



**TEWA**

RLC MOST  
MOCT RLC  
RLC BRIDGE

**BM 498**

**OBSAH**

1. Rozsah použití přístroje . . . . .	2
2. Sestava úplné dodávky . . . . .	2
3. Technické údaje . . . . .	3
4. Princip činnosti přístroje . . . . .	4
5. Pokyny pro přípravu přístroje k provozu	5
6. Návod k obsluze a používání přístroje .	5
7. Podrobný popis zapojení . . . . .	13
8. Pokyny pro údržbu přístroje . . . . .	17
9. Pokyny pro opravy . . . . .	19
10. Pokyny pro dopravu a skladování . .	20
11. Údaje o záruce . . . . .	20
12. Rozpis elektrických součástí . . . . .	21
13. Přílohy	24

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Область применения прибора . . . . .	2
2. Комплектность поставки . . . . .	2
3. Технические данные . . . . .	3
4. Принцип действия прибора . . . . .	4
5. Подготовка прибора к эксплуатации .	5
6. Инструкция по эксплуатации и использованию прибора . . . . .	5
7. Подробное описание схемы . . . . .	13
8. Указания по уходу за прибором . . .	17
9. Указания по ремонту . . . . .	19
10. Указания по транспортировке и хранению . . . . .	20
11. Условия гарантии . . . . .	20
12. Спецификация электрических деталей	21
13. Приложения	24

**CONTENTS**

1. Scope of instrument application . . . . .	2
2. Contents of complete consignment . . .	2
3. Technical data . . . . .	3
4. Principle of instrument operation . . . .	4
5. Instructions for preparation of the instrument for operation . . . . .	5
6. Instructions for attendance and use . . .	5
7. Detailed description of circuitry . . . .	13
8. Instructions for maintenance of the instrument . . . . .	17
9. Instructions for repairs . . . . .	19
10. Instructions for transport and storage .	20
11. Guarantee . . . . .	20
12. List of electrical components . . . . .	21
13. Enclosures . . . . .	24

Vzhledem k rychlému vývoji světové elektroniky mění se obvody a přistupují a zlepšují se součásti našich přístrojů.

Někdy vinou tisku a požadavků expedice se nám nepodaří zanést tyto změny do tištěných příruček. Změny se proto v případě potřeby uvádějí na zvláštním listě.

Ввиду быстрого темпа развития мировой электроники изменяются схемы, появляются новые и совершенствуются детали наших приборов.

Иногда по вине печати или требований экспедиции не удастся внести эти изменения в напечатанные пособия.

В таких случаях они приводятся на отдельном листе.

Owing to the rapid development of electronics in the world, the circuits of our instruments are altered and components of new types or improved design are employed.

Sometimes, due to printing terms or the requirement of speedy shipping, it is impossible to include a description of such alterations in the appropriate printed manual.

Therefore, if necessary, such alterations are given in a loose leaf.

# BM 498

# 223

Výrobní číslo:

Заводской номер:

Production No.:

419 584

## RLC MOST

Přístroj měří odpory, indukčnosti a kapacity na kmitočtu 1 000 Hz. V rozsahu nejčastěji užívaných hodnot umožňuje též stejnosměrné měření odporů.

## МОСТ RLC

Прибор измеряет сопротивления, индуктивности и емкости на частоте 1 000 Гц. В пределах наиболее часто используемых значений прибор дает возможность также измерений сопротивлений на постоянном токе.

## RLC BRIDGE

The bridge measures resistances, inductances and capacitances at a frequency of 1000 Hz. Within the range of the values employed most often, it enables also the measurement of resistances with DC.

Výrobce:

Завод-изготовитель: TESLA BRNO, n. p., 612 45 Brno, Purkyňova 99, ČSSR

Makers:



## 1. ROZSAH POUŽITÍ PŘÍSTROJE

BM 498 je jednoduchý můstek pro měření základních obvodových parametrů R, L, C, třídy přesnosti 1 %. Přístroj má zabudovaný zdroj a indikátor, je osazen tranzistory a napájen z vestavěné baterie. Umožňuje v širokém rozmezí hodnot měření odporů střídavým i stejnosměrným proudem, měření indukčností a kapacit v paralelní i sériové kombinaci a orientační měření činitele jakosti Q nebo činitele ztrát D. Nezávislost na síti, snadná obsluha, velmi široký měřicí rozsah, malé rozměry a váha dává přístroji široké pole použití ve výrobním procesu, v laboratoři i servisní službě.

## 2. SESTAVA ÚPLNÉ DODÁVKY

S přístrojem BM 498 se dodává:

instrukční knížka  
balicí list  
záruční list

Náhradní díly (nutno objednat zvlášť):

Přepínač funkce	1AK 536 01
Potenciometr R25, R26	1AN 692 71
Potenciometr R3	P1A 7002 TP 280b 20/A 50k/G
Přepínač ztrát	1AK 536 02
Přepínač dekadový	1AK 536 03
Potenciometr R2	1AN 690 54
Měřidlo	1AP 771 14
Transformátor oscilátoru	1AN 673 59
Transformátor zesilovače	1AN 673 58

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИБОРА

BM 498 — это простой мост, предназначенный для измерения основных схемных параметров R, L, C класса точности 1 %. В приборе установлен источник и индикатор, он собран на транзисторах и питается от встроенной батареи. Прибор дает возможность измерения сопротивлений в широком диапазоне значений на переменном и постоянном токе, измерения индуктивностей и емкостей в параллельной и последовательной схеме и ориентировочное измерение коэффициента добротности Q или коэффициента потерь D. Независимость от наличия напряжения сети, простота обслуживания, очень широкие пределы измерения, малые размеры и вес способствуют широкому использованию прибора в производственном процессе, лабораториях и в службе технического обслуживания.

## 2. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

Вместе с прибором BM 498 поставляются:

инструкция  
упаковочный лист  
гарантийное свидетельство

Запасные части (необходимо заказать):

переключатель рода работ	1AK 536 01
потенциометр R25, R26	1AN 692 71
потенциометр R3	P1A 7002 TP 280b 20/A 50k/G
переключатель коэффициента потерь	1AK 536 02
переключатель декадный	1AK 536 03
потенциометр R2	1AN 690 54
измерительный прибор	1AP 771 14
трансформатор автогенератора	1AN 673 59
трансформатор усилителя	1AN 673 58

## 1. SCOPE OF INSTRUMENT APPLICATION

The BM 498 instrument is a simple bridge for the measurement of the basic circuit parameters R, L, C with an accuracy of 1 %. The bridge has a built-in measuring current supply and indicator, is fitted with transistors and is powered by a built-in battery. It enables measurements within wide ranges of resistance values with AC or DC measuring current, and of inductances and capacitances in parallel and series combinations. Further, the instrument serves for informative measurements of quality factors Q or dissipation factors D. Independence of the mains, simple manipulation, very wide measuring range, small dimensions and low weight make this bridge suitable for use in production, in laboratories and also in servicing.

## 2. CONTENTS OF COMPLETE CONSIGNMENT

The following are supplied together with the bridge:

a) Instructions Manual  
b) Packing Note  
c) Guarantee Certificate

Spare parts (available on special order):

Performance selector	1AK 536 01
Potentiometer R25, R26	1AN 692 71
Potentiometer R3	P1A 7002 TP 280b 20/A 50k/G
Dissipation switch	1AK 536 02
Decadic switch	1AK 536 03
Potentiometer R2	1AN 690 54
Meter	1AP 771 14
Transformer of oscillator	1AN 673 59
Transformer of amplifier	1AN 673 58

### 3. TECHNICKÉ ÚDAJE

Celkový rozsah:

R:	2 mΩ + 11 MΩ 8 rozsahů stejnoseměrné měření v roz- mezí 1 Ω + 50 kΩ
L:	0,2 μH + 1,1 kH 8 rozsahů paralelní a sériová kombi- nace ve dvou rozsazích Q a D
C:	0,2 pF + 1 100 μF 8 rozsahů sériová a paralelní kombi- nace ve dvou rozsazích D a Q

Dovolená chyba na jednotlivých rozsazích:

1 %:	R 1 Ω — 1 MΩ L 100 μH — 100 H C 100 pF — 100 μF
2 %:	R ±2 mΩ pro R < 1 Ω a > 1 MΩ L ±0,2 μH pro L < 100 μH a > 100 H C ±0,2 pF pro C < 100 pF a > 100 μF

Měrný kmitočet: 1 000 Hz ±2 %

Stejnoseměrná polarizace: max. 42 V při měření C<sub>s</sub> a L<sub>p</sub> z vnějšího zdroje

Osazení polovodiči: 4× KC507, 1× KC509,  
2× OA5

Napájení: 6 monočlánků 1,5 V (9 V)

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Общий диапазон:

R:	2 МОм — 11 МОм 8 поддиапазонов измерение на постоянном токе в диа- пазоне 1 Ом — 50 кОм
L:	0,2 мкГн — 1,1 кГн 8 поддиапазонов паралель- ная или последовательная комбинация на двух преде- лах Q и D
C:	0,2 пФ — 1 100 мкФ 8 поддиапазонов последова- тельная и паралельная комбинация на двух под- диапазонах D и Q

Допустимая погрешность на отдельных диапазонах:

1 %:	R 1 Ом — 1 МОм L 100 мкГн — 100 Гн C 100 пФ — 100 мкФ
2 %:	R ±2 МОм для R < 1 Ом и > 1 МОм L ±0,2 мкГн для L < < 100 мкГн и > 100 Гн C ±0,2 пФ для C < 100 пФ и > 100 мкФ

Частота измерения: 1 000 Гц ±2 %

Поляризация постоянным напряжением: не более 42 В при измере-  
нии C<sub>s</sub> и L<sub>p</sub> от внешнего  
источника

Рабочий комплект полупроводниковых приборов: 4× KC507, 1× KC509,  
2× OA5

Питание: 6 элементов 1,5 В (9 В)

### 3. TECHNICAL DATA

Overall ranges:

R:	2 mΩ to 11 MΩ (8 partial ranges) DC measurements within the range 1 Ω to 50 kΩ
L:	0.2 μH to 1.1 kH (8 partial ranges) Parallel and series combinations in two ranges Q and D
C:	0.2 pF to 1 100 μF (8 partial ranges) Series and parallel combinations in two ranges D and Q

Permissible error in the individual ranges:

R 1 Ω to 1 MΩ L 100 μH to 100 H C 100 pF to 100 μF	} : 1 %
R ±2 mΩ at R < 1 Ω and > 1 MΩ L ±0.2 μH at L < 100 μH and > 100 H C ±0.2 pF at C < 100 pF and > 100 μF	

Measuring frequency: 1 000 Hz ±2 %

DC polarization: In the measurement of C<sub>s</sub>  
and L<sub>p</sub>, approx. 42 V from  
an external source

Semiconductor devices: 4× KC507, 1× KC509,  
2× OA5

Powering: By 6 battery cells of 1.5 V  
each (9 V)

Příkon:	< 20 mA při měření C, L, R~ < 200 mA při měření R=	Потребляемая мощность:	< 20 mA при измерении C, L, R ~ < 200 mA при измерении R =	Power consumption:	< 20 mA in the measurement of C, L, R (AC) < 200 mA in the measurement of R (DC)
Rozsah provozních teplot:	0 — +45 °C	Диапазон рабочей температуры:	0 — +45 °C	Operational temperature range:	0 to +45 °C
Provedení:	v bezpečnostní třídě III podle ČSN 35 6501	Исполнение:	по классу безопасности III в соответствии предписаниями МЭК	Design:	The instrument is intrinsically safe in conformity with class III of the IEC recommendations
Rozměry:	230×220×150 mm	Размеры:	230×220×150 мм	Dimensions:	230×220×150 mm
Váha:	asi 3,5 kg	Вес:	прибл. 3,5 кг	Weight:	Approx. 3.5 kg

#### 4. PRINCIP ČINNOSTI PŘÍSTROJE

Princip činnosti přístroje je zřejmý z blokového schématu na obr. 1.

#### 4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПРИБОРА

Принцип действия прибора виден на блок-схеме на рис. 1.

#### 4. PRINCIPLE OF INSTRUMENT OPERATION

The principle of operation of the BM 498 bridge is evident from the block schematic diagram in Fig 1.

