

INSTRUKČNÍ KNIŽKA  
ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
INSTRUCTION MANUAL



**TESLA**

MULTIMETR  
МУЛЬТИМЕТР  
MULTIMETER

**BM 518**

K. p. TESLA Brno vyrábí elektronické měřicí přístroje, určené pro laboratorní, dílenské a servisní účely.

- měřiče napětí a proudu
- měřiče hodnot elektrických obvodů
- měřiče času a kmitočtu a čítače
- generátory
- osciloskopy
- měřiče parametrů polovodičů
- normály a kalibrační zařízení
- jiné elektronické měřicí přístroje
- spektrometry NMR
- elektronové mikroskopy

K. п. ТЕСЛА Брно выпускает электронные измерительные приборы в исполнении для лабораторий, производственных цехов и участков технического обслуживания.

- электронные измерители напряжения и тока
- электронные измерители параметров электрических цепей
- электронные измерители времени, частоты и счетчики
- генераторы
- осциллографы
- электронные измерители параметров полупроводников
- стандарты и устройства для калибровки
- остальные электронные измерительные приборы
- спектрометрия ЯМР
- электронные микроскопы

TESLA Brno, Nat. Corp. produces electronic measuring instruments designed for laboratory, workshop and service purposes.

- Voltage and current meters
- Electronic meters of circuits and components
- Electronic time and frequency meters and counters
- Generators
- Oscilloscopes
- Parameter and semiconductor meters
- Standards and calibrating devices
- Sundry electronic instruments
- NMR Spectrometers
- Electron microscopes

# BM 518

Výrobní číslo:  
Заводской номер:  
Production No.:

---

Přístroj BM 518 je nastaven s vf sondou 1AK 058 671  
výrobní číslo:

Прибор отрегулирован вместе с зондом ВЧ 1АК  
058 671 заводской номер:

This instrument BM 518 was adjusted in connection  
with a HF probe 1AK 058 671 production number:

---

## Multimetr

Multimetr je určen k měření stejnosměrného napětí  $\pm 30 \mu\text{V}$  až  $\pm 300 \text{ V}$  a do  $\pm 30 \text{ kV}$  s příslušnými vln sondami, střídavého napětí 3 mV—300 V obecného průběhu, střídavého napětí s vf sondou a průchozím adaptérem 500  $\mu\text{V}$ —3 V do 2000 MHz, stejnosměrného proudu 0,3 nA—100 mA a odporu 1  $\Omega$  až 100 M $\Omega$ .

## Мультиметр

Мультиметр предназначен для измерения напряжения постоянного тока от  $\pm 30 \text{ мкВ}$  до  $\pm 300 \text{ В}$  и до  $\pm 30 \text{ кВ}$  с соответствующими зондами ВЧ, напряжения переменного тока в пределах от 3 мВ до 300 В общего формата, переменного напряжения с зондом ВЧ и проходным адаптером 500  $\text{мкВ}$ —3 В до частоты 2000 МГц, постоянного тока в пределах от 0,3 нА до 100 мА и сопротивлений в пределах от 1 Ома до 100 МОм.

## Multimeter

This multimeter is intended for the measurement of the following: DC voltage from  $\pm 30 \mu\text{V}$  to  $\pm 300 \text{ V}$ , directly; DC voltages up to  $\pm 30 \text{ kV}$  by using HV probes; AC voltages from 3 mV to 300 V of any waveform; AC voltages from 500  $\mu\text{V}$  to 3 V of frequencies up to 2000 MHz by using the RF probe and a feed-through adapter; DC currents within the range 0.3 nA to 100 mA; Resistances within the range 1  $\Omega$  to 100 M $\Omega$ .

---

Výrobce:  
Завод-изготовитель:  
Makers:

TESLA Brno, k. p., 612 45 Brno, Purkyňova 99, ČSSR

**OBSAH**

1. Rozsah použití . . . . .	2
2. Sestava úplné dodávky . . . . .	2
3. Technické údaje . . . . .	5
4. Princip činnosti . . . . .	11
5. Pokyny pro vybalení, sestavení a přípravu přístroje k provozu . . . . .	16
6. Návod k obsluze a používání . . . . .	18
7. Popis mechanické konstrukce . . . . .	29
8. Podrobný popis zapojení . . . . .	31
9. Pokyny pro údržbu . . . . .	36
10. Pokyny pro opravy . . . . .	37
11. Pokyny pro dopravu a skladování . . . . .	46
12. Údaje o záruce . . . . .	47
13. Rozpis elektrických součástí . . . . .	48
14. Přílohy	

**СОДЕРЖАНИЕ**

1. Назначение прибора . . . . .	2
2. Комплектность поставки . . . . .	2
3. Технические данные . . . . .	5
4. Принцип действия . . . . .	11
5. Указания по распаковке, сборке и подготовке прибора к эксплуатации . . . . .	16
6. Инструкция по эксплуатации . . . . .	18
7. Описание механической конструкции . . . . .	29
8. Подробное описание схемы . . . . .	31
9. Указания по уходу . . . . .	36
10. Указания по ремонту . . . . .	37
11. Указания по транспортировке и хранению . . . . .	46
12. Условия гарантии . . . . .	47
13. Спецификация электрических деталей . . . . .	48
14. Приложения	

**CONTENTS**

1. Scope of application of the instrument . . . . .	2
2. Contents of a complete consignment . . . . .	2
3. Technical data . . . . .	5
4. Principle of operation . . . . .	11
5. Instructions for unpacking the instrument, its assembly and preparation for use . . . . .	16
6. Instructions for manipulation and use . . . . .	18
7. Description of the mechanical design . . . . .	29
8. Detailed description of the circuitry . . . . .	31
9. Instructions for maintenance . . . . .	36
10. Instructions for repairs . . . . .	37
11. Instructions for transport and storage . . . . .	46
12. Guarantee . . . . .	47
13. List of electrical components . . . . .	48
14. Enclosures	

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

Někdy vinou tisku a požadavků expedice se nám nepodaří zanést tyto změny do tištěných příruček.

Změny se proto v případě potřeby uvádějí na zvláštním listě.

Вследствие развития мировой электроники изменяются схемы, появляются новые и совершенствуются старые детали наших приборов.

Иногда по вине печати и требований отправления нам не удается внести изменения в печатные пособия.

В этом случае изменения указываются на специальном 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

Multimetr BM 518 je víceúčelový přístroj. Slouží k měření základních stejnosměrných a střídavých parametrů obvodů a součástí. Umožňuje splnit optimální podmínky při měření. Při měření ss napětí je to vysoký vstupní odpor, malý úbytek napětí při měření ss proudů a měření odporů ve velkém rozmezí. Pro měření střídavých parametrů je to zejména měření efektivní hodnoty napětí v rozmezí kmitočtu 50 Hz—1 MHz, a to i nesínusových průběhů, dále měření vf napětí pomocí sondy a průchozího adaptéru s malou vstupní kapacitou (menší než 1,5 pF) a velkým vstupním odporem (větší než 70 kΩ), která zaručuje min. zatížení měřeného obvodu. V obou případech střídavých měření je stupnice měřicího přístroje lineární. Multimetr má výstup pro registrační přístroj, což umožňuje plnulý zápis všech měřených veličin.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Мультиметр BM 518 — это универсальный прибор. Он предназначен для измерения основных параметров цепей и элементов на переменном и постоянном токе. Он позволяет обеспечить оптимальные условия измерения. При измерении напряжения постоянного тока прибор обладает высоким входным сопротивлением, при измерении постоянных токов прибор обеспечивает малое падение напряжения, кроме того, он позволяет измерять сопротивления в большом диапазоне значений. При измерении параметров переменного тока речь идет, главным образом, об измерении эффективной величины в диапазоне частот 50 Гц—1 МГц и при несинусоидальной форме, далее об измерении напряжения ВЧ с помощью зонда и проходного адаптера с малой входной емкостью (менее 1,5 пФ) и большим входным сопротивлением (более 70 кОм), который обеспечивает минимальную нагрузку измеряемой величины. В обоих случаях измерения переменных величин шкала измерительного прибора является линейной. Мультиметр имеет выход для подключения самописца, что позволяет непрерывно записывать все измеренные значения.

## 1. SCOPE OF APPLICATION OF THE INSTRUMENT

The BM 518 multimeter is a versatile multi-purpose instrument, intended for use in the measurement of the basic DC and AC parameters of circuits and of their components. This instrument makes it possible to ensure optimum conditions for measurements, i. e. high input resistance when DC voltages are measured and low voltage drop when DC currents are measured; also it has a wide range for the measurement of resistances. As far as AC parameters are concerned, the multimeter enables the measurement of RMS values within the frequency range of 50 Hz to 1 MHz of sinusoidal as well as non-sinusoidal voltages, and also of RF voltages with the aid of a probe and a feed-through adapter of low input capacitance (less than 1.5 pF) and high input impedance (higher than 70 kΩ) which ensure minimum loading of the measured circuit. The scale of the meter is linear for both types of AC measurements. The multimeter has an output for a graphic instrument for the continuous recording of all the measured variables.

## 2. SESTAVA ÚPLNÉ DODÁVKY

### 2.1. Se základním přístrojem BM 518 se dodává toto příslušenství

Síťová šňůra	
Doutnavka	1AN 109 13
Vidlice	1AF 895 66
Vf sonda	1AK 058 71
Stíněný kabel s BNC konektorem	1AK 642 18
Páska	1AA 822 79
Svorka dvojitá	P1A 0207
Svorka měřicí	1AK 484 15
Pojistka	P1A 0407
	1AF 850 89
	T 100 mA

## 2. КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВКИ

### 2.1. Вместе с прибором BM 518 поставляются следующие принадлежности

Сетевой шнур	
Лампа тлеющего разряда	1AN 109 13
Вилка	1AF 895 66
Зонд БЧ	1AK 058 71
Экранированный кабель с фишкой BNC	1AK 642 18
Лента	1AA 822 79
Зажим двойной	P1A 0207
Зажим измерительный	1AK 484 15
Предохранитель	P1A 0407
	1AF 850 89
	T 100 mA

## 2. CONTENTS OF A COMPLETE CONSIGNMENT

### 2.1. The following standard accessories are supplied with each BM 518 multimeter

Mains cord	
Glow-lamp	1AN 109 13
Plug	1AF 895 66
RF probe	1AK 058 71
Screened cable with BNC connector	1AK 642 18
Earthing link	1AA 822 79
Double terminal	P1A 0207
Measuring terminal	1AK 484 15
Fuse	P1A 0407
	1AF 850 89
	T 100 mA

Pojistka  
Instrukční knížka  
Balicí list.  
Záruční list

T 200 mA

Предохранитель  
Инструкция  
Упаковочный лист  
Гарантийное свидетельство

T 200 mA

Fuse  
Instruction Manual  
Packing Note  
Guarantee Certificate

T 200 mA

## 2.2. Příslušenství na zvláštní objednávku

### Průchozí adaptér BP 5182

Průchozí adaptér slouží k měření v frekvenci napětí, a to ve spojení s hrotovou sondou přístroje BM 518. Průchozí adaptér je možno zapojit jak dovnitř trasy, tak i na konec trasy koaxiálního vedení při zakončení koaxiálního vedení vhodnou koaxiální zátěží o charakteristické impedanci  $75 \Omega$ .

### Odporový předřadník 1 kV BP 5184.

Předřadník je určen jako doplňkové příslušenství pro rozšíření stejnosměrných rozsahů multimeteru BM 518 až do 1 kV. Lze jej však použít i pro jiné stejnosměrné voltmetry se vstupním odporem 100 k $\Omega$   $\pm 1\%$ . K propojení předřadníku s multimetrem se používá káblík s banánky.

### Vysokonapěťová sonda BP 5185

Sonda je určena jako doplňkové příslušenství pro rozšíření stejnosměrných rozsahů multimeteru BM 518 až do 10 kV. Lze ji však použít i pro jiné stejnosměrné voltmetry se vstupním odporem 100 M $\Omega$  a napěťovým rozsahem 1 V. Velký vstupní odpor asi 2 G $\Omega$  zaručuje minimální zatížení měřeného obvodu. Sondu lze použít pro rozsah napětí 1 kV až 10 kV. Sonda najde uplatnění ve všech odvětvích elektroniky, kde požadujeme měření v napětí na slaboproudých zařízeních, zejména v televizních opravnách.

## 2.2. Принадлежности, которые заказываются специально

### Проходной адаптер BP 5182

Проходной адаптер служит для измерения напряжений ВЧ коаксиальных линий, а именно в комплекте со щупом прибора BM 518. Проходной адаптер можно включить как внутри, так и на конце трассы коаксиальной линии при нагрузке коаксиальной линии подходящей нагрузкой с волновым сопротивлением  $75 \Omega$ .

Омическое гасящее сопротивление 1 кВ BP 5184. Гасящее сопротивление предназначено в качестве дополнения для расширения пределов измерения постоянного напряжения прибора мультиметр BM 518 вплоть до напряжения 1 кВ. Однако сопротивление может быть использовано и в комплекте с другими вольтметрами постоянного тока, обладающими входным сопротивлением  $100 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ . Для соединения гасящего сопротивления с мультиметром используется кабель с банановыми штекерами.

### Зонд ВН BP 5185

Зонд предназначен в качестве дополнения для расширения пределов измерения постоянных напряжений мультиметра BM 518 вплоть до 10 кВ. Зонд можно использовать и для других вольтметров постоянного тока, входные сопротивления которых составляют  $100 \text{ M}\Omega$  и предел напряжения 1 В. Большое входное сопротивление прибл. 2 Г $\Omega$  обеспечивает минимальную нагрузку измеряемой схемы. Зонд можно использовать для предела напряжения 1 кВ - 10 кВ. Зонд находит применение во всех областях электроники, где требуется измерять напряжение ВН в слаботочной аппаратуре, особенно, в телевизионных мастерских.

## 2.2. The following optional accessories are available on special order

### Through adapter BP 5182

The through adapter serves for the determination of HF voltages in conjunction with the point contact probe of the BM 518 instrument. The through adapter can be connected either inside the route or at the end of the coaxial line route, with the coaxial line terminated by a suitable coaxial load with a characteristic impedance of  $75 \Omega$ .

### Series resistor 1 kV BP 5184

The series resistor represents a supplementary accessory for extending the DC ranges of the BM 518 multimeter up to 1 kV. It can be used also for other DC voltmeters with input resistance  $100 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ . For interconnecting the series resistor with the multimeter serves a cable with banana plugs.

### High-voltage probe BP 5185

The probe represents a supplementary accessory for extending the DC ranges of the BM 518 multimeter up to 10 kV. It can be used also for other DC voltmeters with input resistance  $100 \text{ m}\Omega$  and voltage range 1 V.

The large input resistance of approx. 2 G $\Omega$  guarantees a minimum loading of the metered circuit. The probe is suitable for the voltage range from 1 kV to 10 kV. It will find application especially in TV repair shops in the metering of HV sources, but also in other fields of electronics where it is necessary to measure high voltages on light-current equipment.

## Vysokonapěťová sonda BP 5186

Sonda je určena jako doplňkové příslušenství pro rozšíření stejnosměrných rozsahů multimetru BM 518 až do 30 kV. Lze ji však použít i pro jiné stejnosměrné voltmetry se vstupním odporem 100 MΩ a napěťovým rozsahem 3 V. Velký vstupní odpor asi 10 GΩ zaručuje minimální zatížení měřeného obvodu. Sondou lze použít pro rozsah napětí 10 kV až 30 kV. Sonda najde uplatnění ve všech odvětvích elektroniky, kde požadujeme měření v napětí na slaboproudých zařízeních, zejména v televizních opravnách.

## Zond BН BP 5186

Zond prednazначен v kachstve doplnenia dla расширения пределов измерения постоянного напряжения мультиметра BM 518 вплоть до 30 кВ. Однако, зонд может быть использован и для других вольтметров постоянного тока, обладающих входным сопротивлением 100 МОм с пределом измерения напряжения 3 В. Большое входное сопротивление прибл. 10 ГОм обеспечивает минимальную нагрузку измеряемой схемы. Зонд можно использовать для пределов напряжения 10 кВ - 30 кВ. Зонд находит применение во всех областях электроники, где требуется измерять напряжение BН в слаботочной аппаратуре, особенно, в телевизионных мастерских.

## High-voltage probe BP 5186

The probe is designed as a supplementary accessory for extending the DC ranges of the BM 518 multimeter up to 30 kV. It can be used also for other DC voltmeter with input resistance 100 MΩ and voltage range 3 V. The large input resistance of approx. 10 GΩ guarantees a minimum loading of the metered circuit.

