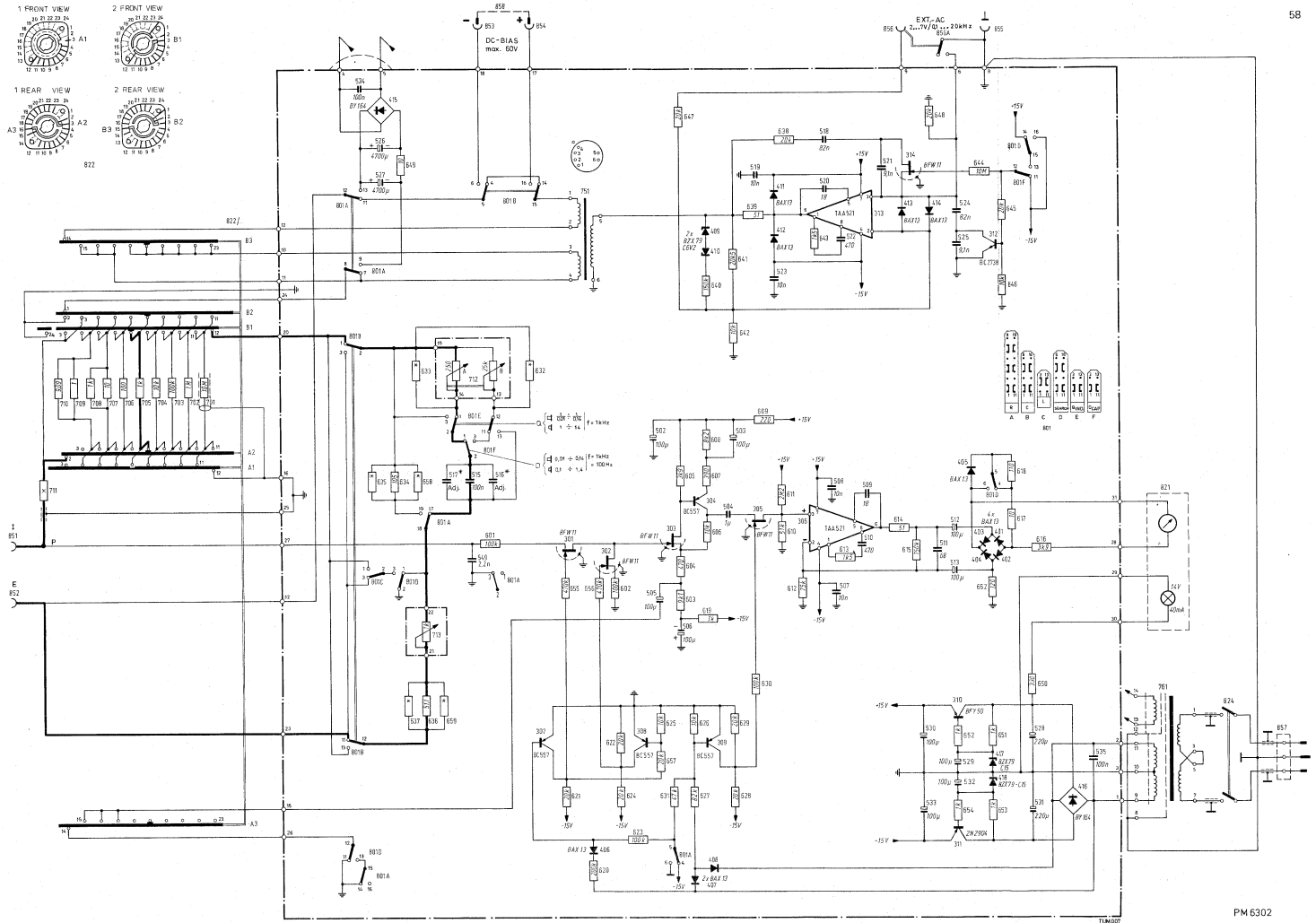


Fig. 24. Printed wiring board



PM 6302

Fig. 25. Overall circuit diagram

**CODING SYSTEM OF FAILURE REPORTING FOR QUALITY  
ASSESSMENT OF T & M INSTRUMENTS**  
(excl. potentiometric recorders)

The information contents of the coded failure description is necessary for our computerized processing of quality data.

Since the reporting of repair and maintenance routines must be complete and exact, we give you an example of a correctly filled-out PHILIPS SERVICE Job sheet.