Obr. 1

Рис. 1

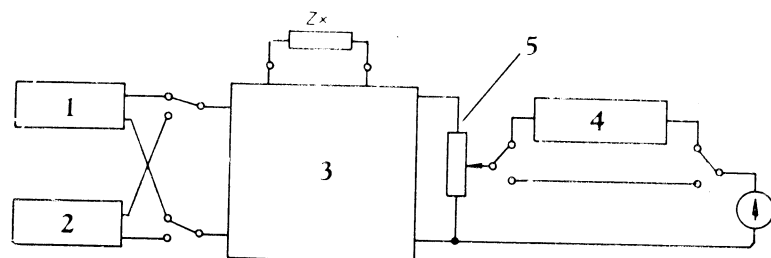


Fig. 1

- 1 — generátor 1 kHz  
2 — baterie 9 V  
3 — most  
4 — zesilovač + detektor  
5 — řízení citlivosti

- 1 — генератор 1 кГц  
2 — батарея 9 В  
3 — мост  
4 — усилитель + детектор  
5 — регулировка чувствительности

- 1 — Generator of 1 kHz  
2 — 9 V Battery  
3 — Bridge  
4 — Amplifier + detector  
5 — Sensitivity control

Mostový obvod je napájen buď střídavým proudem o kmitočtu 1 kHz z oscilátoru (při měření C, L, R), nebo přímo stejnosměrným proudem z baterie (při měření R=).

Neznámý měřený objekt  $Z_x$  připojíme na svorky a pomocí ovládacích prvků mostu vyrovnáme měřicí obvod na nulovou výchylku měřidla.

Схема моста питается переменным током частотой 1 кГц от автогенератора (при измерении C, L, R) или непосредственно постоянным током от батарей (при измерении R=). Неизвестное измеряемое сопротивление  $Z_x$  подключается к зажимам и с помощью элементов управления моста уравнивается измерительная схема по нулевому отклонению измерительного прибора.

The bridge circuit is powered either by AC of 1 kHz frequency produced by the oscillator (for C, L, R measurements), or directly by DC from the battery [for R (DC) measurement].

The unknown measured object  $Z_x$  is connected to the terminals and the measuring circuit is balanced to zero deflection of the meter with the appropriate controls.

Při střídavém měření je výstupní napětí z mostu vedeno na zesilovač a detektor a odtud na měřidlo. Při stejnosměrném měření je měřidlo připojeno přímo na regulátor citlivosti na výstupu mostu.

## 5. POKYNY PRO PŘÍPRAVU PŘÍSTROJE K PROVOZU

Přístroj je napájen z vestavěné baterie 9 V (6 monočlánků po 1,5 V). Při vkládání článků do prostoru pro baterii je třeba dbát na jejich správnou polaritu.

Je-li baterie správně připojena, uvedeme přístroj do chodu otočením přepínače funkce (2) doleva. V první poloze (označené „BAT.“) zkontrolujeme napětí baterie. Baterie je použitelná, je-li výchylka ručky měřidla v červeném políčku. Otočením přepínače funkce do některé z dalších poloh je přístroj připraven pro měření příslušné veličiny.

## 6. NÁVOD K OBSLUZE A POUŽÍVÁNÍ PŘÍSTROJE

### 6.1. USPOŘÁDÁNÍ OVLÁDACÍCH PRVKŮ

### 6.2. NÁVOD K MĚŘENÍ

1. Neznámou impedanci připojíme na svorky (4).
2. Otočením přepínače (2) do polohy „BAT.“ se přesvědčíme o stavu napájecí baterie a zvolíme měřicí funkci:  
C, L, R nebo R=.

При измерении на переменном токе выходное напряжение моста подается на усилитель и детектор и далее на измерительный прибор. При измерении на постоянном токе измерительный прибор подключен непосредственно к регулятору чувствительности на выходе моста.

## 5. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К ЭКСПЛУАТАЦИИ

Прибор питается от встроенной батареи 9 В (6 элементов напряжением 1,5 В каждый). При установке элементов в пространство батарей необходимо соблюдать их правильную полярность.

Если батарея включена правильно, то прибор можно включить путем переключения переключателя рода работ (2) налево. В первом положении (обозначение »BAT.«) проконтролировать напряжение батареи. Батарея является пригодной, если отклонение стрелки прибора находится в пределах красного поля. При переключении переключателя рода работ в одно из последующих положений прибор готов для измерения соответствующего значения.

## 6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИБОРА

### 6.1. РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ

### 6.2. ИНСТРУКЦИЯ ПО ИЗМЕРЕНИЮ

1. Измеряемое сопротивление подключить к зажимам (4).
2. Путем переключения переключателя (2) в положение »BAT.« убедиться в правильном состоянии питающей батареи и выбрать режим измерения: C, L, R или R=.

During AC measurements, the output voltage of the bridge is applied to the amplifier and detector from where it passes to the meter. During DC measurements, the meter is connected directly to the sensitivity control at the bridge output.

## 5. INSTRUCTIONS FOR PREPARATION OF THE INSTRUMENT FOR OPERATION

The bridge is powered by the built-in 9 V battery (6 cells of 1.5 V each). When inserting the cells into the space for the battery, care must be taken to ensure correct polarity.

After the battery has been inserted correctly, the bridge is set in operation by turning the performance selector (2) counterclockwise. With this selector in the first position (marked "BAT."), the voltage of the battery can be checked. The battery is applicable if the pointer of the meter swings into the red field. By turning the performance selector to any of its other positions, the instrument is set for the measurement of the respective required value.

## 6. INSTRUCTIONS FOR ATTENDANCE AND USE

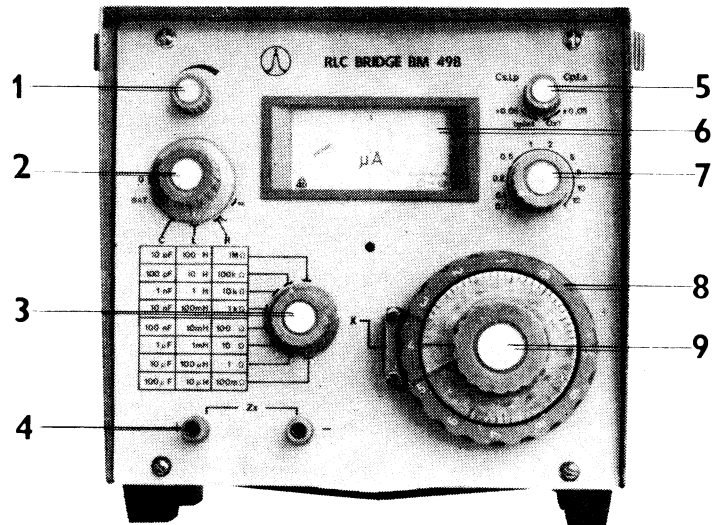
### 6.1. LAYOUT OF THE CONTROLS

### 6.2. INSTRUCTIONS FOR MEASUREMENT

1. The unknown impedance is connected to the terminals (4).
2. By turning the selector (2) to the position "BAT", the state of the battery is ascertained and then the bridge is adapted for the required measurement of C, L, R or R (DC).

Pohled na přední panel

Вид передней панели



Front panel

Obr. 2

Fig. 2

Рис. 2

Pohled na zadní panel

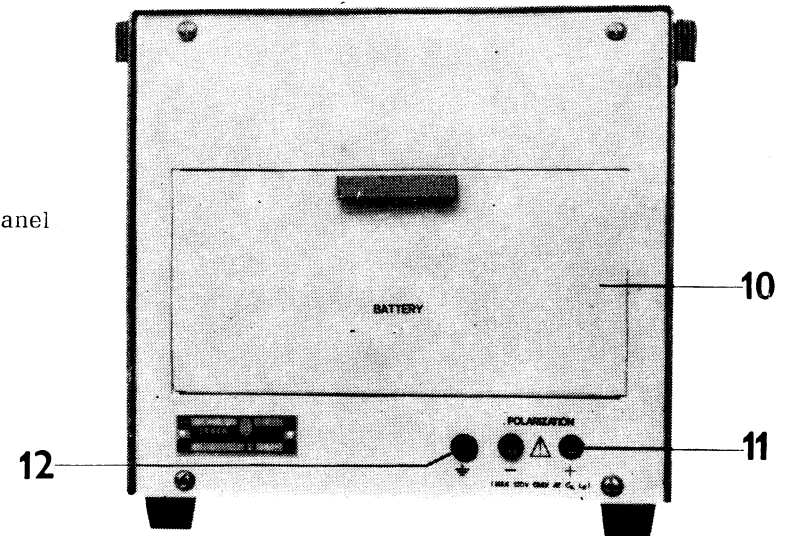
Вид задней панели

Back panel

Obr. 3

Рис. 3

Fig. 3



Popis ovládacích prvků:

- 1 — Citlivost indikátoru (R3)
- 2 — Přepínač funkce. (Nenechávat trvale v poloze R=.)
- 3 — Přepínač rozsahů
- 4 — Svorky pro připojení měřeného objektu
- 5 — Přepínač pro volbu paralelní nebo sériové kombinace při měření indukčnosti nebo kapacity. Nastavení rozsahu Q nebo D
- 6 — Měřidlo indikátoru. Při kontrole stavu baterie (přepínač 2 v poloze „BAT.“) nemá být výchylka měřidla menší než udává označené políčko
- 7 — Vyrovnání Q nebo D při měření indukčnosti nebo kapacity
- 8 — Hrubé vyrovnání R, L, C
- 9 — Jemné vyrovnání R, L, C
- 10 — Otvor pro výměnu baterie
- 11 — Svorky pro stejnosměrnou polarizaci. Možné provádět jen v poloze  $C_s, L_p$
- 12 — Zemnicí svorka (připojená na kryt přístroje).

Описание элементов управления:

- 1 — чувствительность индикатора (R3)
- 2 — переключатель рода работ (не следует его оставлять непрерывно в положении R=)
- 3 — переключатель пределов
- 4 — зажимы для подключения измеряемого элемента
- 5 — переключатель выбора параллельной или последовательной комбинации при измерении индуктивности или емкости. Установка предела Q или D.
- 6 — измеритель индикатора. При контроле состояния батареи (переключатель 2 в положении »BAT.«) отклонение стрелки прибора должно быть не менее указанного поля.
- 7 — уравнивание Q или D при измерении индуктивности или емкости
- 8 — грубое уравнивание R, L, C
- 9 — точное уравнивание R, L, C
- 10 — отверстие для замены батареи
- 11 — зажимы для подачи напряжения поляризации постоянного тока. Можно осуществлять только в положении  $C_s, L_p$
- 12 — заземляющий зажим (подключен к крышке прибора)

Description of the controls:

- 1 — Sensitivity of the indicator (R3)
- 2 — Performance selector. (Must not be left permanently in the position R [DC].)
- 3 — Range selector
- 4 — Terminals for connection of the measured object
- 5 — Switch for selection of parallel or series combination in inductance or capacitance measurements. Q or D range selection.
- 6 — Meter of indicator. When checking the state of the battery (with switch [2] in position "BAT"), the meter deflection should not be lower than as indicated by the red field on the scale
- 7 — Q or D balancing in inductance or capacitance measurements
- 8 — Coarse balancing of R, L, C
- 9 — Fine balancing of R, L, C
- 10 — Opening for battery exchange
- 11 — Terminals for DC polarization. Applicable only in positions  $C_s, L_p$
- 12 — Earth terminal (connected to the framework of the instrument)