The probe is suitable for the voltage range from 10 kV to 30 kV. It will find application especially in TV repair shops for metering high-voltage sources, but also in other fields of electronics, where it is necessary to measure high voltages on light-current equipment.

### 2.3. Náhradní díly

Knoflík šipka	P1A 228	1AF 244 25
Knoflík kulatý	P1A 228	1AF 244 10
Knoflík kulatý	P1A 228	1AF 243 92
Síťový transformátor		1AN 663 76
Operační zesilovač		1AP 880 08
Vidlice pro vf sondu		1AK 181 93
BNC konektor	P1A 0543	1AK 181 46
Měřidlo		1AP 777 65
Svorka	P1A 0207	1AK 484 21

### 2.3. Запасные части

Ручка-стрелка	P1A 228	1AF 244 25
Ручка круглая	P1A 228	1AF 244 10
Ручка круглая	P1A 228	1AF 243 92
Сетевой трансформатор		1AN 663 76
Операционный усилитель		1AP 880 08
Вилка для зонда ВЧ		1AK 181 93
Разъем BNC	P1A 0543	1AK 181 46
Измерительный прибор		1AP 777 65
Зажим	P1A 0207	1AK 484 21

### 2.3. Spare parts

Knob, arrow-shaped	P1A 228	1AF 244 25
Knob, round	P1A 228	1AF 244 10
Knob, round	P1A 228	1AF 243 92
Mains transformer		1AN 663 76
Operational amplifier		1AP 880 08
Plug for RF probe		1AK 181 93
BNC connector	P1A 0543	1AK 181 46
Meter		1AP 777 65
Terminal	P1A 0207	1AK 484 21

## 3. TECHNICKÉ ÚDAJE

### 3.1. Stejnosměrný voltmetr

Rozsah: 300 μV—300 V pro plnou výchylku měřidla ve 13-ti rozsazích s překrytím 1 : 3

Chyba měření (mimo posuvu a šumu celého přístroje): ±5 % z plné výchylky na rozsazích 300 μV a 1 mV; ±2,5 % z plné výchylky na rozsazích 3 mV—300 V

## 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

### 3.1. Вольтметр постоянного тока

Предел: 300 мкВ - 300 В для полного отклонения стрелки прибора, 13 поддиапазонов с перекрытием 1 : 3

Погрешность измерения (за исключением дрейфа и шума всего прибора): ±5 % от полного отклонения в пределах 300 мкВ и 1 мВ; ±2,5 % от полного отклонения в пределах 3 мВ - 300 В

## 3. TECHNICAL DATA

### 3.1. DC voltmeter

Range: 300 μV to 300 V full-scale deflection, in 13 partial ranges with 1 : 3 overlap

Measuring error (of the whole instrument, except for drift and noise): ±5 % of the f.s.d. within the 300 μV and 1 mV ranges; ±2.5 % of the f.s.d. within the 3 mV to 300 V ranges

Nastavení nuly napětí: asi  $\pm 500 \mu\text{V}$

Šum na vstupu: pro  $R_{\text{vst}} = 0$ :  $U_s < 6 \mu\text{V}_{\text{ss}}$  ;  
pro  $R_{\text{vst}} = 500 \text{ k}\Omega$ :  $U_s < 12 \mu\text{V}_{\text{ss}}$

Vstupní odpor: 100  $\text{k}\Omega$  pro všechny rozsahy, je možno jej odpojit tlačítkem

Po odpojení:

100  $\text{M}\Omega$  na rozsahu 300  $\mu\text{V}$  — 30 mV,  
500  $\text{M}\Omega$  na rozsahu 100 mV — 10 V  
101  $\text{M}\Omega$  na rozsahu 30 V — 300 V

Potlačení síťového kmitočtu: se zapojeným vstupním filtrem je celkové potlačení větší než 50 dB na rozsahu 300  $\mu\text{V}$

Doba ustálení výchylky (10 %—90 %); vstupní filtr odpojen: 4 s na rozsahu 300  $\mu\text{V}$ —3 mV (odpor zdroje 500  $\text{k}\Omega$ ); 3 s na ostatních rozsazích

Posuv nuly napětí:  $\pm 20 \mu\text{V}$  za hodinu při stálé okolní teplotě;  $R_{\text{vst}} = 0$

Přetížitelnost: pro rozsahy 300  $\mu\text{V}$ —10 V je 50 V;  
pro rozsahy 30 V—300 V je 400 V

Maximální odpor měřeného zdroje: v rozsahu 300  $\mu\text{V}$ —3 mV je 500  $\text{k}\Omega$ ; 10 mV—300 mV je 1  $\text{M}\Omega$ ; 1 V—10 V je 10  $\text{M}\Omega$

### 3.2. Stejnosměrný ampérmetr

Rozsah: 3 nA—100 mA pro plnou výchylku měřidla v 16-ti rozsazích s překrytím 1 : 3

Úbytek napětí: pro rozsahy 3 nA—10  $\mu\text{A}$  je 1 mV;  
pro rozsahy 30  $\mu\text{A}$ —1 mA je 10 mV; pro rozsahy 3 mA—100 mA je 100 mV

Chyba měření: je dána chybou měření napětí  $\pm 1 \%$

Přetížitelnost: desetinásobná z daného proudového rozsahu krátkodobě

Doba ustálení výchylky (10 %—90 %) je dána na přetovým rozsahem

Uстановka nula napětí: прибл.  $\pm 500 \text{ мкВ}$

Шум на входе: для  $R_{\text{вх}} = 0$ :  $U_{\text{ш}} < 6 \text{ мкВ}_{\text{разм}}$   
для  $R_{\text{вх}} = 500 \text{ кОм}$ :  $U_{\text{ш}} < 12 \text{ мкВ}_{\text{разм}}$

Входное сопротивление: 100 кОм для всех поддиапазонов, можно отключить кнопкой

После отключения:

100 МОм на пределах 300 мкВ - 30 мВ  
500 МОм на пределах 100 мВ - 10 В  
101 МОм на пределах 30 В - 300 В

Подавление наводок от сети: при включенном входном фильтре общее подавление более 50 дБ на пределе 300 мкВ

Время установления стрелки: (10 % - 90 %)  
входной фильтр отключен; 4 сек на пределах 300 мкВ - 3 мВ (сопротивление источника 500 кОм); 3 сек на остальных пределах

Дрейф нуля напряжения:  $\pm 20 \text{ мкВ}$  в час при постоянной окружающей температуре  $R_{\text{вх}} = 0$

Напряжение перегрузки: для пределов 300 мкВ - 10 В составляет 50 В;  
для пределов 30 В - 300 В составляет 400 В

Максимальное сопротивление измеряемого источника: пределы: 300 мкВ - 3 мВ, 500 кОм;  
10 мВ - 300 мВ, 1 МОм; 1 В - 10 В, 10 МОм

### 3.2. Амперметр постоянного тока

Пределы: 3 нА - 100 мА для полного отклонения стрелки прибора; 16 поддиапазонов с перекрытием 1 : 3

Падение напряжения: для пределов 3 нА - 10 мкА 1 мВ; для пределов 30 мкА - 1 мА 10 мВ;  
для пределов 3 мА - 100 мА 100 мВ

Погрешность измерения: определяется погрешностью измерения напряжения  $\pm 1 \%$

Коэффициент перегрузки: 10 от заданного предела измерения тока — кратковременно

Время установления отклонения стрелки:  
(10 % - 90 %) определяется пределом изменения напряжения

Voltage zero adjustment: Approx.  $\pm 500 \mu\text{V}$

Noise voltage on the input:  $< 6 \mu\text{V}_{\text{p-p}}$  at 0 input resistance;  $< 12 \mu\text{V}_{\text{p-p}}$  at 500  $\text{k}\Omega$  input resistance

Input resistance: 100  $\text{k}\Omega$  in all the ranges, with disconnecting push-button

After disconnection:

100  $\text{M}\Omega$  within the 300  $\mu\text{V}$  to 30 mV ranges;  
500  $\text{M}\Omega$  within the 100 mV to 10 V ranges;  
101  $\text{M}\Omega$  within the 30 V to 300 V ranges

Common mode suppression: With input filter connected, the overall suppression is more than 50 dB in the 300  $\mu\text{V}$  range

Deflection settling time (10 % to 90 %) with input filter disconnected: 4 sec within the 300  $\mu\text{V}$  to 3 mV ranges (supply resistance 500  $\text{k}\Omega$ ); 3 sec within all the other ranges

Voltage zero drift:  $\pm 20 \mu\text{V}/\text{hr}$ . at constant ambient temperature; zero input resistance

Overload capacity: 50 V of the 300  $\mu\text{V}$  to 10 V ranges; 400 V of the 30 V to 300 V ranges

Max. resistance of the measured supply: 500  $\text{k}\Omega$  within the 300  $\mu\text{V}$  to 3 mV ranges; 1  $\text{M}\Omega$  within the 10 mV to 300 mV ranges; 10  $\text{M}\Omega$  within the 1 V to 10 V ranges

### 3.2. DC milliammeter

Range: 3 nA to 100 mA full-scale deflection, in 16 partial ranges with 1 : 3 overlap

Voltage drop: 1 mV within the 3 nA to 10  $\mu\text{A}$  ranges; 10 mV within the 30  $\mu\text{A}$  to 1 mA ranges;  
100 mV within the 3 mA to 100 mA ranges

Measuring error: Given by the voltage measuring error  $\pm 1 \%$

Overload capacity: Transitorily 10 times the selected current range

Deflection settling time (10 % to 90 %): Given by the voltage range

Nastavení nuly proudu: asi  $\pm 0,2$  nA

### 3.3. Ohmmetr

Rozsah: 10  $\Omega$ , 100  $\Omega$ , 1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$ , 1 M $\Omega$ , 10 M $\Omega$ , ve středu stupnice

Chyba měření:  $\pm 5$  %

Maximální měřicí napětí: 100 mV

Průběh stupnice: 0 vlevo, plná výchylka — nekonečně, vpravo

### 3.4. Ostatní parametry pro stejnosměrná měření

Polarita: přepínač polarity umožnuje měřit kladné i záporné napětí s nulou měřicího přístroje vlevo

Výstup pro registrační přístroj:  $\pm 100$  mV, vnitřní odpor 1 k $\Omega$ , hodnotu výstupního napětí je možné nastavit v rozmezí  $\pm 20$  %. Výstupní svorky pro regaderační přístroj se nesmějí spojit s obvodovou zemí nebo kostrou. Nutno použít zapisovač s plovoucí zemí. Výstup pro zapisovač má obrácenou polaritu vůči vstupnímu napětí

Izolace: obvodová země je izolována od kostry  $R_{iz} > 10^9 \Omega$ ; C asi 100 000 pF

Obvodová země může mít vůči kostře potenciál  $\pm 100$  V. Na této úrovni je také výstup pro zapisovač a svorky pro připojení baterií.

### 3.5. Střídavý nízkofrekvenční voltmetr

Rozsah: 30 mV—300 V pro plnou výchylku měřidla v 9-ti rozsazích přepínaných po 10 dB

Průběh stupnice: lineární, dělení 0—10 délky, 0—3,16 délky

Kmitočtový rozsah: 50 Hz—1 MHz

Uстановка nula toka: прибл.  $\pm 0,2$  нА

### 3.3. Омметр

Пределы: 10 Ом, 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм, в центре шкалы

Погрешность измерения:  $\pm 5$  %

Макс. измерительное напряжение: 100 мВ

Форма шкалы: 0 налево, полное отклонение — бесконечность, направо

### 3.4. Остальные параметры при измерении величины постоянного тока

Полярность: переключатель полярности позволяет измерять положительное и отрицательное напряжения с нулем измерительного прибора налево

Выход для самописца:  $\pm 100$  мВ, внутреннее сопротивление 1 кОм, значение выходного напряжения можно устанавливать в пределах  $\pm 20$  %. Выходные зажимы для самописца не должны соединяться с землей схемы или корпуса. Необходимо использовать самописец с «плавающей» землей. Выход для самописца имеет обратную полярность относительно входного напряжения

Изоляция: земля схемы изолирована относительно корпуса  $R_{iz} > 10^9$  Ом;  
C прибл. 100 000 пФ

Земля схемы может находиться на потенциале  $\pm 100$  В относительно корпуса прибора. На этом уровне находится также вывод для самописца и зажимы для подключения батарей.

### 3.5. Низкочастотный вольтметр переменного тока

Пределы: 30 мВ - 300 В для полного отклонения стрелки прибора; 9 поддиапазонов с возможностью переключения через 10 дБ

Форма шкалы: линейная; деления 0 - 10 делений, 0 - 3,16 делений

Диапазон частот: 50 Гц - 1 МГц

Current zero adjustment: Approx.  $\pm 0.2$  nA

### 3.3. Ohmmeter

Ranges: 10  $\Omega$ , 100  $\Omega$ , 1 k $\Omega$ , 10 k $\Omega$ , 100 k $\Omega$ , 1 M $\Omega$ , 10 M $\Omega$ , midscale readings

Measuring error:  $\pm 5$  %

Max. measuring voltage 100 mV

Type of scale: Zero at the left; infinity at the right

### 3.4. Further parameters for DC measurements

Polarity: Inverter switch for the measurement of positive or negative voltages with zero of the scale at the left

Output for a recorder: Internal resistance 1 k $\Omega$ ; the output voltage of  $\pm 100$  mV is controllable within  $\pm 20$  %. The output terminals must not be connected to the circuit earth nor to the framework. A recorder with floating earth must be used. The polarity of the output for a recorder is opposite to that of the input voltage

Insulation: The circuit earth is insulated from the framework. Insulation resistance:  $> 10^9 \Omega$ ;

Capacitance: Approx. 100 000 pF

The circuit earth may have a potential of  $\pm 100$  V against the framework; the same applies also to the output for a recorder and to the terminals for connection of batteries.

### 3.5. Low-frequency AC voltmeter

Range: 30 mV to 300 V full-scale deflection, in 9 partial ranges switched in 10 dB steps

Type of scale: Linear. Graduations: 0 to 10 divisions; 0 to 3.16 divisions

Frequency range: 50 Hz to 1 MHz

**Detektor:** vstupní signál detekován v efektivní hodnotě, stupnice cejchovaná v efektivní hodnotě

**Chyba měření:** pro plnou výchylku od 20 Hz do 50 Hz — indikace; od 50 Hz do 500 kHz  $\pm 3\%$ ; od 500 kHz do 800 kHz  $\pm 5\%$ ; od 800 kHz do 1 MHz  $+5\%$ ,  $-7\%$ . Chyby platí po kalibraci

**Vstupní impedance:** 10 M $\Omega$  paralelně s kapacitou  $< 50 \text{ pF}$

**Vrcholový faktor (Crest Factor - CF)**  
(poměr špičkové k efektivní hodnotě vstupního signálu): 3 : 1 pro plnou výchylku, 6 : 1 pro polovinu výchylky měřidla, přídavná chyba měření pro CF = 3 je  $\pm 4\%$

**Poznámka:** Přístroj není určen pro měření v síťových obvodech.

**Přetížitelnost:** pro rozsah 30 mV—300 mV je 50 V<sub>ss</sub> pro rozsah 1 V—300 V je 420 V<sub>ss</sub>

**Izolační napětí vstupu:** 450 V<sub>ss</sub>

**Doba ustálení výchylky (10 %—90 %) menší než 3 s**

**Výstup pro zapisovač:** 100 mV nastavitelný  $\pm 20\%$ , vnitřní odpór 1 k $\Omega$  (při 100 mV). Kladný pól výstupu je spojen s obvodovou zemí.

**Kalibrace:** zdroj 30 mV<sub>eff</sub>, obdélníkový průběh, kmitočet asi 1 kHz, přesnost  $\pm 0,5\%$

**Izolace:** obvodová země je izolována od kostry  $R_{iz} > 10^9 \Omega$ , C asi 100 000 pF

**Obvodová země** může mít vůči kostře potenciál  $\pm 100$  V. Na této úrovni je také výstup pro zapisovač a svorky pro připojení baterií.

