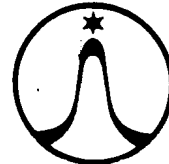


INSTRUKČNÍ KNÍŽKA

ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

INSTRUCTION MANUAL



# TESLA

POLOAUTOMATICKÝ RLC MOST

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МОСТ

SEMI-AUTOMATIC UNIVERSAL BRIDGE

## BM 509

# BM 509

Výrobní číslo:

Заводской номер: .....

Production No.:

## **Poloautomatický RLC most**

Přístroj měří přímo odpor, indukčnost a kapacitu na kmitočtu 1000 Hz. Umožňuje též srovnávací měření podle vnějšího normálu (toleranční měření součástí).

## **Полуавтоматический универсальный мост**

Прибор измеряет непосредственно сопротивление, индуктивность и емкость на частоте 1000 Гц. Он позволяет проводить измерения путем сравнения с внешним образцом (измерение допусков детали — процентный мост).

## **Semi-automatic universal bridge**

The instrument is intended for direct measurements of resistance, inductivity and capacity at the frequency of 1000 Hz. It also enables comparative measurements with reference to an external standard (tolerance measurements of components).

Výrobce:

Завод-изготовитель:

Makers:

**TESLA Brno, n. p., 612 45 Brno, Purkyňova 99, ČSSR**

**OBSAH**

1. Rozsah použití přístroje . . . . .	3
2. Sestava úplné dodávky . . . . .	3
3. Technické údaje . . . . .	4
4. Princip činnosti . . . . .	5
5. Příprava přístroje k provozu . . . . .	12
6. Návod k obsluze a používání přístroje . . . . .	13
7. Podrobný popis zapojení . . . . .	21
8. Pokyny pro údržbu . . . . .	22
9. Pokyny pro opravy . . . . .	23
10. Pokyny pro dopravu a skladování . . . . .	29
11. Údaje o záruce . . . . .	29
12. Rozpis el. součástí . . . . .	31
13. Přílohy	

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Назначение прибора . . . . .	3
2. Комплектность поставки . . . . .	3
3. Технические данные . . . . .	4
4. Принцип действия . . . . .	5
5. Подготовка прибора для эксплуатации . . . . .	12
6. Инструкция по эксплуатации прибора . . . . .	13
7. Подробное описание включения . . . . .	21
8. Указания по уходу . . . . .	22
9. Указания по ремонту . . . . .	23
10. Указания по транспортировке и хранению . . . . .	29
11. Условия гарантии . . . . .	29
12. Спецификация электрических деталей . . . . .	31
13. Приложения	

**CONTENTS**

1. Scope of instrument application . . . . .	3
2. Setup of complete consignment . . . . .	3
3. Technical data . . . . .	4
4. Principle of operation . . . . .	5
5. Preparation of instrument for operation . . . . .	12
6. Instructions for attendance and use of instrument . . . . .	13
7. Detailed description of connection . . . . .	21
8. Instructions for maintenance of instrument . . . . .	22
9. Instructions for repairs . . . . .	23
10. Instructions for transport and storage . . . . .	29
11. Guarantee . . . . .	29
12. List of electrical components . . . . .	31
13. Enclosures	

Vzhledem k rychlému vývoji světové elektroniky mění se obvody a přístupuji 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.

## 1. ROZSAH POUŽITÍ PŘÍSTROJE

Poloautomatický RLC most TESLA BM 509 je přímo ukazující přístroj pro měření základních obvodových parametrů R, C, L.

Sestává z generátoru kmitočtu 1 kHz, transformátorového mostu a indikátoru. Je napájen buď ze sítě, nebo z vestavěné baterie a je osazen pouze polovodiči.

Přístroj umožňuje v širokém rozmezí hodnot rychlé měření odporů, kondenzátorů a indukčností. Při měření kondenzátorů a cívek je možno po vyrovnání základní složky odečítat po stisknutí tlačítka rovněž ztrátovou složku. Lze provádět srovnávací měření proti vnějšímu normálu (toleranční měření).

Pro své vlastnosti — rychlost měření s poměrně vysokou přesností, možnost srovnávacího měření — je přístroj zvláště vhodný pro kontrolu a třídění součástek. Najde však široké uplatnění všude tam, kde je žádána rychlá a nenáročná obsluha, univerzální použití, malé rozměry a nezávislost na síti.

## 2. SESTAVA ÚPLNÉ DODÁVKY

- a) poloautomatický RLC most BM 509
- b) instrukční knížka
- c) balicí list
- d) záruční list
- e) síťová šňůra a náhradní žárovka

Náhradní díly (na zvláštní objednávku):

napájecí zdroj	1AB 002 58
oscilátor + detektor	1AB 002 96
selektivní + koncový zesilovač	1AB 002 97

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Полуавтоматический универсальный мост Тесла BM 509 — это прямопоказывающий прибор, предназначенный для измерения основных схемных параметров R, C, L.

Он состоит из генератора сигнала 1 кГц, трансформаторного моста и индикатора. Прибор питается от сети или от внутренней батареи и собран полностью на полупроводниковых приборах. Прибор обеспечивает быстрое измерение сопротивлений конденсаторов и индуктивностей в широком диапазоне значений. При измерении емкостей и индуктивностей после компенсации основной составляющей можно после нажатия на кнопку отсчитать также составляющую потерь. Можно также осуществлять измерения по методу сравнения с внешним образцом (измерение допусков).

Благодаря своим параметрам, т. е. скорости измерения с относительно высокой точностью, возможности измерения допусков, прибор является особенно удобным для контроля и сортировки деталей. Он найдет широкое применение там, где требуется быстрота и простота обслуживания, универсальность назначения, малые габариты и независимость питания от сети.

## 2. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

- a) Полуавтоматический универсальный мост BM 509
- б) Инструкция
- в) Упаковочный лист
- г) Гарантийное свидетельство
- д) Сетевой шнур и запасная лампа накаливания

Запасные части (по отдельному заказу):

источник питания	1AB 002 58
автогенератор + детектор	1AB 002 96
избирательный + оконечный усилители	1AB 002 97

## 1. SCOPE OF INSTRUMENT APPLICATION

The Tesla BM 509 Semi-Automatic Universal Bridge is a direct-acting instrument measuring basic circuit parameters R, L and C.

It consists of a 1 kHz frequency generator, a transformer bridge and an indicator. The instrument is fully transistorized and supplied either from mains or from a built-in battery.

The instrument enables fast measuring of resistors, capacitors and inductive elements within a wide range of values. When measuring capacitors and coils, the loss component can also be read off upon depression of a button after having evaluated the basic component. Comparative measuring with reference to an external standard (tolerance measurements) is also possible.

These properties — fast measuring with a relatively high accuracy, possibility of comparative measuring — make the instrument particularly suited for checking and classification of components. It will find wide applications everywhere where fast and simple attendance, versatility, independence on mains and small dimensions are called for.

## 2. SETUP OF COMPLETE CONSIGNMENT

- a) Semi-automatic universal bridge BM 509
- b) Instruction Manual
- c) Packing list
- d) Guarantee sheet
- e) Mains lead and spare lamp

Spare parts (by separate order):

power supply source	1AB 002 58
oscillator + detector	1AB 002 96
selective + output amplifier	1AB 002 97

pomocné zesilovače  
 transformátor D  
 transformátor E  
 transformátor I  
 přepínač funkce  
 přepínač rozsahu  
 přepínač dekády  
 přepínač X/R  
 přepínač baterie — síť  
 vypínač  
 dostavovací trimry + normály  
 měřidlo  
 držák baterie

1AB 002 98 вспомогательные усилители  
 1AN 657 23 трансформатор D  
 1AN 657 32 трансформатор E  
 1AN 657 24 трансформатор I  
 1AK 536 27 переключатель рода работ  
 1AK 536 26 переключатель пределов  
 1AK 536 25 переключатель декады  
 1AK 795 20 переключатель X/R  
 1AN 557 37 переключатель батарея-сеть  
 1AK 795 21 переключатель  
 1AB 003 48 подстроечники + эталоны  
 1AP 777 38 измерительный прибор  
 1AF 814 79 держатель батареи

1AB 002 98 auxiliary amplifiers  
 1AN 657 23 transformer D  
 1AN 657 32 transformer E  
 1AN 657 24 transformer I  
 1AK 536 27 mode selector switch  
 1AK 536 26 range selector switch  
 1AK 536 25 decade switch  
 1AK 795 20 X/R switch  
 1AN 557 37 battery/mains switch  
 1AK 795 21 switch  
 1AB 003 48 adjusting trimmers + standards  
 1AP 777 38 meter  
 1AF 814 79 battery holder

### 3. TECHNICKÉ ÚDAJE

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

### 3. TECHNICAL DATA

Měřená veličina Измеряемая величина Measured quantity	Celkový rozsah Общий диапазон Total range	Počet rozsahů Количество поддиапазонов Number of ranges	Dovolená chyba z maxima hodnoty rozsahu Допустимая погрешность от максимума значения предела Permissible error related to maximum range value
R	0,05 Ω — 10 MΩ 0,05 Ом — 10 МОм	7	±0,25%
C	0,05 pF — 10 μF 0,05 пФ — 10 мкФ	7	±0,25%
R <sub>p</sub>	100 Ω — 1000 MΩ 100 Ом — 1000 МОм		
L	5 μH — 100 H 5 мкГн — 100 Гн	7	±2%
R <sub>s</sub>	0,05 Ω — 1 MΩ 0,05 Ом — 1 МОм		
C <sub>e</sub>	1 μF — 1000 μF 1 мкФ — 1000 мкФ	3	(4 + A)% A = údaj na měřidle A = показание прибора A = meter reading
R <sub>s</sub>	0,1 Ω — 100 Ω 0,1 Ом — 100 Ом		
tolerance Допуски tolerance 0,1% — 20%	R 10 Ω — 1 MΩ R 10 Ом — 1 МОм C 200 pF — 10 μF C 200 пФ — 10 мкФ L 2 mH — 100 H L 2 мГн — 10 Гн	3	±10%

Měrný kmitočet:

1000 Hz  $\pm 2\%$

Osazení:

diody — 7 ks, tranzistory — 28 ks, Zenerovy diody — 2 ks

Napájení:

ze sítě 220 V, 120 V; 50 - 60 Hz; asi 6 VA

z vestavěné baterie 4 $\times$  4,5 V, typ 314, asi 60 mA

Rozsah provozních teplot:

+5 °C až +40 °C

Provedení:

v bezpečnostní třídě I podle ČSN 35 6501

Rozměry a hmotnost:

320  $\times$  230  $\times$  200 mm; asi 5,5 kg

Частота измерения:

1000 Гц  $\pm 2\%$

Рабочий комплект:

диоды — 7 шт.; транзисторы — 28 шт.; стабилитроны — 2 шт.

Питание:

от сети 220 В, 120 В; 50 - 60 Гц, прилб. 6 ВА

от встроенной батареи

4 $\times$  4,5 В, тип 314, прилб. 60 мА

Диапазон рабочей температуры:

+5 °C  $\div$  +40 °C

Исполнение:

по классу безопасности I по МЭК

Размеры и масса:

320  $\times$  230  $\times$  200 мм; 5,5 кг

Measuring frequency:

1000 Hz  $\pm 2\%$

Semiconductor complement:

Diodes — 7 pcs., transistors — 28 pcs., Zener diodes — 2 pcs.

Power supply:

mains: 220 V/120 V; 50 - 60 Hz; approx. 6 VA

builtin battery: 4 $\times$  4.5 V, Type 314; approx. 60 mA

Operating temperature range:

+5 °C to +40 °C

Construction:

Safety Class I according to IEC

Dimensions and weight:

320  $\times$  230  $\times$  200 mm; approx. 5.5 kg

#### 4. PRINCIP ČINNOSTI

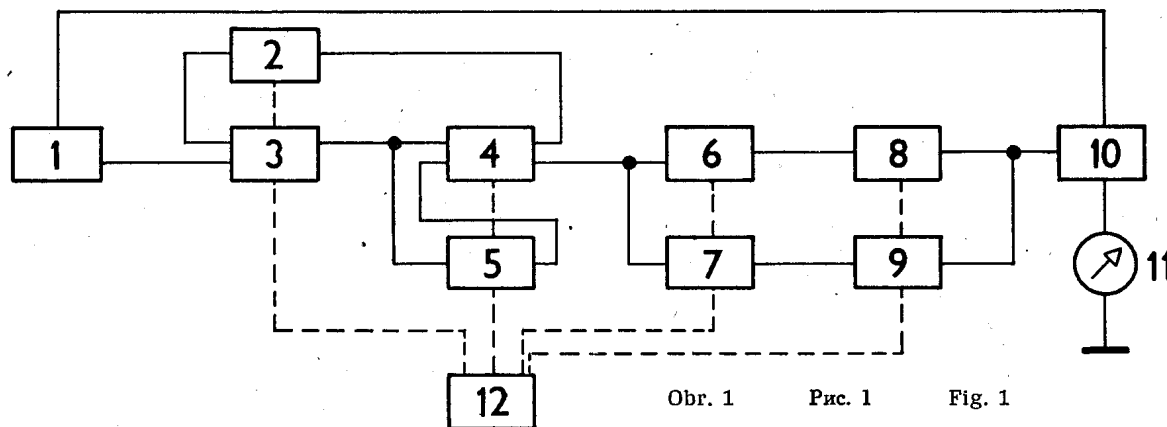
##### 4.1. Blokové schéma

#### 4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

##### 4.1. Блок-схема

#### 4. PRINCIPLE OF OPERATION

##### 4.1. Block Schematic Diagram



1 — generátor se stabilizovanou amplitudou

2 — oddělovací zesilovač ( $\times 1$ )

3 — transformátorový most

4 — zesilovač odchylky

5 — předzesilovač s vysokým vstupním odporem

6 — dělič pro R složku

7 — dělič pro X složku

8 — koncový zesilovač

1 — генератор со стабилизированной амплитудой

2 — отделительный усилитель ( $\times 1$ )

3 — трансформаторный мост

4 — усилитель отклонения

5 — предварительный усилитель с большим входным сопротивлением

6 — делитель для составляющей R

7 — делитель для составляющей X

8 — оконечный усилитель

1 — generator with stabilized amplitude

2 — dividing amplifier ( $\times 1$ )

3 — transformer bridge

4 — deviation amplifier

5 — preamplifier with high input resistance

6 — divider for R component

7 — divider for X component

8 — final amplifier

- 9 — posouvač fáze
- 10 — fázový detektor
- 11 — indikační měřidlo
- 12 — přepínač funkce

Základní zapojení přístroje při různých funkcích je různé. Jednotlivé části přístroje (generátor 1 kHz se stabilizovanou amplitudou a zesilovač chybového signálu, oddělovací zesilovač s jednotkovým ziskem a zesilovač s vysokým vstupním odporem, posouvač fáze o 90°, koncový zesilovač a fázový detektor) se propojují podle toho, jak to vyžaduje princip měření příslušné veličiny.

#### 4.2. Měření C/R<sub>p</sub>

- 9 — фазосдвигатель
- 10 — фазовый детектор
- 11 — измерительный прибор
- 12 — переключатель рода работ

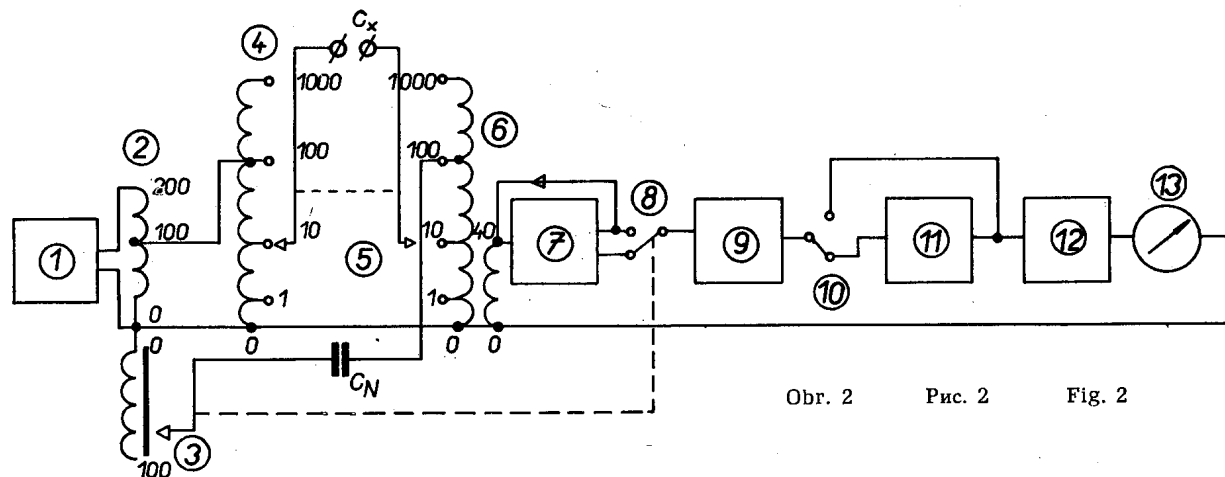
Основная схема прибора при различных режимах работы различна. Отдельные части прибора (генератор 1 кГц со стабилизированной амплитудой сигнала и усилитель сигнала ошибки, буферный усилитель с единичным коэффициентом усиления и усилитель с большим входным сопротивлением, фазосдвигающая схема на 90°, оконечный усилитель и фазовый детектор) взаимно соединяются в соответствии с принципом измерения соответствующей величины.

#### 4.2. Измерение C/R<sub>p</sub>

- 9 — phase shifter
- 10 — phase detector
- 11 — indicating meter
- 12 — function selector

The basic internal connection of the instrument differs for the individual modes of operation. The individual parts of the instrument (1 kHz generator with stabilized amplitude, error-signal amplifier, unit-gain blocking amplifier and high-input-resistance amplifier, 90° phase shifter, output amplifier and phase detector) are interconnected in different ways as required by the principle of measurement of the corresponding quantity

#### 4.2. C/R<sub>p</sub> — Measurements



Obr. 2      Рис. 2      Fig. 2

- 1 — generátor
- 2 — transformátor D
- 3 — dekáda
- 4 — transformátor E
- 5 — přepínač rozsahů
- 6 — transformátor I
- 7 — chybový zesilovač
- 8 — citlivost 10/1
- 9 — koncový zesilovač
- 10 — přepínač X/R
- 11 — posouvač fáze
- 12 — fázový detektor
- 13 — měřidlo

- 1 — генератор
- 2 — трансформатор D
- 3 — декада
- 4 — трансформатор E
- 5 — переключатель пределов
- 6 — трансформатор I
- 7 — усилитель ошибки
- 8 — чувствительность 10/1
- 9 — оконечный усилитель
- 10 — переключатель X/R
- 11 — фазосдвигатель
- 12 — фазовый детектор
- 13 — измерительный прибор

- 1 — generator
- 2 — transformer D
- 3 — decade
- 4 — transformer E
- 5 — range selector switch
- 6 — transformer I
- 7 — error amplifier
- 8 — sensitivity 10/1
- 9 — output amplifier
- 10 — X/R switch
- 11 — phase shifter
- 12 — phase detector
- 13 — meter

Měřicí signál z generátoru je veden na dekadový transformátor a odtud z odbočky 100 na napěťový transformátor. Z odbočky napěťového transformátoru jde signál přes měřený kondenzátor na proudový transformátor a odtud přes přízpusobovací vinutí na zesilovač a detektor. Rozsah je určen propojením odboček 1, 10, 100, 1000 na napěťovém a proudovém transformátoru. Je-li zařazena odbočka dekády 10, 20, 30 - 100, je na proudový transformátor přiváděn přes normál  $C_N$  signál v opačné polaritě než přes větev s  $C_X$ . Amplituda signálu odpovídá jedničce, dvojce, trojce až desítce prvního desetinného místa a hodnoty  $C_X$  (za předpokladu, že je zařazen správný rozsah).

Spodní větev můstku s normál  $C_N$  je v činnosti pouze při zvětšené citlivosti, tj. při zařazení dekády. Zesilovač s vysokým vstupním odporem a zesilovač  $\times 1$  nejsou v činnosti. Při měření kapacitní složky přichází signál na detektor přes posouvač fáze, při měření odporové složky přímo z koncového zesilovače.

#### 4.3. Měření R

Měřicí signál přichází na dekadový transformátor a odtud z odbočky 10 přes normál  $R_N$  na proudový transformátor a zesilovač. Pokud není na měřicí svorky připojen měřený objekt (svorky  $R_X$  jsou rozpojeny), je zesilovací řetěz signálem přicházejícím přes normál  $R_N$  přebuzen a ručka měřidla ukazuje maximální výchylku doprava. Jsou-li svorky překlenuty odporem  $R_X$ , je do obvodu mostu a chybového zesilovače zavedena negativní zpětná vazba působící proti signálu, přicházejícímu spodní větví mostu přes  $R_N$ . Pak výchylka měřidla je úměrná

Измерительный сигнал с выхода генератора подается на декадный трансформатор и далее с вывода 100 на трансформатор напряжения. С вывода трансформатора напряжения сигнал подается через измеряемый конденсатор на трансформатор тока и далее через согласующую обмотку на усилитель и детектор. Предел определяется проключением выводов 1, 10, 100, 1000 трансформаторов напряжения и тока. Если включен вывод декад 10, 20, 30 — 100, то на трансформатор тока через эталон  $C_N$  подается сигнал обратной полярности, чем в случае подачи его через ветвь с емкостью  $C_X$ . Амплитуда сигнала соответствует единице, двойке, тройке и т. д. вплоть до десятки первого десятичного знака и значению  $C_X$  (при условии установки правильного предела).