3. Měříme-li C nebo L, nastavíme žádanou kombinaci (sériovou nebo paralelní) a rozsah Q pomocí přepínače (5). Při měření odporů jsou ovládací prvky (5) a (7) mimo činnost a na jejich poloze nezáleží.
  4. Nastavíme přepínač rozsahů (3) na řád odpovídající měřené impedanci.
  5. Nastavíme citlivost knoflíkem (1) tak, aby výchylka na měřidle byla asi uprostřed mezi středem a okrajem stupnice. Otáčíme dekadovým přepínačem (8) a knoflíkem pro vyrovnání ztrát (7) tak, aby měřidlo ukazovalo minimální výchylku. Bylo-li nalezeno minimum v rozmezí 1 až 10 dekadového přepínače, byl zvolen správný rozsah. Zvýšíme citlivost a knoflíkem (9) a (7) postupně vyrovnáme můstek.
  6. Není-li znám řád měřené impedance (odporu, indukčnosti, kapacity), postupujeme při jeho hledání od nejvyššího rozsahu (u R, L, od horního konce, u C od dolního konce rozsahové stupnice). Dekadový přepínač (8) je přitom nastaven na 0. Pak potenciometrem (9) obsáhne všechny zbývající rozsahy (nejedná-li se právě o nejvyšší rozsah). Má-li vyrovnaný můstek minimum na začátku stupnice, otáčíme přepínač (3) postupně k nižším rozsahům. Minimum se přitom postupně vzdaluje od nuly stupnice (9). Když již k vyrovnání nestačí potenciometr (9) a je třeba zařadit dekadový přepínač (8), byl nalezen správný rozsah.
  7. Měření provádíme zásadně na takovém rozsahu (s výjimkou nejnižších hodnot), aby při odečítání
3. При измерении C или L следует установить требуемую комбинацию (последовательную или параллельную) и предел Q с помощью переключателя (5). При измерении сопротивлений элементы управления (5) и (7) не работают и их положение не оказывает влияния.
  4. Установить переключатель пределов (3) в положение, соответствующее измеряемому сопротивлению.
  5. Установить чувствительность ручкой (1) так, чтобы отклонение стрелки прибора было приблизительно в центре между серединой и краем шкалы. Вращать декадный переключатель (8) и ручку компенсации потерь (7) так, чтобы измерительный прибор давал минимальное отклонение. Если найден минимум в пределах 1 — 10 декадного переключателя, то выбран правильный диапазон. Увеличить чувствительность ручкой (9) и (7) и постепенно уравновесить мост.
  6. Если неизвестен порядок измеряемого импеданса (сопротивления, индуктивности, емкости), то при ее определении поступают, начиная с ее наиболее высокого предела (в случае R, L начиная с верхнего конца и в случае C начиная с нижнего конца шкалы пределов). Декадный переключатель (8) при этом установлен в положение 0. Затем потенциометром (9) покрываются все оставшиеся поддиапазоны (если речь идет не о самом высоком поддиапазоне). Если установлен минимум моста по началу шкалы, то следует переключатель (3) постепенно переводить в положения низких пределов. При этом минимум постепенно удаляется от нуля шкалы (9). Если для уравнивания потенциометр (9) уже является недостаточным и необходимо включить декадный переключатель (8), то найден правильный предел измерения.
  7. Измерение осуществляется на таком диапазоне (за исключением наиболее низких значе-
3. When C or L is measured, the required combination (series or parallel) and the Q range are adjusted with the switch (5). When resistances are measured, the controls (5) and (7) are out of operation and their position is irrelevant.
  4. The range selector (3) is set to the appropriate order of the measured impedance.
  5. The sensitivity is set with the control (1) so that the pointer of the meter swings approximately between the centre and end of the scale. The decadic switch (8) and the control for dissipation balancing (7) are set so that the meter indicates minimum deflection. If the minimum has been found to be within the range 1 to 10 of the decadic switch, then the correct range has been selected. The sensitivity is increased and the bridge is balanced gradually with the controls (9) and (7).
  6. If the order of the measured impedance (resistance, inductance, capacitance) is unknown, then it has to be found by proceeding from the highest range to the lower ones. (R and L from the upper end of the range scale, and C from the lower end.) With the decadic switch (8) set to 0, the potentiometer (9) covers all the remaining ranges (if the highest range is not the appropriate one.) If the bridge can be balanced only at the beginning of the scale (9), then the switch (3) has to be turned to a lower range. The minimum moves gradually away from the zero on the scale (9). When balancing can no longer be achieved with the potentiometer (9) and the decadic switch (8) has to be used, then the correct range has been found.
  7. Measurement must be carried out always by using such a range (except for the lowest va-

tání hodnoty R, L, C, byla na dekádovém přepínači (8) zařazena poloha 1 až 10.

### Měření L

Elektrické vlastnosti cívky je možno vyjádřit buď jako sériovou nebo jako paralelní kombinaci její indukčnosti a ztrátového odporu (obr. 4).

ний), чтобы при отсчете значений R, L, C на переключателе декад (8) всегда было установлено положение 1 - 10.

### Измерение L

Электрические параметры катушки можно охарактеризовать последовательной или параллельной комбинацией ее индуктивности и коэффициента потерь (рис. 4).

lues) that, when the resulting R, L or C is read, the decadic switch (8) is set to one of the positions 1 to 10.

### Inductance (L) measurement

The electrical properties of coils can be expressed either as a series or parallel combination of their inductance and resistive (loss) component (Fig. 4).



Obr. 4

$L_s$  — Sériová kombinace  
 $L_p$  — Paralelní kombinace

Jedná se o komplexní prvek, je tedy třeba vyrovnávat nejen indukčnost, nýbrž i ztrátovou složku.

Vyrovnaní se stává obtížným, klíčové-li činitele jakosti  $Q$  ( $\omega L/R_s$ ,  $R_p/\omega L$ ) měřeného objektu  $k$  1. V tomto případě je vyrovnání měřeného objektu rychlejší při paralelním řazení vnitřních normálních můstku  $C_n$  a  $R_n$ , to je při měření  $L_s$  (viz obr. 8). Se zmenšujícím se činitelem jakosti  $Q$  se stále více rozcházejí hodnoty sériové a paralelní kombinace. Je proto vhodné při měření volit takovou kombinaci (takové náhradní zapojení), které se více blíží skutečnému zapojení.

Při měření cívek volíme následující kombinaci:

$L_s$  — cívky bez jádra, malé indukčnosti

$L_p$  — cívky s jádrem z ferromagnetických materiálů, větší indukčnosti s vyšším činitelem  $Q$  ( $> 10$ )

Рис. 4

$L_s$  — последовательная комбинация  
 $L_p$  — параллельная комбинация

Если речь идет о комплексном элементе, то необходимо компенсировать не только индуктивность, но и составляющую потерь.

Компенсация становится затруднительной, если коэффициент добротности  $Q$  ( $\omega L/R_s$ ,  $R_p/\omega L$ ) измерительного объекта  $< 1$ . В этом случае уравновешивание измеряемого объекта осуществляется более быстро при параллельной схеме внутренних эталонов моста  $C_n$  и  $R_n$ , т. е. при измерении  $L_s$  (см. рис. 8). С уменьшающимся коэффициентом добротности  $Q$  постоянно больше и больше отличаются друг от друга значения последовательной и параллельной комбинации. Поэтому целесообразно при измерении выбрать такую комбинацию (такую эквивалентную схему), которая как можно больше приближается к действительной схеме.

При измерении катушек индуктивности выбирают следующие комбинации:

$L_s$  — катушки без сердечников, малая индуктивность

$L_p$  — катушки с ферромагнитным сердечником, повышенной индуктивностью и большим коэффициентом добротности  $Q$  ( $> 10$ ).

Fig. 4

$L_s$  — Series combination  
 $L_p$  — Parallel combination

If such a complex element is being measured, it is necessary to balance not only the inductance but also the loss component.

Balancing becomes difficult if the quality factor  $Q$  ( $\omega L/R_s$ ,  $R_p/\omega L$ ) of the measured object drops to 1. In this case, the balancing of the measured object is speedier with the built-in standards  $C_n$  and  $R_n$  of the bridge in parallel connection, i. e. in an  $L_s$  measurement (see Fig. 8). With decreasing quality factor  $Q$ , the values in series and parallel combinations differ more and more. For this reason, during a measurement it is suitable to select such a combination (such an equivalent circuit) which resembles the actual connection more closely.

For the measurement of coils, the following combinations are applicable:

$L_s$  — Coils without core; low inductances.

$L_p$  — Coils with core of ferromagnetic material; high inductances with higher quality factors  $Q$  ( $> 10$ ).

Protože nejvyšší  $Q$  při sériové kombinaci indukčnosti ( $L_s$ ) a paralelní kombinaci kapacity ( $C_p$ ) je z konstrukčních důvodů omezeno na 10, měříme objekty s  $Q > 10$  na  $L_p$  a  $C_s$ . (Je-li  $Q$  měřeného objektu  $> 10$  ( $D < 0,1$ ), liší se mezi sebou paralelní a sériová kombinace o méně než 1 % a je prakticky jedno, kterou kombinací při měření zvolíme.)

### Měření C

Podobně jako cívka se chová i kondenzátor při střídavém měření jako komplexní objekt, jehož hodnotu můžeme vyjádřit pomocí sériové nebo paralelní kombinace kapacity a ztrátového odporu (obr. 5).

S výjimkou elektrolytických kondenzátorů mají však kondenzátory vesměs podstatně vyšší činitel jakosti  $Q$  než cívky.

Potenciometr pro vyrovnání ztrát (7) zůstává proto při vyrovnaném můstku na začátku stupnice u nejmenších hodnot ztrátového činitele  $D$ .

Ввиду того, что максимальное значение  $Q$  при последовательной комбинации индуктивности ( $L_s$ ) и параллельной комбинации емкости ( $C_p$ ) по конструктивным причинам ограничено значением 10, то элементы с  $Q > 10$  измеряются по  $L_p$  и  $C_s$ . (Если  $Q$  измеряемого объекта  $> 10$  ( $D < 0,1$ ), то параллельная и последовательная комбинация отличаются друг от друга менее, чем на 1 % и практически неважно, какая комбинация принята для измерений.)

### Измерение C

Конденсатор при измерении на переменном токе является комплектым элементом так же, как и катушка индуктивности. Параметры конденсатора можно выразить с помощью последовательной или параллельной комбинации емкости и сопротивления потерь (рис. 5).

За исключением электролитических конденсаторов у всех конденсаторов, как правило, существенно более высокий коэффициент добротности  $Q$  по сравнению с катушками.

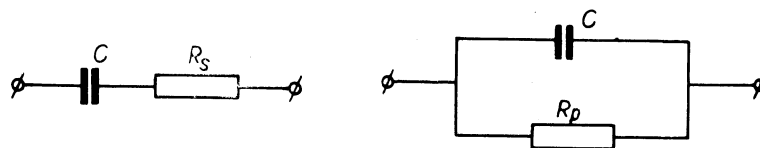
Потенциометр для компенсации потерь (7) поэтому остается при уравновешенном мосте в области начала шкалы, т. е. в области наименьших значений коэффициента потерь  $D$ .

As the higher  $Q$  factor in series combination of the inductance ( $L_s$ ) and parallel combination of the capacitance ( $C_p$ ) is limited to 10 for constructional reasons, objects with  $Q > 10$  are measured as  $L_p$  and  $C_s$ . (If the  $Q$  factor of the measured object  $> 10$  ( $D < 0.1$ ), the parallel and series combinations differ from each other by less than 1 % and it is practically irrelevant which combination is selected for the measurement.)

### Capacitance (C) measurement

Similarly as a coil, also a capacitor acts in AC measurements as a complex object, the value of which can be expressed with the aid of a series or parallel combination of the capacitance and the loss resistance (Fig. 5).

However, with the exception of electrolytic capacitors, capacitors on the whole have a markedly higher quality factor  $Q$  than coils. For this reason, with the bridge balanced, the potentiometer (7) for loss balancing remains at the beginning of its scale, i. e. at the lowest values of the loss factor  $D$ .



Obr. 5

$C_s$  — Sériová kombinace  
 $C_p$  — Paralelní kombinace

Ztrátový činitel  $D$  je vyjádřen vztahem

$$D = \frac{1}{Q} = \omega CR_s = \frac{1}{\omega CR_p}$$

Рис. 5

$C_s$  — последовательная комбинация  
 $C_p$  — параллельная комбинация

Коэффициент потерь  $D$  определяется по формуле:

$$D = 1/Q = \omega CR_s = \frac{1}{\omega CR_p}$$

Fig. 5

$C_s$  — Series combination  
 $C_p$  — Parallel combination

The loss factor  $D$  is expressed by the relation:

$$D = \frac{1}{Q} = \omega CR_s = \frac{1}{\omega CR_p}$$

Při měření kondenzátorů je vhodné zvolit následující kombinaci:

$C_p$  — elektrolytické kondenzátory bez stejnosměrné polarizace

$C_s$  — všechny ostatní kondenzátory elektrolytické s polarizací

### Měření R

Přístroj umožňuje měření odporů buď střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Při střídavém měření se nevyrovnává kapacitní, případně induktivní složka měřeného odporu. Je tedy vhodné měřit v poloze funkčního přepínače R~ jen odpory s malou imaginární složkou (všechny druhy vrstevných odporů, drátové odpory s bezindukčním vinutím).

U malých hodnot odporů (pod 100  $\Omega$ ) ruší induktivní složka, u velkých hodnot odporů (nad 10 k $\Omega$ ) ruší kapacitní složka. Při stejnosměrném měření odporů (R=) můžeme měřit s dostatečnou citlivostí v nejužívanějším rozsahu 1  $\Omega$  — 50 k $\Omega$ . S ohledem na velké zatížení baterie doporučujeme provádět měření malých odporů jen krátce a přístroj nenechávat trvale v poloze R=.

### Stejnosemřná polarizace

Měření napětově závislých prvků vyžaduje možnost přivedení stejnosměrného napětí na měřený prvek. Při měření proudově závislých prvků musí měřeným objektem protékat stejnosměrný proud. Toto je v podstatě možné u takové konfigurace měřícího můstku, při které připojení napájecího zdroje neovlivňuje hodnoty ramen můstku a napájecí zdroj není obvodem můstku zkratován.

Těmto požadavkům vyhovuje zapojení se sériovým řazením kapacitního normálu a potenciometru pro vyrovnání ztrát (viz obr. 1 a 6).

При измерении конденсаторов целесообразно использовать нижеследующие комбинации:

$C_p$  — электролитический конденсатор без поляризации постоянным напряжением

$C_s$  — все остальные электролитические конденсаторы с поляризацией

### Измерение R

Прибор дает возможность измерения сопротивлений на переменном или постоянном токе.