**Детектор:** входной сигнал детектируется в эффективном значении; шкала градуирована в эффективных значениях

**Погрешность измерения:** для полного отклонения от 20 Гц до 50 Гц — индикация; от 50 Гц до 500 кГц  $\pm 3\%$ ; от 500 кГц до 800 кГц  $\pm 5\%$ ; от 800 кГц до 1 МГц  $+5\%$ ,  $-7\%$

Значения погрешностей даны после выполнения калибровки

**Входное сопротивление:** 10 МОм параллельно с емкостью менее 50 пФ.

**Коэффициент формы (отношение пикового к эффективному значению входного сигнала):**  
3 : 1 для полного отклонения; 6 : 1 для половинного отклонения стрелки измерительного прибора; дополнительная погрешность измерения для коэффициента формы 3 составляет  $\pm 4\%$

**Примечание:** Прибор не определен для измерения в сетевых схемах.

**Напряжение перегрузки:** для пределов 30 мВ—300 мВ составляет 50 В размах; для пределов 1 В—300 В составляет 420 В размах

**Напряжение изоляции входа:** 450 В размах

**Время установления отклонения:** (10 % - 90 %) менее 3 сек

**Выход для самописца:** 100 мВ с возможностью установки  $\pm 20\%$ , внутреннее сопротивление 1 кОм (при 100 мВ). Положительный полюс выхода соединен с землей схемы

**Калибровка:** источник 30 мВ эфф., прямоугольный сигнал, частота прибл. 1 кГц, погрешность  $\pm 0,5\%$

**Изоляция:** земля схемы изолирована относительно корпуса  $R_{iz} > 10^9 \Omega$   
С прибл. 100 000 пФ

**Земля схемы** может находиться на потенциале  $\pm 100$  V относительно корпуса прибора. На этом уровне имеется также выход для самописца и зажимы для подключения батарей.

**Detector:** The input signal is detected in RMS values; the scale is calibrated in RMS values

**Measuring error (at f.s.d. after calibration):** From 20 Hz to 50 Hz: Indication; From 50 Hz to 500 kHz:  $\pm 3\%$ ; From 500 kHz to 800 kHz:  $\pm 5\%$ ; From 800 kHz to 1 MHz:  $+5\%$ ,  $-7\%$

**Input impedance:** 10 M $\Omega$  with  $< 50 \text{ pF}$  capacitance in parallel

**Crest factor (CF)** — ratio between the peak value and the RMS value of the input signal: 3 : 1 at f.s.d.; 6 : 1 at midscale deflection. Additional error:  $\pm 4\%$  at CF = 3

**Note:** The instrument is not designed for measurements in mains circuits.

**Overload capacity:** 50 V<sub>p-p</sub> of the 30 mV to 300 mV ranges; 420 V<sub>p-p</sub> of the 1 V to 300 V ranges

**Input insulation voltage:** 450 V<sub>p-p</sub>

**Deflection settling time (10 % to 90 %):** Shorter than 3 sec

**Output for a recorder:** 100 mV, controllable within  $\pm 20\%$ ; internal resistance 1 k $\Omega$  at 100 mV. The positive output pole is connected to the circuit earth

**Calibration:** Built-in supply of 30 mV RMS, rectangular waveform of approx. 1 kHz frequency, accuracy  $\pm 0.5\%$

**Insulation:** The circuit earth is insulated from the framework. Insulation resistance:  $> 10^9 \Omega$ .

**Capacitance:** Approx. 100 000 pF

The circuit earth may have a potential of  $\pm 100$  V against the framework; the same applies also to the output for a recorder and to the terminals for connection of batteries.

### 3.6. Vf voltmetr se sondou

Rozsah: 10 mV ÷ 3 V pro plnou výchylku měřidla v 6-ti rozsazích přepínaných po 10 dB. Lineární stupnice je cejchována v efektivní hodnotě sinusového průběhu.

Frekvenční rozsah: 10 kHz—1200 MHz

Frekvenční průběhy chyby voltmetu:

- 10 kHz—20 kHz +3 %—8 % z plné výchylky,
- 20 kHz—10 MHz +3 %—4 % z plné výchylky
- 10 MHz—40 MHz +4 %—7 % z plné výchylky
- 40 MHz—200 MHz +5 %—8 % z plné výchylky
- 200 MHz—500 MHz ±10 % z plné výchylky
- 500 MHz—1000 MHz +12 %—10 % z plné výchylky
- 1000 MHz—1200 MHz +25 %—7 % z plné výchylky
- 1200 MHz—2000 MHz > +25 % z plné výchylky

Tyto chyby voltmetu platí pro:

- a) napětí přivedené bezprostředně na vstupní svorky sondy
- b) pro teplotu okolí +23 °C

Přídavná chyba při jiných teplotách v rozmezí:

+5 °C ÷ +40 °C je:  
v rozsahu 10 mV, 30 mV ±0,6%/°C; 100 mV,  
300 mV ±0,4%/°C; 1 V, 3 V ±0,1%/°C

Vstupní impedance sondy:

Vstupní kapacita: < 1,5 pF

Vstupní odpor při: 1 MHz ≥ 70 kΩ, 10 MHz ≥  
≥ 50 kΩ, 100 MHz ≥ 15 kΩ, 200 MHz ≥ 7 kΩ,  
při úrovni vf napětí 0,5 V

### 3.6. Детектор ВЧ с зондом

Пределы: 10 мВ до 3 В для полного отклонения стрелки прибора; 6 поддиапазонов с переключением через 10 дБ. Линейная шкала градуирована в эффе. значениях синусоидального сигнала

Диапазон частот: 10 кГц - 1200 МГц

Частотная зависимость погрешности вольтметра:  
10 кГц - 20 кГц +3 % —8 % от полного  
отклонения  
20 кГц - 10 МГц +3 % —4 % от полного  
отклонения  
10 МГц - 40 МГц +4 % —7 % от полного  
отклонения  
40 МГц - 200 МГц +5 % —8 % от полного  
отклонения  
200 МГц - 500 МГц ±10 % от полного  
отклонения  
500 МГц - 1000 МГц +12 % —10 % от полного  
отклонения  
1000 МГц - 1200 МГц +25 % —7 % от полного  
отклонения  
1200 МГц - 2000 МГц > +25 % от полного  
отклонения

Эти погрешности вольтметра относятся к:

- а) напряжению, подаваемому непосредственно на входные зажимы зонда,
- б) к температуре окружающего воздуха +23 °C

Дополнительная погрешность при других температурах в пределах +5 °C ÷ +40 °C

составляет: на пределах 10 мВ, 30 мВ  
±0,6 %/°C; 100 мВ, 300 мВ ±0,4%/°C; 1 В,  
3 В ±0,1 %/°C

Входное сопротивление зонда:

Входная емкость: < 1,5 пФ

Входное сопротивление на частоте: 1 МГц ≥  
≥ 70 кОм, 10 МГц ≥ 50 кОм, 100 МГц ≥  
≥ 15 кОм, 200 МГц ≥ 7 кОм, при уровне  
напряжения ВЧ 0,5 В

### 3.6. RF - AC voltmeter with probe

Range: 10 mV to 3 V full-scale deflection, in 6 partial ranges switched in 10 dB steps; linear scale calibrated in RMS values of a sinusoidal waveform

Frequency range: 10 kHz to 1200 MHz

Frequency dependence of the voltmeter error:  
+3 % —8 % of the f.s.d. from 10 kHz to 20 kHz  
+3 % —4 % of the f.s.d. from 20 kHz to 10 MHz  
+4 % —7 % of the f.s.d. from 10 MHz to 40 MHz  
+5 % —8 % of the f.s.d. from 40 MHz to 200 MHz  
±10 % of the f.s.d. from 200 MHz to 500 MHz  
+12 % —10 % of the f.s.d. from 500 MHz to 1000 MHz  
+25 % —7 % of the f.s.d. from 1000 MHz to 1200 MHz  
+25 % of the f.s.d. from 1200 MHz to 2000 MHz

These errors of the RF voltmeter are valid provided that:

- a) the measured voltage is applied directly to the input terminals of the probe, and
- b) the ambient temperature is +23 °C

Additional error at different ambient temperatures within the range +5 °C to +40 °C:

±0,6 %/°C within the ranges 10 mV and 30 mV;  
±0,4 %/°C within the ranges 100 mV and 300 mV,  
±0,1 %/°C within the ranges 1 V and 3 V

Input impedance of the probe:

Input capacitance: < 1.5 pF

Input resistance: ≥ 70 kΩ at 1 MHz, ≥ 50 kΩ at 10 MHz, ≥ 15 kΩ at 100 MHz, ≥ 7 kΩ at 200 MHz. At an RF voltage level of 0.5 V

Výstup pro zapisovač: 100 mV (nastavitelný  $\pm 20\%$ ), vnitřní odpor 1 k $\Omega$  (při 100 mV), kladný pól výstupu je spojen s obvodovou zemí

Max. vstupní napětí: 12 V<sub>ef</sub>, 40 V<sub>ss</sub>

Izolace: obvodová země je izolována od kostry R<sub>iz</sub> > 10<sup>9</sup>  $\Omega$ , C asi 100 000 pF

Obvodová země může mít vůči kostře potenciál  $\pm 100$  V. Na této úrovni je také výstup pro zapisovač a svorky pro připojení baterií. Neplatí pro měření s průchozím adaptérem.

### 3.7. Pracovní podmínky

Pracovní teplota okolí: +5 °C — +40 °C

Relativní vlhkost: 40 %—70 %

Tlak vzduchu: 86 000 Pa — 106 000 Pa

Napájecí napětí 220 V/120 V +10 %—15 %, 50 Hz nebo vnější baterie  $\pm 18$  V až 27 V [jen měření ss napětí, stejnosměrného proudu, střídavého napětí a střídavého napětí se sondou. Měření odporu není možné.]

Příkon: 10 VA ze sítě; +25 mA —25 mA pro stejnosměrná měření; +45 mA —25 mA pro střídavá měření

#### Jištění:

tavnou pojistkou T 100 mA pro 220 V, T 200 mA pro 120 V

Osazení: integrované obvody — 1 ks, tranzistory — 16 ks, diody — 26 ks

Выход для самописца: 100 мВ (возможность регулировки  $\pm 20\%$ ); внутреннее сопротивление 1 кОм (при 100 мВ); положительный полюс выхода соединен с землей схемы

Макс. входное напряжение: 12 В эф., 40 В пост.

Изоляция: земля схемы изолирована относительно корпуса R<sub>iz</sub> > 10<sup>9</sup> Ом. С прибл. 100 000 пФ

Земля схемы может находиться на потенциале  $\pm 100$  В относительно корпуса прибора. На этом потенциале находится также вывод для самописца и зажимы для подключения батарей. Сказанное не относится к измерению в комплекте с проходным адаптером.

### 3.7. Условия эксплуатации

Рабочая температура окружающего воздуха:  
+5 °C — +40 °C

Относительная влажность воздуха: 40 % - 70 %

Давление воздуха: 86 000 Па - 106 000 Па

Напряжение питания: 220 В/120 В +10 % —15 %, 50 Гц или внешняя батарея  $\pm 18$  В до 27 В (только измерение напряжения постоянного тока, постоянного тока, напряжения переменного тока и напряжения переменного тока при использовании зонда. Измерение сопротивления невозможно)

Потребляемая мощность: 10 ВА от сети  
+25 mA — 25 mA при измерении постоянных величин; +45 mA —25 mA при измерении переменных величин

#### Защита:

плавким предохранителем T 100 мА для 220 В  
T 200 мА для 120 В

Комплектация: интегральные микросхемы — 1 шт., транзисторы — 16 шт., диоды — 26 шт.

Output for a recorder: 100 mV, controllable within  $\pm 20\%$ ; internal resistance 1 k $\Omega$  (at 100 mV). The positive output pole is connected to the circuit earth

Max. input voltage: 12 V RMS, 40 V DC

Insulation: The circuit earth is insulated from the framework. Insulation resistance: > 10<sup>9</sup>  $\Omega$ .

Capacitance: Approx. 100 000 pF

The circuit earth may have a potential of  $\pm 100$  V against the framework; the same applies also to the output for a recorder and to the terminals for connection of batteries. (This does not apply when a feed-through adapter is used).

### 3.7. Operating conditions

Ambient temperature range: +5 °C to +40 °C

Relative humidity range: 40 % to 70 %

Atmospheric pressure range: 86 000 Pa to 106 000 Pa

Powering voltage: AC of 220 V or 120 V +10 % —15 %, 50 Hz, or  $\pm 18$  V to 27 V from an external battery, however only when DC voltages or currents, AC voltages or RF voltages (with probe employed) are measured. Resistances cannot be measured

Power consumption: 10 VA from the mains.  
+25 mA — 25 mA during DC measurements  
+45 mA —25 mA during AC measurements

Intrinsic safety: Class I, according to IEC recommendations, in conformity with the Czechoslovak Standard ČSN 35 6501

#### Protection:

Cut-out fuse T 100 mA for 220 V  
T 200 mA for 120 V

Complement: Integrated circuits — 1 pc.,  
Transistors — 16 pcs., Diodes — 26 pcs.

Bezpečnostní třída: I. podle ČSN 35 6501  
 Vnější elektrické pole: zanedbatelně malé  
 Vnější magnetické pole: 0,5 mT  
 Poloha přístroje: svislá nebo se sklonem 10°  
 s použitím vyklápěcí nožky

### 3.8. Rozměry a hmotnost přístroje

Rozměry nezabaleného přístroje: výška 210 mm, hloubka 226 mm, šířka 315 mm, hmotnost 7 kg

Rozměry zabaleného přístroje: výška 420 mm, hloubka 370 mm, šířka 450 mm, hmotnost 10 kg

Podmínky pro dopravu a skladování jsou uvedeny v kapitole 11.

Класс безопасности: 1 по МЭК  
 Внешнее электрическое поле: пренебрежимо мало  
 Внешнее магнитное поле: 0,5 мТ  
 Положение прибора: вертикальное или под углом 10° использования откидной ножки

### 3.8. Размеры и вес прибора

Размеры неупакованного прибора: высота 210 мм, глубина 226 мм, ширина 315 мм, вес 7 кг

Размеры упакованного прибора: высота 420 мм, глубина 370 мм, ширина 450 мм, вес 10 кг

Условия транспортировки и хранения даны в главе 11.

External electric field: Negligibly weak  
 External magnetic field: 0.5 mT  
 Operational position: Vertical, or tilted through 10° by using the retractable support

### 3.8. Dimensions and weight of the instrument

Unpacked: Height 210 mm, Depth 226 mm, Width 315 mm, Weight 7 kg

Packed: Height 420 mm, Depth 370 mm, Width 450 mm, Weight 10 kg

#### Note:

The transport and storage conditions are given in section 11.

## 4. PRINCIP ČINNOSTI

Základem multimetru je kvalitní operační zesilovač s příslušnými pomocnými obvody.

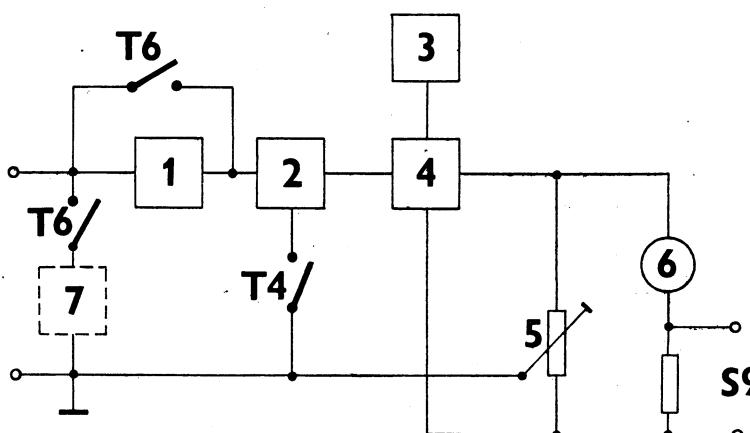
### 4.1. Blokové schéma multimetru při měření ss napětí a proudu

- 1 — Vstupní dělič
- 2 — Vstupní filtr 50 Hz
- 3 — Napájecí zdroje
- 4 — Operační zesilovač
- 5 — Zpětnovazební dělič
- 6 — Výstupní měřidlo
- 7 — Bočníky s přepínačem
- S9 — Výstup pro zapisovač

## 4. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Основной частью мультиметра является высококачественный операционный усилитель с соответствующими вспомогательными схемами.