Нижняя ветвь моста с эталонами  $C_N$  работает только при повышенной чувствительности, т. е. при включении декады. Усилитель с высоким входным сопротивлением и усилитель  $\times 1$  не работают. При измерении емкостной составляющей сигнал поступает на детектор через фазосдвигающую схему. При измерении активной составляющей — непосредственно от оконечного усилителя.

#### 4.3. Измерение R

Измерительный сигнал поступает на декадный трансформатор и далее с вывода 10 через эталон  $R_N$  на вход трансформатора тока и усилитель. Если измеряемый объект не подключен к измерительным зажимам (зажимы  $R_X$  разомкнуты), то тракт усиления перевозбуждается через эталон  $R_N$  сигналом и стрелка прибора дает максимальное отклонение направо.

Если зажимы шунтируются сопротивлением  $R_X$ , то в цепь моста и усилителя ошибки вводится отрицательная обратная связь, которая соответствует сигналу, поступающему через нижнюю ветвь моста через  $R_N$ . В этом случае отклонение стрелки прибора пропорционально значению со-

The measuring signal of the generator is applied to the decade transformer and from its tap 100 to the voltage transformer. From the tap of the voltage transformer the signal is conducted via the capacitor being measured to the current transformer and passes on through a matching winding to the amplifier and detector. The range is determined by interconnection of the taps 1, 10, 100, 1000 of the voltage and current transformers. If any of the decade taps 10, 20, 30 - 100 is in function, the current transformer receives a signal coming via the standard  $C_N$ , the polarity of this signal being reverse to that of the signal received through the loop with  $C_X$ . The amplitude of the signal corresponds to one, two, three to ten in the first digit of the  $C_X$  value (provided that the correct range is used).

The lower leg with the  $C_N$  standards is in operation only at an increased sensitivity, i. e., with the decade in function. The high-input-resistance amplifier and the unit-gain amplifier are out of operation. When measuring the capacitive component, the signal is applied to the detector via the phase shifter. The latter is by-passed when measuring the resistive component, the signal being supplied to the detector direct from the output amplifier.

#### 4.3. R-Measurements

The measuring signal arrives at the decade transformer and from its tap 10 it passes on via the standard  $R_N$  to the current transformer and amplifier. As long as no element to be measured is connected to the terminals (terminals  $R_X$  disconnected), the amplifying network is overdriven by the signal coming via the standard  $R_N$  and the meter pointer deflects to the extreme right. If the terminals are bridged by a resistor  $R_X$ , a negative feedback is introduced into the circuit of the bridge and the error amplifier to counteract the signal coming through the lower leg of the bridge via  $R_N$ . The meter deflection is now proportional to



hodnotě odporu  $R_x$ ; zkratovaným svorkám odpovídá nulová výchylka.

Větev mostu s odbočkami dekadového transformátoru (0-10) je v činnosti pouze při zvýšené citlivosti, kdy do obvodu mostu dodává napětí (opačné polarity než vinutí 0-10), které se připočítává k napětí na výstupu zesilovače. Tímto způsobem je v 10ti skocích (odbočka 0, 1, 2, ... 10) kompenzováno první místo hodnoty měřeného odporu.

Aby byla zachována stabilita zpětnovazební smyčky i při zkratovaných svorkách, je v okruhu svorek zapojen trvale odpor  $1 \Omega - 1 M\Omega$  (mění se o řád podle rozsahu). Tento odpor je kompenzován vinutím dekády 0-10, takže při zkratovaných svorkách je most vyrovnán a ukazuje 0. (Odporů nejsou v blokovém schématu na obr. 3 zakresleny.)

противления  $R_x$ ; закороченным зажимам соответствует нулевое отклонение.

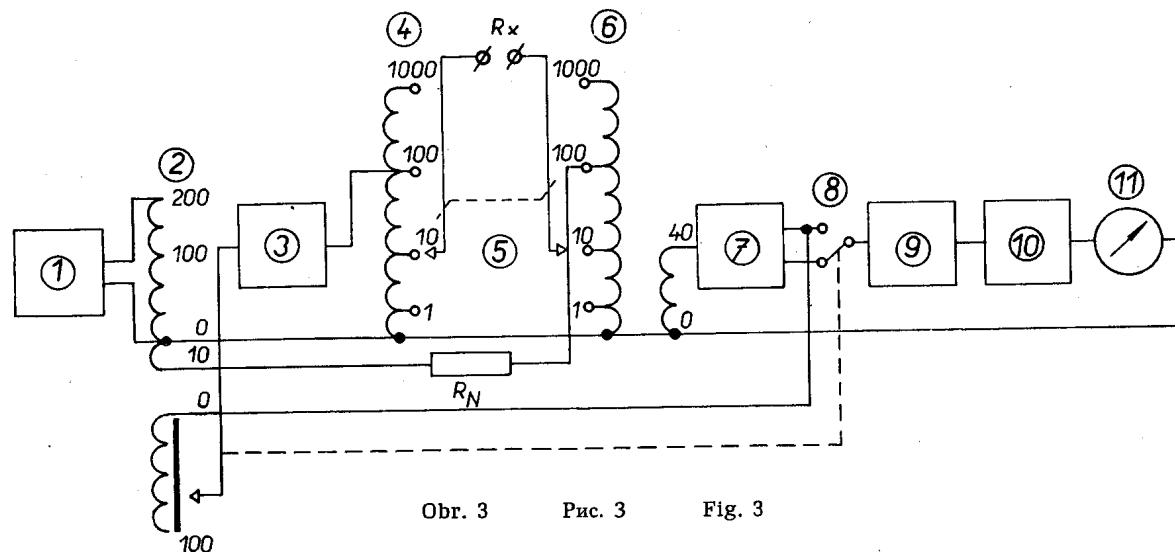
Ветвь моста с выводами декадного трансформатора (0-10) работает только при повышенной чувствительности, когда в цепь моста она поставляет напряжение (обратной полярности, чем напряжение обмотки 0-10), которое прибавляется к напряжению на выходе усилителя. Таким образом в 10 ступенях (выводы 0, 1, 2 - 10) осуществляется компенсация первого знака значения измеряемого сопротивления. Для того, чтобы сохранить устойчивость цепи обратной связи и при закороченных зажимах, в цепь зажимов включено сопротивление  $1 \text{ Ом} - 1 \text{ МОм}$  постоянно (изменяется на порядок в зависимости от предела).

Это сопротивление компенсируется обмоткой декады 0-10, в результате чего при закороченных зажимах мост уравновешен и показывает 0. (Сопротивления не указаны на блок-схеме — рис. 3).

the value of the resistor  $R_x$  and zero deflection corresponds to the  $R_x$  terminals short-circuited.

The bridge leg with decade transformer taps (0-10) is in operation only for increased sensitivity when it supplies the bridge circuit with a voltage of a polarity reverse to that of the windings 0-10, this voltage being added to the amplifier output voltage. This arrangement provides for a 10-step (taps 0, 1, 2, ... 10) compensation of the first valid place in the value of resistance being measured.

A resistance of  $1 \Omega$  to  $1 M\Omega$  (changed by one order with each range step) is permanently connected in the terminal circuit to maintain the stability of the feedback loop even with the terminals short-circuited. This resistance is compensated by the decade winding 0-10, so that, with the terminals short-circuited, the bridge is balanced and indicates 0. [These resistors are not shown in the block diagram in Fig. 3.]



Obr. 3    Рис. 3    Fig. 3

- 1 — generátor
- 2 — transformátor D
- 3 — zesilovač  $\times 1$
- 4 — transformátor E

- 1 — генератор
- 2 — трансформатор D
- 3 — усилитель  $\times 1$
- 4 — трансформатор E

- 1 — generator
- 2 — transformer D
- 3 — unit-gain amplifier
- 4 — transformer E

- 5 — přepínač rozsahů
- 6 — transformátor I
- 7 — chybový zesilovač
- 8 — dělič 10/1
- 9 — koncový zesilovač
- 10 — fázový detektor
- 11 — měřidlo

#### 4.4. Měření $L/R_s$

Měření je v principu stejné s měřením R. Liší se jen stupněm zpětné vazby, která s ohledem na stabilitu zpětnovazební smyčky je asi řádově nižší než při měření R. (Snížení zisku zesilovače je provedeno v druhém stupni chybového zesilovače odpojem R2.)

Protože se jedná o měření komplexního objektu, prochází signál při měření L před vstupem do detektoru ještě posouváčem fáze o  $90^\circ$ . Dekáda, kterou je možno zvýšit přesnost měření o jeden řád, vyrovnává pouze jednu složku měřeného objektu. To je vyhovující při měření odporů a kondenzátorů, kde složka v kvadratuře při kmitočtu 1 kHz je obecně o 1 až několik řádů menší. Není tomu tak ale při měření cívek, kde poměr reaktance k odporu (činitel jakosti Q) není obvykle vysoký, nebo je dokonce menší než 1. Proto nelze při měření indukčností užít dekad. (Musela by být další dekáda pro nezávislé vyrovnání odporové složky.)

#### 4.5. Měření $C_e/R_s$

Signál z generátoru přichází na dekadový a napěťový transformátor a přes zvolenou odbočku určující rozsah a normálový odpor R1 na jednu měřicí svorku. Druhá svorka je uzemněna. Napětí na měřeném kondenzátoru  $C_x$  (nepřímě úměrné jeho ka-

- 5 — переключатель пределов
- 6 — трансформатор I
- 7 — усилитель ошибки
- 8 — делитель 10/1
- 9 — оконечный усилитель
- 10 — фазовый детектор
- 11 — измерительный прибор

#### 4.4. Измерение $L/R_s$

Измерение, в принципе, соответствует измерению R. Отличие заключается только в глубине обратной связи, которая, ввиду устойчивости цепи обратной связи, приблизительно на один порядок ниже, чем при измерении R (уменьшение коэффициента усиления усилителя обеспечивается во втором каскаде усилителя ошибки сопротивлением R2).

Ввиду того, что речь идет об измерении комплексного объекта, сигнал при измерении L поступает перед входом в детектор в фазосдвигающую схему  $90^\circ$ . Декада, с помощью которой можно увеличить точность измерения на один порядок, компенсирует только одну составляющую измеряемого объекта. Это является удовлетворительным при измерениях сопротивления конденсаторов, когда квадратичная составляющая на частоте 1 кГц, как правило, на 1 и более порядков меньше. Однако, это не имеет места при измерениях катушек, когда отношение реактивного сопротивления к активному (добротность Q), как правило, небольшое или даже меньше 1. Поэтому при измерении индуктивности невозможно использовать декаду (необходимо было бы иметь дополнительную декаду для независимой установки активной составляющей).

#### 4.5. Измерение $C_e/R_s$

Сигнал с выхода генератора подается на декадный трансформатор и трансформатор напряжения и через выбранный вывод, который определяет предел, и через эталонное сопротивление R1 поступает на один измерительный зажим. Второй зажим заземлен. Напряжение на измеряемом

- 5 — range selector switch
- 6 — transformer I
- 7 — error amplifier
- 8 — 10/1 divider
- 9 — output amplifier
- 10 — phase detector
- 11 — meter

#### 4.4. $L/R_s$ -Measurements

In principle, these measurements are identical with R-measurements. The only difference is in the feedback degree which is, with regard to the feedback loop stability, by about one order lower than in the case of R-measurements. (The decrease in the amplifier gain is provided for in the second stage of the error amplifier by the resistor R2.)

Since the element being measured is a complex one, the L-measurement signal is passed, in addition, through a  $90^\circ$  phase shifter before being applied to the detector. The decade permitting the accuracy of measurement to be increased by one order compensates only one component of the element being measured. This is satisfactory when measuring resistors and capacitors, where the quadrature component at 1 kHz is, in general, smaller by one or several orders. However, this is not the case when measuring coils, where the reactance/resistance ratio (Q-factor) is usually not very high and can even be less than 1. This is why the decade cannot be used when measuring inductivity. (Another decade would have to be provided to independently compensate the resistive component.)

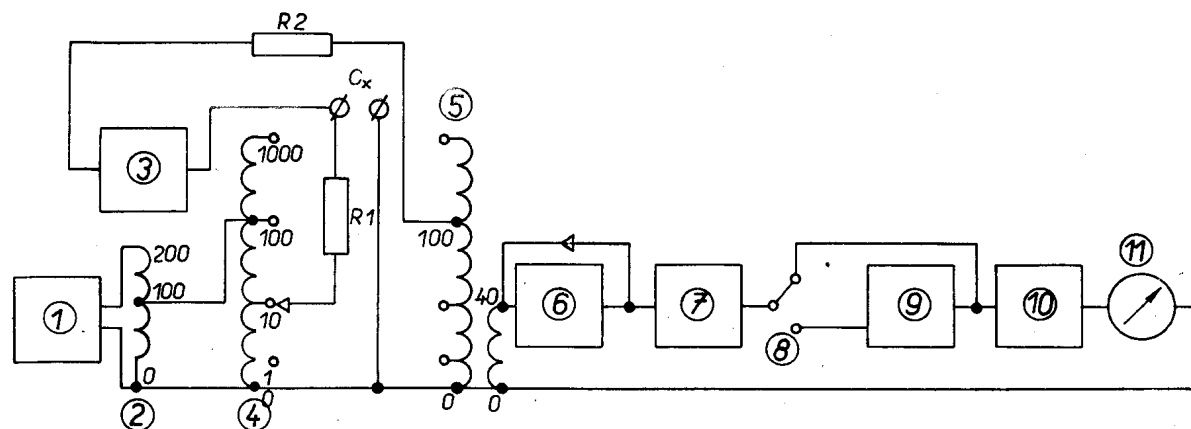
#### 4.5. $C_e/R_s$ -Measurements

The generator signal is applied to the decade and voltage transformer and, through a selected tap determining the range, via the resistance standard R1 to one of the measuring terminals, the other terminal being earthed. The voltage across the capacitor being measured (inversely proportional

pacitě) je vedeno přes jednotkový zesilovač, normálový odpor R2 a proudový transformátor (v tomto případě slouží jen pro impedanční přizpůsobení) na zesilovače a detektor. Z nepřímé úměrné závislosti napětí na  $C_x$  vyplývá inverzní stupnice na měřidle.

конденсаторе  $C_x$  (обратно пропорционально его емкости) подается через блочный усилитель, эталон сопротивления R2 и трансформатор тока (в этом случае он служит в качестве согласующей схемы) на усилитель и детектор. Ввиду обратной линейной зависимости напряжения от  $C_x$  шкала прибора является обращенной.

to its capacity) through the unit-gain amplifier, the resistance standard R2 and the current transformer (serving in this case only for impedance matching) to the amplifiers and the detector. The inverse calibration of the meter scale follows from the inverse proportionality between the voltage and  $C_x$ .



Obr. 4  
Рис. 4  
Fig. 4

- 1 — generátor
- 2 — transformátor D
- 3 — zesilovač  $\times 1$
- 4 — transformátor E
- 5 — transformátor I
- 6 — chybový zesilovač
- 7 — koncový zesilovač
- 8 — přepínač X/R
- 9 — posouvač fáze
- 10 — fázový detektor
- 11 — měřidlo

- 1 — генератор
- 2 — трансформатор D
- 3 — усилитель  $\times 1$
- 4 — трансформатор E
- 5 — трансформатор I
- 6 — усилитель ошибки
- 7 — оконечный усилитель
- 8 — переключатель X/R
- 9 — фазосдвигающая схема
- 10 — фазовый детектор
- 11 — измерительный прибор

- 1 — generator
- 2 — transformer D
- 3 — unit-gain amplifier
- 4 — transformer E
- 5 — transformer I
- 6 — error amplifier
- 7 — output amplifier
- 8 — X/R switch
- 9 — phase shifter
- 10 — phase detector
- 11 — meter

Vzhledem k inverznímu průběhu  $C_e$  a velkému činiteli ztrát  $\tan \delta$  elektrolytických kondenzátorů není podobně jako při měření L užito dekadové kompenzace.

Ввиду обращенной шкалы  $C_e$  и большого коэффициента потерь  $\tan \delta$  электролитических конденсаторов не используется декадная компенсация аналогично случаю измерения L.

Due to the inverse relationship of  $C_e$  and a high loss factor  $\tan \delta$  of electrolytic capacitors, the decade compensation is not used for the same reasons as in the case of L-measurements.

#### 4.6. Srovnávací (toleranční) měření

Generátor napájí dekadový transformátor (odbočky dekady 0-100 nejsou kresleny), z jehož symetrického vinutí +10, 0, -10 je odebírán měřicí

#### 4.6. Измерение сравнения (допусков)

Генератор питает декадный трансформатор (выводы декады 0 - 100 непоказаны), с симметричной обмотки которого +10, 0, -10 снимается

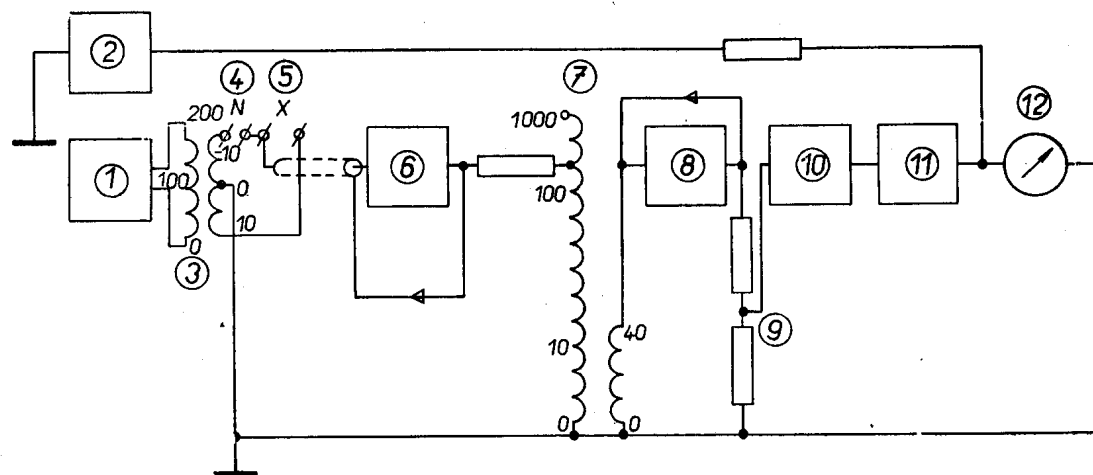
#### 4.6. Comparative (Tolerance) Measurements

The generator supplies the decade transformer (the decade taps 0 - 100 are not shown) and the measuring signal is taken off its symmetrical wind-

signál pro svorky s referenčním normálem N a srovnávaným objektem X.

измерительный сигнал для зажимов с эталоном N и объектом сравнения X.

ings +10, 0, -10 to be applied to the terminals for the reference standard N and the element X to be measured.



Обр. 5  
Рис. 5  
Fig. 5

- 1 — generátor
- 2 — ss zdroj
- 3 — transformátor D
- 4 — svorky pro normál
- 5 — svorky pro měřený objekt
- 6 — zesilovač s vysokým vstupním odporem
- 7 — transformátor I
- 8 — chybový zesilovač
- 9 — dělič
- 10 — koncový zesilovač
- 11 — detektor
- 12 — měřidlo

- 1 — генератор
- 2 — источник пост. тока
- 3 — трансформатор D
- 4 — зажимы для эталона
- 5 — зажимы для измеряемого сопротивления
- 6 — усилитель с большим входным сопротивлением
- 7 — трансформатор I
- 8 — усилитель ошибки
- 9 — делитель
- 10 — оконечный усилитель
- 11 — детектор
- 12 — измерительный прибор

- 1 — generator
- 2 — DC supply
- 3 — transformer D
- 4 — terminals for standard
- 5 — terminals for unknown element
- 6 — high-input-resistance amplifier
- 7 — transformer I
- 8 — error amplifier.
- 9 — divider
- 10 — output amplifier
- 11 — detector
- 12 — meter

Rozdílové napětí je přes zesilovač s vysokým vstupním odporem přivedeno na proudový transformátor zesilovače. Aby měřidlo mělo nulovou výchylku uprostřed, je polarizováno proudem ze stabilizovaného zdroje. Tři různé citlivosti zařízení, odpovídající třem tolerančním rozsahům, jsou nastaveny pomocí příslušného dělicího poměru atenuátoru, jenž je zařazen mezi chybový a koncový zesilovač.

Разностное напряжение через усилитель с высоким входным сопротивлением подается на трансформатор тока усилителя. Для того, чтобы прибор имел нуль в центре шкалы, предусмотрена поляризация прибора током от стабилизированного источника питания. Три различные чувствительности аппаратуры соответствуют трем пределам допусков и установлены с помощью соответствующего коэффициента деления аттенюатора, включенного между усилителем ошибки и оконечным усилителем.

The differential voltage is applied via the high-input-resistance amplifier to the current transformer of the amplifier. The meter is polarized by a current from the stabilized source to shift the zero deflection to the midpoint of the scale. Three sensitivity degrees of the instrument, corresponding to three tolerance ranges, can be used, being selected by changing the division ratio of the attenuator inserted between the error and the output amplifier.

Při měření jsou srovnávány admitance měřeného objektu, nikoliv jednotlivé složky. Průběh odchylky není zcela lineární; systematická chyba (viz obr. 11) se zvětšuje při větších tolerancích.