При измерении на переменном токе не уравновешивается емкостная и индуктивная составляющая измеряемого импеданса. Поэтому целесообразно в положении переключателя рода работ R~ измерять только сопротивления с малой мнимой составляющей (все виды непроволочных сопротивлений, проволочные сопротивления с безиндукционной обмоткой.)

В случае малых значений сопротивлений (ниже 100 Ом) мешающей является индуктивная составляющая, в случае больших значений сопротивлений (более 10 кОм) сказывается емкостная составляющая. При измерении на постоянном токе сопротивлений (R=) можно измерять с достаточной чувствительностью в наиболее часто используемом диапазоне 1 Ом - 50 кОм. Ввиду больших нагрузок батареи рекомендуется осуществлять измерение малых сопротивлений только в течение короткого времени и прибор не следует оставлять продолжительно в положении R=.

### Поляризация постоянным напряжением

Измерение элементов, зависящих от напряжения, нуждается в возможности подать постоянное напряжение на измеряемый элемент. При измерении элементов, зависящих от тока, через измеряемую схему должен протекать постоянный ток. Последнее, по существу, возможно при такой конфигурации измерительного моста, при которой подключение источника питания не сказывается на параметрах плеч моста или источник питания не закорачивается схемой моста.

When measuring capacitors, it is advantageous to select the following combinations:

$C_p$  — Electrolytic capacitors without DC polarization.

$C_s$  — All other electrolytic capacitors with polarization.

### Resistance (R) measurement

The bridge enables the measurement of resistances with either AC or DC measuring current.

When AC is used for the measurement, the capacitive or inductive component of the measured resistor is not balanced. Therefore, it is suitable to measure with the performance selector set to the position R (AC) only resistors with small imaginary component (all types of larger resistance, wire-wound resistors with inductionless winding).

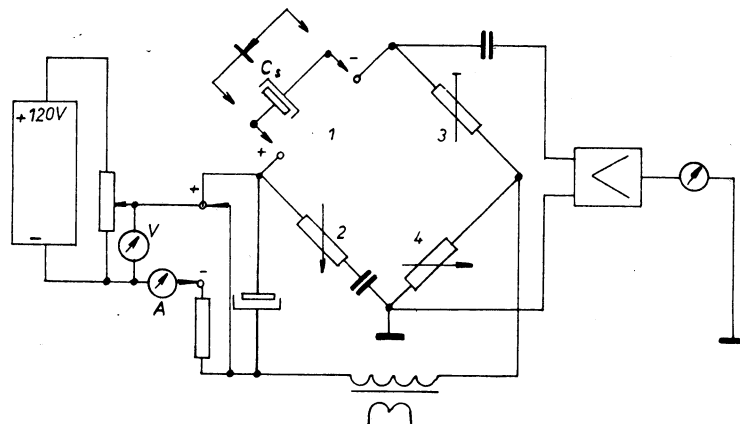
The inductive component has adverse influence with low resistance values (below 100  $\Omega$ ), the capacitive component with high resistance values (above 10 k $\Omega$ ). In DC measurements of resistances — R (DC) — it is possible to measure with sufficient sensitivity within the most used range of values 1  $\Omega$  to 50 k $\Omega$ .

With regard to the high current drain of the battery, it is recommended to carry out only speedy measurements of low resistances and never to leave the instrument permanently set to the position R (DC).

### DC polarization

The measurement of voltage-dependent elements requires DC polarization of the measured object; in current-dependent elements, DC must flow through the measured object.

This is basically possible with such a circuitry of the measuring bridge employed, at which the connection of the power supply does not influence the values of the bridge branches and at which the power supply is not short-circuited by the bridge.



Obr. 6  
Měření napětově závislých kondenzátorů (polovodičů)  
(Měřidlo A — Pouze při měření elektrolytických  
kondenzátorů)

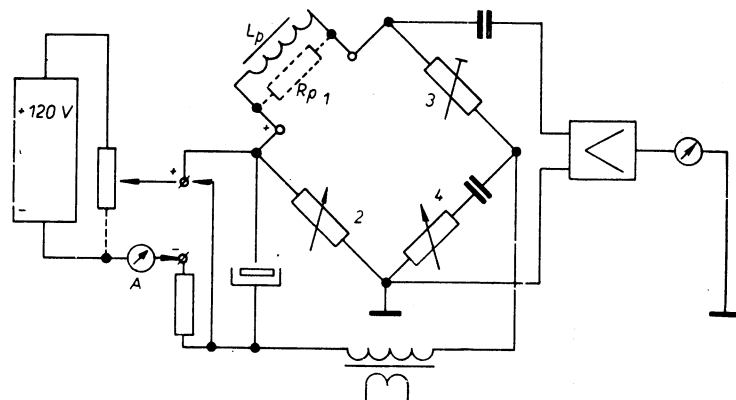
Měření napětově závislých kapacit (kapacitních  
diod) provádíme podle obr. 6. (Funkční přepínač  
2 je v poloze  $C_s$ .)

Рис. 6  
Измерение конденсаторов, зависящих от напряжения  
(полупроводников)  
(Измеритель А — только при измерении электролитических  
конденсаторов.)

Этим требованиям удовлетворяют схемы с послед-  
ствательным включением эталона частоты и потен-  
циометра для установки коэффициента потерь  
(см. рис. 1 и 6).  
Измерение емкостей, зависящих от напряжения  
(варикап) осуществляется по рис. 6. (Переключатель  
рода работ 2 в положении  $C_s$ .)

Fig. 6  
Measurement of voltage-dependent capacitors (varicaps)  
(Meter A — Only when electrolytic capacitors are  
measured)

These requirements are met by the series connec-  
tion of the capacitance standard and of the poten-  
tiometer for loss balancing (see Figs. 1 and 6).  
The measurement of voltage-dependent capacitors  
(capacitive diodes) is carried out according to  
Fig. 6. (The performance selector (2) has to be in  
the position  $C_s$ .)



Obr. 7  
Měření cívek se železným jádrem se stejnosměrným  
sycením

Рис. 7  
Измерение катушек индуктивности с ферритовым сердечни-  
ком при возбуждении постоянным током.

Fig. 7  
Measurement of coils with iron cores with  
DC premagnetization

Při připojení napájecího zdroje je třeba dbát na správnou polaritu. Při používání polarizačního napětí do 42 V<sub>ss</sub> není třeba provádět zvláštní opatření. Lze také používat polarizačního napětí až do 120 V<sub>ss</sub>, žádný pól však nesmí být uzemněn. Z bezpečnostních důvodů má být proud zdroje omezen na max. 2 mA.

Měření proudově závislých indukčností (cívky se železným jádrem se stejnosměrnou předmagnetizací) možno provádět podobně jako v předešlém případě podle obr. 7. (Přepínač funkce je v poloze L<sub>p</sub>.)

Odpor v poměrovém rameni (3) a oddělovací transformátor ležící v obvodu stejnosměrného napájecího zdroje dovolují poměrně malý magnetizační proud (asi 5 mA).

Je-li žádán velký magnetizační proud, užijeme zapojení podle obr. 8.

При подключении источника питания необходимо соблюдать полярность. Воспользование поляризационного напряжения до 42 В пост. тока не нуждается в особых мероприятиях. Можно также воспользоваться поляризационного напряжения до 120 В пост. тока, но ни один из выводов не следует заземлять. По причинам безопасности должен быть ток источника ограничен значением 2 mA.

Измерение индуктивностей, зависящих от тока (катушки с железным сердечником и предварительным намагничиванием постоянным током), можно осуществлять аналогично сказанному в предшествующем случае по рис. 7. (Переключатель рода работ находится в положении L<sub>p</sub>.)

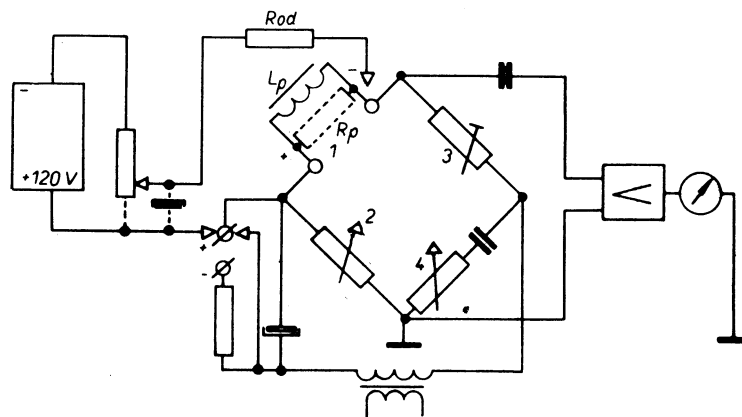
Сопротивление в плече отношения (3) и развязывающий трансформатор, находящийся в цепи источника питания постоянного тока, дает возможность обеспечения относительно малого тока намагничивания (прибл. 5 mA).

Если необходим большой ток намагничивания, то следует использовать схему по рис. 8.

When connecting the power supply, it is essential to ensure correct polarity. When the polarizing voltage up to 42 V DC is employed, no special measure is necessary. It is possible to employ also polarizing voltages up to 120 V DC but neither pole must be earthed. For safety reason the voltage of the source has to be limited to 2 mA. The measurement of frequency-dependent inductances (coils with iron cores with DC premagnetization) can be carried out according to Fig. 7 in a similar manner as in the preceding case. (Performance selector set to the position L<sub>p</sub>.)

The resistor in the ratio branch (3) and the separating transformer in the circuit of the DC power supply ensure only a relatively low magnetizing current (approximately 5 mA).

If a high magnetizing current is required, then a setup according to Fig. 8 has to be employed.



Obr. 8

Měření cívek se železným jádrem s velkým předmagnetizačním proudem

Рис. 8

Измерение катушек индуктивности с ферритовым сердечником и большим током намагничивания.

Fig. 8

Measurement of coils with iron cores with high premagnetizing current

Напáяеий обвод овлйвнуйе чáстечнê hodnotу индукчностй. Oddêlovací odpor  $R_{od}$  má proto býт в помêру alespoñ 1 kΩ na 1 H. (Pro tento pomêr je chyba údaje L asi 3 %.) Zasunutím kolíku do polarizační zdířky (+) je třeba galvanicky rozepnout obvod střídavého napájení můstku, aby jím neprotékal stejnosměrný proud.

### Zbytkové parametry svorek ( $C_o$ , $L_o$ , $R_o$ )

Při měření velmi malých hodnot C, L, R je třeba brát v úvahu zbytkové parametry svorek. Při měření kapacity odečítáme počáteční kapacitu svorek  $C_o = 0,3$  pF od údaje přístroje.

Podobně při měření indukčnosti ( $L_o = 0,3$  μH) a měření odporů ( $R_o = 3$  mΩ).

## 7. PODROBNÝ POPIS ZAPOJENÍ

### Most

Pro mostový obvod je použito běžných klasických zapojení. Funkční přepínač (2) a přepínač pro volbu paralelní nebo sériové kombinace (5) umožňují nastavit ramena mostu celkem do pěti konfigurací, které jsou vhodné pro měření  $L_s$ ,  $L_p$ ,  $C_s$ ,  $C_p$  a R.

### Měření L (Maxwellovo zapojení — sériová kombinace)

Při rovnovážném stavu platí:

$$\begin{aligned} L_s &= R_2 R_3 C_4 \\ R_s &= R_2 R_3 R_4 \\ Q &= \omega C_4 R_4 \end{aligned}$$

Obr. 9

Zapojení při měření  $L_s$

Источник питания частично влияет на значение индуктивности. Развязывающее сопротивление  $R_{od}$  должно поэтому выбираться в отношении хотя бы 1 кОм к 1 Гн. (Для этого отношения погрешность показания L прил. 3 %). Путем задвижения штифта в зажим поляризации (+) необходимо разомкнуть цепь питания моста переменным током для того, чтобы мост не протекал постоянный ток.

### Остаточные параметры зажимов ( $C_o$ , $L_o$ , $R_o$ )

При измерении очень малых значений C, L, R необходимо принимать во внимание остаточные параметры зажимов. При измерении емкости вычитается начальная емкость зажимов  $C_o = 0,3$  пФ из показания прибора.

Аналогично при измерении индуктивности ( $L_o = 0,3$  мкГн) и измерении сопротивлений ( $R_o = 3$  мОм).

## 7. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СХЕМЫ

### Мост

Для моста использована обычная классическая схема. Переключатель рода работ (2) и переключатель выбора параллельной или последовательной комбинации (5) дает возможность установить плечи моста в общей сложности в пять конфигураций, которые являются подходящими для измерения  $L_s$ ,  $L_p$ ,  $C_s$ ,  $C_p$  и R.