### 4.1. Блок-схема мультиметра при измерении постоянного напряжения и тока



Obr. 1 Рис. 1 Fig. 1

- 1 — Входной делитель
- 2 — Входной фильтр 50 Гц
- 3 — Источник питания
- 4 — Операционный усилитель
- 5 — Делитель обратной связи
- 6 — Выходной измерительный прибор
- 7 — Шунты с переключателем
- S9 — Выход для самописца

- 1 — Input divider
- 2 — Input filter 50 Hz
- 3 — Power supplies
- 4 — Operational amplifier
- 5 — Feedback divider
- 6 — Output meter
- 7 — Shunts with selector
- S9 — Output for the recorder

Operační zesilovač 4 se sériovou zpětnou vazbou (dělič 5) zajišťuje základní zesílení měřeného napětí. Napětí do hodnot 10 V se přivádí na vstup zesilovače přímo. Vyšší napětí přes vstupní dělič 1 (dělení 1 : 100). Výstupní napětí operačního zesilovače se indikuje vestavěným měřidlem 6 nebo vnějším registračním přístrojem (svorky S9). Obsahuje-li měřený signál střídavou složku (50 Hz), je možno její vliv zmenšit zapojením filtru 2. Změnou dělicího poměru děliče 5 a zařazením děliče 1 se přepínají rozsahy měření ss napětí. Měření proudu je provedeno na měření napětí na vestavěných bočnících (7). Tlačítkem T6 se odpojí vstupní dělič a připojí se bočníky. Rozsahy se mění přepínáním bočníku a změnou dělicího poměru děliče 5.

#### 4.2. Blokové schéma multimetru při měření odporu

Ze zdroje konstantního proudu 8 teče proud do odporového normálu 10, na kterém se vytvoří úbytek 100 mV. Napětí se pak rozdělí úměrně k odporům 9, 10 a  $R_x$ . Toto napětí je měřeno ss voltmetrem, přepnutým na rozsah 100 mV děličem 5, na vstupních svorkách A B.

Přepínání rozsahu se děje přepínáním odporových normálů 9. Hodnotu odporu odečítáme na měřidle 6. Začátek stupnice odpovídá nulovému odporu (nulové napětí na svorkách A B) a konec stupnice nekonečnému odporu — rozpojené svorky A B.

- 2 — Vstupní filtr 50 Hz
- 3 — Napájecí zdroje
- 4 — Operační zesilovač

Операционный усилитель 4 с последовательной обратной связью (делитель 5) обеспечивает основное усиление измеряемого напряжения. Напряжение до значения 10 В подается на вход усилителя прямо. Более высокие напряжения — через входной делитель 1 (коэффициент деления 1 : 100). Выходное напряжение операционного усилителя используется для индикации с помощью встроенного прибора 6 или для питания внешнего самописца (зажимы S9). Если измеряемый сигнал содержит переменную составляющую (50 Гц), то ее влияние можно уменьшить путем включения фильтра 2. Изменяя коэффициент деления делителя 5 и включая делитель 1, переключаются пределы измерения напряжения постоянного тока. Измерение тока осуществляется путем измерения напряжения на внутренних шунтах (7). С помощью кнопки T6 отключается входной делитель и подключаются шунты. Пределы изменяются путем переключения шунта и изменения коэффициента деления делителя 5.

#### 4.2. Блок-схема мультиметра при измерении сопротивления

От источника постоянного тока 8 ток проходит в эталон сопротивления 10, на котором создается падение напряжения 100 мВ. Напряжение затем делится пропорционально сопротивлениям 9, 10 и  $R_x$ . Это напряжение измеряется вольтметром постоянного тока с пределом измерения 100 мВ, установленным делителем 5 на входных зажимах A B.

Переключение предела осуществляется путем переключения эталонов сопротивления 9. Значение сопротивления отсчитывается по прибору 6. Начало шкалы соответствует нулевому сопротивлению (нулевое напряжение на зажимах A B) и конец шкалы — бесконечному сопротивлению — разомкнутые зажимы A B.

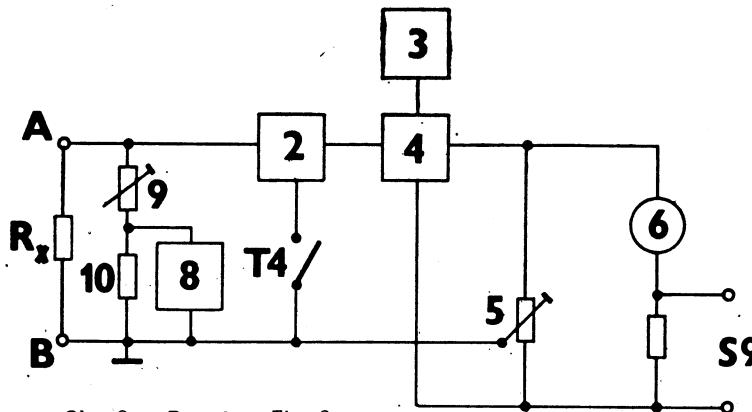
- 2 — Входной фильтр 50 Гц
- 3 — Источники питания
- 4 — Операционный усилитель

The operational amplifier 4 which employs series feedback (divider 5) ensures the basic amplification of the measured signal. Voltages up to 10 V are applied directly to the input of the amplifier. Higher voltages pass through the input divider 1 (ratio 1 : 100). The output voltage of the operational amplifier is indicated by the built-in meter 6, or by an external recorder (terminals S9). If the measured signal contains an AC component (of 50 Hz), then it is possible to reduce the influence of this component by the application of the input filter 2. The required voltage measuring range is selectable by altering the dividing ratio of the feedback divider 5 and by utilizing the divider 1. Current measurements are converted into the measurement of voltages across the built-in shunts 7; the input divider can be disconnected and the shunts connected by means of the push-button T6. The required current measuring range is selectable by switching the shunts and by altering the dividing ratio of the divider 5.

#### 4.2. Block schematic diagram of the multimeter employed in the measurement of resistances

A current flows from the constant current supply 8 into the resistance standard 10, across which it produces a voltage drop of 100 mV. This voltage is divided in proportion to the resistances 9, 10 and  $R_x$ . The voltage across the unknown resistance  $R_x$  between the input terminals A and B is measured by the DC voltmeter which is set to the range 100 mV by means of the divider 5. The required measuring range can be selected by switching the resistance standard 9. The sought resistance is read on the scale of the meter 6. The beginning (zero) of the scale corresponds to zero resistance (zero voltage between the terminals A and B); deflection to the end of the scale means infinite resistance — terminals A and B disconnected.

- 2 — Input filter 50 Hz
- 3 — Power supplies
- 4 — Operational amplifier



Obr. 2   Рис. 2   Fig. 2

5 — Zpětnovazební dělič  
 6 — Výstupní měřidlo  
 8 — Zdroj konstantního proudu  
 9, 10 — Odporové normály  
 A, B — Vstupní svorky  
 S9 — Výstup pro zapisovač

5 — Делитель обратной связи  
 6 — Выходной измерительный прибор  
 8 — Источник постоянного тока  
 9, 10 — Эталоны сопротивления  
 А, В — Входные зажимы  
 S9 — Выход для самописца

5 — Feedback divider  
 6 — Output meter  
 8 — Constant current supply  
 9, 10 — Resistance standards  
 A, B — Input terminals  
 S9 — Output for the recorder

#### 4.3. Střídavé měření

##### 4.3.1. Střídavý nízkofrekvenční voltmetr

Vstupní dělič 1 a vstupní obvod 2 mají za úkol zajistit pro detektor efektivní hodnoty 3 optimální pracovní podmínky. Upravují měřené napětí tak, aby pro každý rozsah bylo na výstupu vždy stejné napětí vhodné pro efektivní detektor (0—30 mV efektivní hodnoty). Vstupní obvod rovněž zastává funkci impedančního transformátoru. Změnou vstupních děličů a děliče za impedančním transformátorem se přepínají měřicí rozsahy. Kvadratický detektor je dvoucestný a obsahuje i srovnávací obvod (detektor kompenzačního napětí). Přivedené

#### 4.3. Измерение переменных величин

##### 4.3.1. Низкочастотный вольтметр переменного тока

Входной делитель 1 и входная цепь 2 предназначены для обеспечения оптимальных условий работы детектора эффективного значения 3. Они преобразуют измеряемое напряжение так, чтобы при каждом пределе на выходе было одинаковое напряжение, подходящее для работы детектора эффективного значения (0 - 30 мВ эффективного значения). Входная цепь также выполняет роль трансформатора сопротивлений. Путем изменения входных делителей и делителя на выходе трансформатора сопротивлений переключаются преде-

#### 4.3. Measurement of AC voltages

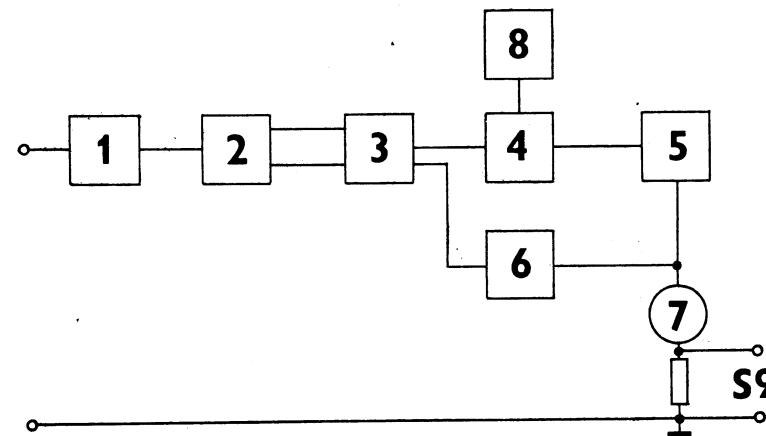
##### 4.3.1. Low-frequency AC voltmeter

The purpose of the input divider 1 and of the input circuit 2 is to ensure optimum operational conditions for the RMS value detector 3; they modify the measured signal so that the same voltage (0 to 30 mV RMS) which is suitable for the RMS value detector is on the output in all the ranges. The input circuit operates also as an impedance transformer. The required measuring range can be selected by adjusting the input dividers and the divider following the impedance transformer. The square-law detector, which is of the full-wave type,

### Blokové schéma

### Блок-схема

### Block schematic diagram



Obr. 3 Рис. 3 Fig. 3

- 1 — Vstupní dělič
- 2 — Vstupní obvod děliče, impedanční transformátor, invertor
- 3 — Detektor efektivní hodnoty a srovnávací obvod
- 4 — Operační zesilovač
- 5 — Řízený zdroj kompenzačního napětí
- 6 — Zpětnovazební dělič
- 7 — Výstupní měřidlo
- 8 — Napájecí zdroje
- S9 — Výstup pro zapisovač

- 1 — Входной делитель
- 2 — Входное сопротивление, делитель, трансформатор сопротивления, инвертор
- 3 — Детектор эффективного значения и схема сравнения
- 4 — Операционный усилитель
- 5 — Управляемый источник компенсирующего напряжения
- 6 — Делитель обратной связи
- 7 — Выходной измерительный прибор
- 8 — Источник питания
- S9 — Выход для самописца

- 1 — Input divider
- 2 — Input circuit, dividers, impedance transformer, inverter
- 3 — RMS value detector and comparison circuit
- 4 — Operational amplifier
- 5 — Controlled supply compensating voltage
- 6 — Feedback divider
- 7 — Output meter
- 8 — Power supplies
- S9 — Output for the recorder

měřené napětí je detektorem efektivní hodnoty usměrňováno a na výstupu se objeví stejnosměrný signál. Tento je zesílen operačním zesilovačem 4 a ovládá zdroj kompenzačního napětí 5. Jeho výstupní napětí se vede přes zpětnovazební dělič 6 a po usměrnění kompenzuje usměrněné vstupní napětí. Po dosažení shodnosti obou usměrněných napětí je hodnota kompenzačního napětí přímo úměrná vstupnímu signálu. Toto napětí se pak změří měřidlem 7, případně registračním přístrojem

ли измерения. Квадратичный детектор является двухполупериодным и содержит также схему сравнения (детектор напряжения компенсации). Подводимое измеряемое напряжение детектором эффективного значения выпрямляется и на выходе появляется сигнал постоянного тока. Последний усиливается операционным усилителем 4 и управляет источником напряжения компенсации 5. Выходное напряжение последнего подается через делитель обратной связи 6 и после выпрямления компенсирует выпрямленное входное напряжение. После достижения равенства обоих выпрямленных напряжений значение компенсирующего напряжения прямо пропорционально входному сиг-

contains also a comparison circuit (detector of the compensating voltage). The measured voltage passed to the RMS value detector is rectified so that a DC signal appears across the detector output. This signal is amplified by the operational amplifier 4 and controls the supply of compensating voltage 5, the output of which passes through the feedback divider 6 and, after rectification, compensates the rectified input voltage. When the values of the two rectified voltages are identical, then the value of the compensating voltage is directly proportional to that of the input signal. This value of the voltage is measured by the output meter 7, or by an external recorder connected to

připojený na svorky S9. Děličem 6 se nastavuje 1. rozsah přístroje (30 mV).

#### 4.3.2. Vf voltmeter

##### Blokové schéma

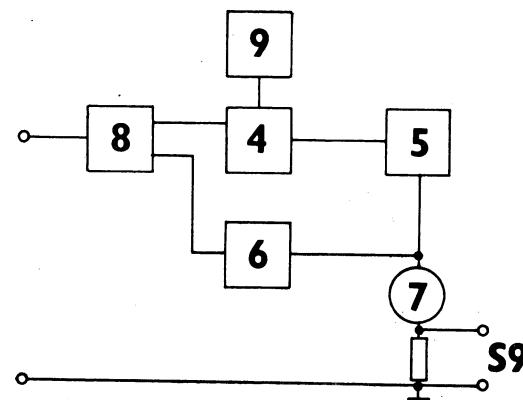
- 4 — Operační zesilovač
- 5 — Řízený zdroj kompenzačního napětí
- 6 — Zpětnovazební dělič
- 7 — Výstupní měřidlo
- 8 — Vf sonda
- 9 — Napájecí zdroje
- S9 — Výstup pro zapisovač

Funkce vf voltmetu je obdobná jako u nízkofrekvenčního voltmetu. Vstupní obvod a detektor efektivní hodnoty jsou nahrazeny vf sondou. Vf sonda obsahuje vf detektor a detektor kompenzačního napětí zapojené tak, že se získaná usměrněná napětí kompenzuje. Po dosažení shodnosti obou napětí je hodnota kompenzačního napětí přímo úměrná měřenému napětí. Na vf usměrňovač sondy se přivádí měřené napětí bez předchozí úpravy. Rozsahy se přepínají jen změnou hodnoty kompenzačního napětí děličem 6.

налу. Это напряжение измеряется прибором 7 или самописцем, подключенным к зажимам S9. Делителем 6 устанавливается 1-й предел измерения прибора (30 мВ).

#### 4.3.2. Вольтметр ВЧ

##### Блок-схема



Obr. 4   Рис. 4   Fig. 4

Принцип действия вольтметра ВЧ аналогичен принципу действия вольтметра НЧ. Входная схема и детектор эффективного значения заменены зондом ВЧ. ВЧ зонд содержит детектор ВЧ и детектор напряжения компенсации, которые включены по схеме, обеспечивающей взаимную компенсацию полученных выпрямленных напряжений. После достижения равенства обоих напряжений значение напряжения компенсации прямо пропорционально измеряемому напряжению. На выпрямитель ВЧ зонда подается измеряемое напряжение без предшествующей обработки. Пределы переключаются только путем изменения значения компенсирующего напряжения делителем 6.

the terminals S9. The feedback divider 6 for setting the measuring range of the meter is in position 1 (30 mV).

#### 4.3.2. RF - A C voltmeter

##### Block schematic diagram

- 4 — Операционный усилитель
- 5 — Управляемый источник напряжения компенсации
- 6 — Делитель обратной связи
- 7 — Выходной измерительный прибор
- 8 — Зонд ВЧ
- 9 — Источники питания
- S9 — Выход для самописца

- 4 — Operational amplifier
- 5 — Controlled supply of compensating voltage
- 6 — Feedback divider
- 7 — Output meter
- 8 — RF probe
- 9 — Power supplies
- S9 — Output for the recorder

When the multiplier is employed in the measurement of RF voltages, its operation is similar to that when it is used as a low-frequency AC voltmeter; however, the input circuit and the RMS value detector are replaced by an RF probe. This probe contains an RF detector and a detector of the compensating voltage which are wired so that the produced rectified voltages are mutually compensated. When the values of the two voltages are identical, then the value of the compensating voltage is directly proportional to the measured voltage. The signal to be measured is applied directly to the RF rectifier in the probe without any preliminary modification. The required range is selected only by altering the value of the compensating voltage (with the divider 6).

## **5. POKYNY PRO VYBALENÍ, SESTAVENÍ A PŘÍPRAVU PŘÍSTROJE K PROVOZU**

### **5.1. Bezpečnostní opatření**

Přístroj je navržen podle normy ČSN 35 6501. Při měření na zařízeních s nenulovou úrovni země jsou části spojené s plovoucí zemí přístroje na úrovni napětí zvýšené země, a proto při manipulaci se sondou se dotýkáme sondy jen v izolované části. Rovněž konektor S2 má potenciál zvýšené země měřeného zařízení.