## 5. PŘÍPRAVA PŘÍSTROJE K PROVOZU

### 5.1. Uvedení do chodu

#### 5.1.1. Při síťovém provozu:

Prohlédneme volič síťového napětí (13), zda je nastaven na napětí sítě, k níž hodláme přístroj připojit.

Přepínač provozu (14) přepneme na označení „SÍŤ“. Přístroj připojíme pomocí síťové šňůry na síť. Při uvedení přístroje do chodu zmáčknutím tlačítka (7) musí svítit kontrolní žárovka (8).

#### 5.1.2. Při bateriovém provozu

Odejmeme víko (11), vsadíme baterii (4× 4,5 V) do držáku a vložíme do schránky. Při připojování baterií je třeba dbát na jejich správnou polaritu.

Přepínač provozu (14) přepneme na označení „BATERIE“.

Zapneme přístroj (7) a zkontrolujeme napětí z baterie přepnutím funkčního přepínače (6) do polohy „BAT“. Ručka měřidla musí být uvnitř červeného políčka na stupnici měřidla.

Při bateriovém provozu kontrolní žárovka (8) nesvítí.

Při přechodu na síťový provoz není třeba baterií ze schránky vyjmát, stačí přepojit přepínač (14) do polohy „SÍŤ“. Nebyl-li přístroj odpojen od sítě, svítí kontrolní žárovka po zapnutí přístroje i při bateriovém provozu.

При измерении сравниваются полные проводимости измеряемого объекта, а не только отдельные составляющие. Отклонение стрелки является вполне линейным; систематическая ошибка (см. рис. 11) возрастает при больших значениях допусков.

## 5. ПОДГОТОВКА ПРИБОРА ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 5.1. Пуск в ход

#### 5.1.1. При режиме питания от сети

Проверить переключатель напряжения сети (13), который должен быть установлен в положении, соответствующем номинальному напряжению сети, от которой прибор будет питаться.

Переключатель питания (14) перевести в положение »Сеть«. Прибор подключить с помощью сетевого шнура к сети. При пуске прибора в ход путем нажатия на кнопку (7) должна загореться контрольная лампа (8).

#### 5.1.2. При питании от батареи

Снять крышку (11), установить батарею (4× 4,5 В) в держатель и установить в гнездо. При подключении батареи необходимо соблюдать правильную полярность.

Переключатель питания (14) перевести в положение »Батарея«.

Включить прибор (7) и проконтролировать напряжение батареи путем установки переключателя рода работ (6) в положение »Бат.«. Стрелка прибора должна находиться в центре красного поля шкалы прибора.

При питании от батареи контрольная лампа накаливания (8) не горит.

При переходе в режим питания сети не нужно вынимать батарею из гнезда: достаточно переключатель (14) перевести в положение »Сеть«. Если прибор не отключен от сети, горит контрольная лампа после включения прибора и при питании от батареи.

The principle of the measurement is in comparing the admittances, not the individual components, of the element being measured. The deviation curve is not quite linear and the systematic error (see Fig. 11) increases with wider tolerances.

## 5. PREPARATION OF INSTRUMENT FOR OPERATION

### 5.1. Setting in Operation

#### 5.1.1. Supply from mains:

Check the mains voltage selector (13) whether preset to the voltage of the mains to which the instrument is to be connected.

Set the supply switch (14) to the position "MAINS". Use the mains lead to connect the instrument to mains. The pilot lamp (8) must light up when the instrument is set in operation by depressing the button (7).

#### 5.1.2. Supply from battery:

Remove the cover (11), insert a battery (4× 4.5 V) into its holder and place it in the case. Mind the polarity when connecting the batteries.

Set the supply switch (14) to the position "BATTERY".

Set the instrument in operation by depressing the button (7) and check the battery voltage by changing the mode selector switch (6) to the position "BAT.". The meter pointer must assume a position inside the red sector on the meter scale.

The pilot lamp (8) is dark during battery operation.

When changing to mains operation, the battery need not be removed from its case. It is sufficient to change the supply switch (14) to the position "MAINS". If the instrument had not been disconnected from the mains, the pilot lamp is shining when the instrument is on even if the power supply is provided by the battery.

## 5.2. Příprava k měření

Zapojíme přístroj stisknutím tlačítka (7). Zkontrolujeme napětí napájecího zdroje (baterie) přepínačem (6) v poloze „BAT“. Dekádový přepínač (1) je vypnut. (V poloze „V“.)

Přesvědčíme se, zda je přístroj správně nastaven. V poloze funkčního přepínače „KAL“ má měřidlo ukazovat výchylku 10 dílků. Případný nesouhlas opravíme pomocí knoflíku (2). Úplné ustálení referenční výchylky nastane asi po 10 minutách.

## 5.2. Подготовка к измерению

Включить прибор путем нажатия на кнопку (7). Проверить напряжение источника питания (батарей) переключателем (6) в положении »Бат.«. Декадный переключатель (1) (в положении »V«).

Необходимо убедиться в том, что прибор правильно отрегулирован. В положении переключателя рода работ »Кал.« измерительный прибор должен давать отклонение 10 делений. В случае несоответствия следует произвести коррекцию ручкой (2). Установление уровня калибровки происходит припл. после 10 минут работы прибора.

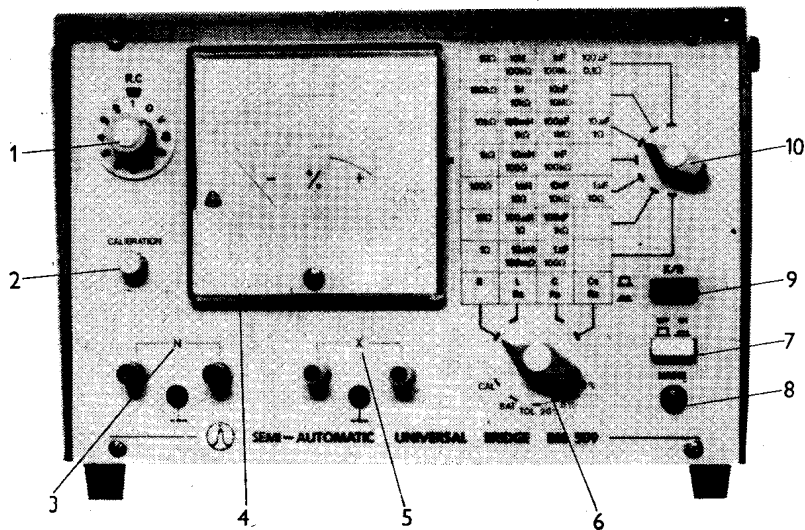
## 5.2. Preparation for Measurements

Set the instrument in operation by depressing the button (7). Check the voltage of the supply source (battery) by changing the switch (6) to the position "BAT.". The decade switch (1) is off, i. e., in the position "V".

See that the instrument is correctly preset. In the position "CAL" of the mode selector switch the meter pointer deflection is to be 10 divisions. Correct any possible deviation with the knob (2). The reference deflection attains its steady state in about 10 minutes.

## 6. NÁVOD K OBSLUZE A POUŽÍVÁNÍ PŘÍSTROJE

### 6.1. Popis ovládacích prvků

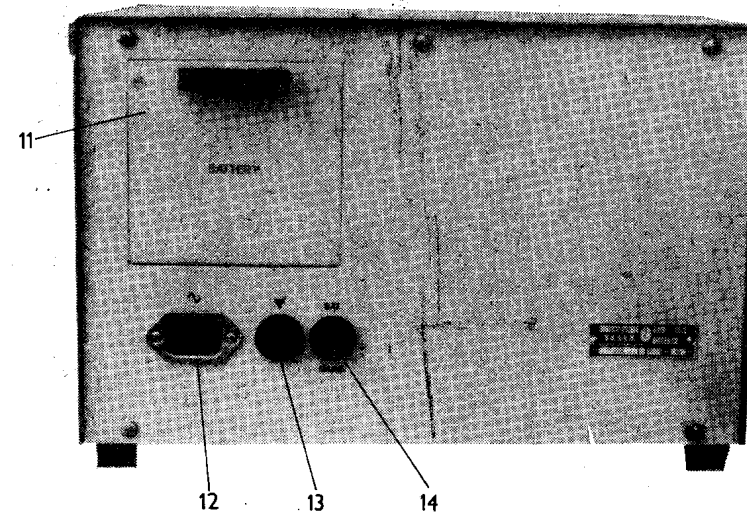


Obr. 6  
Рис. 6  
Fig. 6

1. Dekádový přepínač.  
Možno užít při měření R a C, je-li žádána větší

## 6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРИБОРА

### 6.1. Описание элементов управления



Obr. 7  
Рис. 7  
Fig. 7

1. Decade switch  
Can be used in measuring R and C if a higher accuracy is required. Before the measurement

- пřesnost. Před měřením je třeba natočit přepínač do výchozí polohy (V).
2. Knoflík pro kalibraci  
Nastavujeme v poloze funkčního přepínače (6) označené „KAL“ na výchylku 10 na měřidle.
  3. Svorky  
Při připojení srovnávaného objektu při tolerančním měření ( $R_N$ ,  $L_N$  při měření odporu nebo indukčnosti,  $C_X$  při tolerančním měření kapacity).
  4. Indikační měřidlo  
Na černé a modré stupnici čteme hodnotu měřeného objektu. Červená stupnice udává odchylku při tolerančním měření. Červené pole vyznačuje přípustné napájecí napětí zdroje (možno měřit v poloze přepínače (6) označené „BAT“).
  5. Svorky pro připojení neznámého objektu (S výjimkou tolerančního měření kapacity, kdy připojujeme  $C_N$ .)
  6. Přepínač funkce
  7. Vypínač
  8. Žárovka indikující chod přístroje.  
Svítil, je-li přístroj zapnut (pouze při síťovém provozu).
  9. Přepínač X/R  
Při stisknutí tlačítka měří složku v kvadratuře.
  10. Přepínač rozsahů
  11. Víko schránky na baterie
  12. Síťová zástrčka
  13. Volič síťového napětí
  14. Přepínač provozu síť — baterie

- Перед измерением необходимо установить переключатель в исходное положение (V).
2. Ручка калибровки  
Используется в положении переключателя рода работ (6), обозначенном »Кал.«, и с ее помощью устанавливается отклонение 10 на шкале прибора.
  3. Зажимы  
Для подключения объекта сравнения при измерении допусков ( $R_N$ ,  $L_N$  при измерении сопротивления или индуктивности,  $C_X$  при измерении допусков емкости).
  4. Индикаторный измеритель  
По черной и синей шкалам отсчитывается значение измеряемой величины. Красная шкала используется при измерении допусков. Красное поле ограничивает допустимое значение напряжения питания источника (можно измерить в положении переключателя (6), обозначенного »Бат.«).
  5. Зажимы для подключения неизвестного объекта  
(За исключением измерения допусков емкости, когда подключается  $C_N$ )
  6. Переключатель рода работ
  7. Выключатель
  8. Лампа индикации работы прибора  
Горит только при питании от сети
  9. Переключатель X/R  
При нажатой кнопке измеряет квадратичную составляющую
  10. Переключатель пределов
  11. Крышка гнезда для батареи
  12. Сетевое гнездо
  13. Переключатель напряжения сети
  14. Переключатель питания сеть — батарея

- the switch is to be set to its initial position (V).
2. Calibration knob  
With the mode selector switch (6) in the position "CAL", the knob is employed to set the meter pointer deflection to 10 divisions.
  3. Terminals  
for the connection of the reference standard in tolerance measurements ( $R_N L_N$  when measuring resistance of inductivity,  $C_X$  in tolerance measurement of capacity).
  4. Indicating meter  
The value of the component being measured is read off the black and blue scale. The red scale indicates deviation in tolerance measurements. The red sector indicates the permissible voltage of the supply source (measuring is possible with the mode selector switch (6) in the position "BAT. ").
  5. Terminals  
for the connection of the unknown component (with the exception of capacity tolerance measurement, when  $C_N$  is connected to these terminals).
  6. Mode selector switch
  7. On/off switch
  8. Pilot lamp  
indicating operating condition of the instrument. It lights when the instrument is on (for mains supply only).
  9. X/R switch  
With the switch button depressed, the instrument measures the quadrature component.
  10. Range selector switch
  11. Battery case cover
  12. Mains receptacle
  13. Mains voltage selector
  14. Mains/battery supply switch

## 6.2. Způsoby měření

### 6.2.1. Měření R

Přepínač (6) nastavíme do polohy R. Při nekonečném odporu (rozpojených svorkách) ukazuje měřidlo na všech rozsazích maximální výchylku doprava.

Na svorky X připojíme neznámý odpor a přepínačem rozsahů otáčíme od nejvyšších hodnot k nižším (shora dolů), až výchylka měřidla je v rozmezí číslic 1 - 10. Naměřenou hodnotu čteme na stupnici měřidla souhlasné barvy s tabulkou zvolené funkce (černé).

Chceme-li o řád zvýšit přesnost čtení naměřené hodnoty na 0,25%, použijeme dekády. Nejbližší nižší číslo (0, 1, 2, 3 - 10) indikované na měřidle přeneseme na dekádu nastavením přepínače (1). Při tomto kroku se samočinně zvětší citlivost měření 10×. Na měřidle nyní odečítáme druhé a třetí místo.

### 6.2.2. Měření C

Funkční přepínač (6) je nastaven na C, dekáda (1) je vypnuta. Při rozpojených svorkách měřidlo neukazuje na žádném rozsahu výchylku. (S výjimkou rozsahu 1 pF, kdy přístroj měří vlastní kapacitu svorek.)

Na svorky X připojíme neznámý kondenzátor a přepínačem rozsahů otáčíme od nejvyšších hodnot k nižším, až se na měřidle objeví výchylka v rozmezí 1 - 10. Chceme-li měřit s vyšší přesností, užijeme dekády podobně jako při měření R.

Reálnou složku měřeného kondenzátoru (paralelní odpor) můžeme odečítat na inverzní (modré) stupnici po stlačení tlačítka X/R (9). Rozměr u  $R_p$

## 6.2. Способы измерения

### 6.2.1. Измерение R

Переключатель (6) установить в положение R. В случае бесконечного сопротивления (разомкнутые зажимы) прибор дает максимальное отклонение направо на всех поддиапазонах.

К зажимам X подключается измеряемое сопротивление, и переключателем пределов следует переключать от самых больших значений к низшим (сверху вниз) до тех пор, пока отклонение стрелки прибора не будет находиться в пределах 1 - 10. Измеренное значение отсчитывается по шкале прибора, цвет которой соответствует таблице выбранного режима работы (черный). Если требуется повысить точность отсчета измеряемого значения до 0,25%, то следует использовать декады. Ближайшее низшее число (0, 1, 2, 3 - 10), определяемое по прибору, передается на декаду путем установки переключателя (1). При этом автоматически возрастает чувствительность измерения в 10 раз. На приборе при этом следует отсчитать значение на втором и третьем местах.

### 6.2.2. Измерение C

Переключатель рода работ (6) установлен в положение C, декада (1) выключена. При разомкнутых зажимах прибор ни на одном из пределов не дает никакого отклонения (за исключением предела 1 пФ, когда он измеряет собственную емкость зажимов). К зажимам X подключается неизвестный конденсатор, и переключателем пределов следует переключать от наибольших значений к наименьшим (снизу вверх) до тех пор, пока прибор не даст отклонение в пределах 1 - 10. Если необходимо измерять с повышенной точностью, то можно использовать декаду, как и при измерении R. Активную составляющую измеряемого конденсатора (параллельное сопротивление) можно отсчитать по обращенной (синей) шкале после нажатия кнопки X/R (9). Размер-

## 6.2. Measuring methods

### 6.2.1. R-Measurements

Set the mode selector switch (6) to the position "R". At infinite resistance (terminals open) the meter deflects in any of the ranges to the maximum value at right.

Connect the unknown resistance to the terminals X and step the range selector switch from the highest values to the lowest (downwards) until the meter deflection falls into the range between the divisions 1 and 10. Read the measured value off the scale in the colour corresponding with the colour of the table for the chosen quantity (black).

Use the decade if the order of reading accuracy of the measured value is to be raised to 0.25%. Transfer the nearest lower number (0, 1, 2, 3 - 10) indicated on the meter to the decade by setting the switch (1). This step automatically increases the sensitivity of measurement 10 times. Now read on the meter the second and the third digit.

### 6.2.2. C-Measurements

The mode selector switch (6) is set to "C", the decade switch (1) is off. With the terminals open there is no deflection on the meter in any of the ranges. (With the exception of the 1 pF range, when the instrument measures the inherent capacity of the terminals.)

Connect the unknown capacitor to the terminals X and step the range selector switch from the highest values to the lowest (downwards) until the meter deflection falls into range between the divisions 1 and 10. If higher accuracy is called for, use the decade as in the case of R-measurements. The real component of the capacitor being measured (parallel resistance) can be read off the inverse (blue) scale after having depressed the push-button X/R (9). The dimension of  $R_p$  in the range



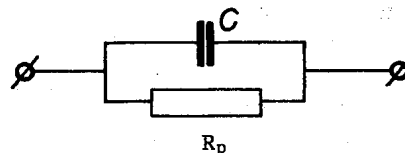
v tabulce rozsahového přepínače se vztahuje na polohu dekády 0 - 10. Je-li dekáda vypnuta (V), je třeba údaj na měřidle dělit deseti.

Kondenzátor se při měření střídavým proudem chová jako komplexní objekt, jehož elektrické vlastnosti můžeme vyjádřit buď jako sériovou, nebo paralelní kombinací jeho kapacity a ztrátového odporu.

Přístroj měří paralelní kombinaci C a  $R_p$ .

ность у  $R_p$  в таблице переключателя пределов относится к положению декады 0 - 10. Если декада выключена (V) то необходимо показание измерительного прибора разделить на десять.

Конденсатор при измерении на переменном токе представляет собой комплексное сопротивление, электрические параметры которого можно выразить в виде последовательной или параллельной комбинации его емкости и сопротивления потерь. Прибор измеряет параллельную комбинацию C и  $R_p$ .



Obr. 8  
Рис. 8  
Fig. 8

selector switch table is related to the position 0 - 10 of the decade. When the decade is off (V), the meter reading is to be divided by ten.

When measured by alternating current, the capacitor behaves as a complex element the electrical properties of which can be interpreted as either a series or a parallel combination of its capacity and loss resistance.

The instrument measures the parallel combination of C and  $R_p$ .

### 6.2.3. Měření L

Funkční přepínač (6) je v poloze L. Dekádu (1) nelze užít (na jejím nastavení nezáleží). Na svorky připojíme neznámou indukčnost. Otáčíme přepínačem rozsahu od nejvyšší hodnoty k nejnižší (shora dolů), až se na černé stupnici měřidla objeví výchylka v rozmezí 1 - 10 a odečteme naměřenou hodnotu. Chceme-li znát reálnou složku měřené cívky, stlačíme tlačítko (9) a čteme rovněž na černé stupnici.

Přístroj měří sériovou kombinací L a  $R_s$ .

### 6.2.3. Измерение L

Переключатель рода работ (6) находится в положении L. Декаду (1) нельзя использовать (ее положение является произвольным). К зажимам подключается неизвестная индуктивность. Вращать переключатель пределов от наибольших значений к самым низким (сверху вниз) до тех пор, пока прибор не покажет отклонение в пределах 1 - 10 по черной шкале прибора. Величину отклонения следует отсчитать. Если необходимо знать вещественную составляющую определяемой катушки индуктивности, следует нажать на кнопку (9) и произвести отсчет также по черной шкале.

Прибор измеряет последовательные комбинации L и  $R_s$ .



Obr. 9      Рис. 9      Fig. 9

### 6.2.3. L - Measurements

The mode selector switch (6) is in the position "L". The decade switch (1) cannot be used (its position is immaterial). Connect the unknown inductivity to the terminals. Step the range selector switch from the highest values to the lowest (downwards) until a deflection in the range from 1 to 10 appears on the black scale of the meter and read the measured value. If the real component of the coil being measured is desired to be known, depress the button (9) and read it also on the black scale.

The instrument measures the series combination of L and  $R_s$ .

Zaručovaná přesnost se vztahuje na indukčnosti, u nichž není činitel jakosti Q ( $X/R_s$ ) nižší než 2.

Гарантируемая точность относится к индуктивности, добротность которой Q ( $X/R_s$ ) не менее 2.

The guaranteed accuracy applies to inductances with Q-factor ( $X/R_s$ ) better than 2.

#### 6.2.4. Měření $C_e$ (elektrolytické kondenzátory)

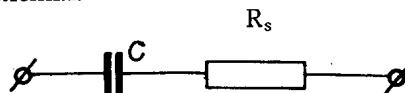
Přepínač (6) je v poloze  $C_e$ . Dekáda (1) je mimo činnost, na její poloze nezáleží. Na svorky připojíme neznámý kondenzátor a otáčíme přepínačem rozsahů od nejnižších hodnot směrem k vyšším (zespodu nahoru), až se na modré stupnici objeví výchylka v rozmezí 10-1 a odečteme naměřenou hodnotu. Chceme-li znát ztrátovou složku měřeného kondenzátoru, stlačíme tlačítko (9) a čteme na černé stupnici.

Při rozpojených svorkách ukazuje ručka měřidla maximální výchylku doprava. Přístroj měří sériovou kombinaci kapacity a odporu.

#### 6.2.4. Измерение $C_e$ (электролитические конденсаторы)

Переключатель (6) находится в положении  $C_e$ . Декада (1) не работает и ее положение является произвольным. К зажимам подключить измеряемый конденсатор и вращать переключатель пределов от наиболее низких значений к более высоким (снизу вверх) до тех пор, пока на синей шкале не появится отклонение в пределах 10 - 1. Затем отсчитать измеряемое значение. Если необходимо знать активную составляющую сопротивления измеряемого конденсатора, следует нажать на кнопку (9) и произвести отсчет по черной шкале.