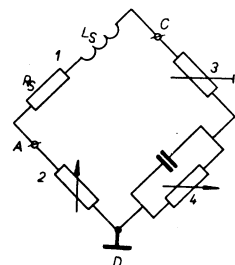
Измерение L (схема Максвелла — последовательная комбинация)

При состоянии равновесия имеет место:

$$\begin{aligned} L_s &= R_2 R_3 C_4 \\ R_s &= R_2 R_3 R_4 \\ Q &= \omega C_4 R_4 \end{aligned}$$

Рис. 9

Схема при измерении  $L_s$



The powering circuit partially influences the inductance value. Therefore, the separating resistor  $R_{od}$  has to have a value of at least 1 kΩ per 1 H. (If this rule is adhered to, the error of the resulting L value is approximately 3 %.) By inserting a plug into the socket for polarization (+), it is necessary to disconnect the circuit of the AC powering of the bridge so that DC current does not flow through it.

### Residual parameters of the terminals ( $C_o$ , $L_o$ , $R_o$ )

When measuring very small C, L, R values, it is necessary to take into account the residual parameters of the terminals.

In capacitance measurements, the initial capacitance of the terminals ( $C_o$  approx. 0.3 pF) is deducted from the result of measurement.

The same applies to inductance measurements ( $L_o$  approx. 0.3 μH) and resistance measurements ( $R_o$  approx. 3 mΩ).

## 7. DETAILED DESCRIPTION OF CIRCUITRY

### Bridge

Conventional classical circuitry is employed for the bridge proper. The performance selector (2) and switch (5) for the selection of parallel or series combination enable arrangement of the branches of the bridge in five manners which are suitable for the measurement of  $L_s$ ,  $L_p$ ,  $C_s$ ,  $C_p$  and R.

### Inductance (L) measurement (Maxwell bridge — series combination)

In the balanced state, the following relations are valid:

$$\begin{aligned} L_s &= R_2 R_3 C_4 \\ R_s &= R_2 R_3 R_4 \\ Q &= \omega C_4 R_4 \end{aligned}$$

Fig. 9

Setup for  $L_s$  measurement

Větev (3) obsahuje jeden z osmi rozsahových odporů, větev (4) pevný kapacitní normál a potenciometr pro vyrovnání ztrát, větev (2) souosý přepínač s odporovým děličem a potenciometrem pro odečítání hodnoty měřeného objektu. Do větve (1) zapojujeme měřený objekt. Most je napájen do diagonály  $\overline{AB}$ , indikátor je připojen do diagonály  $\overline{CD}$ . (I ve všech dalších čtyřech variantách.)

Ветвь (3) содержит одно из восьми сопротивлений предела, ветвь (4) — фиксированный эталон емкости и потенциометр для компенсации потерь, ветвь (2) содержит коаксиальный переключатель с омическим делителем и потенциометром для отсчета значения измеряемой величины. В ветвь (1) включается измеряемый объект. Мост питается по диагонали  $\overline{AB}$ , индикатор подключен к диагонали  $\overline{CD}$ . (И во всех остальных четырех вариантах.)

The branch (3) contains one of the eight range resistors, branch (4) a fixed capacitance standard and potentiometer for loss compensation, branch (2) a coaxial switch with resistive divider and a potentiometer for reading the value of the measured object which has to be connected into branch (1).

The bridge is powered into the diagonal  $\overline{AB}$ , the indicator is connected into the diagonal  $\overline{CD}$ . (This connection applies also to all the other four variants.)

### Měření L (Hayovo zapojení — paralelní kombinace)

$$L_p = \frac{R_2 R_3 C_4}{1 + \omega^2 C_4^2 R_4^2}$$

$$R_p = \frac{R_2 R_3 R_4 \omega^2 C_4}{1 + \omega^2 C_4^2 + R_4^2}$$

$$Q = \frac{1}{\omega C_4 R_4}$$

Obr. 10

Zapojení mostu při měření  $L_p$

### Měření C (De Sautyho zapojení — sériová kombinace)

Změnou polohy ramen mostu (2) a (4) se změni můstek z obr. 9 na kapacitní.

$$C_s = C_2 R_4 / R_3$$

$$R_s = R_2 R_3 / R_4$$

$$D = 1/Q = \omega R_2 C_2$$

Obr. 11

Zapojení mostu při měření  $C_s$

### Измерение L (схема Хейя — параллельная комбинация)

$$L_p = \frac{R_2 R_3 C_4}{1 + \omega^2 C_4^2 R_4^2}$$

$$R_p = \frac{R_2 R_3 R_4 \omega^2 C_4}{1 + \omega^2 C_4^2 + R_4^2}$$

$$Q = \frac{1}{\omega C_4 R_4}$$

Рис. 10

Схема моста при измерении  $L_p$

### Измерение C (схема Де Соти — последовательная комбинация)

Путем изменения положения плеч моста (2) и (4) мост на рис. 9 преобразуется в емкостной.

$$C_s = C_2 R_4 / R_3$$

$$R_s = R_2 R_3 / R_4$$

$$D = 1/Q = \omega R_2 C_2$$

Рис. 11

Схема моста при измерении  $C_s$

### Inductance (L) measurement (Hay bridge parallel combination)

$$L_p = \frac{R_2 R_3 C_4}{1 + \omega^2 C_4^2 R_4^2}$$

$$R_p = \frac{R_2 R_3 R_4 \omega^2 C_4}{1 + \omega^2 C_4^2 + R_4^2}$$

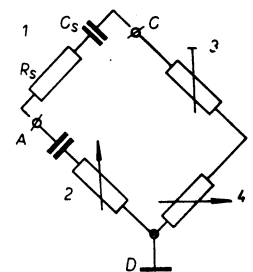
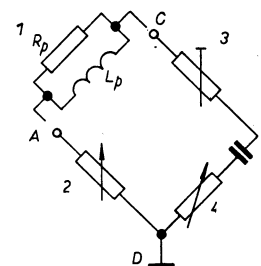
$$Q = \frac{1}{\omega C_4 R_4}$$

Fig. 10

Connection of the bridge for the measurement of  $L_p$

### Capacitance (C) measurement (De Sauty bridge — series combination)

By interchanging the positions of the bridge branches (2) and (4), the bridge in Fig. 9 is altered into a capacitance bridge.



$$C_s = C_2 R_4 / R_3$$

$$R_s = R_2 R_3 / R_4$$

$$D = 1/Q = \omega R_2 C_2$$

Fig. 11

Connection of the bridge for the measurement of  $C_s$



**Měření C (De Sautyho zapojení — paralelní kombinace)**

$$C_p = C_2 R_4 / R_3$$

$$R_p = R_2 R_3 / R_4$$

$$D = 1/Q = 1/\omega C_2 R_2$$

Obr. 12  
Zapojení mostu při měření  $C_p$

**Měření R (Wheatstoneovo zapojení)**

Při měření odporů je použito zapojení podle obr. 13, které je shodné pro střídavé i stejnosměrné napájení. Hodnota odporů v rameni (4) zůstává pro všechny rozsahy stálá, most je napájen při  $R \sim$  i  $R =$  do diagonály  $\overline{AB}$ .

Při rovnováze mostu platí:

$$R_x = R_2 R_3 / R_4$$

Obr. 13  
Zapojení mostu při měření  $R \sim$  a  $R =$

**Измерение C (схема Де Соти — параллельная комбинация)**

$$C_p = C_2 R_4 / R_3$$

$$R_p = R_2 R_3 / R_4$$

$$D = 1/Q = 1/\omega C_2 R_2$$

Рис. 12  
Схема моста при измерении  $C_p$

**Измерение R (схема Уитстона)**

При измерении сопротивлений использована схема по рис. 13, одинаковая для питания переменным или постоянным током. Значение сопротивлений в плече (4) остается одинаковым для всех пределов. Мост питается при измерении  $R \sim$  и  $R =$  по диагонали  $\overline{AB}$ .

При равновесии моста имеет место соотношение:

$$R_x = R_2 R_3 / R_4$$

Рис. 13  
Схема моста при измерениях  $R \sim$  и  $R =$

**Capacitance (C) measurement (De Sauty bridge — parallel combination)**

$$C_p = C_2 R_4 / R_3$$

$$R_p = R_2 R_3 / R_4$$

$$D = 1/Q = 1/\omega C_2 R_2$$

Fig. 12  
Connection of the bridge for the measurement of  $C_p$

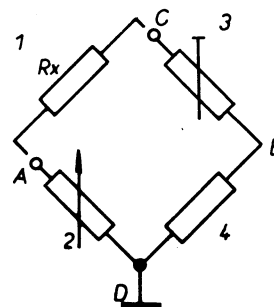
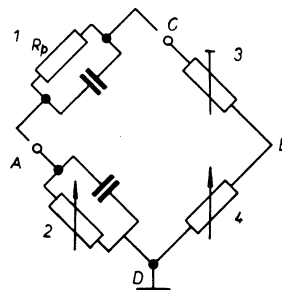
**Resistance (R) measurement (Wheatstone bridge)**

For the measurement of resistances, the circuitry according to Fig. 13 is employed. This circuitry is the same for AC as well as DC powering. The resistance value in branch (4) remains constant for all the ranges; for  $R$  (AC) as well as  $R$  (DC) measurements, the bridge is powered into the diagonal  $\overline{AB}$ .

When the bridge is balanced, the following relation is valid:

$$R_x = R_2 R_3 / R_4$$

Fig. 13  
Connection of the bridge for  $R$  (AC) and  $R$  (DC) measurements



2233



### Generátor a indikátor (1AK 055 02)

Při střídavém měření je most napájen z generátoru kmitočtem 1 000 Hz. Napětí na výstupu mostu je zesilováno selektivním zesilovačem a indikováno na měřidle.

Při stejnosměrném měření ( $R=$ ) je most napájen z vestavěné baterie 9 V a napětí z výstupu mostu je přivedeno přímo na měřidlo.

Generátor 1 000 Hz je jednostupňový oscilátor s obvodem LC v emitoru. Rezonanční indukčnost je navinuta na malém permaloyovém jádru. Odstíněné oddělovací vinutí napájí přes malé omezovací odpory přímo obvod mostu.

Indikátor tvoří čtyřstupňový zesilovač, diodový detektor a měřidlo  $50 + 50 \mu\text{A}$ . Zpětná vazba přes první tři stupně snižuje závislost na napájecím napětí a zvyšuje zároveň vstupní odpor zesilovače. Selektivní člen LC ve čtvrtém stupni potlačuje nežádoucí harmonické kmitočty a funguje rovněž jako impedanční přizpůsobení pro detektor. Při střídavém provozu slouží jedna dioda pro usměrnění měřicího signálu, druhá pro dosažení logaritmického průběhu výchylky měřidla. Při stejnosměrném měření fungují obě diody jako ochrana proti přetížení měřidla.

Generátor a indikátor jsou umístěny společně na desce s plošnými spoji.

### Генератор и индикатор (1AK 055 02)

При измерении на переменном токе мост питается от генератора сигналом частотой 1 000 Гц. Напряжение на выходе моста усиливается с помощью избирательного усилителя и измеряется прибором.

При измерении на постоянном токе ( $R=$ ) мост питается от встроенной батареи 9 В и напряжение с выхода моста подается непосредственно на измерительный прибор.

Генератор 1 000 Гц — это двухкаскадный автогенератор с контуром LC в цепи эмиттера. Колебательная индуктивность намотана на малом сердечнике из пермалоя. Экранированная развязывающая обмотка питает через небольшие гасящие сопротивления непосредственно схему моста.

Индикатор образован четырехкаскадным усилителем, диодным детектором и измерительным прибором  $50 + 50 \mu\text{A}$ . Обратная связь, охватывающая первые три каскада, уменьшает зависимость схемы от напряжения питания и одновременно повышает входное сопротивление усилителя. Избирательная цепь LC в этом каскаде подавляет нежелательные гармоники и является также согласующей схемой для детектора. При измерении на переменном токе один диод предназначен для выпрямления измерительного сигнала, второй — для достижения логарифмической зависимости характеристики отклонения измерительного прибора. При измерении на постоянном токе оба диода работают в качестве защиты от перегрузки измерительного прибора. Генераторы и индикаторы расположены на общей пластине с печатной схемой.

### Generator and indicator (1AK 055 02)

For AC measurements, the bridge is powered by a generator of 1 000 Hz frequency. The voltage on the bridge output is amplified by a selective amplifier and indicated by a meter. For DC measurements —  $R$  (DC) — the bridge is powered by the built-in 9 V battery and the voltage is fed from the bridge output directly to the meter.

The generator of 1 000 Hz is a single-stage oscillator with an LC emitter circuit. The coil is wound on a small permalloy core. A screened separating winding powers the bridge circuit directly via small limiting resistors.

The indicator is formed by a four-stage amplifier, diode detector and meter of  $50 + 50 \mu\text{A}$ . The feedback across the first three stages reduces dependence on the powering voltage and increases the amplifier input impedance. A selective LC element in the fourth stage suppresses unwanted harmonic frequencies and acts also as impedance matching for the detector.