### **5.2. Pokyny k přípravě pro měření**

Po vybalení je přístroj ihned schopen provozu. Obal uschovějte pro případnou přepravu přístroje. Přístroj BM 518 je napájen ze sítě 120 V nebo 220 V  $+10\% -15\%$ , 50 Hz přes speciálně stíněný transformátor. Přístroj je rovněž možné napájet dvěma vnějšími bateriemi o napětí  $+18$  V až  $+27$  V a  $-18$  V až  $-27$  V. Baterie se připojí na zdířky S8 na zadní straně přístroje podle označení polarity. Přístroj je jištěn proti případné záměně polarity. Po připojení baterií je přístroj ihned v provozu — síťový vypínač (T1) je nevypojuje. Signalizační doutnavka nesvítí. Postup připojení baterie: připojíme nejdříve + pól, pak — pól, nakonec střed baterie.

Před připojením přístroje na síť se přesvědčíme, zda je přístroj připojen na správné síťové napětí. Přepojení se provádí kotoučkem voliče na zadní straně přístroje. Vyšroubujeme šroub uprostřed voliče, kotouč voliče povytáhneme a natočíme tak,

## **5. УКАЗАНИЯ ПО РАСПАКОВКЕ, СБОРКЕ И ПОДГОТОВКЕ ПРИБОРА К ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **5.1. Правила техники безопасности**

Прибор выполнен по стандарту ЧСН 35 6501. При измерении устройств с уровнем земли, отличным от нуля, части, соединенные с плавающей землей прибора, находятся на уровне напряжения ненулевого уровня земли и поэтому при манипуляции с зондом последнего следует касаться только в изолированной части. Также зажим S2 находится на потенциале ненулевого уровня земли измеряемой схемы.

### **5.2. Указания по подготовке к измерению**

Прибор готов для работы сразу же после распаковки. Тару следует сохранить для возможной последующей транспортировки прибора. Прибор BM 518 питается от сети 120 В или 220 В  $+10\% -15\%$ , 50 Гц через специально экранированный трансформатор. Прибор можно также питать от двух внешних батарей напряжением  $+18$  В  $+ +27$  В и  $-18$  В  $-27$  В. Батареи подключаются к зажимам S8 на задней стороне прибора в соответствии с указанной полярностью. Прибор защищен от случайной замены полярности. После подключения батарей прибор сразу же подготовлен для работы — сетевой выключатель (T1) батареи не выключает. Сигнальная лампа тлеющего разряда не горит. Способ подключения батареи: сначала следует подключить положительный полюс, затем отрицательный и, наконец, центр батареи.

Перед подключением прибора к сети необходимо убедиться в том, что прибор переключен на правильное напряжение сети. Переключение осуществляется диском переключателя на задней стенке прибора. Для этого следует вывинтить винт в цен-

## **5. INSTRUCTIONS FOR UNPACKING THE INSTRUMENT, ITS ASSEMBLY AND PREPARATION FOR USE**

### **5.1. Safety measures**

The multimeter has been designed according to IEC recommendations and in conformity with the Czechoslovak Standard ČSN 35 6501. When the multimeter is employed for measurements on equipment, the earth of which is not at zero level, then its parts connected to the floating earth are at an elevated earth level. Therefore, when the probe is handled, only its insulated parts can be touched. Also the connector S2 carries the potential of the measured equipment.

### **5.2. Instructions for preparing for a measurement**

The multimeter is ready for carrying out a measurement immediately after being unpacked. It is recommended to save the packing in which it arrived from the makers for possible re-use at a later date (for safe keeping or transport).

The multimeter is designed for powering from AC mains of 220 V or 120 V  $+10\% -15\%$ , 50 Hz, via a specially designed built-in screened mains transformer. However, it can be powered also by an external battery of  $+18$  V to  $+27$  V and  $-18$  V to  $-27$  V. This battery has to be connected to the terminals S8 on the back of the instrument, whilst maintaining the indicated polarity. The multimeter is protected against damage caused by reversed battery polarity. Connection of the battery sets the instrument in operation. The mains switch (T1) and the pilot lamp are inoperative.

The battery has to be connected as follows: First of all the plus pole, then the minus pole and finally the centre pole.

Before connecting the multimeter to the AC mains, it is essential to ensure that it is switched to the mains voltage available. The mains voltage setting can be altered with the disc of the voltage selector (W — Fig. 6) which is on the back of the instru-

aby číslo udávající správné síťové napětí bylo pod trojúhelníkovou značkou. Šroub opět zašroubujeme, a tím kotouč zajistíme. Z výrobního závodu je přístroj nastaven na 220 V.

Před zapnutím přístroje kontrolujeme mechanickou nulu měřidla. Nastavení provedeme šroubkem na měřidle. Přístroj nepřipojíme na měřený objekt.

Zapneme přístroj síťovým vypínačem stlačením tlačítka T1. Připojení sítě indikuje signalizační douznavka. Vyčkáme asi 15 minut, až se ustálí vnitřní teplota přístroje. Ručka přístroje může být v libovolné poloze (podle náhodného postavení ovládání prvků).

tre ди́ска, ди́ск вы́двинуть и повернуть так, чтобы цифра, определяющая правильное напряжение се́ти, находилась против треугольной метки. Винт снова завинтить, в результате чего диск фиксируется. На заводе-изготовителе прибор устанавливается напряжением 220 В.

Перед подключением прибора проконтролировать механический ноль прибора. Установка осуществляется с помощью винта прибора.

Прибор не подключать к измеряемому объекту. Включить его сетевым тумблером, путем нажатия на кнопку T1. Подключение к сети сопровождается индикацией сигнальной лампой. Выждать прибл. 15 минут для установления внутренней температуры прибора. Стрелка прибора может быть в любом положении. (В зависимости от включаемого положения элементов управления).

ment. After removing the retaining screw from its centre, the disc has to be partially pulled out and turned so that the marking of the available voltage appears below the triangular mark. Then, the disc has to be pushed home and secured with the screw. Each multimeter is set by the makers for 220 V powering.

Before switching on the multimeter, the mechanical zero of its indicating meter must be checked and, if necessary, adjusted with the screw on the front.

For the time being, the multimeter has not to be connected to a supply of the signal to be measured. The mains switch has to be switched on by depressing the push-button T1.

Powering is indicated by the pilot glow-lamp. After the elapse of approximately 15 minutes, the temperature inside the instrument becomes stabilized. The pointer of the meter may be in any position (depending on the setting of the controls).

## 6. NÁVOD K OBSLUZE A POUŽÍVÁNÍ

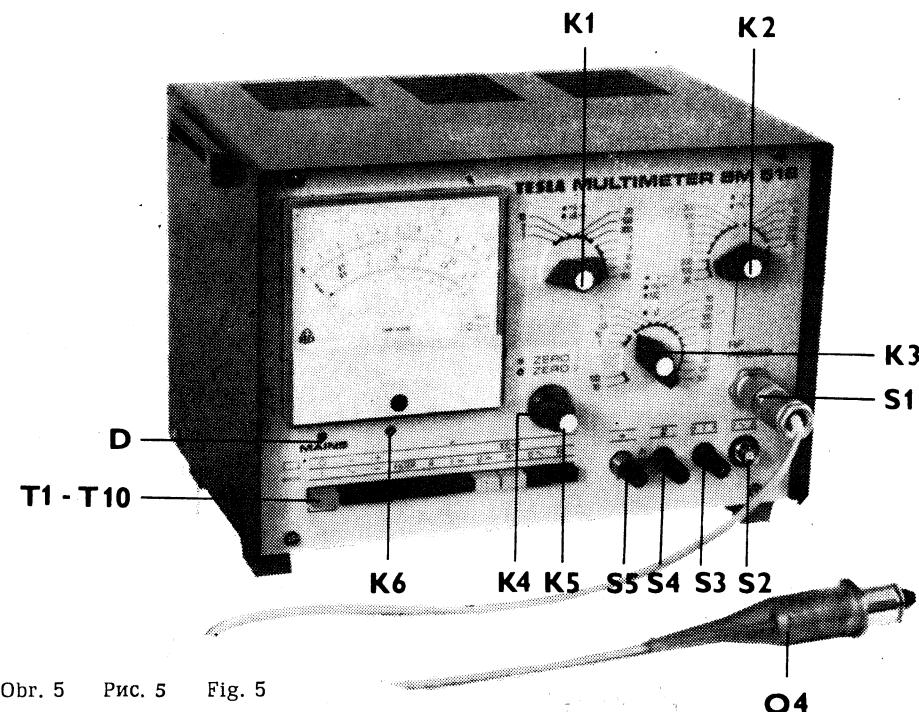
### 6.1. Uspořádání ovládacích prvků Pohled na přední panel

## 6. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 6.1. Расположение элементов управления Вид передней панели

## 6. INSTRUCTIONS FOR MANIPULATION AND USE

### 6.1. Layout of the control elements View of the front panel



Obr. 5      Рис. 5      Fig. 5

K1 — Přepínač proudových rozsahů

K2 — Přepínač rozsahů střídavého napětí, rozsahu střídavého napětí měřeného v f sonda a výstupu kalibračního napětí

K3 — Přepínač rozsahu ss napětí a přepínač rozsahu ohmmetu

K4 — Nastavení nuly (napětí) pro ss voltmetr, pro ss miliampermétri, pro oba střídavé voltmetry a pro ohmmetr

K5 — Nastavení nuly (proud) — kompenzace vstupního proudu. Při střídavých měřeních je odpojen

K1 — Переключатель пределов тока

K2 — Переключатель пределов напряжения переменного тока, пределов напряжения переменного тока, измеряемого зондом ВЧ и выхода напряжения калибровки

K3 — Переключатель предела напряжения постоянного тока и переключатель предела омметра

K4 — Установка нуля (напряжения) вольтметра постоянного тока, миллиамперметра постоянного тока, обоих вольтметров переменного тока и омметра

K5 — Установка нуля (ток) — компенсация входного тока. При измерении переменных величин элемент отключен

K1 — Current range selector

K2 — Selector of LF - AC voltage ranges, of RF - AC voltage ranges (with RF probe employed) and of the output of calibrating voltage

K3 — Selector of DC voltage ranges and resistance ranges

K4 — Zero (voltage) setting for the DC voltmeter and milliampermeter, as well as for the LF - AC and RF - AC voltmeters and for the ohmmeter

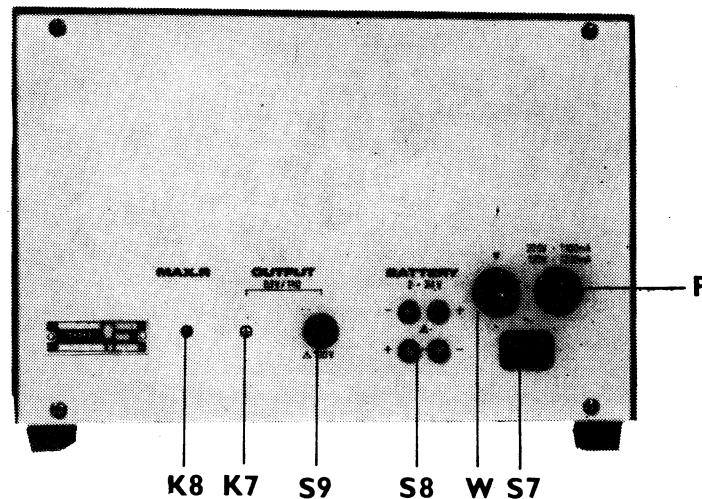
K5 — Zero (current) setting — input current compensation. Inoperative during AC measurements

K6 — Nastavení citlivosti nízkofrekvenčního voltmetu-  
 ru při kalibraci  
 T1 — Tlačítko sítového vypínače  
 T2 — Tlačítko voliče funkce — nestlačeno, ss měře-  
 ní — stlačeno, střídavá měření  
 T3 — Tlačítko změny polarity měřidla  
 T4 — Tlačítko zapojující vstupní filtr  
 T5 — Tlačítko měření odporu  
 T6 — Tlačítko měření ss proudem  
 T7 — Tlačítko měření ss napětí  
 T8 — Tlačítko odpojující odpor 100 kΩ na vstupu ss  
 voltmetu  
 T9 — Tlačítko měření střídavého napětí  
 T10 — Tlačítko měření střídavého napětí s vf sondou.  
 Při funkci ss měření přepíná nastavení nuly  
 napětí na „Hrubě“ (nestlačené) a „Jemně“ (stla-  
 čené)  
 S1 — Konektor pro připojení vf sondy  
 S2 — Vstup nízkofrekvenčního voltmetu  
 S3 — Vstup pro stejnosměrná měření (napětí, proud,  
 odpór)  
 S4 — Svorka obvodové země  
 S5 — Svorka kostry přístroje — zemnicí svorka  
 04 — Vf sonda  
 D — Signální děutnavka

#### Pohled na zadní stranu přístroje

K6 — Установка чувствительности вольтметра НЧ  
 при калибровке  
 Т1 — Кнопка сетевого выключателя  
 Т2 — Кнопка переключателя рода работ  
     — отпущена: измерение постоянных величин  
     — нажата: измерение переменных величин  
 Т3 — Кнопка измерения полярности прибора  
 Т4 — Кнопка, включающая входной фильтр  
 Т5 — Кнопка измерения сопротивления  
 Т6 — Кнопка измерения постоянного тока  
 Т7 — Кнопка измерения постоянного напряжения  
 Т8 — Кнопка, отключающая сопротивление 100 кОм  
     от входа вольтметра постоянного тока  
 Т9 — Кнопка измерения переменного напряжения  
 Т10 — Кнопка измерения переменного напряжения  
     с зондом ВЧ. В режиме измерения постоян-  
     ных величин кнопка переключает установку  
     нуля напряжения «Грубо» (отпущена) и «Точ-  
     но» (нажата)  
 S1 — Гнездо подключения зонда ВЧ  
 S2 — Вход вольтметра НЧ  
 S3 — Вход измерения постоянных величин (напря-  
     жение, ток, сопротивление)  
 S4 — Зажим земли схемы  
 S5 — Зажим корпуса прибора — заземляющий за-  
     жим  
 04 — Зонд ВЧ  
 D — Сигнальная лампа тлеющего разряда

#### Вид задней стенки прибора



K6 — Sensitivity adjustment of the low-frequency  
 voltmeter during calibration  
 T1 — Push-button of the mains switch  
 T2 — Push-button for operation mode selection —  
     not depressed: DC measurements, depressed:  
     AC measurements  
 Т3 — Push-button for meter polarity reversal  
 Т4 — Push-button for input filter connection  
 Т5 — Push-button for resistance measurements  
 Т6 — Push-button for DC current measurements  
 Т7 — Push-button for DC voltage measurements  
 Т8 — Push-button for disconnecting the 100 kΩ re-  
     sistor from the DC voltmeter input  
 Т9 — Push-button for LF - AC voltage measurements  
 Т10 — Push-button for RF - AC voltage measurements  
     with RF probe employed. In the DC measure-  
     ment mode, it serves for changing the zero  
     voltage setting from „Coarse“ (not depressed)  
     to „Fine“ (depressed)  
 S1 — Connector for the RF probe  
 S2 — Input for the LF - AC voltmeter  
 S3 — Input for DC measurements (voltage, current,  
     resistance)  
 S4 — Terminal of the circuit earth  
 S5 — Terminal of the framework — earth  
 04 — RF probe  
 D — Pilot glow-lamp

#### Back of the multimeter

Obr. 6   Рис. 6   Fig. 6

K7 — Nastavení výstupního napětí pro zapisovač  
 K8 — Nastavení maxima výchylky při měření odporu  
 S7 — Sítová přívodka  
 S8 — Svorky pro připojení vnější baterie  
 S9 — Výstup pro zapisovač  
 W — Volič sítového napětí  
 P — Sítová pojistka

K7 — Установка выходного напряжения для самописца  
 K8 — Установка максимального отклонения при измерении сопротивления  
 S7 — Сетевое гнездо  
 S8 — Зажимы для подключения внешней батареи  
 S9 — Выход для самописца  
 W — Переключатель напряжения сети  
 P — Сетевой предохранитель

K7 — Adjustment of the output voltage for a recorder  
 K8 — Adjustment of maximum deflection for resistance measurements  
 S7 — Mains connector  
 S8 — Terminals for an external battery  
 S9 — Output for a recorder  
 W — Mains voltage selector  
 P — Mains fuse

## 6.2. Měření stejnosměrných napětí

Voličem funkcí — tlačítkem T2 — nastavíme funkci „Stejnosměrná měření“. Tlačítko je nestlačené. Knoflíkem K3 nastavíme rozsah 10 V, a to tak, že šipku knoflíku nastavíme na č. 10 červené stupnice.