При разомкнутых зажимах стрелка прибора дает максимальное отклонение направо. Прибор измеряет последовательную комбинацию емкости и сопротивления.



Obr. 10 Рис. 10 Fig. 10

#### 6.2.4. $C_e$ -Measurements (Electrolytic Capacitors)

The mode selector switch (6) is in the position " $C_e$ ". The decade is out of operation, the position of the decade switch (1) being immaterial. Connect the unknown capacitor to the terminals and step the range selector switch from the lowest values to the highest (upwards) until a deflection in the range from 10 to 1 appears on the blue scale of the meter and read the measured value. If the loss component of the capacitor being measured is desired to be known, depress the button (9) and read it off the black scale.

With the terminals open the meter pointer deflects to the extreme right. The instrument measures the series combination of capacity and resistance.

#### 6.2.5. Měření tolerance

Přepínač (6) nastavíme do polohy „TOL“ zadaného rozsahu. Ručka měřidla se přesune na nulu červené stupnice. Při měření L nebo R připojíme normál na svorky N, neznámý objekt na svorky X a rozdíl odečítáme na příslušné stupnici. Při tolerančním měření kondenzátorů připojíme normál na svorky X, neznámý kondenzátor na svorky N, aby platila polarita výchylky indikované na měřidle.

#### 6.2.6. Korekční graf pro měření tolerance

Průběh stupnice tolerančního měření není zcela lineární, odchylka se zvětšuje při větších toleran-

#### 6.2.5. Измерение допусков

Переключатель (6) установить в положение »ДОП.« требуемого предела. Стрелка прибора перемещается в положение нуля по красной шкале. При измерении L или R подключить эталон к зажимам N, измеряемый объект к зажимам X, и разность отсчитывается по соответствующей шкале. При измерении допусков конденсаторов следует эталон подключить к зажимам X, измеряемый конденсатор к зажимам N для того, чтобы сохранить полярность отклонения стрелки прибора.

#### 6.2.6. График коррекции для измерения допусков

Шкала при измерении допуска не является вполне линейной, отклонение от линейности возрастает

#### 6.2.5. Tolerance Measurements

Set the mode selector switch (6) to the position "TOL." of the required range. The meter pointer moves to zero of the red scale. When measuring L or R, connect the standard to the terminals "N" and the unknown element to the terminals "X", and read the difference on the corresponding scale. When capacitor tolerances are to be measured, connect the standard to the terminals "X" and the unknown capacitor to the terminals "N" to maintain correct polarity of the meter deflection.

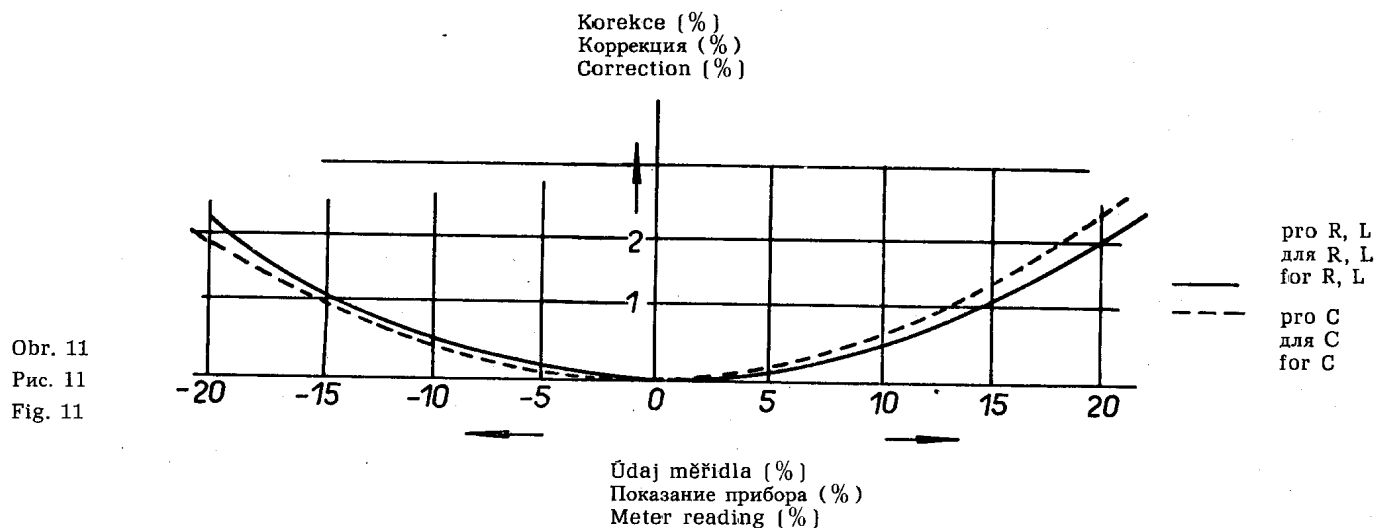
#### 6.2.6. Correction Chart for Tolerance Measurements

The course of the scale at tolerance measurement is not quite linear, the deviation increases due to

cích. Korekce, která se připočítá k údajům měřidla, je uvedena na obr. 11.

ет при больших значениях допусков. Коррекция, которую следует прибавить к показанию прибора, дана на рис. 11.

greater tolerances. The correction which has to be added to the scale indication is given in Fig. 11.



Obr. 11  
Рис. 11  
Fig. 11

### 6.2.7. Zbytkové parametry svorek a připojení měřeného objektu

Při měření velmi malých hodnot C, R, L je třeba brát v úvahu zbytkové parametry svorek.

Při měření kapacit odečítáme počáteční kapacitu  $C_0$ . Kapacita  $C_0$  je menší než 0,1 pF při neodstíněných svorkách. Podobně odečítáme počáteční odpor a indukčnost svorek při zkratovaných svorkách.  $R_0$  je menší než 20 mΩ,  $L_0$  je menší než 2 μH.

Je-li nutné, je možno kondenzátory připojit na svorky pomocí stíněných kabelů. Stínění obou kabelů musí být uzemněno. Vzájemná kapacita kabelů ani kapacita kabelů proti zemi neovlivňuje měření.

### 6.2.7. Остаточные параметры зажимов и присоединение измеряемого объекта

При измерении очень малых значений C, R, L необходимо учитывать остаточные параметры зажимов.

При измерении емкостей отсчитывается начальная емкость  $C_0$ . Емкость  $C_0$  менее 0,1 пФ при неэкранированных зажимах. Аналогично отсчитывается начальное сопротивление и индуктивность зажимов при закороченных зажимах.  $R_0$  менее 20 мОм,  $L_0$  менее 2 мкГн.

Если это нужно, конденсаторы можно подключить к зажимам с помощью экранированных кабелей. Экраны обоих кабелей должны быть заземлены. Взаимная емкость кабелей, а также емкость кабелей относительно земли не влияет на результаты измерения.

### 6.2.7. Residual Terminal Parameters and Connection of Element Being Measured

When measuring very small values of C, R, and L it is essential to respect the residual parameters of the terminals.

When measuring capacities, read off the initial capacity  $C_0$ . With the terminals unshielded, the capacity  $C_0$  is less than 0.1 pF. The initial resistance and inductivity of the terminals is to be found in the same way with the terminals short-circuited.  $R_0$  is less than 20 mΩ and  $L_0$  less than 2 μH.

Shielded cables can be used to connect capacitors to the terminals, if necessary. The shielding of both cables must be earthed. The cable-to-cable and cable-to-earth capacities do not affect the measurement.

Při měření velkých odporů (nad 100 kΩ) a velkých indukčností (nad 1 H) je třeba měřený objekt přímo připojit na svorky přístroje a vyloučit pokud možno kapacity proti zemi.

Elektrolytické kondenzátory ( $C_e$ ) je rovněž vhodné připojit přímo na svorky; odpor přívodů ovlivňuje při velkých kapacitách hodnotu ztrátové složky ( $R_s$ ).

### 6.2.8. Měřicí napětí na svorkách

Napětí na svorkách se mění podle funkce, rozsahu a případně i podle hodnoty měřeného objektu.

#### Měření $C_p$

Napětí na měřeném objektu se liší při přepnutí rozsahu, zůstává však v průběhu rozsahu stejné.

Rozsah	1,2	3,4	5,6	7
Měřicí napětí (V)	0,0125	0,125	1,25	12,5

#### Měření L

Napětí na měřeném objektu se mění podle rozsahu a hodnoty (údaje na měřidle), a to podle vztahu:

$$\text{měřicí napětí } E = e \cdot \text{údaj měřidla}$$

e se mění podle rozsahu:

Rozsah	1,2	3,4	5,6	7
e (mV) asi	0,1	1	10	100

Příklad: L = 500 mH

Měřicí napětí  $E = 5 \cdot 10 = 50$  mV

При измерении больших сопротивлений (свыше 100 кОм) и больших индуктивностей (свыше 1 Гн) необходимо измеряемый объект подключить непосредственно к зажимам прибора и, по возможности, исключить его емкость относительно земли.

Электролитические конденсаторы ( $C_e$ ) также целесообразно подключить непосредственно к зажимам; сопротивление выводов влияет при больших емкостях на величину активной составляющей ( $R_s$ ).

### 6.2.8. Напряжение измерения на зажимах

Напряжение на зажимах изменяется в зависимости от режима работы, предела, а также от сопротивления измеряемого объекта.

#### Измерение $C_p$

Напряжение на измеряемом объекте изменяется при переключении предела, однако на данном пределе оно остается постоянным.

Предел	1,2	3,4	5,6	7
Напряжение измерения (В)	0,0125	0,125	1,25	12,5

#### Измерение L

Напряжение на измеряемом объекте изменяется в зависимости от предела и измеряемой величины (показание по прибору) по формуле:

$$\text{измеряемое напряжение } E = e \cdot \text{показание прибора}$$

e изменяется в зависимости от предела:

Предел	1,2	3,4	5,6	7
прибл. e (мВ)	0,1	1	10	100

Пример: L = 500 мГн

Измеряемое напряжение  $E = 5 \cdot 10 = 50$  мВ

When measuring high resistances (over 100 kΩ) and high inductivities (over 1 H), the element being measured must be connected direct to the instruments terminals and the capacities to earth are to be eliminated, if possible.

Electrolytic capacitors ( $C_e$ ) should also be connected direct to terminals, since at high capacities the resistance of the cable leads affects the loss component value ( $R_s$ ).

### 6.2.8. Measuring Voltage at Terminals

The terminal voltage varies with mode and range, and possibly with the value of the element being measured.

#### $C_p$ - Measurements

The voltage across the element being measured depends on the selected range, but remains constant throughout the range.

Range	1,2	3,4	5,6	7
Measuring voltage (V)	0,0125	0,125	1,25	12,5

#### L - Measurements

The voltage across the element being measured changes with range and value (meter reading) in accordance with the relation

$$\text{measuring voltage } E = e \times \text{meter reading,}$$

while e varies with range as follows

Range	1,2	3,4	5,6	7
e (mV), approx.	0,1	1	10	100

Example: L = 500 mH

Measuring voltage  $E = 5 \times 10 = 50$  mV

## Měření R

Měřicí napětí se mění podobně jako při měření L, je však třeba brát v úvahu i dekádu.

Měřicí napětí  $E = 10 e \cdot \text{nastavení dekády} + e \cdot \text{údaj měřidla}$

Rozsah e (mV)	1,2	3,4	5,6	7
	0,125	1,25	12,5	125

(Není-li použito dekády, pak měřicí napětí e je pro danou hodnotu R stejné jako při užití dekády.)  
Měřicí napětí  $E = 10 \cdot e \cdot \text{údaj měřidla}$

## Měření $C_e$

Měřicí napětí  $E = e \cdot 1/\text{údaj měřidla}$

$e = 1 \text{ mV}$  a zůstává stále na všech třech rozsazích.

## Měření tolerance

Měřicí napětí  $E = 0,125 \text{ V}$  je stejné na všech rozsazích.

## 6.2.9. Měření impedancí a admitancí

Při měření komplexních objektů je třeba dbát na to, aby složka v kvadratuře (reaktanční složka při funkci R, odporová složka při funkci L,  $C_p$ ,  $C_e$ ) nebyla mimo rozsah měřidla, jinak údaj základní složky není spolehlivý.

To se může vyskytnout při měření cívek s nízkým činitelem jakosti Q, případně též při měření elektrolitických kondenzátorů.

## Измерение R

Измерительное напряжение изменяется аналогично напряжению при измерении L, однако необходимо принимать во внимание и декаду.

Напряжение измерения  $E = 10 e \cdot \text{установка декады} + e \cdot \text{показание прибора}$

Предел e (мВ)	1,2	3,4	5,6	7
	0,125	1,25	12,5	125

(Если декада не используется, измерительное напряжение e для заданного значения R является таким же, как и при использовании декады.)

Напряжение измерения  $E = 10 \cdot e \cdot \text{показание прибора}$

## Измерение $C_e$

Напряжение измерения  $E = e \cdot 1/\text{показание прибора}$

$e = 1 \text{ мВ}$  и остается постоянным на всех трех пределах.

## Измерение допусков

Напряжение измерения  $E = 0,125 \text{ В}$  и является постоянным на всех пределах.

## 6.2.9. Измерение полных сопротивлений и полных проводимостей

При измерении комплексных объектов необходимо следить за тем, чтобы квадратурная составляющая (реактивная составляющая при функции R, активная составляющая при функции L,  $C_p$ ,  $C_e$ ) лежала в пределах измерения прибора.

В противном случае измерение основной составляющей является ненадежным.

Последнее может иметь место при измерении катушек индуктивности с малой добротностью Q, а также при измерении электролитических конденсаторов.

## R - Measurements

The measuring voltage varies similarly as in the case of L-measurements, but the decade must also be taken into consideration.

Measuring voltage  $E = 10 e \times \text{decade setting} + e \times \text{meter reading}$

Range e (mV)	1.2	3.4	5.6	7
	0.125	1.25	12.5	125

(When the decade is not used, then the measuring voltage e for the given value of R is the same as when the decade is used.)

Measuring voltage  $E = 10 \times e \times \text{meter reading}$

## $C_e$ - Measurements

Measuring voltage  $E = e \times 1/\text{meter reading}$   
 $e = 1 \text{ mV}$  and remains constant over all the three ranges.

## Tolerance Measurements

Measuring voltage  $E = 0.125 \text{ V}$  and is equal in all ranges.

## 6.2.9. Impedance and Admittance Measurements

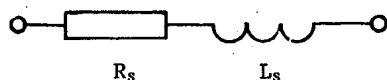
When measuring complex elements, it is essential that the quadrature component (reactive component for R-function, resistive components for L,  $C_p$  and  $C_e$  functions) be within the range of the meter, since otherwise the value of the basic component is not reliable.

This may be the case when measuring coils with low Q-factor and also when measuring electrolytic capacitors.

S tímto souvisí i neurčitý údaj měřidla pro reaktanční složku při měření sériové kombinace  $L_s$  a  $C_e$  při rozpojených svorkách.

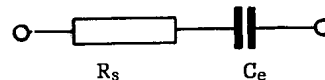
Из сказанного вытекает неопределенность показания измерительным прибором реактивной составляющей при измерении последующей комбинации  $L_s$  и  $C_e$  при разомкнутых зажимах.

This also causes the meter indication of the reactive component to be indefinite when measuring series combinations of  $L_s$  and  $C_e$  with the terminals open.



(Při rozpojených svorkách  $R_s \rightarrow \infty$ .)

Obr. 12  
Рис. 12  
Fig. 12



(При разомкнутых зажимах  $R_s \rightarrow \infty$ .)

(With the terminals open,  $R_s \rightarrow \infty$ .)

## 7. PODROBNÝ POPIS ZAPOJENÍ

### 7.1. Napájecí zdroj (1AK 057 14)

Sestává ze síťového transformátoru, dvoucestného usměrňovače a elektronického stabilizátoru napětí. Referenční napětí dodává Zenerova dioda E7, k nastavení velikosti napájecího napětí ( $9\text{ V} \pm 10\%$ ) slouží odporový trimr R9.

### 7.2. Generátor a detektor (1AK 057 91)

Generátor měřicího signálu 1000 Hz se skládá z budicího oscilátoru s rezonančním okruhem L, C a koncového dvojitinného stupně (E4, E5) a obvodu pro stabilizaci amplitudy (E1, E3). Amplituda výstupního signálu je řízena změnou stejnosměrného napájecího napětí budicího oscilátoru E2. Jako referenční normál napětí slouží Zenerova dioda E7. S referenčním napětím je srovnáváno usměrněné výstupní napětí z generátoru a jejich rozdíl ovládá přes dvoustupňový zesilovač zpětně stejnosměrný napájecí zdroj.

Na desce je umístěn rovněž fázový detektor. Je klíčován ze symetrického vinutí výstupního transformátoru koncového zesilovače. Signál z měřicího zesilovače přichází do bodu 19, naměřené usměrněné napětí pro měřidlo je bráno z bodu 13 a 23,

## 7. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ

### 7.1. Источник питания (1AK 057 14)

Он состоит из сетевого трансформатора, двухполупериодного выпрямителя и электронного стабилизатора напряжения. Опорное напряжение вырабатывается стабилитроном E7, для установки величины напряжения питания ( $9\text{ В} \pm 10\%$ ) служит подстроечное сопротивление R9.

### 7.2. Генератор и детектор (1AK 057 91)

Генератор измерительного сигнала 1000 Гц состоит из автогенератора с колебательным контуром L, C и оконечного двухтактного каскада (E4, E5), а также из схемы стабилизации амплитуды (E1, E3). Амплитуда выходного сигнала регулируется путем изменения постоянного напряжения питания автогенератора E2. В качестве опорного напряжения служит стабилитрон E7. С опорным напряжением сравнивается выпрямленное выходное напряжение генератора и разностная величина, усиленная в двухкаскадном усилителе обратной связи, управляет источником питания постоянного тока.

На плате установлен также фазовый детектор. Он управляется симметричной обмоткой выходного трансформатора оконечного усилителя. Сигнал измерительного усилителя поступает в точку 19, выпрямленное напряжение для измерительного прибора снимается с точек 13 и 23. Вспомогатель-

## 7. DETAILED DESCRIPTION OF CONNECTION

### 7.1. Power supply source (1AK 057 14)

The power pack consists of a small mains transformer, a fullwave rectifier and an electronic voltage stabilizer. The reference voltage is supplied by Zener diode E7, the resistance trimmer R9 being used to adjust the magnitude of the supply voltage ( $9\text{ V} \pm 10\%$ ).

### 7.2. Generator and detector (1AK 057 91)

The generator of 1000 Hz measuring signal consists of a driving oscillator with LC resonant circuit and push-pull output stage (E4, E5), and an amplitude stabilizer (E1, E3). The amplitude of the output signal is controlled by changing the DC supply voltage to the driving oscillator E2. The Zener diode E7 acts as reference voltage standard. The rectified output voltage of the generator is compared with the reference voltage and the differential voltage is used for feedback control of the DC supply source via a two-stage amplifier.

The board also carries the phase detector, which is keyed from the symmetrical winding of the amplifier output transformer. The signal from the measuring amplifier is applied to point 19, the rectified measured voltage for the meter being taken off at points 13 and 23. The auxiliary DC

z bodu 25 je přiváděno pomocné ss napětí při posunu nuly měřidla doprostřed (při tolerančním měření).

### 7.3. Chybový a koncový zesilovač (1AK 057 92)

Chybový zesilovač (E1 - E5) je selektivní (LC člen u E3) a jeho citlivost je nastavitelná negativní zpětnou vazbou (odpor mezi body 25, 27) ve druhém stupni. Na výstupu E4 + E5 je dělič 10/1, který je v činnosti při použití dekády při měření R a C. (Výstupy 29 a 31). E6, E7, E8 tvoří koncový zesilovač s malým výstupním odporem.

### 7.4. Pomocné zesilovače a posouvač fáze (1AK 057 93)

Obvody tranzistoru E1 a E4 tvoří oddělovací zesilovač se ziskem 1. Zesilovač s vysokým vstupním odporem má na vstupu MOS tranzistor (E2), odporový trimr R24 slouží k nastavení zisku (1X). Posouvač fáze je třístupňový, jemné dostavení možno provést trimrem R4.

## 8. POKYNY PRO ÚDRŽBU PŘÍSTROJE

Je-li přístroj často používán, doporučujeme v časovém intervalu asi 1 roku vyčistit kontakty přepínačů (hlavně dekadového a rozsahového). Čistit je možno benzínem, k namazání je vhodný roztok vazelíny v benzínu (v poměru asi 1:20), kterým jemně potřeme kontakty přepínačů.

ное напряжение постоянного тока для смещения нуля прибора в центр шкалы (при измерении допусков) снимается с точки 25.

### 7.3. Усилитель ошибки и оконечный усилитель (1AK 057 92)

Усилитель сигнала ошибки (E1 - E5) — избирательный (контур LC в каскаде на E3), и его чувствительность устанавливается отрицательной обратной связью (сопротивление между точками 25, 27) во втором каскаде. На выходе транзисторов E4 + E5 имеется делитель 10/1, который работает при использовании декады в режиме измерения R и C. (Выходы 29 и 31.) E6, E7, E8 образуют оконечный усилитель с малым выходным сопротивлением.