In AC operation, one diode serves for rectifying the measuring signal, a second for achieving logarithmic dependence of the meter deflections. In DC operation, the two diodes protect the meter against overload.

The generator and indicator are situated together on one common printed circuit board.

**Vztahy pro Q, D a pro paralelní a sériovou kombinaci**

$$Q = \frac{X_s}{R_s} = \frac{\omega L_s}{R_s} = \frac{R_p}{X_p} = \frac{R_p}{\omega L_p} \quad (\text{pro } L)$$

$$D = \frac{R_s}{X_s} = \omega C_s R_s = \frac{X_p}{R_p} = \frac{1}{\omega R_p C_p} \quad (\text{pro } C)$$

$$Q = \frac{1}{D}$$

**Соотношения для Q, D и для параллельной и последовательной комбинации**

$$Q = \frac{X_s}{R_s} = \frac{\omega L_s}{R_s} = \frac{R_p}{X_p} = \frac{R_p}{\omega L_p} \quad (\text{для } L)$$

$$D = \frac{R_s}{X_s} = \omega C_s R_s = \frac{X_p}{R_p} = \frac{1}{\omega R_p C_p} \quad (\text{для } C)$$

$$Q = \frac{1}{D}$$

**Relations for Q, D and for parallel and series combinations**

$$Q = \frac{X_s}{R_s} = \frac{\omega L_s}{R_s} = \frac{R_p}{X_p} = \frac{R_p}{\omega L_p} \quad (\text{for } L)$$

$$D = \frac{R_s}{X_s} = \omega C_s R_s = \frac{X_p}{R_p} = \frac{1}{\omega R_p C_p} \quad (\text{for } C)$$

$$Q = \frac{1}{D}$$

Základní vztah	pro Q > 10 chyba < 1 %	pro Q < 0,1 chyba < 1 %	Základní vztah	pro Q > 10	pro Q < 0,1
Основное соотношение	для Q > 10 погрешность < 1 %	для Q < 0,1 погрешность < 1 %	Основное соотношение	для Q > 10	для Q < 0,1
Basic relation	For Q > 10 error < 1 %	For Q < 0.1 error < 1 %	Basic relation	For Q > 10	For Q < 0.1
$R_s = \frac{R_p}{1 + Q^2}$	$R_s = \frac{R_p}{Q^2}$	$R_s = R_p$	$R_p = R_s (1 + Q^2)^2$	$R_p = R_s Q^2$	$R_p = R_s$
$X_s = X_p \frac{Q^2}{1 + Q^2}$	$X_s = X_p$	$X_s = X_p$	$X_p = X_s \frac{1 + Q^2}{Q^2}$	$X_p = X_s$	$X_p = \frac{X_s}{Q^2}$
$L_s = L_p \frac{Q^2}{1 + Q^2}$	$L_s = L_p$	$L_s = L_p Q^2$	$L_p = L_s \frac{1 + Q^2}{Q^2}$	$L_p = L_s$	$L_p = \frac{L_s}{Q^2}$
$C_s = C_p \frac{1 + Q^2}{Q^2}$	$C_s = C_p$	$C_s = \frac{C_p}{Q^2}$	$C_p = C_s \frac{Q^2}{1 + Q^2}$	$C_p = C_s$	$C_p = C_s Q^2$

Tabulka pro přepočítání sériové a paralelní kombinace

Таблица для пересчета последовательной и параллельной комбинации.

Table for computing series and parallel combinations.

**8. POKYNY PRO ÚDRŽBU PŘÍSTROJE**

Je-li přístroj v častém používání, doporučujeme v časovém intervalu asi jednoho roku vyčistit kontakty přepínače rozsahů a běžec a dráhu měrného potenciometru. Čistit možno benzínem, k namaštění kontaktů je vhodný roztok vazelíny s benzínem

**8. УКАЗАНИЯ ПО УХОДЕ ЗА ПРИБОРОМ**

Если прибор используется часто, то рекомендуется приблизительно один раз в год очистить контакты переключателя пределов, движок и дорожку измерительного потенциометра. Для чистки можно использовать бензин. Для обезжирива-

**8. INSTRUCTIONS FOR MAINTENANCE OF THE INSTRUMENT**

If the bridge is in constant use, it is recommended to clean the contacts of the range selector and the slider and track of the measuring potentiometer approximately once a year. Petrol can be used for the purpose; a mixture of mineral grease and

(v poměru asi 1 : 20), kterým jemně potřeme kontakty přepínače a styčnou dráhu potenciometru.

Malé elektrické zatížení a užití součástí s vysokou životností dává předpoklad k vysoké elektrické spolehlivosti přístroje. Dojde-li přesto k poruše, je možno vadnou součást vzhledem k jednoduchému zapojení přístroje snadno lokalizovat a opravit. Tranzistory nejsou vybírané a lze je bez dostavení nahradit stejným typem nebo srovnatelným ekvivalentem. Desku s plošnými spoji je možno pro lepší přístup k součástkám vyklopit směrem nahoru.

#### **Klimatické podmínky**

Malá tepelná závislost součástí použitých v obvodu mostu dovoluje provoz s přesností zaručovanou technickými podmínkami v rozmezí teplot  $0 \pm 45^\circ\text{C}$ . Chyba přístroje je nejmenší (vesměs pod 0,5 %) při teplotě  $23^\circ\text{C}$ , při níž je přístroj ve výrobním podniku nastavován.

#### **Výměna baterie**

Malý odběr a velká kapacita baterie složené z mnohlámků zaručuje při běžném přerušovaném provozu chod přístroje po dobu několika měsíců (2 - 6). Klesne-li napětí baterie mimo vyznačené políčko (pod 6 V), doporučujeme baterii vyměnit.

Přístup k baterii umožňuje víko na zadní straně přístroje. (Viz obr. 14.) Vybitou baterii v přístroji nenechávejte.

निया контактов целесообразно применять раствор вазелина в бензине (в отношении прил. 1 : 20), с помощью которого следует слабо смазать контакты переключателя и дорожку потенциометра.

Малая электрическая нагрузка и использование деталей с большим сроком службы являются предпосылкой высокой надежности прибора при эксплуатации. Если, несмотря на это, имеет место неисправность, то можно вышедшую из строя деталь легко определить и устранить ее благодаря простой схеме прибора. Транзисторы не подбираются и без необходимости дополнительной установки их можно заменить транзисторами того же типа или эквивалентными. Для обеспечения лучшего доступа к деталям можно пластину с печатной схемой откинуть вверх.

#### **Климатические условия**

Малая температурная зависимость деталей, используемых в схеме моста, дает возможность работать с точностью, гарантируемой техническими параметрами, в диапазоне температуры  $0 - 45^\circ\text{C}$ . Погрешность прибора является минимальной (всегда ниже 0,5 %) при температуре  $23^\circ\text{C}$ , при которой прибор калиброван на заводе-изготовителе.

#### **Замена батареи**

Малый потребляемый ток и большая емкость батареи, составленной из элементов, при нормальной прерывистой эксплуатации обеспечивает работоспособность прибора в течение нескольких месяцев (2 - 6). Если напряжение батареи снижается ниже обозначенного поля (менее 6 В), то рекомендуется батарею заменить. Доступ к батарее обеспечивается с задней стороны прибора (см. рис. 14). Разряженную батарею не следует оставлять в приборе.

petrol (ratio approx. 1 : 20) is suitable for lubricating the contacts. The switch contacts and the potentiometer track must be smeared with this mixture only lightly.

Low electrical loading and the use of components of long service life ensure high electrical reliability of the bridge. If, in spite of this, a failure should occur, owing to the simple circuitry of the bridge it is easy to locate the defective component and repair it. The transistors are not specially selected, therefore they can be replaced by any of the same or equivalent type without any modification of the instrument being necessary. In order to ensure convenient access to the components, the printed circuit board can be tilted upwards.

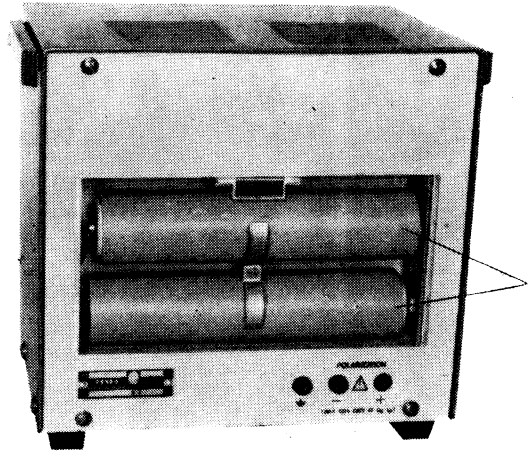
#### **Climatic conditions**

The low thermal dependence of the components employed in the bridge enables operation with the guaranteed accuracy within the temperature range  $0$  to  $45^\circ\text{C}$ . The bridge error is lowest (always less than 0.5 %) at a temperature of  $23^\circ\text{C}$ , at which temperature the instrument has been adjusted by the makers.

#### **Exchange of the battery**

The low drain and large capacity of the battery (formed by separate cells) during routine interrupted use, ensure correct operation of the bridge for a period of several months (2 to 6). If the battery voltage drops below the field marked on the scale of the meter (i. e. below 6 V), then it is recommended to exchange it.

The battery is accessible through the back cover of the instrument. (See Fig. 14.) A discharged battery must not be left inside the bridge.



Obr. 14  
1 — 6 monočlánků pro 1,5 V

### 9. POKYNY PRO OPRAVY

Malé proudové zatížení a užití součástí s vysokou životností dává předpoklad k vysoké spolehlivosti přístroje. Dojde-li přesto k poruše, doporučujeme vrátit přístroj výrobcí k opravě.

Přístroj je nutno poslat na adresu:

TESLA BRNO, n. p., 612 45 Brno, Purkyňova 99

Adresa servisu měřicích přístrojů (pro osobní styk):

TESLA BRNO, n. p., 612 45 Brno, Mercova 8a, tel. 558 18.

(Servisní stanice provádí opravy přístrojů TESLA BRNO, ROHDE-SCHWARZ, ORION, RFT a výrobků PLR.)

Рис. 14  
1 — 6 элементов напряжением 1,5 В

### 9. УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ

Малая нагрузка по току и использование деталей с большим сроком службы являются предпосылкой высокой надежности прибора. Если все же имеет место неисправность, то рекомендуется отправить прибор на ремонт на завод-изготовитель.

Прибор следует отправить по адресу:

ТЕСЛА БРНО, нац. пред., 612 45 г. Брно, ул. Пуркинева 99

Адрес мастерской технического обслуживания измерительных приборов (для личной связи):

ТЕСЛА БРНО, нац. пред., 612 45 г. Брно, ул. Мерцова 8а, тел. 558 18

Fig. 14  
1 — 6 Battery cells (1.5 V each)

### 9. INSTRUCTIONS FOR REPAIRS

Low current stressing and the use of long-life components ensure a high degree of reliability of the instrument. If all inspite a fault should turn up, the instrument is recommended to be returned for repair to the manufacturer.

The instrument has to be sent to the following address:

TESLA BRNO, Nat. Corp., Purkyňova 99, 612 45 Brno 12 — ČSSR

Address of the Measuring Instruments Service Centre (for personal contact):

TESLA BRNO, Nat. Corp., Mercova 8a, 612 45 Brno 12 — ČSSR, Tel. No. 558 18

## 10. POKYNY PRO DOPRAVU A SKLADOVÁNÍ

Zabalené přístroje se mohou skladovat a přepravovat v rozmezí teplot  $-25^{\circ}\text{C}$  až  $+55^{\circ}\text{C}$  při relativní vlhkosti do 95 %. Nezabalené přístroje mohou být skladovány v prostředí s teplotou od  $+5^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$ , při relativní vlhkosti do 80 %. V obou případech je však nutno skladované přístroje chránit proti povětrnostním vlivům ve vhodných prostorách bez prachu a výparů z chemikálií. Na srovnané přístroje nesmí být ukládán žádný další materiál. Dodavateli má být umožněno přesvědčit se o vhodnosti skladovacích prostorů.

## 11. ÚDAJE O ZÁRUCE

Na správnou funkci svých výrobků poskytuje n. p. TESLA BRNO záruku v délce stanovené hospodářským zákoníkem č. 109/1964 Sb. ve znění č. 37/1971 Sb. (§§ 198, 135). Podrobnější údaje jsou uvedeny v záručním listě.

## 10. УКАЗАНИЯ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ

Упакованные приборы можно хранить и транспортировать при температуре в пределах от  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+55^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности воздуха до 95 %. Неупакованные приборы — в среде с температурой от  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  при относительной влажности воздуха до 80 %. Однако в обоих случаях приборы следует защищать от воздействия погодных условий путем их хранения в подходящих помещениях без пыли и химических испарений.

На хранимые на складе приборы не разрешается класть никакой другой материал. Поставщику должна быть предоставлена возможность по желанию убедиться в том, что складские помещения удовлетворяют требованиям.