Zmáčkneme tlačítko T7 — měření stejnosměrného napětí. Tlačítko polarity měřidla T3 dáme do polohy + (tlačítko nestlačené). Tlačítko T8 určující vstupní odpor je nestlačené — vstupní odpor je  $100 \text{ k}\Omega$ . Vstupní filtr nezapojíme. Tlačítko T4 nestlačené. Vyčkáme ustálení ručky měřidla do nulové polohy. Knoflíkem K3 otáčíme doleva a zmenšujeme napěťové rozsahy. Nastavíme rozsah  $300 \mu\text{V}$  a knoflíkem K4 nastavíme nulu na měřidle, přitom je vstupní zdířka S3 spojena se zdířkou S4 — vstup zkratován. Rozpojíme vstup a knoflíkem K5 opravíme nastavení nuly. Tento postup můžeme případně opakovat. Tlačítkem T10 můžeme nastavit hrubší nebo jemnější nastavení nuly knoflíkem K4. Nestlačené tlačítko — hrubší nastavení; stlačené — jemnější nastavení nuly. Tímto je přístroj připraven k měření. Měříme-li na nejcitlivějších rozsazích ( $300 \mu\text{V}, 1 \text{ mV}$ ), je vhodné občas kontrolovat nulu napětí a proudu. Při běžných měřeních je zdířka S4 spojena pomocí uzemňovací pásky se zdířkou S5. Měříme-li přístrojem na zdroji s nenulovou úrovní obvodové země, rozpojíme zdířky S4, S5. Nesmíme zapomenout, že zdířka S4 má protizemí kapacitu asi  $100 000 \text{ pF}$  a odpor  $R_{iz} \geq 10^9 \Omega$ . Při jednotlivých rozsazích nesmíme překročit udatný vnitřní odpor měřeného zdroje. Vstupní odpor multimeteru při nestlačeném tlačítku T8 je  $100 \text{ k}\Omega$ . Stlačením tlačítka je tento odpor odpojen a vstup-

## 6.2. Измерение напряжений постоянного тока

Переключателем рода работ — кнопкой T2 — установить режим »Измерение постоянных величин«. Кнопка отпущена. Ручкой K3 установить предел 10 В таким образом, чтобы стрелка ручки была направлена к № 10 красной шкалы. Нажать на кнопку T7 — измерение напряжения постоянного тока. Кнопку полярности прибора T3 перевести в положение + (кнопка отпущена). Кнопку T8, определяющую входное сопротивление, отпустить — входное сопротивление составляет  $100 \text{ к}\Omega$ . Входной фильтр не включать. Кнопка T4 отпущена. Выждать установления отклонения стрелки прибора, которое должно быть равно нулю. Кнопкой K3 вращать налево и уменьшать пределы напряжения. Установить предел  $300 \text{ мкВ}$  и ручкой K4 установить ноль прибора, причем входной зажим S3 соединен с зажимом S4 — вход закорочен. Разомкнуть вход и ручкой K5 уточнить установку нуля. В случае необходимости, этот процесс можно повторять. Кнопкой T10 можно установить грубую или более точную установку нуля ручкой K4. Отпущеная кнопка отвечает грубой установке, нажатая — более точной установке нуля. После этого прибор подготовлен к измерению. При измерении достаточно чувствительных пределов ( $300 \text{ мкВ}, 1 \text{ мВ}$ ), целесообразно время от времени проконтролировать ноль напряжения и тока. При обычных измерениях зажим S4 соединен с помощью заземляющей полоски с зажимом S5. При измерении прибором напряжений источников, земля которых не находится на нулевом потенциале, следует разомкнуть зажимы S4, S5. Следует иметь ввиду, что зажим

## 6.2. Measurement of DC voltages

The push-button T2 for operation mode selection must be in the position for DC measurements (i. e. not depressed). The range 10 V has to be set by turning the arrow-shaped knob K3 so that the arrow points to No. 10 on the red scale. Then the push-button T7 must be depressed in order to select DC voltage measurement. The polarity selector T3 has not to be depressed, i. e. the polarity "+" is set. Also the push-button T8 has not to be depressed — the input resistance is  $100 \text{ k}\Omega$ . The input filter has to remain disconnected, i. e. the push-button T4 is not depressed. After a brief period of time, when the pointer of the meter has settled in the zero position, the knob K3 can be turned counterclockwise in order to reduce the voltage ranges. After setting the range  $300 \mu\text{V}$ , the zero of the meter has to be adjusted with the knob K4, whilst the input terminal S3 is interconnected with the terminal S4, i. e. the input is short-circuited. Then, after removing the short circuit, the zero position of the pointer has to be readjusted with the knob K5. This procedure has to be repeated, if necessary. Coarser or finer atcion of the knob K4 can be selected with the push-button T10 (not depressed — coarser zero setting, depressed — finer setting). Thus, the multimeter has been prepared for DC voltage measurements. When the most sensitive voltage ranges are employed ( $300 \mu\text{V}, 1 \text{ mV}$ ), it is advisable to check the voltage and current zero positions from time to time. In routine measurements, the terminal S4 is interconnected with the terminal S5 by means of an earthing link. When a signal supply is being

ní odpor je dán hodnotami uvedenými v technických datech. Není-li v tomto stavu připojen vnější odpor, výchylka měřidla pro nižší napěťové rozsahy je za max. výchylkou. Toto není na závadu, po připojení odporu se výchylka vrátí na nulu. Při měření záporných napětí změníme polaritu měřidla stlačením tlačítka T3.

S4 má kapacitu přibl. 100 000 pF a odpory  $R_{iz} \geq 10^9 \Omega$  vůči zemi. Na jednotlivých měřicích stupnicích může být dosaženo vnitřním odporem měřidla. Vstupním odporem multimeteru je 100 k $\Omega$  při nezatisknutém tlačítku T8. Při zatisknutí tlačítka je vstupním odporem odpojen. Vstupním odporem je určen v technických parametrech. Pokud je v tomto stavu nezařazeno externí vnitřním odporem, tak je hodnota měřidla v měřicích stupnicích s větším rozsahem výrazně vyšší než v měřicích stupnicích s menším rozsahem. Po zařazení externího vnitřního odporu se hodnota měřidla vrátí na nulu. Při měření negativních napětí je nutné změnit polárnost měřidla pomocí tlačítka T3.

Measured, the circuit earth of which is not at zero level, then the two terminals S4 and S5 must not be interconnected. It must not be forgotten that the terminal S4 has a capacitance to earth of approximately 100 000 pF and a resistance  $\geq 10^9 \Omega$ . At the individual measuring ranges, the appropriate resistance of the measured signal supply must not be exceeded. The input resistance of the multimeter is 100 k $\Omega$  when the push-button T8 is not depressed. By depressing this push-button, the input resistor becomes disconnected; the input resistance of each individual range is listed in section 3 — "Technical data". Under this condition, when an external resistance is not connected to the input sockets and one of the lowest voltage ranges is set, the meter indicated more than f.s.d., which is not a sign of a defect. After the connection of the input resistor, the deflection drops to zero. For the measurement of negative voltages, the polarity of the meter has to be reversed by depressing the push-button T3.

If the measurement is interfered with by penetration of the mains voltage, then the filter for common mode rejection can be applied by depressing the push-button T4. In any case, it is advisable first of all to check the measuring setup for correctness of the earthing. When the input filter is employed, the setting time of the meter pointer increases depending on the resistance of the measured signal supply.

Vadí-li při měření pronikající síťové napětí, zmenšíme jeho vliv zařazením vstupního filtru stlačením tlačítka T4. V každém případě nejdříve zkontrolujeme pracoviště s ohledem na správné zemnění. Při zapojení filtru se prodlužuje doba ustálení výchylky v závislosti na vnitřním odporu zdroje.

Если при измерении мешает напряжение наводок от сети, то его влияние можно уменьшить, включив входной фильтр путем нажатия на кнопку T4. Однако, в любом случае следует в первую очередь проконтролировать измерительную установку с точки зрения правильного заземления. При включении фильтра увеличивается время установления отклонения стрелки в зависимости от внутреннего сопротивления измеряемого источника.

### 6.3. Měření stejnosměrných proudů

Tlačítko T2 (volič funkcí) je nestlačeno. Tlačítko T3 je v poloze „+“ (nestlačeno). Vstupní filtr je vypnut, tlačítko T4 je nestlačené. Tlačítko T8 je v libovolné poloze, rovněž tak knoflíky K2 a K3. Přepínač rozsahu K1 nastavíme do polohy nejvyššího proudového rozsahu 100 mA. Šipku knoflíku nastavíme na č. 100 modré stupnice. Zmáčkneme tlačítko T6 — měření stejnosměrného proudu. Vyčkáme ustálení ručky měřidla v nulové poloze. Otáčíme

### 6.3. Измерение постоянных токов

Кнопка T2 (переключатель рода работ) не нажата. Кнопка T3 находится в положении »+« (не нажата). Входной фильтр включен, кнопка T4 не нажата. Кнопка T8 находится в любом положении, как и кнопки K2 и K3. Переключатель пределов K1 установить в положение максимального предела измерения тока 100 mA. Стрелку ручки установить на № 100 синей шкалы. Нажать на кнопку T6 — измерение постоянного

### 6.3. Measurement of DC currents

The push-button for operation mode selection T2 is not depressed. The same applies to the push-button T3 “+“ (polarity set). The input filter is disconnected, i. e. the push-button T4 is not depressed. The push-button T8 and the knobs K2 and K3 can be in any position. The highest current range, i. e. 100 mA, has to be selected with the knob K1. The arrow of the knob has to be set to No. 100 on the blue scale. Then, the push-button T6 has to be

knoflíkem K1 doleva a nastavíme nejcitlivější rozsah (3 nA). Spojené zdířky S4 a S5 spojíme se zdírkou S3 a knoflíkem K4 nastavíme nulu měřidla. Rozpojíme zkrat zdírek S3, S4 a opravíme nastavení nuly knoflíkem K5. Tento postup opakujeme podle potřeby. Tlačítkem T10 můžeme nastavit hrubší nebo jemnější nastavení nuly knoflíkem K4. Ne- stlačené tlačítko — hrubší nastavení; stlačené — jemnější nastavení nuly. Proud je měřen s malým úbytkem napětí, a to pro rozsah:

3 nA — 10  $\mu$ A je úbytek 1 mV  
 30  $\mu$ A — 1 mA je úbytek 10 mV  
 3 mA — 100 mA je úbytek 100 mV

Měříme-li na nejcitlivějších rozsazích (3 nA — 10  $\mu$ A), je vhodné občas kontrolovat nastavení nuly napětí a proudu (K4, K5). Postup při měření proudu na zdroji s nenulovou úrovňí obvodové země je stejný jako při měření napětí. Při měření záporných proudů změníme polaritu měřidla stlačením tlačítka T3.

Vadí-li při měření pronikající síťové napětí, zmenšíme jeho vliv zařazením vstupního filtru stlačením tlačítka T4. V každém případě nejdříve kontrolujeme pracoviště s ohledem na správné zemnění. Při zapojení filtru se prodlužuje doba ustálení výchylky.

## 6.4. Měření odporů

Tlačítko T2 (volič funkcí) je nestlačeno. Tlačítko T3 je v poloze „+“. Vstupní filtr vypnuto. Tlačítko

тока. Выждать установления отклонения стрелки прибора на нуле. Путем вращения ручки K1 налево установить наиболее чувствительный предел (3 нА). Соединены зажимы S4 и S5 соединить с зажимом S3 и ручкой K4 установить ноль прибора. Разомкнуть короткое замыкание зажимов S3, S4 и произвести коррекцию нуля ручкой K5. Описанный порядок работ, по необходимости, повторить. Кнопкой T10 можно установить более грубую или более точную установку нуля (ручкой K4). Ненажатая кнопка соответствует грубой установке, нажатая кнопка — более точной установке нуля. Ток измеряется с малым падением напряжения, которое составляет:

на пределе 3 нА - 10 мкА 1 мВ  
30 мкА - 1 мА 10 мВ  
3 мА - 100 мА 100 мВ

Если измерение осуществляется на самых чувствительных пределах (3 нА - 10 мкА), то целесообразно время от времени проконтролировать установку нуля напряжения и тока (К4, К5). Порядок работы при измерении тока в источнике с ненулевым уровнем потенциала земли является таким же, как и при измерении напряжения. При измерении отрицательных токов изменяется полярность прибора путем нажатия на кнопку Т3.

Если при измерении мешает напряжение наводок от сети, то это влияние можно уменьшить путем включения входного фильтра в результате нажатия на кнопку T4. Во всяком случае, в первую очередь следует проконтролировать измерительную схему с точки зрения правильного заземления. При включении фильтра возрастает время установления стрелки прибора.

## **6.4. Измерение сопротивлений**

Кнопка T2 (переключатель режимов работы) не нажата. Кнопка T3 находится в положении »+«

depressed to select DC current measurement. After the pointer of the meter has settled in the zero position, the most sensitivite range (3 nA) can be set by turning the knob K1 counterclockwise. The interconnected terminals S4 and S5 have to be connected to the terminal S3 and the pointer of the meter set to zero with the knob K4. Then, the short circuit between the terminals S3 and S4 has to be removed and the zero position of the pointer readjusted with the knob K5. This procedure has to be repeated, if necessary. Coarser or finer action of the knob K4 can be selected with the push-button T10 (not depressed — coarser zero setting, depressed — finer setting). Current measurement involves only a low voltage drop, as follows:

1 mV within the ranges 3 nA to 10  $\mu$ A  
10 mV within the ranges 30  $\mu$ A to 1 mA  
100 mV within the ranges 3 mA to 100 mA

When the lowest, i. e. the most sensitive, current ranges are used (3 nA to 10  $\mu$ A), it is advisable to check the adjustment of the voltage and current zero positions from time to time with K4, K5. The procedure for measuring the current derived from signal supplies, the circuit earth of which is not at zero level, is similar to that for voltage measurements under the same conditions. When negative currents have to be measured, the polarity of the meter must be reversed with the push-button T3.

If the measurement is interfered with by the penetration of the mains voltage, then the filter for common mode rejection can be applied by depressing the push-button T4. In any case, it is advisable first of all to check the measuring setup for correctness of the earthing. When the input filter is employed, the settling time of the meter pointer increases.

## **6.4. Measurement of resistances**

The operation mode selector, i. e. push-button T2, is not depressed. The push-button T3 is set to “+”

T4 nestlačené. Tlačítko T8 v libovolné poloze, rovněž tak knoflíky K1, K2. Přepínač rozsahů K3 nastavíme na rozsah 10 k $\Omega$  tak, že šípku knoflíku nastavíme na č. 10 bílé stupnice. Zmáčkneme tlačítko T5. Vyčkáme uklidnění ručky měřidla, nastavovacím prvkem K8 nastavíme max. výchylku měřidla (značka  $\infty$  na stupni odporů). Nastavuje se prakticky jen při uvádění přístroje poprvé do chodu. Zkratujeme spojené svorky S4 a S5 se svorkou S3.

Knoflíkem K4 opravíme nastavení nuly. Odstraníme zkrat svorky S3 se svorkami S4, S5. Knoflík K5 je přibližně ve střední poloze. Tímto je přístroj připraven k měření. Volbu rozsahu provádíme knoflíkem K3. Nastavení nuly a maxima výchylky není třeba pro jiné rozsahy opravovat. Hodnota odporu udávaná šípkou knoflíku K3 platí pro střed stupnice.

Входной фильтр выключен. Кнопка Т4 ненажата. Кнопка Т8 — в любом положении, как и кнопки К1, К2. Переключателем пределов К3 установить предел 10 кОм таким образом, что стрелка ручки установится против числа 10 белой шкалы. Нажать на кнопку Т5. Выждать до установления стрелки измерительного прибора и с помощью установочного элемента К8 установить максимальное отклонение стрелки прибора (индекс  $\infty$  на шкале сопротивлений). Установка осуществляется практически только при первом пуске прибора в эксплуатацию. Закоротить соединенные зажимы S4 и S5 с зажимом S3. Ручкой K4 уточнить установку нуля. УстраниТЬ короткое замыкание зажима S3 с зажимами S4, S5. Ручка K5 находится приблизительно в среднем положении. В результате этого прибор подготовлен к измерению. Переключение пределов осуществляется ручкой K3. Установка нуля и максимума отклонения на других пределах не осуществляется. Значение сопротивления, указанное стрелкой ручки K3, относится к центру шкалы.

polarity (not depressed). The input filter is disconnected, i. e. the push-button T4 is not depressed. The push-button T8 and the knobs K1 and K2 can be in any position. The range selector K3 is set to the range 10 k $\Omega$ , i. e. the arrow of the knob must point to No. 10 of the white scale.