### 7.4. Вспомогательные усилители и фазосдвигающая схема (1AK 057 93)

Схемы на транзисторах E1 и E4 образуют буферный усилитель с коэффициентом усиления 1. Усилитель с большим входным сопротивлением имеет на входе транзистор MOS (E2), подстроечное сопротивление R24 служит для установки коэффициента усиления (1X). Фазосдвигающая схема является трехкаскадной. Точную установку можно осуществить подстроечным сопротивлением R4.

## 8. УКАЗАНИЯ ПО УХОДУ

Если прибор используется часто, то рекомендуется приблизительно 1 раз в год очистить контакты переключателей (особенно переключателя декад и пределов). Чистку можно осуществить бензином, а для смазки использовать раствор вазелина в бензине (в отношении прибл. 1:20). Раствором слегка смазать контакты переключателей.

voltage shifting the zero to the midpoint of the meter scale (for tolerance measurements) is supplied to point 25.

### 7.3. Error and Output Amplifier (1AK 057 92)

The error amplifier (E1 to E5) is selective (LC element of E3) and its sensitivity is adjustable by a negative feedback (resistor between points 25 and 27) in the second stage. The 10/1 divider at the output of the complementary transistors E4 + E5 is in operation when using the decade in R and C measurements. (Outputs 29 and 31.) The transistors E6, E7, E8 constitute a low-output-resistance output amplifier.

### 7.4. Auxiliary Amplifiers and Phase Shifter (1AK 057 93)

The circuits of the transistors E1 and E4 form a blocking amplifier with unit gain. The high-input-resistance amplifier is provided with an MOS transistor (E2) at the input, the resistance trimmer R24 being used to adjust the gain (1X). The phase shifter has three stages, fine adjustment being performed by means of the trimmer R4.

## 8. INSTRUCTIONS FOR MAINTENANCE OF INSTRUMENT

If the instrument is in frequent use, it is recommended to clean the switch contacts (particularly those of the decade and range selector switches) at intervals of about 1 year. Petrol (benzine) can be used for cleaning, a solution of vaseline (petroleum jelly) in petrol (dilution ratio about 1:20) being applied in a fine layer to switch contacts.

## 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, neboť se jedná o poměrně složité zařízení.

Přístroj je nutno poslat na adresu:

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

Adresa servisu měřících přístrojů (pro osobní styk):

TESLA Brno, n. p., Mercova 8a,  
612 45 Brno 12, tel. č. 558 18

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

Těm uživatelům, kteří dávají přednost vlastnímu provedení opravy a mají k tomu potřebné technické předpoklady a vybavení, uvádíme základní instrukce pro usnadnění opravy.

### 9.1. Potřebné zkušební přístroje

- univerzální měřič V, A,  $\Omega$  se vstupním odporem 20 000  $\Omega/V$  a přesností  $\pm 2\%$
- oscilograf (stačí jednoduchý do 1 MHz)
- odporová dekáda 0 - 10 k $\Omega$   $\pm 0,1\%$
- kapacitní dekáda 0 - 0,1  $\mu F$   $\pm 0,1\%$
- NF milivoltmetr
- měřič kmitočtu

### 9.2. Otevření skříně přístroje

Vyšroubujeme 2 + 2 šrouby M4 s plochou hlavou na bočních stranách přístroje a zvedneme horní část skřínky nahoru. Tím je umožněn přístup k vnitřku přístroje ze tří stran. Je-li nutný přístup k propojení nožových lišt u jednotlivých desek, je možno odstranit dno skřínky po odšroubování 2 + 2 šroubů M4 z dolní části předního a zadního panelu.

## 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, так как схема прибора является довольно сложной.

Более подробные информации предоставляет  
КОВО, внешнеторговое объединение,  
Прага, ЧССР

Тем потребителям, которые предпочитают осуществлять ремонт собственными силами и имеют для этого необходимые технические условия и оборудование, приводится краткая инструкция для обеспечения ремонта.

### 9.1. Необходимые поверочные приборы

- универсальный измеритель В, А, Ом с входным сопротивлением 20 000 Ом/В и погрешностью  $\pm 2\%$
- осциллограф (достаточно простой до 1 МГц)
- магазин сопротивлений 0 - 10 кОм  $\pm 0,1\%$
- магазин емкостей 0 - 0,1 мкФ  $\pm 0,1\%$
- милливольтметр НЧ
- измеритель частоты

### 9.2. Открытие прибора

Вывинтить 2 + 2 винта М4 с плоской головкой на боковых стенках прибора и поднять верхнюю часть корпуса вверх. В результате этого обеспечивается доступ к внутренним частям прибора с трех сторон. Если необходим доступ к выходным разъемам отдельных пластин, то можно убрать дно ящика после вывинчивания 2 + 2 винтов М4 из нижней части передней и задней панелей.

## 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 in spite a fault should turn up, the instrument is recommended to be returned for repair to the manufacturer, since its construction is relatively complicated.

More detailed information available from:  
KOVO Praha, Czechoslovakia.

Some basic instructions facilitating the repair work are presented below for those users who prefer to do the repairs themselves, provided that the requisite skills and equipment are available.

### 9.1. Testing Instruments Required

- universal (volt-ampere-ohm) meter, input resistance 20 000  $\Omega/V$ , accuracy  $\pm 2\%$
- oscilloscope (a simple instrument up to 1 MHz will be satisfactory)
- decade resistance, 0 - 10 k $\Omega$   $\pm 0.1\%$
- decade capacitor set, 0 - 0,1  $\mu F$   $\pm 1\%$
- LF millivoltmeter
- frequency meter

### 9.2. Opening of Instrument Box

Turn out 2 + 2 M4 flat-head screws on the sides of the instrument and lift the top of the box. Access is now enabled to the interior of the instrument from three sides. If access is necessary also to the knife-contact bars of the individual boards, remove the bottom of the box after having turned out 2 + 2 M4 screws from the lower part of the front and rear panel.



### 9.3. Kontrola nastavení přístroje

- a) Zkusit ss napájecí napětí (podle schématu v bodě A29, B29, C15, D28  $-9\text{ V} \pm 0,2\text{ V}$ ).
- b) Změřit napětí měřicího signálu v bodě E5 (2,5 Vst). Při kontrole oscilografem nesmí být vidět na signálu žádné zkreslení.
- c) Na otáčení knoflíku „KALIBRACE“ (potenciometr R20) musí amplituda měřicího signálu reagovat změnou přibližně o  $\pm 10\%$ .
- d) V poloze funkčního přepínače „KAL“ při výchylce měřidla 10 dílků má být v bodě C5 nezkrácené střídavé napětí 1 - 1,2 V. Toto napětí má zůstat stejné (s malými rozdíly) při měření na ostatních funkcích (R, L, C), je-li připojen měřený objekt a měřidlo ukazuje hodnotu 10. Podobně měřit napětí v bodě D31 na výstupu posouvače fáze.
- e) Zkontrolovat zesilovač  $\times 1$ . Na svorky připojit dekádu, nastavit měření R. Ukazuje-li měřidlo výchylku 10 dílků, má být na vstupu (D26) a výstupu (D21) napětí 1,2 V.
- f) Zkontrolovat zesilovač s vysokým vstupním odporem. Nastavit měření tolerance, na svorky X připojit odpor (1 k $\Omega$ ), na svorky N dekádu. Dekádu nastavit tak, aby měřidlo ukazovalo na okraj stupnice. Pak musí být v bodě D15 a D5 stejné napětí. (Zesílení = 1.) Body týkající se zesilovače  $\times 1$  a zesilovače s vysokým vstup-

### 9.3. Проверка прибора

- a) Проверить напряжение питания постоянного тока (по схеме в точках A29, B29, C15, D28  $-9\text{ В} \pm 0,2\text{ В}$ ).
- b) Измерить напряжение измерительного сигнала в точке E5 (2,5 В перем.). При контроле с помощью осциллографа не должно быть заметно никаких искажений сигнала.
- v) При вращении ручки »Калибровка« (потенциометр R20) амплитуда измерительного сигнала должна изменяться приibl. на  $\pm 10\%$ .
- г) В положении переключателя рода работ »КАЛ.« при отклонении стрелки прибора на 10 делений в точке C5 должно иметь место неискаженное переменное напряжение 1 - 1,2 В. Это напряжение должно остаться постоянным (с небольшими отклонениями) при измерении в остальных режимах работы (R, L, C), если подключен измеряемый объект и измерительный прибор дает отклонение до 10 делений. Аналогично следует измерить напряжение в точке D31 на выходе фазосдвигающей схемы.
- д) Контролировать усилитель  $\times 1$ . К зажимам подключить магазин сопротивлений и установить измерение R. Если измерительный прибор дает отклонение 10 делений, то на входе (D26) и выходе (D21) должно быть напряжение 1,2 В.
- e) Контролировать усилитель с большим входным сопротивлением. Установить измерение допусков, к зажимам X подключить сопротивление (1 кОм) и к зажимам N — магазин сопротивлений. Магазин установить так, чтобы измерительный прибор давал отклонение на всю шкалу. В этом случае в точках D15 и D5 должно иметь место одинаковое напряжение (коэффициент усиления приibl. 1). Контроль по пунктам, касающимся усилителя  $\times 1$  и усилителя с большим входным сопротивлением, следует производить в том случае, если

### 9.3. Check of Adjustment

- a) Check the DC supply (see diagram, points A29, B29, C15, D28,  $-9\text{ V} \pm 0.2\text{ V}$ ).
- b) Find out the measuring signal voltage at point E5 (2.5 V AC). Oscilloscope check must not reveal any distortion of the signal.
- c) The amplitude of the measuring signal must respond to the rotation of the "CALIBRATION" knob (potentiometer R20) by a variation of approx.  $\pm 10\%$ .
- d) With the mode selector switch in the position "CAL:" and the meter pointer deflected to the division line 10, an undistorted AC voltage of 1 - 1.2 V is to appear at point C5. This voltage is to remain unchanged (with small deviations) also in the other modes (R, L, C) when the element being measured is connected to the terminals and the meter indicates the value of 10. Measure the voltage in the same way at point D31 at the phase shifter output.
- e) Check the unit-gain amplifier. Connect a decade resistance to the terminals and set the instrument for R-measurement. When the meter shows a deflection of 10 divisions, the input (D26) and output (D21) voltage should be 1.2 V.
- f) Check the high-input-resistance amplifier. Set for tolerance measurement and connect a resistor (1 k $\Omega$ ) to terminals X and a decade resistance to terminals N. Set the decade resistance so as to make the meter deflect to the end of the scale. The voltages at points D15 and D5 must now be equal. (Amplification = 1). The check points of the unit-gain and high-input-resistance amplifiers are to be ex-

ním odporem zkoušet, nefunguje-li měření R, případně měření tolerance.

g) Nastavení kalibrace a výchylky měření při jednotlivých funkcích. Nesouhlasí-li hodnota indikovaná na měřidle s normálem na svorkách, je možno provést nastavení pomocí trimrů R5, R6, R7, R8, R9, R10, R32 pro reálnou složku a pomocí trimrů R11, R12, R13 pro reaktanční složku. Příslušnost trimrů pro jednotlivé funkce je patrna z jednotlivých propojovacích schémat. Trimry jsou umístěny dole v pravé části přístroje na společné destičce s normály. Nastavení kalibrace reálné složky (R) při měření C je společné a je výchozí úroveň pro další funkce.

h) Reaguje-li přístroj při měření C nebo L silně na složku v kvadratuře (příklad — při měření C stlačeno tlačítko X/R, rozsah 10 nF, připojen styroflexový kondenzátor 10 nF, výchylka větší než 5% stupnice), je pravděpodobně nesouhlas mezi kmitočtem oscilátoru a rezonančním obvodem chybového zesilovače. Možno dostavit malým kondenzátorem (řádu několika stovek pF) paralelně k C4 na desce B (1AK 057 91) nebo na opačnou stranu paralelně k C12 na desce C (1AK 057 92).

Jedná-li se o změnu kmitočtu oscilátoru nebo rezonančního okruhu zesilovače, je možno změnu zjistit pomocí čítače, případně RC generátoru a oscilografu.

i) V opačném případě (příklad — měření C, tlačítko X/R nestlačeno, na svorky připojen vrstvý odpor 10 kΩ), ukazuje-li měřidlo výchylku menší než 5%, možno dostavit posouváčem fáze (trimr R4 na desce D). Výchozí poloha je

most не работает в режиме измерения R или в режиме измерения допусков.

ж) Установка калибровки и отклонения при измерении в отдельных режимах работы. Если не соответствует значение, определяемое по прибору с эталоном, подключенным к зажимам, то можно произвести установку с помощью подстроечников R5, R6, R7, R8, R9, R10, R32 для активной составляющей и с помощью подстроечников R11, R12, R13 для реактивной составляющей. Соответствие отдельных подстроечников отдельным режимам работы вытекает из отдельных схем. Подстроечники установлены внизу в правой части прибора на общей пластине с эталонами. Установка калибровки активной составляющей (R) при измерении C является общей и дает исходный уровень для дальнейших режимов.

з) Если прибор при измерении C или L сильно реагирует на квадратичную составляющую (пример: при измерении C нажата кнопка X/R, предел 10 нФ, включен стирофлексный конденсатор 10 нФ, отклонение более 5% шкалы), то, вероятно, имеет место несоответствие частоты автогенератора и резонансной частоты усилителя ошибки. Можно произвести настройку малым конденсатором (порядка нескольких сот пФ), подключенным параллельно C4 на пластине B (1AK 057 91) или в другую сторону параллельно C12 на пластине C (1AK 057 92).

С помощью счетчика или звукового генератора и осциллоскопа можно определить, идет ли речь об уходе частоты автогенератора, или о расстройке колебательного контура усилителя.

и) В противном случае (пример: измерение C, кнопка X/R не нажата, к зажимам подключено непроволочное сопротивление 10 кОм), если измерительный прибор дает отклонение менее 5%, то можно произвести установку фазосдвигающей схемой (подстроечник R4 на пластине D). Исходным положением является

amed also in the case of a failure in resistance or tolerance measurements.

g) Calibration and meter deflection adjustment for the individual modes. When the meter reading is not in agreement with the standard value connected at the terminals, readjustment is possible by means of the trimmers R5, R6, R7, R8, R9, R10, R32 for the real component and by means of the trimmers R11, R12, R13 for the reactive component. The relevance of the trimmers to the individual modes is evident from the corresponding diagrams. The trimmers are mounted in the lower right portion of the instrument on a common plate with the standards. The calibration adjustment of the real component (R) is common for C measurements and represents the initial level for other modes.

h) When the response of the instrument to the quadrature component in C or L-measurements is to live (example: C-measurement, X/R button depressed, range 10 nF, a 10 nF styroflex capacitor connected to terminals, deflection greater than 5% of scale), there will probably be a discordance between the frequency of the oscillator and the resonant circuit in the error amplifier. Can be trimmed by a small capacitor (several hundred pF) in parallel to C4 on board B (1AK 057 91) in one sense or in parallel to C12 on board C (1AK 057 92) in the other sense.

If the frequency of the oscillator or the resonant circuit of the amplifier has changed, the deviation can be determined by means of a counter or a combination of an RC generator and oscilloscope.

i) In the contrary case (example: C-measurement X/R button not depressed, a 10 kΩ film-type resistor connected to terminals), if the meter deflection is less than 5%, the trimming can be done in the phase shifter (trimmer R4 on board D). The starting position is from the fre-

od nastavení kmitočtu (správná funkce při reálné složce).

j) Kontrolní napětí a proudy  
Deska A (1AK 057 14)

установка частоты (правильная работа при активной составляющей).

й) Контрольные напряжения и токи  
Плата А (1AK 057 14)

quency setting (correct operation for real component).

jj) Check voltages and currents  
Board A (1AK 057 14)

Měřicí bod Точка измерения Point of measurement	25	29	E5 col E5 кол.	E6 col E6 кол.	E6 em E6 эм.	E4 em E4 эм.
Napětí (V) Напряжение (В) Voltage (V)	14,5	9	10,1	7,8	7	9,6

V poloze přepínače C dává proud (bod 29) 55 mA ( $\pm 5$  mA)

В положении переключателя C имеет место ток (точка 29) 55 mA ( $\pm 5$  mA).

Current in switch position C (point 29): 55 mA ( $\pm 5$  mA)

k) Deska B (1AK 057 91)

к) Пластина В (1AK 057 91)

k) Board B (1AK 057 91)

Polovodič Полупроводник Semiconductor	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7 Katoda Катод Cathode	E8, E9 Anoda Анод Anode
$U_{col}$ (V) $U_{кол.}$ (В)	8,8	6	6	8,8	8,8	1,5	7	-1,5
$U_{em}$ (V) $U_{эм.}$ (В)	6,0	1	0,3	—	—	—	—	—

Celkový příkon v bodě B29 23 mA ( $\pm 5$  mA)

Общий потребляемый ток в точке B29 23 mA ( $\pm 5$  mA).

Total input at point B29: 23 mA ( $\pm 5$  mA)

l) Deska C (1AK 057 92)

л) Пластина С (1AK 057 92)

l) Board C (1AK 057 92)

Tranzistor Транзистор Transistor	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
$U_{col}$ (V) $U_{кол.}$ (В)	3,7	6	7,5	6,6	4	4,5	7,2	4
$U_{em}$ (V) $U_{эм.}$ (В)	—	3,1	0,7	0,9	7,5	0,6	1,6	7,6

Celkový příkon v bodě C15 22 mA ( $\pm 5$  mA)

Общий потребляемый ток в точке C15 22 mA ( $\pm 5$  mA).

Total input at point C15: 22 mA ( $\pm 5$  mA)

m) Deska D (1AK 057 93)

м) Пластина D (1AK 057 93)

m) Board D (1AK 057 93)

Tranzistor Транзистор Transistor	E1	E4	E2	E5	E7	E3	E6	E8
U <sub>col</sub> (V) U <sub>кол.</sub> (В)	8	3,9	5	5,1	8,5	5	8	4,2
U <sub>em</sub> (V) U <sub>эм.</sub> (В)	3,8	8,2	2,7	2,2	4,5	1,5	1,3	8,5

Celkový příkon v bodě D28 13 mA ( $\pm 2$  mA)

Общий потребляемый ток в точке D28 13 mA ( $\pm 2$  mA)

Total input at point D28: 13 mA ( $\pm 2$  mA)

n) Základní kontrolu mostových transformátorů možno provést měřením napětí na jejich odbočkách (provádíme v poloze funkčního přepínače na C)

н) Основной контроль трансформаторов моста можно произвести путем измерения напряжений на их выводах (осуществляется в положении С переключателя режима работы).

n) The basic check of the bridge transformers can be performed by measuring the voltage at their taps (with the mode selector switch in the position C)

Rozsah Предел Range	1	2	3	4	5	6	7
zapojená odbočka u transformátoru E включенный вывод трансформатора E connected tap of transformer E	1	1	10	10	100	100	1000
zapojená odbočka u transformátoru I включенный вывод трансформатора I connected tap of transformer I	1	10	10	100	100	1000	1000
napětí na svorce E proti zemi напряжение на зажиме E относительно земли voltage at terminal E to earth	0,012	0,012	0,12	0,12	1,2	1,2	12

- o) Při kontrole dekadového transformátoru připojíme milivoltmetr na střed dekadového přepínače a odečítáme napětí v poloze přepínače 0 - 10 proti zemi. Napětí musí stoupat po skocích 0,12 V od 0 do 1,2 V.
- p) Symetrické vinutí pro toleranční měření má dávat napětí 0,12 V (možno měřit na svorkách X a N pro zemi při funkci „TOLERANCE“).

#### 9.4. Výměna baterií

Klesne-li napětí baterie mimo vyznačené pole (pod 12 V), je třeba baterii vyměnit. Přístup k baterii umožňuje víko s magnetickým uzávěrem na zadní straně přístroje. Při vkládání plochých baterií (typ 314) je třeba nejprve vyhnout kontaktní plíšky a pak baterie vložit podle označené polaroty do schránky. Zasunutím držáku s kontakty je provedeno propojení baterií a jejich aretace.

Mimo běžné 4 ploché baterie do kapesních svítilen je možno do schránky vložit rovněž 2 devítivoltové baterie v kompaktním provedení (po úpravě přívodů).

Při běžném přerušovaném provozu vydrží baterie po dobu 1 - 2 měsíců.

#### 9.5. Klimatické podmínky

Malá tepelná závislost součástí dovoluje provoz s přesností zaručovanou technickými podmínkami v rozmezí +5 °C — +40 °C. Je-li přístroj užíván mimo stálou teplotu, je třeba neopomenout před měřením přístroj zkalibrovat.

- o) При контроле декадного трансформатора подключить милливольтметр к центру декадного переключателя и отсчитать напряжение в положении переключателя 0 - 10 относительно земли. Напряжение должно возрастать скачками 0,12 В в пределах от 0 до 1,2 В.
- p) Симметричная обмотка для измерения допусков должна обеспечивать напряжение 0,12 В (можно измерить на зажимах X и N относительно земли при режиме »Допуски«).

#### 9.4. Замена батарей

Если напряжение батареи уменьшится ниже указанных пределов (ниже 12 В), то необходимо батарею сменить. Доступ к батареям обеспечивается с помощью крышки с магнитным замком на задней стороне прибора. При установке плоских батарей типа 314 необходимо сначала отодвинуть контактные пружины, а затем вставить батарею с соблюдением полярности в гнездо. Путем движения держателя с контактами обеспечивается подключение батареи и их фиксация.