## 11. УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ

Нац. пр. ТЕСЛА Брно гарантирует правильную работу своих изделий в течение гарантийного срока для заказчиков стран-членов СЭВа и им равных, установленного общими условиями СЭВа 1968 г. (§§ 28 - 30).

Более подробные данные о продолжительности гарантийного срока указаны в гарантийном свидетельстве.

## 10. INSTRUCTIONS FOR TRANSPORT AND STORAGE

The packed instruments can be stored at temperatures within the range  $-25^{\circ}\text{C}$  to  $+55^{\circ}\text{C}$  at relative humidity up to 95 %. The unpacked instruments can be stored at temperatures within the range  $+5^{\circ}\text{C}$  to  $+40^{\circ}\text{C}$  at relative humidities up to 80 %. In both cases the instruments must be protected from adverse atmospheric influences by keeping them in a suitable room free from dust and chemical fumes. On the stacked instruments no further objects may be placed. The suppliers of TESLA electronic instruments reserve the right of satisfying themselves about the suitability of the stores.

## 11. GUARANTEE

With customers abroad, the guarantee conditions are agreed upon individually. Details about the guarantee terms are given in the Guarantee Certificate accompanying each instrument.

## 12. LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS

### RLC Bridge — 1XP 821 06

#### Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR	No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
R1	Film resistor	22 k $\Omega$	1	—	TR 153 22k	R13	Film resistor	316 $\Omega$	0.125	0.2	TR 161 316 $\pm$ 0.2 %
R2	Potentiometer	345 $\Omega$	—	—	1AN 690 54	R14	Film resistor	316 $\Omega$	0.125	0.2	TR 161 316 $\pm$ 0.2 %
R2a	Film resistor	15 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 15k	R15	Resistance strip	2.846 $\Omega$	—	0.2	1AF 679 03
	Film resistor	18 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 18k	R16	Film resistor	31.3 $\Omega$	0.5	0.2	1AK 652 92
	Film resistor	22 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 22k	R17	Film resistor	316 $\Omega$	0.5	0.2	TR 163 316 $\pm$ 0.2 %
	Film resistor	27 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 27k/A	R18	Film resistor	3.16 k $\Omega$	0.5	0.2	TR 163 3k16 $\pm$ 0.2 %
	Film resistor	33 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 33k	R19	Film resistor	31.6 k $\Omega$	0.5	0.2	TR 163 31k6 $\pm$ 0.2 %
	Film resistor	39 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 39k/A	R20	Film resistor	158 k $\Omega$	0.5	0.2	TK 163 158k $\pm$ 0.2 %
	Film resistor	47 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 47k	R21	Film resistor	158 k $\Omega$	0.5	0.2	TR 163 158k $\pm$ 0.2 %
R3	Potentiometer	50 k $\Omega$	0.25	—	TP 280b 20/A 50k/G	R22	Film resistor	1.58 M $\Omega$	1	0.5	1AK 652 93
R4	Resistance strip	0.316 $\Omega$	—	0.5	1AF 679 01	R23	Film resistor	1.58 M $\Omega$	1	0.5	1AK 652 93
R5	Film resistor	316 $\Omega$	0.125	0.2	TR 161 316 $\pm$ 0.2 %	R25	Potentiometer	1.2/25 k $\Omega$	2/2	—	1AN 692 71
R6	Film resistor	316 $\Omega$	0.125	0.2	TR 161 316 $\pm$ 0.2 %	R26					
R7	Film resistor	316 $\Omega$	0.125	0.2	TR 161 316 $\pm$ 0.2 %	R27	Film resistor	100 k $\Omega$	0.25	5	TR 151 M1/B
R8	Film resistor	316 $\Omega$	0.125	0.2	TR 161 316 $\pm$ 0.2 %	R28	Film resistor	1 k $\Omega$	0.5	0.2	TR 163 1k
R9	Film resistor	316 $\Omega$	0.125	0.2	TR 161 316 $\pm$ 0.2 %	R29	Film resistor	120 k $\Omega$	0.25	5	TR 151 M12/B
R10	Film resistor	316 $\Omega$	0.125	0.2	TR 161 316 $\pm$ 0.2 %	R30	Wire-wound	47 $\Omega$	2	5	TR 636 47/B
R11	Film resistor	316 $\Omega$	0.125	0.2	TR 161 316 $\pm$ 0.2 %	R31	Film resistor	100 $\Omega$	1	—	TR 153 100
R12	Film resistor	316 $\Omega$	0.125	0.2	TR 161 316 $\pm$ 0.2 %						

#### Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR	No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	10 $\mu$ F	250	—	TC 968 10M-PVC		Mica	270 pF	500	2	WK 714 08 270/C
C2	Metallized paper	0.22 $\mu$ F	160	—	TC 181 M22		Mica	330 pF	500	2	WK 714 08 330/C
C3	Styroflex	680 pF	100	—	TC 281 680		Mica	390 pF	500	2	WK 714 08 390/C
C4	Ceramic	12 pF	500	10	4TK 322 12/A		Mica	470 pF	500	2	WK 714 08 470/C
C5	Ceramic	12 pF	500	10	4TK 322 12/A		Mica	510 pF	500	2	WK 714 08 510/C
C6	Ceramic	2.2 pF	500	—	4TK 322 2j2		Mica	560 pF	500	2	WK 714 08 560/C
C7	Ceramic	330 pF	350	—	TK 627 330		Mica	620 pF	500	2	WK 714 08 620/C
C8	Capacitor	0.1 $\mu$ F	250	—0.5 —1.0	1AK 709 09		Mica	680 pF	500	2	WK 714 08 680/C
C9	Mica	47 pF	500	2	WK 714 07 47/C		Mica	820 pF	500	2	WK 714 08 820/C
	Mica	100 pF	500	2	WK 714 07 100/C		Mica	910 pF	500	2	WK 714 08 910/C
	Mica	160 pF	500	2	WK 714 08 160/C		Mica	1 500 pF	500	2	WK 714 31 1k5/C
	Mica	220 pF	500	2	WK 714 08 220/C						

Note: The value of the capacitor C9 is adjusted by the makers.

## Sundry el. components:

Component	Type	Drawing No.
Meter M1	MP80 50 + 50 $\mu$ A	1AP 777 14

## Generator and indicator 1AK 055 02

## Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR	No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
R1	Film	4.7 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 4k7/A	R14	Film	5.6 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 5k6/A
R2	Film	180 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a M18/A	R15	Film	180 $\Omega$	0.25	10	TR 151 180/A
R3	Film	68 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 68k/A	R16	Film	390 $\Omega$	0.125	10	TR 112a 390/A
R4	Film	10 $\Omega$	0.125	10	TR 112a 10/A	R17	Film	82 $\Omega$	0.125	10	TR 112a 82/A
R5	Film	5.6 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 5k6/A	R18	Film	3.3 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 3k3/A
R6	Film	18 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 18k/A	R19	Film	15 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 15k/A
R7	Film	82 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 82k/A	R20	Film	5.6 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 5k6/A
R8	Film	2.7 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 2k7/A	R21	Film	3.3 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 3k3/A
R9	Film	150 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a M15/A	R22	Potentiometer	680 $\Omega$	0.5	—	TP 017 680
R10	Film	27 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 27k/A	R23	Film	470 $\Omega$	0.125	10	TR 112a 470/A
R11	Film	5.6 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 5k6/A	R24	Film	33 $\Omega$	0.125	10	TR 112a 33/A
R12	Film	680 $\Omega$	0.125	10	TR 112a 680/A	R25	Film	33 $\Omega$	0.125	10	TR 112a 33/A
R13	Film	33 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 33k/A	R26	Film	22 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 22k/A

## Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR	No.	Type	Value	Max. DC voltage	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	5 $\mu$ F	15	—	TE 004 5M		P. E. T.	680 pF	1000	—	TC 277 680
C2	Electrolytic	50 $\mu$ F	15	—	TE 004 50M		P. E. T.	1 000 pF	400	—	TC 276 1k
C3	Electrolytic	5 $\mu$ F	15	—	TE 004 5M		P. E. T.	1 500 pF	400	—	TC 276 1k5
C4	Electrolytic	5 $\mu$ F	15	—	TE 004 5M		P. E. T.	2 200 pF	400	—	TC 276 2k2
C5	Electrolytic	20 $\mu$ F	15	—	TE 004 20M		P. E. T.	3 300 pF	400	—	TC 276 3k3
C6	Electrolytic	5 $\mu$ F	15	—	TE 004 5M	C9	Electrolytic	5 $\mu$ F	15	—	TE 004 5M
C7	P. E. T.	0.1 $\mu$ F	400	5	TC 276 M1/B	C10	Ceramic	470 pF	350	—	TK 660 470
C8	P. E. T.	4 700 pF	400	—	TC 276 4k7	C11	P. E. T.	0.1 $\mu$ F	400	5	TC 276 M1/B
	P. E. T.	5 600 pF	100	—	TC 281 5k6	C12	P. E. T.	4 700 pF	400	—	TC 276 4k7
	P. E. T.	6 800 pF	400	—	TC 276 6k8		P. E. T.	5 600 pF	100	—	TC 281 5k6
	P. E. T.	8 200 pF	100	—	TC 281 8k2		P. E. T.	6 800 pF	400	—	TC 276 6k8
	P. E. T.	10 000 pF	400	—	TC 276 10k		P. E. T.	8 200 pF	100	—	TC 281 8k2



No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR	No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
	P. E. T.	10 000 pF	400	—	TC 276 10k		P. E. T.	3 300 pF	400	—	TC 276 3k3
	P. E. T.	680 pF	1000	—	TC 277 680	C13	Electrolytic	20 $\mu$ F	15	—	TE 004 20M
	P. E. T.	1 000 pF	400	—	TC 276 1k	C14	Electrolytic	100 $\mu$ F	10	—	TE 003 100M
	P. E. T.	1 500 pF	400	—	TC 276 1k5	C15	Ceramic	220 pF	350	—	TK 622 220
	P. E. T.	2 200 pF	400	—	TC 276 2k2						

Note: The value of the capacitors C8 and C12 adjusted by the makers.

#### Transformers and coils:

Component	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire $\varnothing$ in mm
Transformer T1	1AN 673 58			
Coil	1AK 636 56	1—2	500	0.20
		2—3	250	0.20
		4—5	25	0.20
		6—7	250	0.20
Transformer T2	1AN 673 59			
Coil	1AK 636 57	1—2	200	0.18
		2—3	550	0.18
		4—5	40	0.18
		7—8	30	0.18

#### Sundry el. components:

Component	Type	Drawing No.
Transistor E1, E2, E3, E4	KC507	—
Diode E5, E6	OA5	—
Transistor E7	KC509	—