The push-button T5 has to be depressed. After the pointer of the meter has settled at a position close to f.s.d., the knob K8 has to be turned to adjust maximum deflection, marked  $\infty$  on the scale. This adjustment is necessary practically only when the multimeter is operated for the first time. After connecting the short-circuited terminals S4, S5 to the terminal S3, zero deflection is adjusted with the knob K4. Then, with the connection between terminal S3 and the short-circuited terminals S4, S5 removed, the knob K5 has to be set approximately to the centre of its track. Thus, the multimeter has been prepared for resistance measurements.

The required resistance range can be selected with the knob K3. After having been carried out once, the zero and maximum deflection adjustment need not be repeated for each resistance range. The maximum value indicated by the arrow-shaped knob K3 and the number appearing in the window 03 refer to midscale reading.

## 6.5. Měření střídavých napětí

Tlačítko T2 (volič funkcí) uvedeme stlačením do polohy „střídavá měření“. Tlačítka T4, T5, T6, T7, T8, knoflíky K1, K3, K5 mohou být v libovolné poloze. Tlačítko T3 je v poloze nestlačené, tj. „+“. Tlačítko T9 — měření střídavých napětí — stlačíme. Přepínačem rozsahu K2 nastavíme rozsah 30 mV tak, že šípku knoflíku nastavíme na č. 30 modré stupnice.

Přecházíme-li na střídavé měření po předchozím ss měření, vyčkáme asi 5 minut, pak při zkratovaném vstupu (konektor S2) nastavíme nulu měřidla knoflíkem K4. Při nastavení nuly pro střídavá měření musí mít ručka měřidla určitou výchylku a nachází se v rozmezí černé značky na 30 dílkové

## 6.5. Измерение напряжений переменного тока

Кнопку T2 — переключатель рода работ — путем нажатия перевести в положение измерения переменных величин. Кнопки T4, T5, T6, T7, T8 и ручки K1, K3, K5 могут находиться в любых положениях. Кнопка T3 отпущена, т. е. »+«. Кнопка T9 — измерение переменных напряжений — нажата. Переключателем пределов K2 установить предел 30 мВ, причем стрелка ручки находится против числа 30 синей шкалы. При переходе от измерения постоянных величин к измерениям переменных величин необходимо выждать приблизительно 5 мин. и затем при закороченном входе (гнездо S2) установить ноль прибора ручкой K4. При установке нуля в режиме измерения

## 6.5. Measurement of AC voltages

The operation mode selector, push-button T2, has to be depressed and thus AC measurements selected. The push-buttons T4, T5, T6, T7, T8 and the knobs K1, K3 and K5 can be in any position. The push-button T3 has not to be depressed, i. e. it must be set to “+” polarity. The push-button T9 must be depressed and thus LF-AC voltage measurement selected. Then, the range 30 mV is selected by pointing the arrow-shaped knob K2 to No. 30 on the blue scale. If an AC measurement has to be carried out after a DC measurement, then after approximately 5 minutes have elapsed, with the input connector S2 short-circuited, the zero of the meter has to be adjusted with the knob K4.

stupnici pro střídavé měření. Nastavení nuly je stejně citlivé pro všechny rozsahy. Proto je její nastavení vhodné kontrolovat při měření na kterémkoliv rozsahu. Po každém zapnutí přístroje na střídavé měření nebo při změně okolní teploty je vhodné zkontovalovat přesnost přístroje. Kontrolujeme pomocí vestavěného kalibračního zdroje. Kalibrační napětí obdélníkového průběhu o efektivní hodnotě 30 mV,

$$(U_{\text{stř.}} = \frac{30 \text{ mV}}{0,901} = 33,3 \text{ mV})$$

Přepínač K2 přepneme do polohy KAL a případnou odchylku vyrovnáme kalibračním potenciometrem K6. Tímto je přístroj připraven k měření. Rozpojením svorek S5, S4 je možné přístrojem měřit i na obvodech s nenulovou stejnosměrnou úrovní obvodové země. Při měření musíme uvažovat, že stínící část zdířky S2 má vůči kostře přístroje (zdířka S5) kapacitu 100 000 pF a odporník  $R_{iz} \geq 10^9 \Omega$ . Výstup pro zapisovač má zápornou polaritu, + pól je spojen s obvodovou zemí.

## 6.6. Měření střídavých napětí se sondou

### 6.6.1. Do konektoru S1 připojíme v řadě s sondou (1AK 058 67)

Tlačítko T2 (volič funkcí) stlačením uvedeme do polohy „střídavé měření“. Tlačítka T4, T5, T6, T7, T8, knoflíky K1, K3, K5 mohou být v libovolné poloze.

peremenných величин strélka pribyra dložna imet opredelené otklenenja i naohoditse v predela chernog indexa na shkale izmerenia peremennych velichin s 30 delenijami. Ustanovka nuly imet takuju же chuvstvitelnost na vseh predela. Pozotom ee ustanovku sleduet kontrolirat pri izmerenii na lobyom predele. Posle každogo vklucheniya pribyra v režim izmerenia peremennych velichin, a takже pri izmerenii temperatury okružajushgo zvoda celoobrazno prokontrolirovat točnost izmerenia pribyra. Kontrol' osuztvenyayt'sya s pomosh'ju vstroenogo pribyra kaliibrovki. Napryazhenie kaliibrovki imet pravougol'nyu formu i ego effektivnoe znamenie sostavlyet 30 mV.

$$(U_{\text{spred.}} = \frac{30 \text{ mV}}{0,901} = 33,3 \text{ mV})$$

Perekлючатель K2 переключается в положение КАЛ и имеющееся отклонение устраниить с помощью потенциометра калибровки K6. В результате этого прибор подготовлен к измерению. Путем размыкания перемычки зажимов S4, S5 прибор можно использовать для измерения схем с ненулевым постоянным потенциалом земли. При измерении необходимо иметь ввиду, что экранная часть зажима S2 имеет емкость 100 000 пФ и сопротивление  $R_{iz} \geq 10^9 \Omega$  относительно корпуса прибора (зажим S5). Выход для самописца имеет отрицательную полярность — положительный полюс соединен с землей схемы.

## 6.6. Измерение напряжений переменного тока с помощью зонда

### 6.6.1. К гнезду S1 подключить зонд ВЧ (1АК 058 67)

Knopku T2 (perekлючатель roda rabot) perveschi v polozhenie »zimerenie peremennych velichin« putem nажatija na nee. Knopki T4, T5, T6, T7, T8, knofliky K1, K3, K5 mogut byt v libovolnoj polozhenii.

The meter pointer set to zero for AC measurements must show a certain deflection within the limits marked in black on the 30 division scale for AC measurements. The procedure for zero adjustment is equally sensitive for all the ranges, therefore it is advisable to check it from time to time regardless to which range is employed. Whenever the multimeter is switched over from DC to AC measurement, or when the ambient temperature has changed, it is recommended to check the accuracy of the instrument by means of the built-in supply of calibrating voltage. The calibrating voltage has a rectangular waveform and its RMS value is 30 mV.

$$U_{\text{mean}} = \frac{30 \text{ mV}}{0,901} = 33,3 \text{ mV}$$

The selector K2 is switched into the position CAL and the error, if any, compensated with the potentiometer K6. Thus, the multimeter has been prepared for an LF - AC voltage measurement. With the earthing link between the terminals S4 and S5 disconnected, the instrument can be used also for measurements on a signal supply, the circuit earth of which is not at zero level. However, during such a measurement, it must be taken into consideration that the screening of the terminal S2 has a capacitance of approximately 100 000 pF and a resistance of  $\geq 10^9 \Omega$  against the framework (terminal S5) of the multimeter. The output for a recorder has negative polarity, the positive pole is connected to the circuit earth.

## 6.6. Measurement of RF - AC voltages with the RF probe employed

### 6.6.1. The RF probe (1AK 058 67) has to be connected to the connector S1

The operation mode selector (push-button T2) must be set into the position for AC measurements depressed; The push-buttons T4, T5, T6, T7, T8 and

loze. Tlačítko T3 je v poloze „+“ (nestlačené). Tlačítko T10 — měření střídavých napětí se sondou — stlačíme. Knoflíkem K2 nastavíme rozsah 10 mV tak, že šípku knoflíku nastavíme na č. 10 modré stupnice. Obdobně nastavujeme další rozsahy. Vyčkáme asi 5 minut a při zkratované sondě nastavíme nulu měřidla knoflíkem K4. Při nastavení nuly musí mít ručka měřidla určitou výchylku a nachází se v rozmezí černé značky na 30 dílkové stupnici pro střídavá měření. Pro vyšší rozsahy výchylka ručky klesá a na rozsazích 300 mV, 1 V, 3 V poklesne prakticky na nulu. Tímto je přístroj připraven k měření. Rozpojením svorek S4 a S5 je možné měřit na obvodech s nenulovou stejnosměrnou úrovní obvodové země. Při měření musíme uvažovat, že kovový obal sondy má vůči kostře kapacitu 100 000 pF a  $R_{\text{iz}} \geq 10^9 \Omega$ . Při delším měření na rozsazích 10 mV a 30 mV provádime kontroly nastavení nuly častěji.

T7, T8 a rучки K1, K3, K5 mohou na sebe v různých polohách. Knoflík T3 je v poloze „+“ (nestlačené). Knoflíkem K2 nastavíme rozsah 10 mV tak, že šípku knoflíku nastavíme na č. 10 modré stupnice. Obdobně nastavujeme další rozsahy. Vyčkáme asi 5 minut a při zkratované sondě nastavíme nulu měřidla knoflíkem K4. Při nastavení nuly musí mít ručka měřidla určitou výchylku a nachází se v rozmezí černé značky na 30 dílkové stupnici pro střídavá měření. Pro vyšší rozsahy výchylka ručky klesá a na rozsazích 300 mV, 1 V, 3 V poklesne prakticky na nulu. Tímto je přístroj připraven k měření. Rozpojením svorek S4 a S5 je možné měřit na obvodech s nenulovou stejnosměrnou úrovní obvodové země. Při měření musíme uvažovat, že kovový obal sondy má vůči kostře kapacitu 100 000 pF a  $R_{\text{iz}} \geq 10^9 \Omega$ . Při delším měření na rozsazích 10 mV a 30 mV provádime kontroly nastavení nuly častěji.

#### 6.6.2. Samotná hrotová sonda

je vhodná pro měření v frekvencích chybách asi do 200 MHz až 300 MHz, přičemž usilujeme vždy o to, aby měřené napětí bylo přivedeno bezprostředně na vstupní svorky sondy, tj. mezi hrot a zemnicí kolík; nedoporučuje se při tom naletovávat na hrot či zemnicí kolík jakékoli vodiče nebo jinak nevhodně upravovat tyto vstupní svorky sondy. Každá takováto úprava vede ve svých důsledcích zejména ke zvýšení indukčnosti svorek sondy, což má za následek změnu její frekvenční

charakteristiky. Sam zond s ostrokonечním šupem je vhodný pro měření vysokofrekvenčního napětí (VHF) s uvedenou přesností až do 200 MHz - 300 MHz, přičemž je nutné dát pozor na to, aby měřené napětí bylo přivedeno přímo na vstupní základny sondy, t. j. k šupu a zemničce. Ne doporučuje se při tom naletovávat na hrot či zemničku žádoucího vodiče nebo jinak nevhodně upravovat tyto vstupní svorky sondy. Každá takováto úprava vede ve svých důsledcích zejména ke zvýšení induktivnosti svorek sondy, což má za následek změnu její frekvenční charakteristiky.

the knobs K1, K3 and K5 can be in any position. The push-button T3 has to be set to “+” polarity (not depressed). The push-button T10 for RF - AC measurements must be depressed and the range 10 mV selected with the arrow-shaped knob K2 by pointing the arrow to No. 10 on the blue scale. Any other required range will have to be set in a similar manner. After approximately 5 minutes have elapsed, with the probe short-circuited the knob K4 has to be used to set the pointer of the meter to zero. The meter pointer set to zero must indicate a certain deflection within the limits marked in black on the 30-division scale for AC measurements. When the higher ranges are selected, the deflection drops and when the range 300 mV, 1 V or 3 V is set, it drops practically to zero. Thus, the multimeter has been prepared for an RF - AC measurement with the RF probe employed.

When the earthing link between the terminals S4 and S5 is removed, the instrument can be used also for measurements on a signal supply, the circuit earth of which is not at zero level. However, during such a measurement, it must be taken into consideration that the screening of the probe has a capacitance of approximately 100 000 pF and a resistance of  $\geq 10^9 \Omega$  against the framework. During lengthy measurements with the range 10 mV or 30 mV employed, the correctness of the zero adjustment has to be checked from time to time.

6.6.2. The RF probe itself is applicable for RF - AC voltage measurements up to frequencies of approximately 200 MHz to 300 MHz, provided the measuring errors listed in section 3 — „Technical Data“ — are taken into account. It is essential to apply the voltage to be measured directly to the input of the probe, i. e. to its tip and to its earthing pin. It is not recommended to solder any conductor to the tip of the probe or to its earthing pin nor to modify these input contacts of the probe in any way, as all such alterations result in increase of the inductance and thus of the frequency dependence already starting from 1 MHz, resulting in increased measuring errors. The RF probe itself

závislosti již na kmitočtech vyšších než 1 MHz. Dochází tím ke zvýšení chyby měření.

Použití samotné hrotové sondy pro měření v kmiočkovém pásmu až do 300 MHz je sice možné, ale jen v tom případě, že si pro daný případ ověříme přídavné chyby měření vlivem zvoleného způsobu pripojení hrotové sondy k měřenému objektu.

Při měření se samotnou hrotovou sondou na obvodech s vyšší impedancí je rovněž nutno počítat s vlivem zatížení měřeného objektu vstupní impedancí sondy.

Měření s hrotovou sondou v kmitočtovém pásmu 300 MHz až 1,2 GHz s udanými chybami je prakticky možné jen spojením sondy s průchozím adaptérem BP 5182 v koaxiálních trasách či systémech o vlnové impedanci  $75 \Omega$ . Adaptér je ve výrobním podniku cejchován za podmínek bezodrazového zakončení definovaným napětím, vybuzeným v rovině jeho konektoru na straně zátěže měřicí trasy, do které je zařazen.

Při praktickém použití adaptéru dává pak toto cejchování jednoznačnou informaci o úrovni napětí v koaxiální trase za vřazeným adaptérem v definované rovině výstupního konektoru. V případě nedokonalého přizpůsobení trasy za adaptérem je však třeba počítat s možností výskytu přídavných chyb, závislých na velikosti a charakteru nepřizpůsobení, vzniklého zapojením adaptéru do této měřicí trasy.

Při použití adaptéru k měření napětí v koaxiální trase před vřazeným adaptérem nebo při použití adaptéru jako koncového měřiče napětí je takovéto měření zatíženo přídavnými chybami vlivem vlastního nepřizpůsobení adaptéru. Tyto chyby lze nejsnáze potlačit užitím úseků měrného koaxiálního vedení takové elektrické délky, která zajistí, že vzdálenost mezi rovinou, v níž zjišťujeme napětí, a rovinou připojení hrotové sondy do adaptéru je

ристики уже на частотах более 1 МГц. В результате этого возрастает погрешность измерения.

Использование отдельного зонда со щупом для измерения в диапазоне частот до 300 МГц является возможным, но только при условии, что для заданного случая осуществляется контроль дополнительной погрешности измерения, вызванной выбранным способом подключения зонда со щупом к измеряемому объекту.

При измерении с отдельным зондом со щупом в схемах повышенного сопротивления необходимо также учитывать нагрузку измеряемого объекта входным сопротивлением зонда.

Измерение с зондом в диапазоне частот 300 МГц - 1,2 ГГц с указанными погрешностями является практически возможным только при соединении зонда с проходным адаптером ВР 5182 в коаксиальных линиях или системах с волновым сопротивлением 75 Ом. Адаптер на заводе-изготовителе градуирован при условии отсутствия отражений определенным напряжением, возникающим в плоскости его фишк на стороне нагрузки измерительной трассы, в которую адаптер включен. При практическом использовании адаптера эта калибровка дает однозначную информацию об уровне напряжения коаксиальной трассы в точке за адаптером в определенной плоскости выходного разъема. В случае неполного согласования трассы за адаптером необходимо учитывать наличие дополнительной погрешности в зависимости от величины и характера рассогласования, возникшего в результате включения адаптера в эту измерительную трассу.