Кроме обычных 4 плоских батарей для карманных фонарей можно в гнездо вставить также 2 девятивольтовые батареи компактного исполнения (после приспособления выводов). При нормальном, прерывистом, режиме работы батарея обеспечивает питание в течение 1 - 2 месяцев.

#### 9.5. Климатические условия

Небольшая температурная зависимость параметров деталей обеспечивает работоспособность прибора с точностью, гарантируемой техническими условиями в диапазоне +5 °C — +40 °C. Если прибор используется в условиях изменяющейся температуры, то необходимо перед измерением произвести калибровку.

- o) When checking the decade transformer, connect a millivoltmeter to the centre of the decade switch and read the voltages to earth in the switch positions 0 - 10. The voltage must rise at steps of 0.12 V from 0 to 1.2 V.
- p) The symmetrical winding for tolerance measurements is to yield a voltage of 0.12 V (to be measured at the terminals X and N to earth with the switch in its "TOL." position).

#### 9.4. Battery Replacement

The battery is to be replaced as soon as its voltage drops below the marked sector (below 12 V). Access to the battery can be gained by opening the cover with a magnetic lock at the rear of the instrument. When inserting flat batteries (Type 314), it is essential to bend apart their contact strips before placing them in the case in agreement with the polarity marking. The batteries are interconnected and secured in position by sliding in the holder with contacts.

Two 9-volt compact batteries can also be placed in the case (after having rearranged the leads) instead of 4 common flat torch batteries. The batteries will last for 1 - 2 months of usual intermittent operation.

#### 9.5. Climatic Conditions

The low temperature dependence of the components used permits the instrument to work with guaranteed accuracy in the range from +5 °C to +40 °C. If the instrument is used outside rooms with constant temperature, recalibration must never be omitted before measuring.

## 10. POKYNY PRO DOPRAVU A SKLADOVÁNÍ

Zabalené přístroje se mohou skladovat a přepravovat v rozmezí  $-25^{\circ}\text{C}$  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 na jeho žádost přesvědčit se o vhodnosti skladovacích prostorů.

## 11. ÚDAJE O ZÁRUCE

Na správnou funkci svých výrobků poskytuje n. p. TESLA Brno záruku v délce stanovené pro tuzemské zákazníky hospodářským zákoníkem číslo 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 от  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+55^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха до 95%. Неупакованные приборы можно хранить при температуре от  $+5^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности до 80%. Однако, в обоих случаях хранимые приборы необходимо защищать от воздействия погоды путем их установки в подходящих помещениях без пыли и химических испарений. На хранимые приборы не следует класть никакого другого материала. Поставщику должна быть обеспечена возможность, по желанию, убедиться в том, что складские помещения удовлетворяют требованиям.

## 11. УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ

Нац. предпр. 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

Instruments in their original pack can be stored and transported at temperatures from  $-25^{\circ}\text{C}$  to  $+55^{\circ}\text{C}$  and relative humidity up to 95%. Unpacked instruments can be stored in an environment with temperature from  $+5^{\circ}\text{C}$  to  $+40^{\circ}\text{C}$  at relative humidity up to 80%. In either case, however, the instruments stored must be protected against the effects of weather and kept in suitable rooms free of dust and chemical fumes. No other material is allowed to be stacked on the shelved instruments. The supplier should be enabled to check the suitability of the rooms intended for storage if he requires so.

## 11. GUARANTEE

With customers outside Czechoslovakia, the guarantee conditions are agreed upon individually in every case. (Details about the guarantee terms are given in the Guarantee Certificate.)

**SEZNAM PŘÍLOH**

- BM 509/1 — Pohled shora  
— Pohled zespodu

**Desky s plošnými spoji**

- BM 509/2 — 1AK 057 14 — Napájecí zdroj  
— 1AK 057 91 — Generátor a detektor
- BM 509/3 — 1AK 057 92 — Chybový a koncový zesilovač  
— 1AK 057 93 — Pomocný zesilovač a posouvač fáze
- BM 509/4 — 1AK 058 31 — Montážní jednotka

**Schémata**

- BM 509/5 — 1AK 057 14 — Schéma napájecího zdroje
- BM 509/6 — 1AK 057 91 — Schéma generátoru a detektoru
- BM 509/7 — 1AK 057 92 — Schéma chybového a koncového zesilovače
- BM 509/8 — 1AK 057 93 — Schéma pomocného zesilovače a posouvače fáze
- BM 509/9 — Propojení mostu při měření  $C, R_p$
- BM 509/10 — Propojení mostu při měření  $R$
- BM 509/11 — Propojení mostu při měření  $L, R_s$
- BM 509/12 — Propojení mostu při měření  $C_e, R_s$
- BM 509/13 — Propojení mostu při měření tolerance
- BM 509/14 — Propojení mostu při kalibraci
- BM 509/15 — Schéma celkového zapojení

**ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ**

- BM 509/1 — Вид прибора сверху  
— Вид прибора снизу

**Платы с печатными схемами**

- BM 509/2 — 1AK 057 14 — Источник питания  
— 1AK 057 91 — Генератор и детектор
- BM 509/3 — 1AK 057 92 — Усилитель ошибки и оконечный усилитель  
— 1AK 057 93 — Вспомогательный усилитель и фазосдвигающая схема
- BM 509/4 — 1AK 058 31 — Монтажный блок

**Схемы включения**

- BM 509/5 — 1AK 057 14 — Схема источника питания
- BM 509/6 — 1AK 057 91 — Схема генератора и детектора
- BM 509/7 — 1AK 057 92 — Схема усилителя ошибки и оконечного усилителя
- BM 509/8 — 1AK 057 93 — Схема вспомогательного усилителя и фазосдвигающей схемы
- BM 509/9 — Соединение моста при измерении  $C, R_p$
- BM 509/10 — Соединение моста при измерении  $R$
- BM 509/11 — Соединение моста при измерении  $L, R_s$
- BM 509/12 — Соединение моста при измерении  $C_e, R_s$
- BM 509/13 — Соединение моста при измерении допусков
- BM 509/14 — Соединение моста при калибровке
- BM 509/15 — Общая схема включения

**LIST OF ENCLOSURES**

- BM 509/1 — View from above  
— View from below

**Printed circuit boards**

- BM 509/2 — 1AK 057 14 — Power supply  
— 1AK 057 91 — Generator and detector
- BM 509/3 — 1AK 057 92 — Error and output amplifier  
— 1AK 057 93 — Auxiliary amplifier and phase shifter
- BM 509/4 — 1AK 058 31 — Mounting unit

**Diagrams**

- BM 509/5 — 1AK 057 14 — Diagram of power supply
- BM 509/6 — 1AK 057 91 — Diagram of generator and detector
- BM 509/7 — 1AK 057 92 — Diagram of error and output amplifier
- BM 509/8 — 1AK 057 93 — Diagram of auxiliary amplifier and phase shifter
- BM 509/9 — Interconnection of bridge in  $C$  and  $R_p$  measurement
- BM 509/10 — Interconnection of bridge in  $R$  measurement
- BM 509/11 — Interconnection of bridge in  $L$  and  $R_s$  measurement
- BM 509/12 — Interconnection of bridge in  $C_e$  and  $R_s$  measurement
- BM 509/13 — Interconnection of bridge in tolerance measurement
- BM 509/14 — Interconnection of bridge at calibration
- BM 509/15 — General diagram

## 12. LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS

### Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	27 kΩ	0.125	10	TR 112a 27k/A
R2	Film	8.2 kΩ	0.125	—	TR 112a 8k2
R3	Metallized	1 kΩ	0.125	1	TR 161 1k ±1%
R4	Metallized	3.92 kΩ	0.125	1	TR 161 3k92 ±1%
R5	Potentiometer	6.8 kΩ	0.5	—	TP 011 6k8
R6	Potentiometer	1.5 kΩ	0.5	—	TP 011 1k5
R7	Potentiometer	4.7 kΩ	0.5	—	TP 011 4k7
R8	Potentiometer	4.7 kΩ	0.5	—	TP 011 4k7
R9	Potentiometer	33 kΩ	0.5	—	TP 011 33k
R10	Potentiometer	3.3 kΩ	0.5	—	TP 011 3k3
R11	Potentiometer	4.7 kΩ	0.5	—	TP 011 4k7
R12	Potentiometer	4.7 kΩ	0.5	—	TP 011 4k7
R13	Potentiometer	3.3 kΩ	0.5	—	TP 011 3k3
R14	Film	6.8 kΩ	0.125	—	TR 112a 6k8
R15	Potentiometer	6.8 kΩ	0.5	—	TP 011 6k8
R16	Metallized	10 kΩ	0.125	1	TR 161 10k ±1%
R17	Film	1 kΩ	0.125	—	TR 112a 1k
R18	Film	22 kΩ	0.125	10	TR 112a 22k/A
R20	Potentiometer	5 kΩ	0.5	—	1AN 692 81
R21	Metallized	1 MΩ	1	0.2	TR 164 1M ±0.2%
R22	Metallized	100 kΩ	0.125	0.2	TR 161 M1 ±0.2%
R23	Metallized	10 kΩ	0.125	0.2	TR 161 10k ±0.2%
R24	Metallized	1 kΩ	0.125	0.2	TR 161 1k ±0.2%
R25	Metallized	100 Ω	0.125	0.2	TR 161 100 ±0.2%
R26	Metallized	10.2 Ω	0.125	1	TR 161 10,2 ±1%
R27	Resistor	1 Ω	—	+0 -0.5	1AK 672 03
R28	Metallized	9.88 kΩ	0.5	0.2	TR 163 9k88 ±0.2%
R29	Potentiometer	220 Ω	0.3	—	TP 111 220
R30	Film	8.2 kΩ	0.3	10	TR 112a 8k2/A
R31	Film	1.2 kΩ	0.3	—	TR 112a 1k2
R32	Potentiometer	33 kΩ	0.5	—	TP 011 33k
R33	Film	560 Ω	0.125	10	TR 112a 560/A

Ra — 680 Ω ± 910 Ω

### Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Ceramic	12 pF	250	—	1AK 701 38
C2	Mica	992 pF	1000	2	WK 714 50 992/E
C3	Ceramic	3 300 pF	250	+50 -20	TK 745 3n3/S
C4	Ceramic	4 700 pF	250	+50 -20	TK 745 4n7/S
C5	P. E. T.	6 800 pF	400	—	TC 276 6k8
C6	P. E. T.	6 800 pF	400	—	TC 276 6k8
C7	P. E. T.	22 000 pF	400	—	TC 276 22k
C8	Ceramic	330 + 470 pF	40	5	TK 774 330 + 470p/J

### Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.	Winding	No. of tap	No. of turns	Wire ϕ in mm
Transformer		1AN 657 53				
Coil		1AK 617 35	L1		100	0.4
			L2a		10	Cable
			L2b			
Coil		1AK 617 34	L1		10	Cable
			L2		10	0.5
			L3		90	0.355
			L4		900	0.125
Coil		1AK 617 36	L1		10	Cable
			L2		10	0.5
			L3		40	0.355
			L4		90	0.355
			L5		900	0.125



### Sundry electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Si-diode E1, E2	KA503	—
Incandescent lamp Ž1	6 V/0.05 A	1AN 109 12
Meter M	100 $\mu$ A, MP 120	1AP 777 38.1

### Power supply 1AK 057 14

#### Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
R1	Film	15 $\Omega$	0.5	20	TR 214 15R/M
R2	Film	22 k $\Omega$	0.125	10	TR 212 22K/K
R3	Film	39 k $\Omega$	0.125	10	TR 212 39K/K
R4	Film	18 k $\Omega$	0.125	10	TR 212 18K/K
R5	Film	470 $\Omega$	0.125	20	TR 212 470R/M
R6	Film	1.2 k $\Omega$	0.125	10	TR 212 1K2/K
R7	Film	1.2 k $\Omega$	0.125	10	TR 212 1K2/K
R8	Film	5.6 k $\Omega$	0.125	10	TR 212 5K6/K
R9	Potentiometer	10 k $\Omega$	0.5	—	TP 011 10k
R10	Film	150 k $\Omega$	0.125	10	TR 212 150K/K
R11	Potentiometer	100 k $\Omega$	0.5	—	TP 011 M1

#### Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	50 $\mu$ F	35	—	TE 986 50M
C2	Electrolytic	50 $\mu$ F	35	—	TE 986 50M
C3	Electrolytic	50 $\mu$ F	35	—	TE 986 50M
C4	Electrolytic	500 $\mu$ F	10	—	TE 982 G5

### Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.	Winding	No. of tap	No. of turns	Wire $\phi$ in mm
Transformer	T1	1AN 673 64		1—2	2580	0.09
Coil		1AK 636 61		3—4	2580	0.09
				5—6	100	0.112
				7—8	440	0.14
				8—9	440	0.14

### Sundry electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Si-diode E1, E2	KY 130/150	—
Transistor E3	KF507	—
Transistor E4 - E6	KC148	—
Zener diode E7	KZZ71	1AN 112 95

### Generator and detector 1AK 057 91

#### Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
R1	Film	100 $\Omega$	0.125	10	TR 112a 100/A
R2	Film	15 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 15k
R3	Film	5.6 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 5k6/A
R4	Film	3.3 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 3k3
R5	Potentiometer	470 $\Omega$	0.5	—	TP 011 470
R6	Film	6.8 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 6k8
R7	Film	220 $\Omega$	0.125	—	TR 112a 220
R8	Film	8.2 k $\Omega$	0.125	10	TR 112a 8k2/A
R9	Film	3.3 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 3k3
R10	Film	2.2 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 2k2
R11	Potentiometer	3.3 k $\Omega$	0.5	—	TP 011 3k3
R12	Film	3.3 k $\Omega$	0.125	—	TR 112a 3k3
R13	Film	22 $\Omega$	0.125	—	TR 112a 22

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R14	Film	12 kΩ	0.125	10	TR 112a 12k/A
R15	Film	470 Ω	0.125	—	TR 112a 470
R16	Film	4.7 Ω	0.125	—	TR 112a 4j7
R17	Film	22 Ω	0.125	—	TR 112a 22
R18	Film	220 Ω	0.125	—	TR 112a 220
R19	Film	39 kΩ	0.125	10	TR 112a 39k/A
R20	Potentiometer	4.7 kΩ	0.5	—	TP 011 4k7
R21	Film	3.3 kΩ	0.125	—	TR 112a 3k3
R22	Film	3.3 kΩ	0.125	—	TR 112a 3k3
R23	Film	3.9 kΩ	0.125	10	TR 112a 3k9/A
R24	Film	3.9 kΩ	0.125	10	TR 112a 3k9/A
R25	Film	5.6 ÷ 6.8 kΩ	0.125	20	TR 212 5k6 ÷ 6k8/M
R26	Film	1.5 kΩ	0.125	—	TR 112a 1k5
R27	Film	3.9 kΩ	0.125	10	TR 112a 3k9/A
R28	Film	3.9 kΩ	0.125	10	TR 112a 3k9/A
R29	Potentiometer	22 kΩ	0.5	—	TP 011 22k
R30	Film	39 kΩ	0.125	10	TR 112a 39k/A
R31	Film	1.5 kΩ	0.125	—	TR 112a 1k5

#### Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Ceramic	680 pF	250	—	TK 752 680
C2	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C3	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C4	Ceramic	47 000 pF	63	1	1AK 720 04
C5	P. E. T.	220 pF + ÷ 22 000 pF	400	10	TC 276 220 + + 22k/A
C6	Electrolytic	20 μF	15	—	TE 004 20M
C7	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C8	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C9	MP	33 000 pF	160	—	TC 235 33k
C10	MP	0.22 μF	100	—	TC 180 M22

#### Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.	Winding	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Transformer	T1	1AN 673 61				
Coil		1AK 636 59		7—10	210	0.2
				10—2	560	0.2
				11—12	45	0.2
				4—6	30	0.2
				6—3	30	0.2
Transformer	T2	1AN 673 62.1				
Coil		1AK 636 60		8—1	270	0.18
				1—9	270	0.18
				2—3	160	0.18
				10—4	160	0.18
				4—6	160	0.18
				12—7	30	0.18
				7—11	30	0.18

#### Sundry electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Transistor E1 - E3, E6	KC147	—
Transistor E4, E5	KC147	1AN 113 01.1
Zener diode E7	KZZ71	1AN 112 95
Si-diode E8, E9, E12	KA206	—
Transistor E10, E11	KC149	—

#### Amplifier 1AK 057 92

#### Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	560 Ω	0.125	10	TR 112a 560/A
R2	Film	22 kΩ	0.125	—	TR 112a 22k
R3	Film	180 kΩ	0.125	10	TR 112a M18/A
R4	Film	6.8 kΩ	0.125	—	TR 112a 6k8

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
R5	Film	180 Ω	0.125	10	TR 112a 180/A
R6	Film	33 kΩ	0.125	—	TR 112a 33k
R7	Film	62 kΩ	0.125	5	TR 12a 62k/B
R8	Film	15 kΩ	0.125	—	TR 112a 15k
R9	Film	6.8 kΩ	0.125	—	TR 112a 6k8
R10	Film	82 kΩ	0.125	10	TR 112a 82k/A
R11	Film	150 Ω	0.125	—	TR 112a 150
R12	Film	1 kΩ	0.125	—	TR 112a 1k
R13	Film	47 Ω	0.125	—	TR 112a 47
R14	Film	120 Ω	0.125	5	TR 112a 120/B
R15	Film	270 Ω	0.125	10	TR 112a 270/A
R16	Film	220 Ω	0.125	—	TR 112a 220
R17	Film	4.7 kΩ	0.125	—	TR 112a 4k7
R18	Film	100 Ω	0.125	—	TR 112a 100
R19	Film	5.6 kΩ	0.125	10	TR 112a 5k6/A
R20	Film	150 Ω	0.125	—	TR 112a 150
R21	Film	47 kΩ	0.125	—	TR 112a 47k
R22	Film	12 kΩ	0.125	10	TR 112a 12k/A
R23	Film	150 Ω	0.125	—	TR 112a 150
R24	Potentiometer	470 Ω	0.5	—	TP 011 470
R25	Film	62 kΩ	0.125	5	TR 112a 62k/B
R26	Film	15 kΩ	0.125	—	TR 112a 15k
R27	Film	1 kΩ	0.125	—	TR 112a 1k
R28	Film	47 Ω	0.125	—	TR 112a 47
R29	Film	150 Ω	0.125	10	TR 212 150R/K
R31	Potentiometer	1 kΩ	0.5	—	TP 011 1k
R32	Film	100 kΩ	0.125	20	TR 212 M1/M
R33	Film	1 kΩ	0.125	—	TR 112a 1k
R34	Film	680 Ω	0.125	—	TR 212 680R/M
R35	Film	330 Ω	0.125	—	TR 212 330R/M
R36	Film	1 kΩ	0.125	5	TR 212 1K/J

#### Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard CSSR
C1	Electrolytic	5 μF	15	—	TE 004 5M
C2	Electrolytic	20 μF	15	—	TE 004 20M

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard CSSR
C3	Electrolytic	5 μF	15	—	TE 004 5M
C4	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C5	Electrolytic	5 μF	15	—	TE 004 5M
C6	Electrolytic	20 μF	15	—	TE 004 20M
C7	Electrolytic	50 μF	15	—	TE 984 50M
C8	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C9	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C10	Electrolytic	20 μF	15	—	TE 004 20M
C11	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C12	Ceramic	47 000 pF	63	1	1AK 720 04
C13	P. E. T.	470 pF + + 22 000 pF	400	—	TC 276 470 + 22k
C14	Ceramic	68 pF	350	20	TK 626 68/M
C15	Ceramic	68 pF	350	20	TK 626 68/M
C16	Electrolytic	20 μF	6	—	TE 981 20M
C17	Electrolytic	20 μF	6	—	TE 981 20M
Ca	Ceramic	120 pF	40	20	TK 754 120p/M

#### Transformers and coils:

Component	Marking	Drawing No.	Winding	No. of tap	No. of turns	Wire ø in mm
Transformer	T1	1AN 673 60				
Coil		1AK 636 58		6—3	210	0.18
				3—4	560	0.18
				10—2	35	0.18
				7—8	120	0.18

#### Sundry electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Transistor E1 - E4, E6, E7	KC147	—
Transistor E5, E8	KF517	—

### Amplifier 1AK 057 93

#### Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
R1	Film	120 kΩ	0.125	10	TR 212 120K/K
R2	Film	150 kΩ	0.125	20	TR 212 150K/M
R3	Film	220 MΩ	—	—	WK 650 05 220/M
R4	Potentiometer	3.3 kΩ	0.5	—	TP 011 3k3
R5	Film	15 kΩ	0.125	20	TR 212 15K/M
R6	Film	4.7 kΩ	0.125	5	TR 212 4K7/J
R7	Film	12 kΩ	0.125	10	TR 212 12K/K
R8	Film	12 kΩ	0.125	10	TR 212 12K/K
R9	Film	12 kΩ	0.125	10	TR 212 12K/K
R10	Film	680 Ω	0.125	—	TR 212a 680
R11	Film	1.5 kΩ	0.125	20	TR 212 1k5/M
R12	Film	6.8 kΩ	0.125	20	TR 212 6K8/M
R13	Film	2.7 kΩ	0.125	10	TR 212 2K7/K
R14	Film	15 kΩ	0.125	20	TR 212 15K/M
R15	Film	33 kΩ	0.125	20	TR 212 33K/M
R16	Film	220 Ω	0.125	10	TR 212 220R/K
R17	Film	1.5 kΩ	0.125	20	TR 212 1K5/M
R18	Film	3.3 kΩ	0.125	20	TR 212 3K3/M
R19	Film	5.6 (4.7) kΩ	0.125	—	TR 112a 5k6 (4k7)
R20	Film	62 kΩ	0.125	5	TR 212 62K/J
R21	Film	15 kΩ	0.125	20	TR 212 15K/M
R23	Film	1 kΩ	0.125	20	TR 212 1K/M
R24	Potentiometer	470 Ω	0.5	—	TP 011 470
R25	Film	47 Ω	0.125	20	TR 212 47R/M
R26	Film	1 kΩ	0.125	20	TR 212 1K/M
R27	Film	270 Ω	0.125	10	TR 112a 270/A
R28	Film	2.2 kΩ	0.125	20	TR 212 2K2/M
R29	Film	47 Ω	0.125	20	TR 212 47R/M
R30	Film	47 Ω	0.125	20	TR 212 47R/M
R31	Film	47 Ω	0.125	20	TR 212 47R/M