### 13. PŘÍLOHY

### 13. ПРИЛОЖЕНИЯ

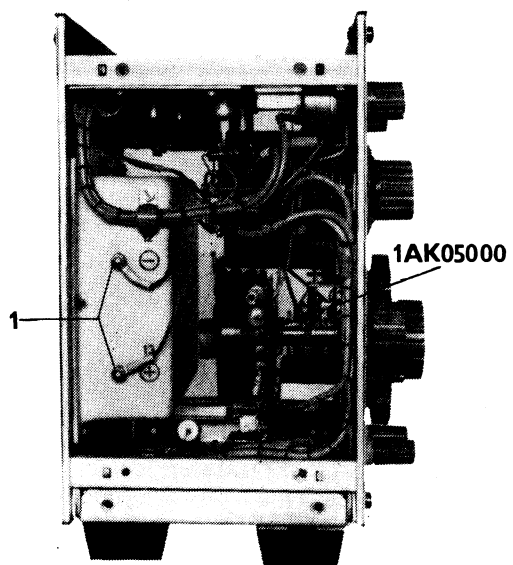
### 13. ENCLOSURES

Pohled na odkrytovaný přístroj z boku

Вид прибора сбоку при снятой крышке

Instrument without cover, viewed from the side

- 1 — vývody baterie
- 1 — выводы батареи
- 1 — Battery terminals

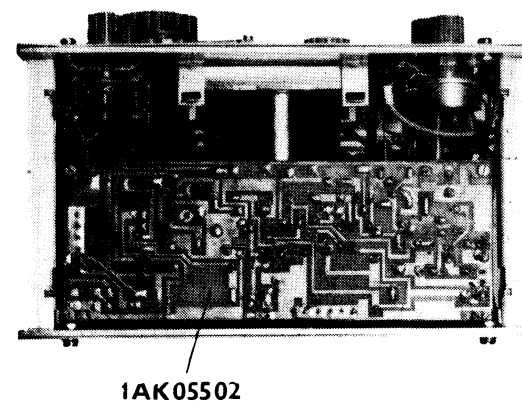


Обр. 15  
Рис. 15  
Fig. 15

Pohled na odkrytovaný přístroj shora

Вид прибора сверху при снятой крышке

Instrument without cover, viewed from above

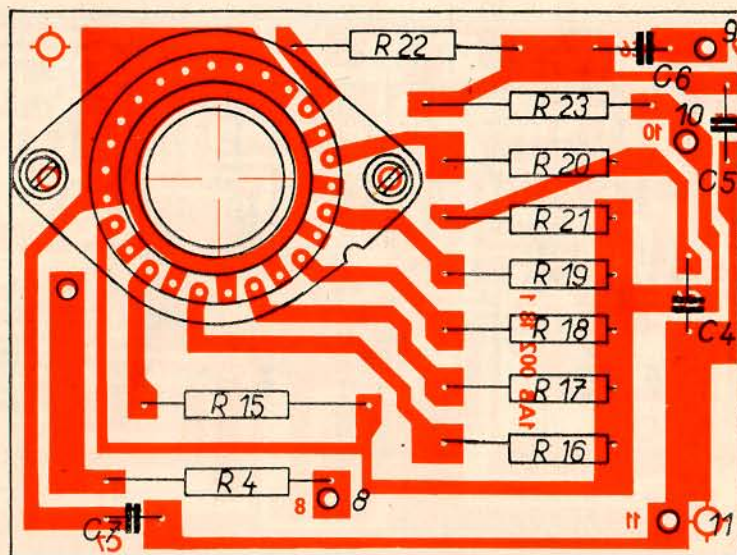


Обр. 16  
Рис. 16  
Fig. 16

Pohled ze strany součástí

Вид со стороны деталей

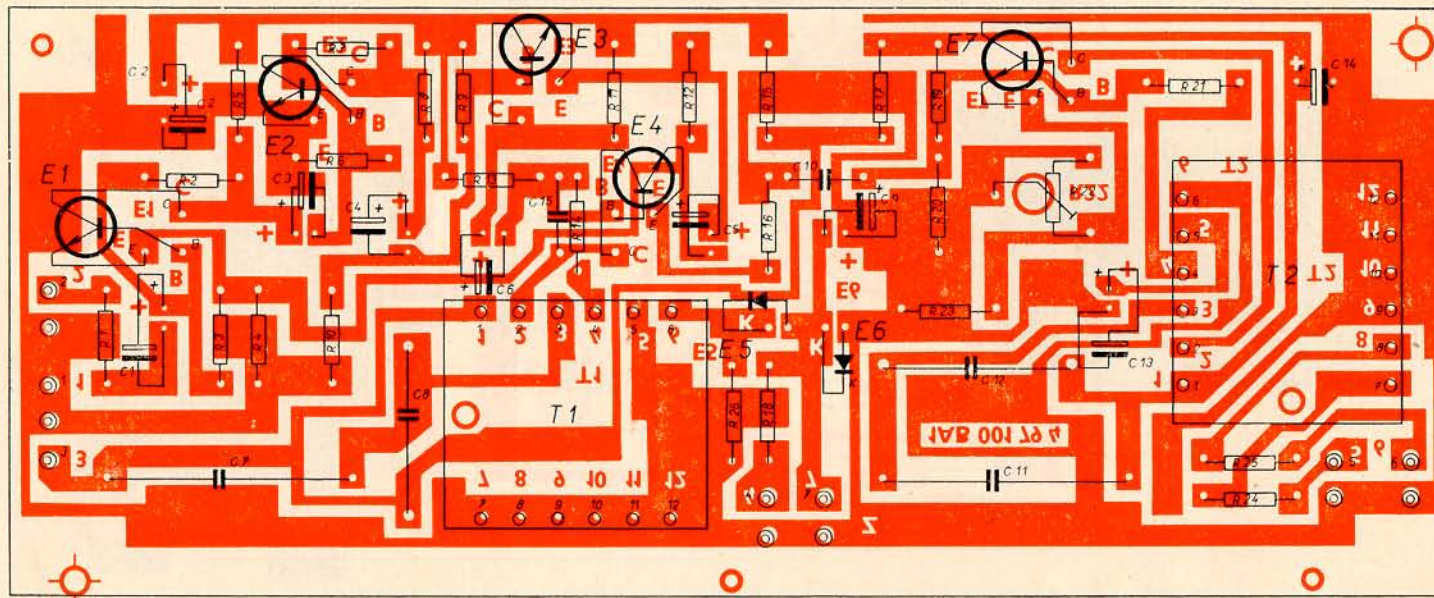
View from the side of components



Obr. 17

Рис. 17

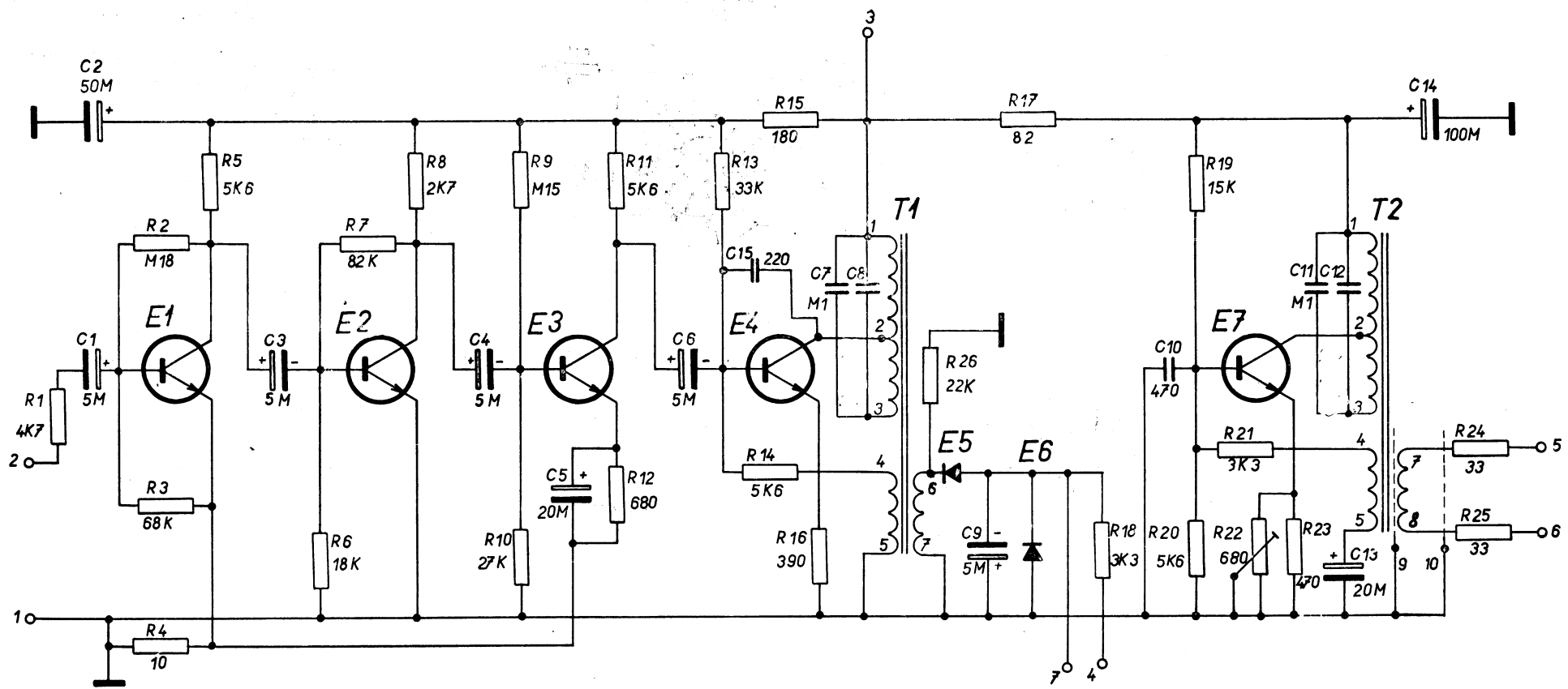
Fig. 17



Obr. 18

Рис. 18

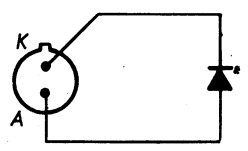
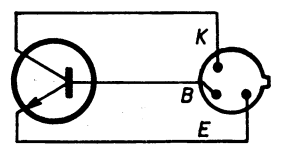
Fig. 18



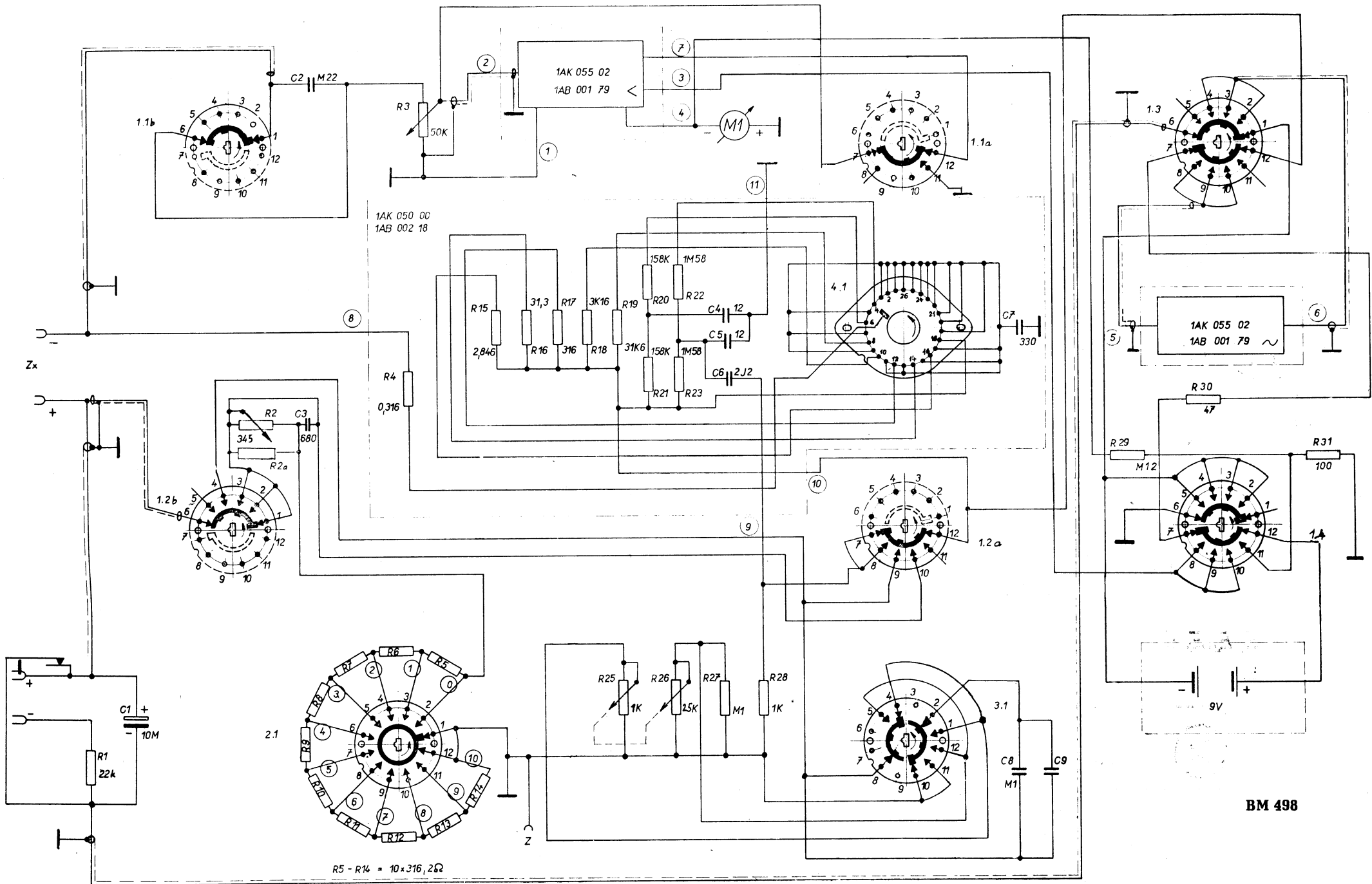
$E_1, E_2, E_3, E_4$

$E_7$

$E_5, E_6$



1AK 055 02



BM 498

© **Nakladatel:**

TESLA, n. p., Brno, ČSSR. Veškerá práva vyhrazena. Obsah této publikace nesmí být žádným způsobem reprodukován bez povolení vlastníka nakladatelského práva.

© **Издатель:**

ТЕСЛА, нац. предпр. Брно, ЧССР. Все права оговорены. Содержание этой публикации, без разрешения владельца издательского права, повторному изданию не подлежит.

© **Publishers:**

TESLA, Nat. Corp., Brno ČSSR. All rights are reserved. The contents of this publication must not be reproduced in any way without the consent of the publishers.



**EXPORT  
IMPORT  
KOVO**  
PRAHA  
CZECHOSLOVAKIA

X - čra - 1600-II/74