①	②	③	④
Country	Day Month Year	Typenumber /Version	Factory/Serial no.
3 2	1 5 0 4 7 5	0 P M 3 2 6 0 0 2	D 0 0 0 7 8 3

CODED FAILURE DESCRIPTION

⑤	⑥	⑦	⑧																																													
Nature of call	Location	Component/sequence no.	Category																																													
<input type="checkbox"/> Installation <input type="checkbox"/> Pre sale repair <input type="checkbox"/> Preventive maintenance <input checked="" type="checkbox"/> Corrective maintenance <input type="checkbox"/> Other	<table border="1"> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>					0	0	2	1									<table border="1"> <tr><td>T</td><td>S</td><td>0</td><td>6</td><td>0</td><td>7</td></tr> <tr><td>R</td><td>0</td><td>0</td><td>6</td><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>9</td><td>9</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	T	S	0	6	0	7	R	0	0	6	3	1	9	9	0	0	0	1							<table border="1"> <tr><td>5</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	5	2	4		
0	0	2	1																																													
T	S	0	6	0	7																																											
R	0	0	6	3	1																																											
9	9	0	0	0	1																																											
5																																																
2																																																
4																																																
			Job completed <input checked="" type="checkbox"/> Working time ⑧ <table border="1"> <tr><td> </td><td>1</td><td>2</td></tr> </table> Hrs		1	2																																										
	1	2																																														

Detailed description of the information to be entered in the various boxes:

① Country: 3 2 = Switzerland

② Day Month Year 1 5 0 4 7 5 = 15 April 1975

③ Type number/Version 0 P M 3 2 6 0 0 2 = Oscilloscope PM 3260, version 02 (in later oscilloscopes this number is placed in front of the serial no)

④ Factory/Serial number D 0 0 0 7 8 3 = DO 783 These data are mentioned on the type plate of the instrument

⑤ Nature of call: Enter a cross in the relevant box

⑥ Coded failure description

Location

--	--	--	--

These four boxes are used to isolate the problem area. Write the code of the part in which the fault occurs, e.g. unit no or mechanical item no of this part (refer to 'PARTS LISTS' in the manual).

Example: 0001 for Unit 1  
000A for Unit A  
0075 for item 75

If units are not numbered, do not fill in the four boxes; see Example Job sheet.

Component/sequence no.

--	--	--	--	--	--

These six boxes are intended to pinpoint the faulty component. A. Enter the component designation as used in the circuit diagram. If the designation is alfa-numeric, the letters must be written (starting from the left) in the two left-hand boxes and the figures must be written (in such a way that the last digit occupies the right-most box) in the four right hand boxes.

B. Parts not identified in the circuit diagram:  
990000 Unknown/Not applicable  
990001 Cabinet or rack (text plate, emblem, grip, rail, graticule, etc.)  
990002 Knob (incl. dial knob, cap, etc.)  
990003 Probe (only if attached to instrument)

990004 Leads and associated plugs  
990005 Holder (valve, transistor, fuse, board, etc.)  
990006 Complete unit (p.w. board, h.t. unit, etc.)  
990007 Accessory (only those without type number)  
990008 Documentation (manual, supplement, etc.)  
990009 Foreign object  
990099 Miscellaneous

Category

--

0 Unknown, not applicable (fault not present, intermittent or disappeared)  
1 Software error  
2 Readjustment  
3 Electrical repair (wiring, solder joint, etc.)  
4 Mechanical repair (polishing, filing, remachining, etc.)  
5 Replacement (of transistor, resistor, etc.)  
6 Cleaning and/or lubrication  
7 Operator error  
8 Missing items (on pre-sale test)  
9 Environmental requirements are not met

⑦ Job completed: Enter a cross when the job has been completed.

⑧ Working time: Enter the total number of working hours spent in connection with the job (excluding travelling, waiting time, etc.), using the last box for tenths of hours.

1 1 2 = 1,2 working hours (1 h 12 min.)





# PHILIPS

# SERVICE

Cryogenic Equipment / Electro Chemistry /  
Electron Optics / Electronic Weighing /  
Industrial Data Systems / Numerical Control /  
Philips Pollution Measuring / Radiation Measuring Equipment /  
Test and Measuring Equipment / Welding Equipment /  
X-Ray Analytical Equipment

equipment  
for science  
and industry

761025

TEST AND MEASURING EQUIPMENT

Cd 916

## PM 6302

Already published: Cd 828, Cd 858, Cd 897.

Re: A. Manual 9499 529 05902

B. Version -/07

A. The ordering number for push-button switch "POWER" (pos 21 of chapter 361, Mechanical parts) is wrong. Correct ordering number 5322 276 14128.

B. Version -/07.

This version is identical to version -/06 except for the following:

For security reasons the POWER-switch is provided with an insulating cover which can also be used for versions -/01 till -/06 but in these cases the cover must be shortened from 41 mm to 38 mm.

The insulating cover can be ordered under number: 5322 447 94363.