#### Capacitors:

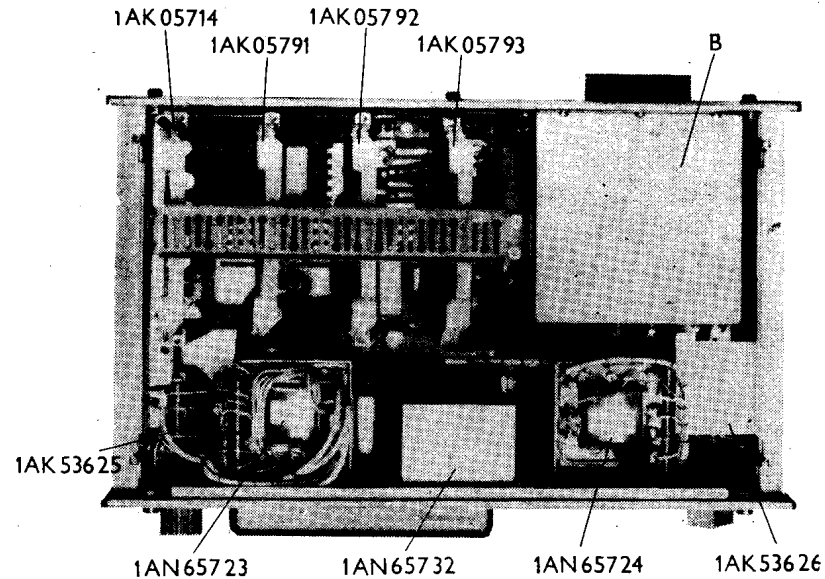
No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard CSSR
C1	Electrolytic	5 μF	15	—	TE 004 5M
C2	P. E. T.	10 000 pF	400	—	TC 276 10k
C3	P. E. T.	8 200 pF	100	—	TC 281 8k2
C4	Electrolytic	10 μF	35	—	TE 005 10M
C5	P. E. T.	8 200 pF	100	—	TC 281 8k2
C6	Electrolytic	50 μF	15	—	TE 004 50M
C7	Electrolytic	5 μF	15	—	TE 004 5M
C8	Electrolytic	20 μF	15	—	TE 004 20M
C9	Electrolytic	50 μF	15	—	TE 004 50M
C10	Electrolytic	20 μF	15	—	TE 004 20M
C11	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C12	Electrolytic	20 μF	15	—	TE 004 20M
C13	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C14	Electrolytic	20 μF	15	—	TE 004 20M
C15	Electrolytic	200 μF	15	—	TE 984 G2
C16	Ceramic	1 500 pF	400	+80 -20	TK 666 1k5/RM
C17	Electrolytic	20 μF	15	—	TE 004 20M
C18	Electrolytic	20 μF	15	—	TE 004 20M

#### Sundry electrical components:

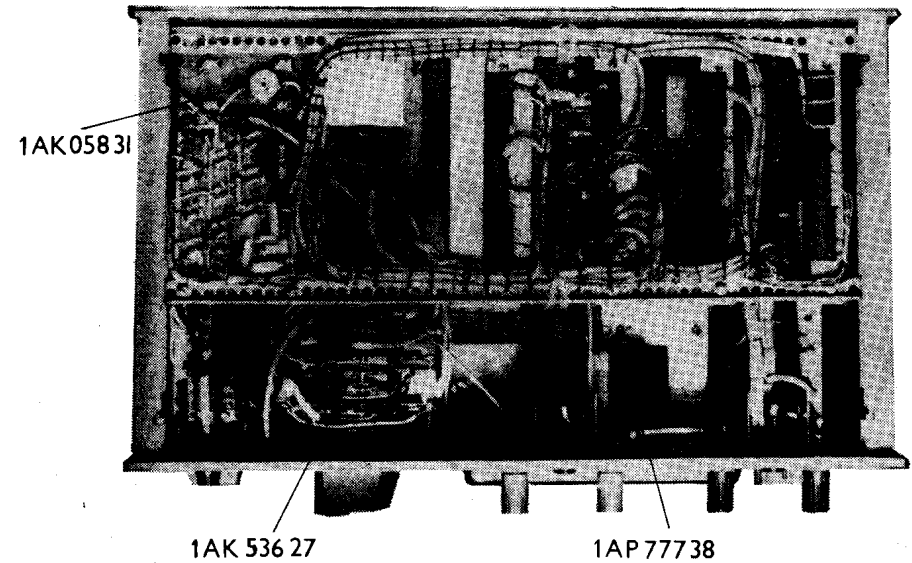
Component	Type - Value	Drawing No.
Transistor E1, E3, E5, E6, E7	KC147	—
Transistor E2	KF520	—
Transistor E4, E8	KF517	—

### 13. PŘÍLOHY - ПРИЛОЖЕНИЯ - ENCLOSURES

Pohled shora — вид сверху — Top View

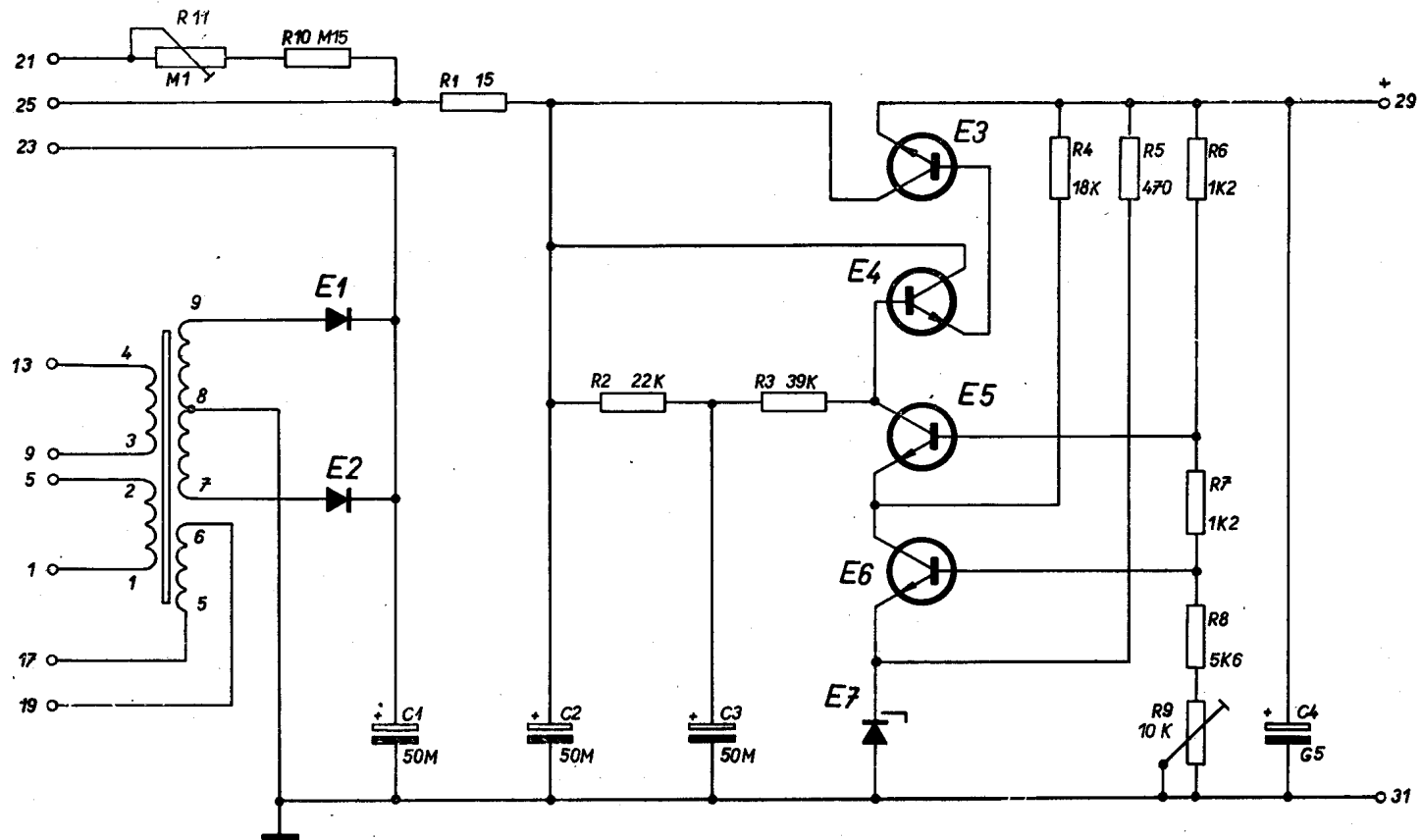


Pohled zespodu — вид снизу — Bottom View



1AK 057 14	— napájecí zdroj	— источник питания	— Power Supply Source
1AK 057 91	— generátor a detektor	— генератор и детектор	— Generator and Detector
1AK 057 92	— chybový a koncový zesilovač	— усилитель ошибки и оконечный усилитель	— Error and Output Amplifier
1AK 057 93	— pomocný zesilovač a posouvač fáze	— вспомогательный усилитель и фазосдвигающая схема	— Auxiliary Amplifier and Phase Shifter
1AK 536 25	— dekadový přepínač	— декадный переключатель	— Decade Switch
1AK 536 28	— přepínač rozsahů	— переключатель пределов	— Range Selector Switch
1AN 657 23	— transformátor D	— трансформатор D	— Transformer D
1AN 657 24	— transformátor I	— трансформатор I	— Transformer I
1AN 657 32	— transformátor E	— трансформатор E	— Transformer E
B	— schránka na baterie	— гнездо для батареи	— Battery Case

1AK 058 31	— nastavovací trimry a normály	— установочные подстроечники и эталоны	— Adjusting Trimmers and Standards
1AK 536 27	— přepínač funkce	— переключатель рода работ	— Mode Selector Switch
1AP 777 38	— měřidlo	— измерительный прибор	— Meter



E1, E2 - KY 10M50 E7 - 1AN 11295

E3 - KF 507

E4, E5, E6 - KC 148

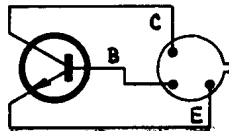
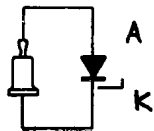
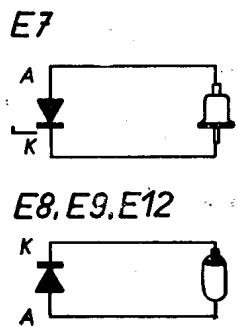
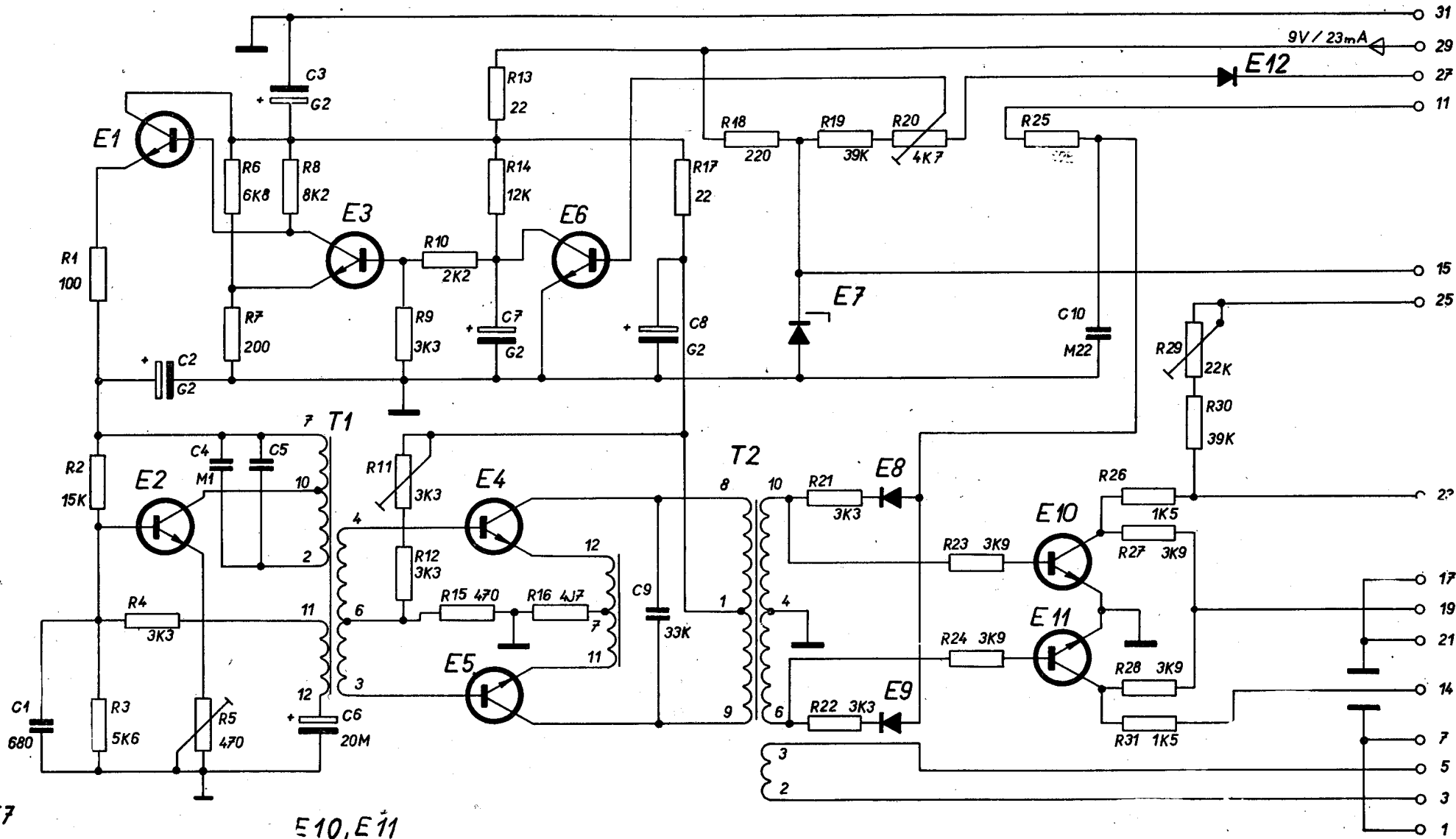


Schéma napájecího zdroje  
 Схема блока питания  
 Diagram of power supply



E10, E11  
E1, E2, E3, E4,  
E5, E6



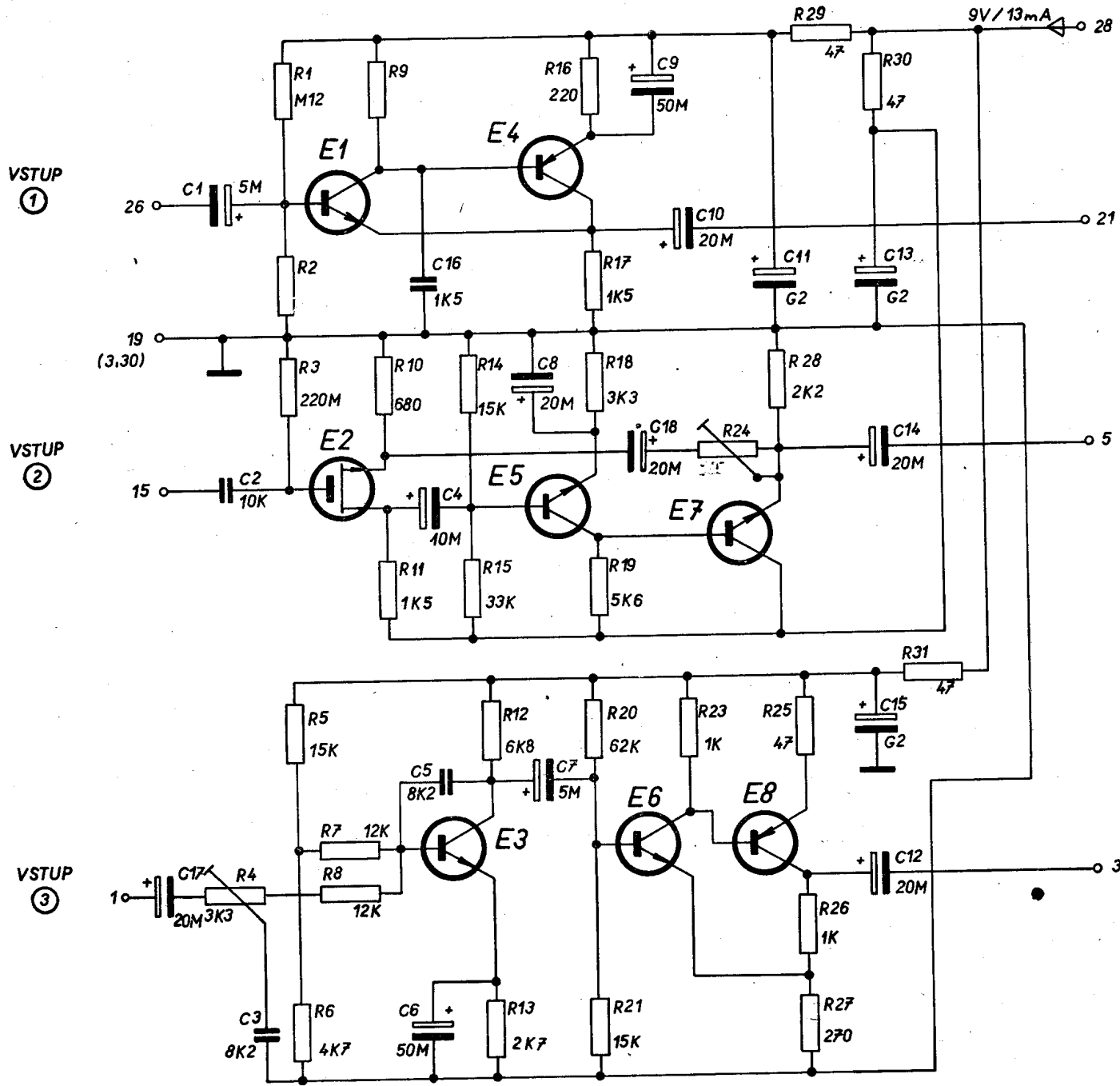
Schéma generátoru a detektoru  
Схема генератора и детектора  
Diagram of generator and detector

1AK 057 91

BM 509/6







E1, E3, E5, E6, E7

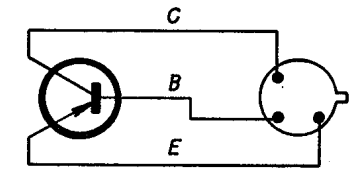


VÝSTUP ①

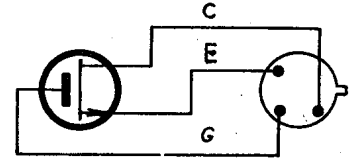
VÝSTUP ②

VÝSTUP ③

E4, E8



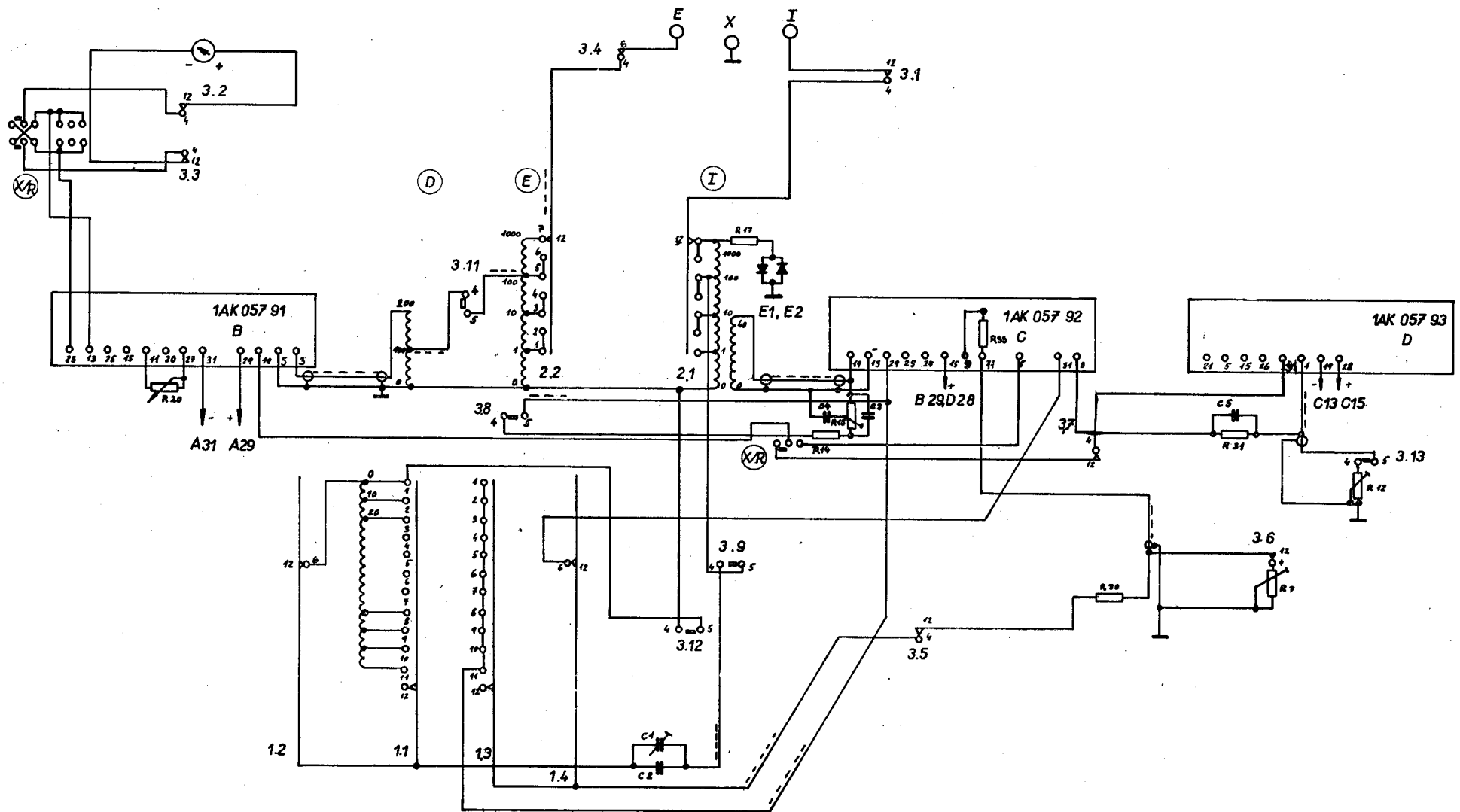
E2



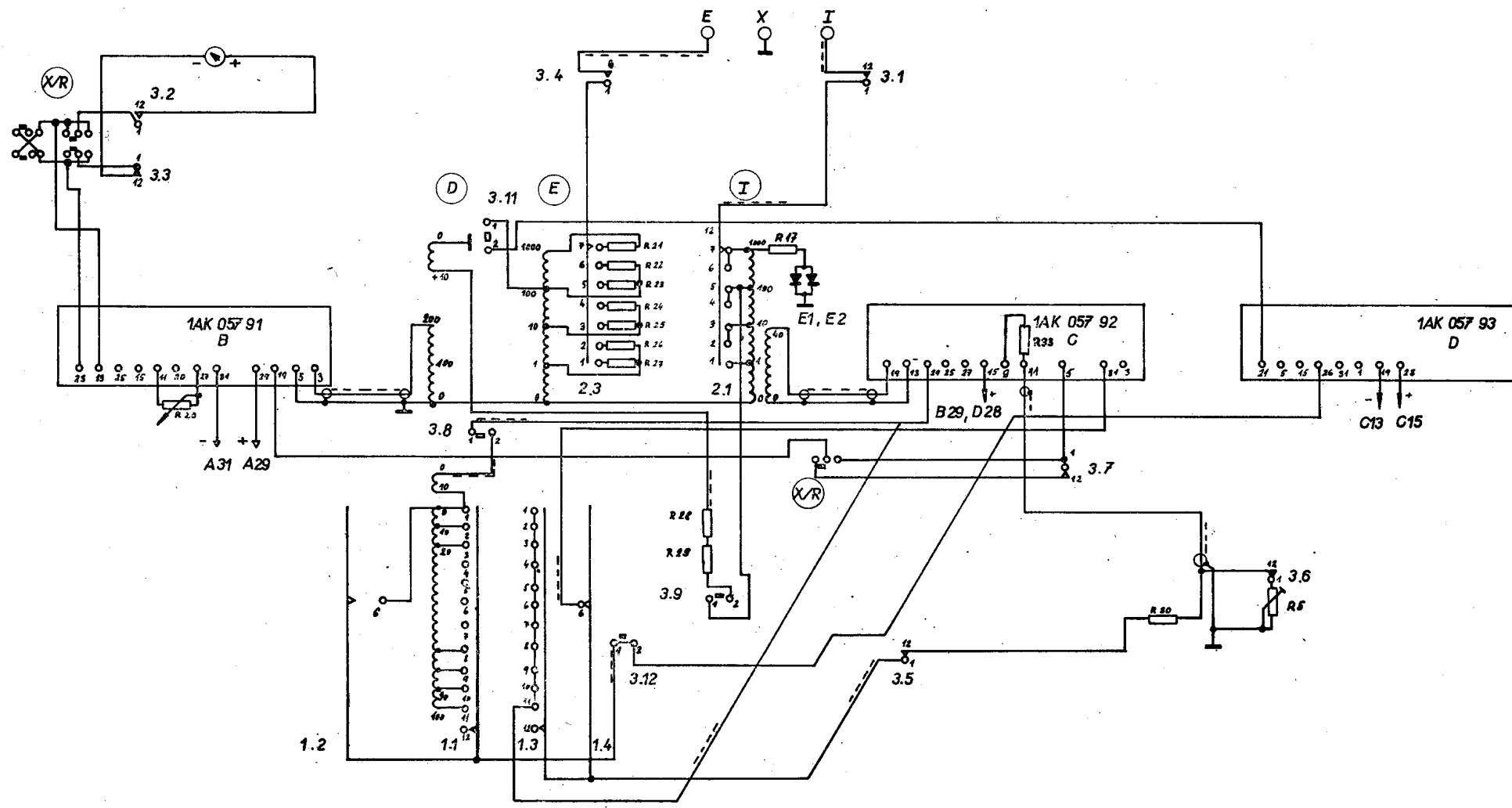
VÝSTUP — ВЫХОД — OUTPUT  
VSTUP — ВХОД — INPUT

Schéma pomocného zesilovače a posouváče fáze  
Схема вспомогательного усилителя и фазосдвигающей схемы  
Diagram of auxiliary amplifier and phase shifter

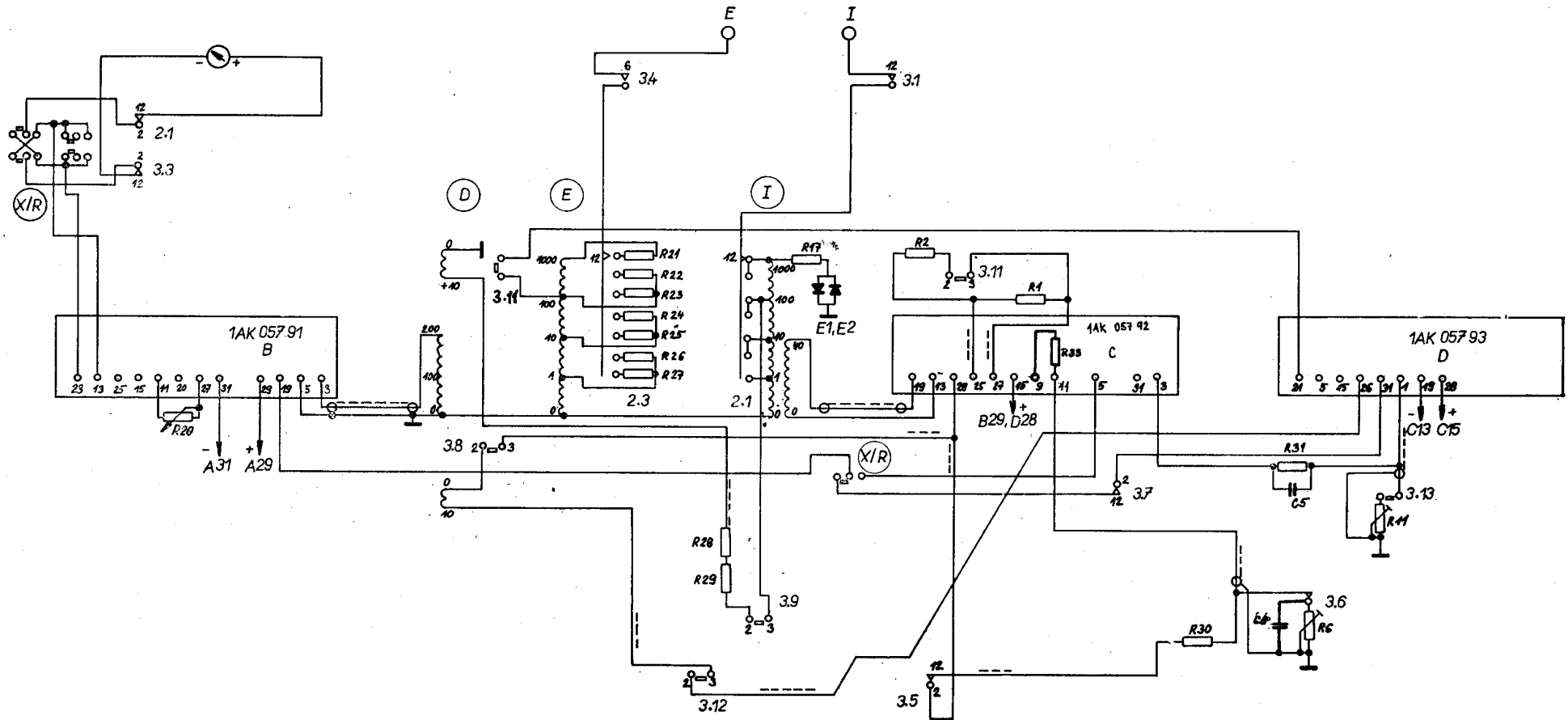
**Propojení mostu při měření C, R<sub>p</sub>**  
**Соединение моста при измерении C, R<sub>p</sub>**  
**Interconnection of the bridge at C and R<sub>p</sub> measurement**



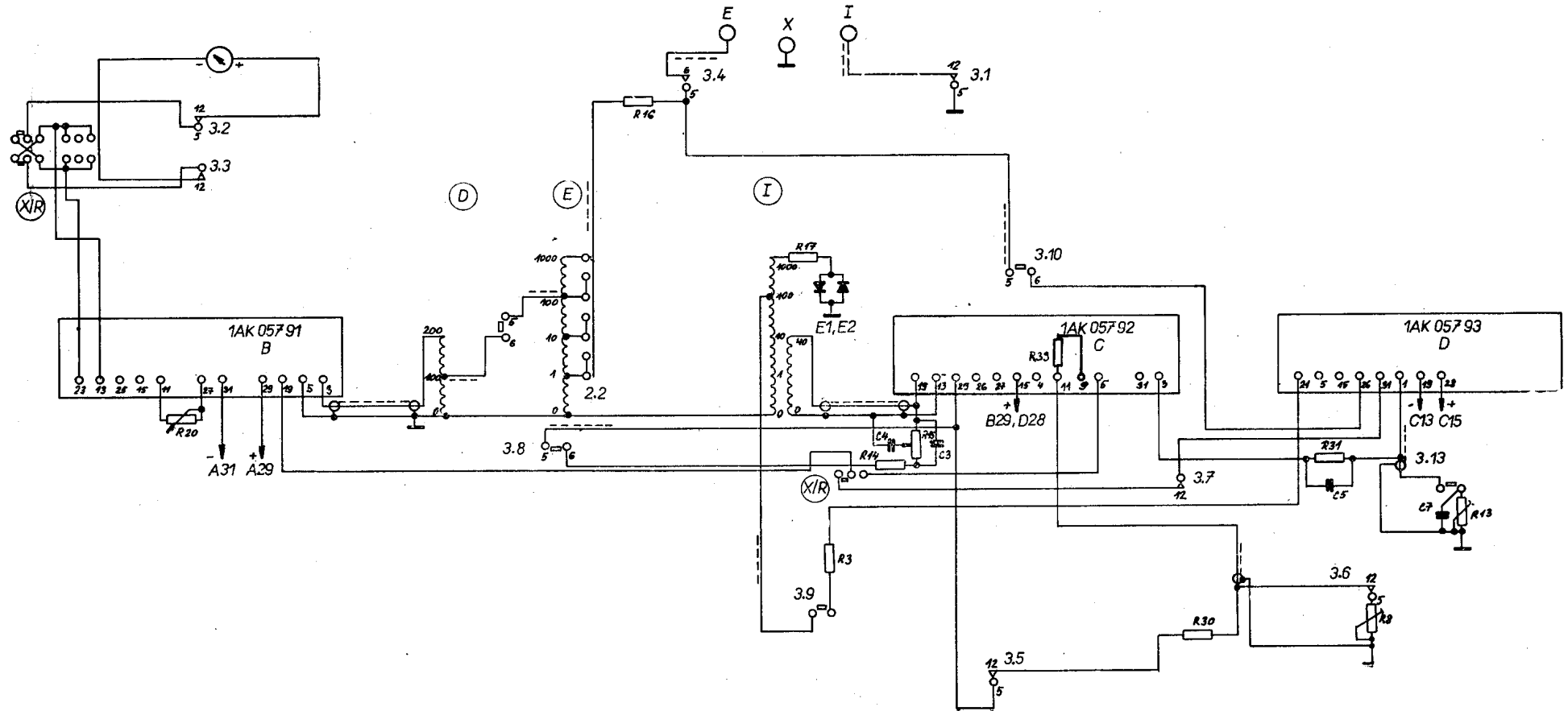
**Propojení mostu při měření R**  
**Соединение моста при измерении R**  
**Interconnection of the bridge at R measurement**



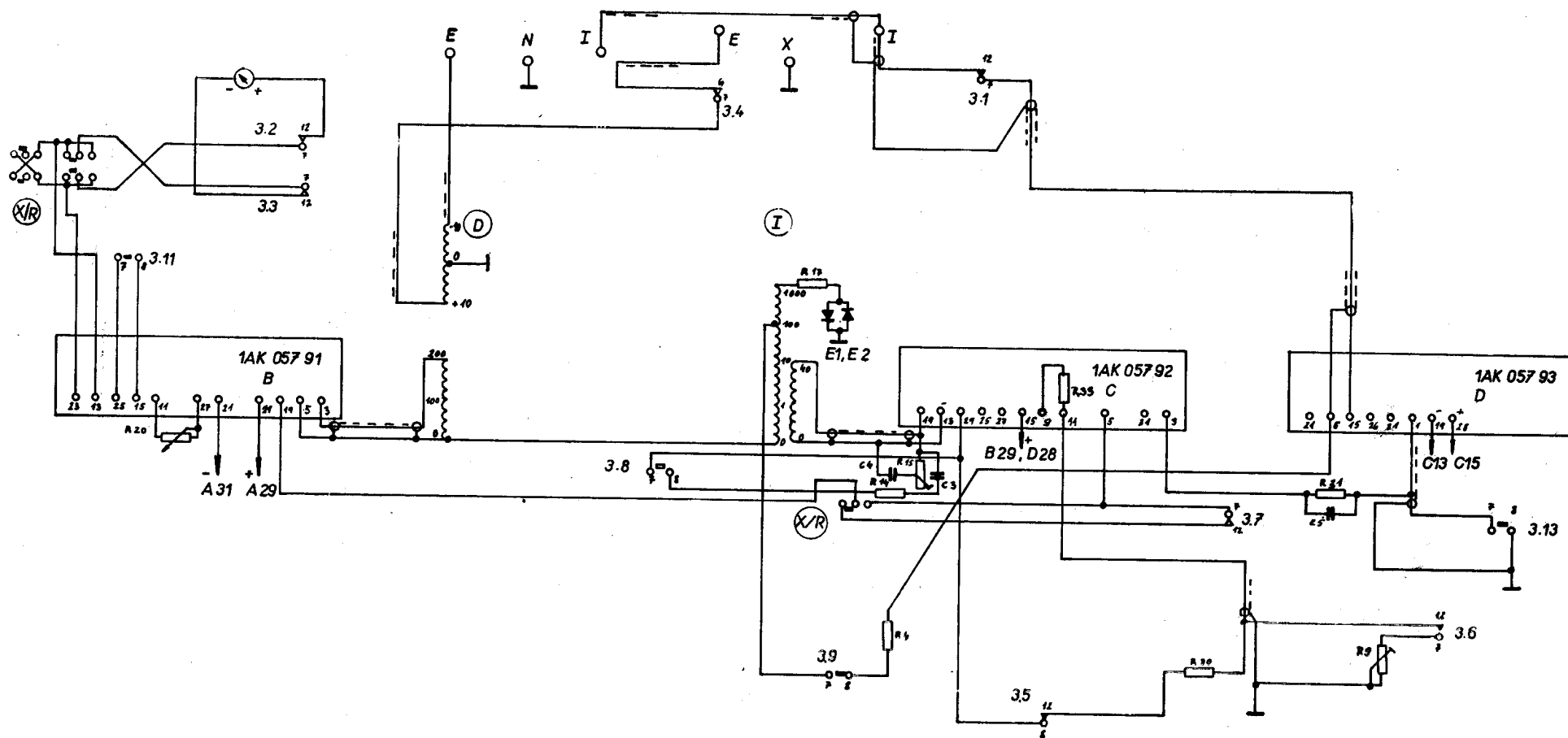
**Propojení mostu při měření  $L$ ,  $R_s$**   
**Соединение моста при измерении  $L$ ,  $R_s$**   
**Interconnection of the bridge at  $L$  and  $R_s$  measurement**



**Propojení mostu při měření  $C_e$ ,  $R_s$**   
**Соединение моста при измерении  $C_e$ ,  $R_s$**   
**Interconnection of the bridge at  $C_e$  and  $R_s$  measurement**



**Propojení mostu při měření tolerance**  
**Соединение моста при измерении допусков**  
**Interconnection of the bridge at tolerance measurement**





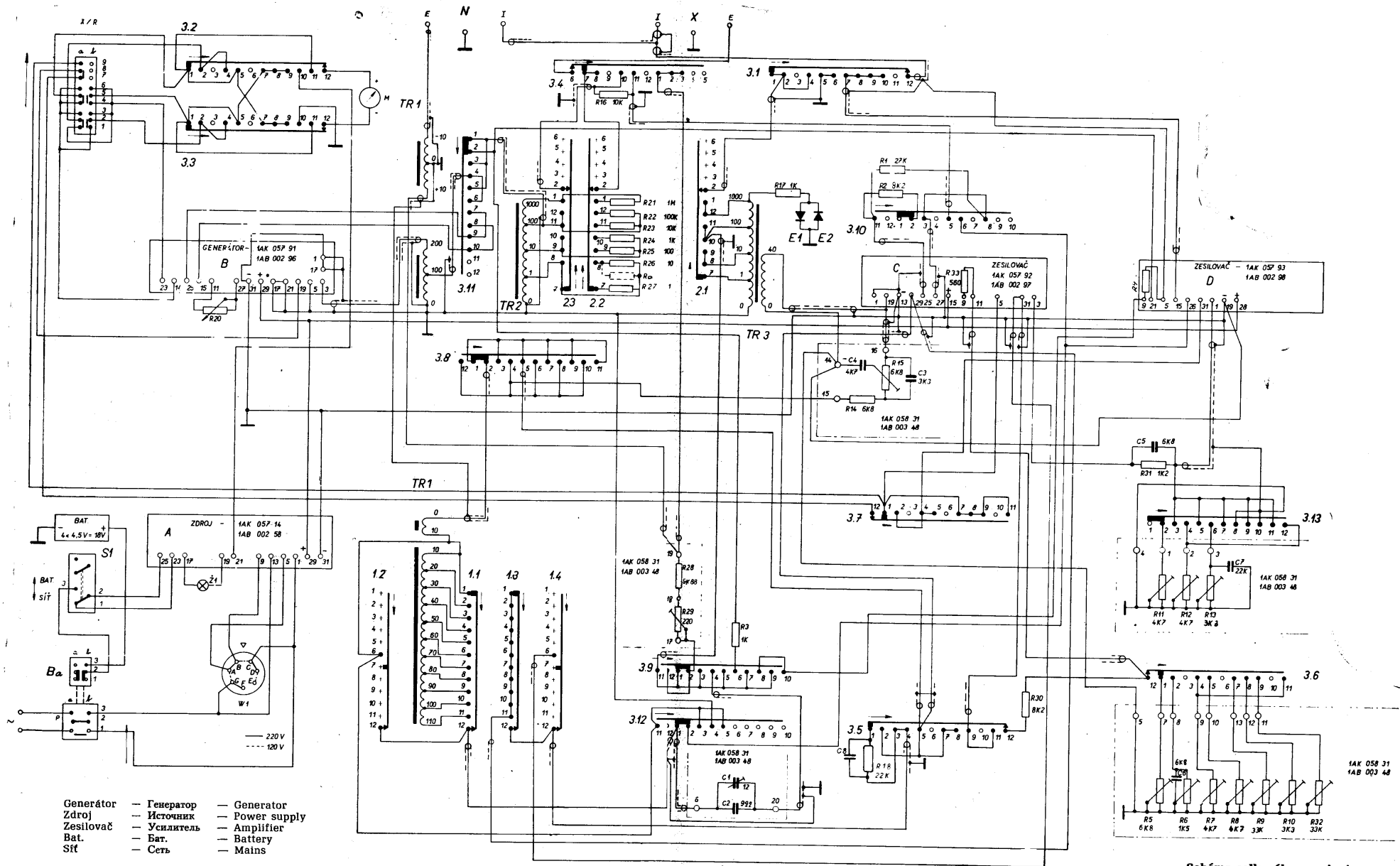


Schéma celkového zapojení  
 Общая схема включения  
 General diagram