При использовании адаптера для измерения напряжений в коаксиальной трассе перед включенным адаптером или при использовании адаптера в качестве оконечного измерителя напряжения имеют место дополнительные погрешности, вызванные собственным рассогласованием адаптера. Эти погрешности, лучше всего, подавить используя отрезки измерительных коаксиальных линий такой электрической длины, которая обеспечивает

is applicable in measurements at frequencies up to 300 MHz, but only if in each particular case the additional error caused by the method of connection of the probe tip to the measured object is ascertained beforehand. When the RF probe is employed on its own for an RF - AC measurement on a circuit of higher impedance, then also the loading effect on the measured object due to the input impedance of the probe must be taken into consideration.

Measurements with the RF probe within the frequency range of 300 MHz to 1.2 GHz are feasible (taking into account the listed errors) only when the probe is employed together with the feed-through adapter BP 5182 in coaxial lines or circuits of  $75 \Omega$  characteristic impedance. The adapter is calibrated by the makers under conditions of reflectionless termination with a defined voltage applied in the plane of its connector at the load side of the measuring line into which the adapter is inserted. In actual practice, when the adapter is employed, this calibration offers information about the voltage level after the inserted adapter in the coaxial line in the defined plane of the output connector. However, when the line after the adapter is matched imperfectly, then it is necessary to reckon with the possibility of additional errors which depend on the character of the mismatch caused by the insertion of the adapter into the measuring line.

When the adapter is used for measuring the RF voltage in a coaxial line in front of the inserted adapter, or when the adapter is employed as a terminal voltmeter, the measurement is affected by additional errors due to the imperfect matching of the adapter itself. These errors can be prevented best by using such sections for the coaxial measuring line, the electrical lengths of which ensure that the distance is  $\lambda/2$  between the plane in which

$\lambda/2$ . (Konstrukční délka mezi rovinou připojení hrotové sondy a rovinou konektoru adaptéru je 53 mm).

Při přesných měřeních musíme rovněž brát v úvahu tu skutečnost, že vf detektor hrotové sondy reaguje na různou hodnotu měřeného napětí. Zatímco pro napětí asi 30 mV je výchylka úměrná efektivní hodnotě měřeného napětí, pro napětí asi 1 V je výchylka úměrná špičkové hodnotě měřeného napětí. V rozmezí hodnot měřeného napětí v rozsahu asi 30 mV až 1 V dochází k plynulému přechodu úměrnosti výchylky od efektivní k špičkové hodnotě měřeného napětí. Ve výrobním závodě je však přístroj cejchován v efektivních hodnotách nezkresleného sinusového signálu.

Detektor sondy měří zápornou půlvlnu měřeného napětí. Teplotní koeficient hrotové sondy je použitým zapojením značně potlačen, při přesných měřeních je však třeba s jeho vlivem počítat. Přitom při prudkých změnách okolní teploty o více než  $10^{\circ}\text{C}$  je výhodné počkat asi půl hodiny na teplotní ustálení obvodů voltmetru, zejména obvodů hrotové sondy, neboť teplotní koeficient je specifikací zaručován pro ustálenou teplotu sondy.

6.6.3. Průběh typických frekvenčních charakteristik pro vf napětí 3 V a 30 mV je znázorněn na obr. 7. Rozptyl hodnot při ostatních úrovních napětí je ohrazen mezními křivkami 1 a 2. Zarучované tolerance jsou naznačovány stupňovitými přímkami.

ет то, что расстояние между плоскостью в которой определяется напряжение, и плоскостью подключения зонда со щупом в адаптере, составляет  $\gamma/2$ . (Конструктивная длина между плоскостью подключения зонда со щупом и плоскостью разъема адаптера составляет 53 мм).

При точных измерениях необходимо также принимать во внимание то обстоятельство, что детектор ВЧ зонда реагирует на различные значения измеряемого напряжения. При напряжении приблизительно 1 В отклонение пропорционально пиковому значению измеряемого напряжения в то время, как при напряжении прибл. 30 мВ отклонение пропорционально эффективному значению измеряемого напряжения. При значениях измеряемого напряжения в пределах от прибл. 30 мВ до 1 В имеет место плавный переход пропорциональности отклонения от эффективного к пиковым значениям измеряемого напряжения. На заводе-изготовителе прибор проградуирован в эффективных значениях неискаженного синусоидального сигнала.

Детектор зонда измеряет отрицательную полуволну измеряемого напряжения.

Температурный коэффициент зонда значительно подавлен благодаря используемой схеме. Однако при точных измерениях необходимо учитывать влияние температурного коэффициента. При этом при резких изменениях температуры окружающего воздуха более, чем на  $10^{\circ}\text{C}$  целесообразно выждать прибл. 0,5 часа для установления температуры схем вольтметра, главным образом, зонда, так как температурный коэффициент в спецификации определен для установившейся температуры зонда.

6.6.3. Форма типичных частотных характеристик напряжения ВЧ 3 В и 30 мВ показана на рис. 7. Разброс значений при остальных уровнях напряжения ограничен предельными кривыми 1 и 2. Гарантируемые допуски показаны ступенчатыми кривыми.

the voltage is being measured and that in which the RF probe penetrates into the adapter. (The constructional distance between the plane of connection of the RF probe and that of the connector of the adapter is 53 mm.)

During all these measurements, it must be taken into consideration also that the RF detector of the probe responds to various values of the measured voltage. Whereas, at a voltage of approximately 30 mV the deflection of the meter is proportional to the RMS value of the measured signal, at a voltage of approximately 1 V the deflection is proportional to the peak value of the measured signal. Within the range of measured voltage values from approximately 30 mV to 1 V a continuous transition takes place from the proportionality of the RMS value to that to the peak value. However, the instrument is calibrated in terms of RMS voltages of an undistorted sinusoidal signal.

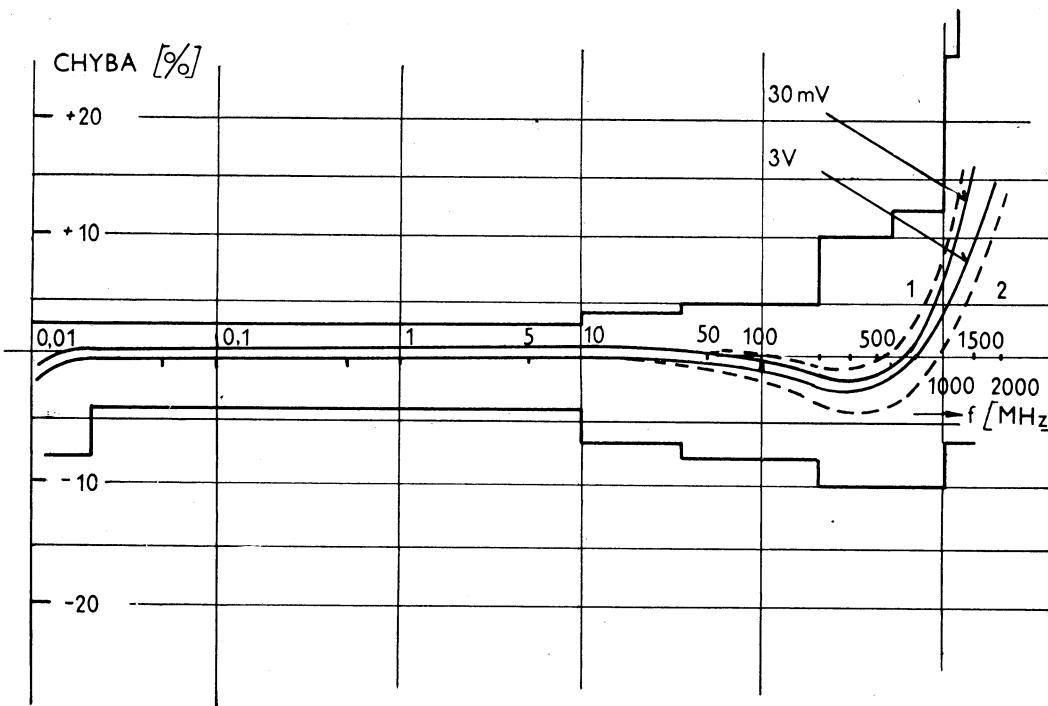
The detector of the RF probe processes the negative half-wave of the applied voltage.

The thermal dependence of the probe is reduced greatly by the employed circuitry; however, in exact measurements it is necessary to take its influence into consideration. After a sudden change of the ambient temperature exceeding  $10^{\circ}\text{C}$ , it is advisable to allow approximately 30 minutes to elapse in order to ensure thermal stabilization of the circuits of the voltmeter, especially those of the RF probe, before carrying out a measurement, as a stabilized temperature is a prerequisite for the rated thermal properties of the probe.

6.6.3. Typical frequency response curves of RF voltages of 3 V and 30 mV are given in Fig. 7. The spread of values at other voltage levels is limited by the curves 1 and 2. The guaranteed tolerances are indicated by stepped lines.

Погрешность

Error



Obr. 7   Рис. 7   Fig. 7

6.6.4. Vysoká citlivost a široký napěťový rozsah přístroje jsou dosaženy maximálním využitím detekčních diod hrotové sondy. Proto při měření na různých napěťových rozsazích v rychlém sledu po sobě se objevuje zvláštní druh hystereze detekčních diod, v nichž nastává při napětí řádu voltů proudový ohřev PN přechodu. Tento zjev má určitou setrvačnost. Je proto nutno při přepnutí z rozsahu voltů na rozsahy 10 mV a 30 mV počítat s určitou dobou zotavení přechodu, po jejímž uplynutí ukáže přístroj správnou hodnotu měřeného napětí.

6.6.4. Высокая чувствительность и широкие пределы измерения напряжения прибора обеспечены благодаря максимальному использованию детекторных диодов зонда со щупом. Поэтому при измерении с различными пределами напряжения в быстрой последовательности друг за другом появляется особый вид гистерезиса детекторных диодов, в которых имеет место нагрев перехода PN при уровнях обрабатываемых напряжений порядка единица вольт. Это явление имеет определенную инерцию. Поэтому при переключении пределов вольт на пределы 30 мВ и 10 мВ необходимо принимать во внимание определенное время восстановления перехода, по истечении которого прибор показывает правильное значение измеряемого напряжения.

6.6.4. The high sensitivity and wide voltage range of the multimeter are achieved by maximum utilization of the detector diodes in the RF probe. Therefore, if measurements are carried out by using various ranges in quick succession, hysteresis of the detector is encountered due to the heating of the PN junction of the employed diodes at voltages of the order of several volts. This phenomenon exhibits a certain inertia; therefore, it is necessary to allow for junction recovery when the measuring range is changed from volts to 10 mV or 30 mV. After this period of time has elapsed, the multimeter indicated the correct value of the measured voltage.

## 7. POPIS MECHANICKÉ KONSTRUKCE

### 7.1. Konstrukční provedení multimetru

Multimetr je vestavěn v typizované kovové skříni. Kryt přístroje se odnímá po odšroubování čtyř šroubů na bocích přístroje. Spodní kryt lze odejmout odšroubováním dvou šroubů na předním a dvou na zadním panelu. Přístroj je rozdělen přepážkou na dvě poloviny. V levé polovině jsou napájecí zdroje, zdroj obdélníkového napětí a klíčovač a některé pomocné obvody. Vše (mimo transformátor) na společné desce s tištěnými spoji. Je zde rovněž převážná část tlačítkové soupravy, měřidlo a nastavovací prvek pro kalibraci nf voltmetu. V pravé části jsou tyto hlavní díly: operační zesilovač (umístěný na střední přepážce), vstupní část nf voltmetu — děliče, impedanční transformátor, inverter, konstrukční jednotka s efektivním detektorem a kompenzačními diodami, ochranné obvody operačního zesilovače a vstupní filtr 50 Hz. To vše je na druhé desce s tištěnými spoji. Jsou zde všechny přepínače s příslušnými děliči, vstupní svorky konektoru pro vf sondu, ovládací prvky pro nastavení nuly, maxima výchylky ohmmetu a výstup pro registrační přístroj. Celý tento prostor je stíněn před vnějšími vlivy krytem. Tento kryt je opatřen otvory, kterými jsou přístupny nastavovací prvky. Po odšroubování šesti šroubů je možné jej odejmout. Pro snadnější opravy jsou obě desky s tištěnými spoji výklopné a operační zesilovač zasunut v nožové liště. Rozložení jednotlivých celků je zřejmé z obrazové přílohy (kapitola 14).

## 7. ОПИСАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ

### 7.1. Конструктивное исполнение мультиметра

Мультиметр установлен в типовом металлическом ящике. Крышка прибора снимается после вывинчивания четырех винтов по бокам прибора. Нижнюю крышку можно снять путем ослабления двух винтов на передней и двух винтов на задней панелях. Прибор разделен перегородкой на две части. В левой половине установлены источники питания, источник прямоугольного напряжения и ключевая схема наряду с некоторыми вспомогательными цепями. Все (кроме трансформатора) установлено на общей плате печатного монтажа. Здесь также имеется подавляющая часть кнопочника, измерительный прибор и элемент калибровки вольтметра НЧ. В правой части имеются следующие основные элементы: операционный усилитель (расположенный на средней перегородке), входная часть вольтметра НЧ — делители, трансформатор сопротивлений, инвертор, конструктивный блок с детектором эффективных значений и диодами компенсации, защитные схемы операционного усилителя и входной фильтр 50 Гц. Это все расположено на второй плате печатного монтажа. Здесь имеются также все переключатели с соответствующими делителями, входные зажимы — гнездо зонда ВЧ, элементы управления для установки нуля, максимального отклонения омметра и выход для самописца. Все это пространство экранировано крышкой для защиты от внешних воздействий. Крышка оснащена отверстиями, через которые обеспечивается доступ к установочным элементам. После вывинчивания шести винтов крышки можно снять. Для более удобного ремонта обе платы печатного монтажа откидываются и операционный усилитель задвинут в ножевой разъем. Расположение отдельных узлов дано в приложении (глава 14).

## 7. DESCRIPTION OF THE MECHANICAL DESIGN

### 7.1. Design of the multimeter

The multimeter is housed in a standard metal case. The cover of the instrument can be taken off after removing 4 screws in the sides of the case. The bottom cover is held by 2 screws in the front panel and 2 screws in the back one. The interior of the instrument is divided into two sections. In the left-hand section are the power supplies, the supply of rectangular voltage, the chopper and some of the auxiliary circuits. All the pertaining components, except for the mains transformer, are on a printed circuit board. Also the greater part of the push-button assembly as well as the meter and the control element for LF voltmeter calibration are in this section. In the right-hand section are the following main units of the multimeter: operational amplifier (mounted on the screening partition), input circuitry of the LF - AC voltmeter dividers, impedance transformer, inverter, constructional unit with the RMS value detector and compensating diodes, protective circuits of the operational amplifier, and input filter of 50 Hz. All the pertaining components are mounted on a second printed circuit board. In this section of the instrument are also all the range switches with the pertaining dividers, the input terminals of the RF probe connector, controls for zero setting and maximum deflection adjustment for resistance measurements, and the output for a recorder. This section is screened against external influences. The screening, which has openings through which the adjusting elements are accessible from the outside, is held by 6 screws, after removal of which the screening can be taken off. In order to facilitate repairs, the mentioned printed circuit boards are hinged and the operational amplifier is inserted in a blade connector socket. The layout of the constructional units of the multimeter is evident from the illustrations in the enclosures.

## 7.2. Konstrukční provedení v f sondy

Obě diody jsou souose umístěny ve válcovém pouzdře sondy. Zemněné konce diod jsou ve společné zdířce v přepážce sondy, spojené s kovovým obalem. Na druhý kolík v f sondy je nasunut oddělovací kondenzátor C56, který je spojen s měřicím hrotem sondy. V dutince oddělovacího kondenzátoru C56 je rovněž sevřen pájecí plíšek, na nějž je připojen filtrační odpor R170. Druhý konec odporu je připojen ke kondenzátoru C57. Kondenzátor C57 je tvořen dvěma kotoučky, oddělenými slídou od přepážky spojené kostrou. Na druhé straně přepážky jsou umístěny součástky srovnávacího detektoru. Jejich montážní uložení je obdobné jako u v f detektoru. Vývod od společného konce kondenzátoru C57 a živého konce diody E48 je připojen na destičku s plošnými spoji. Na tuto destičku je připojen původní kabel sondy zakončený pěti-kolíkovým konektorem.

## Upozornění

Přístroj obsahuje drahé kovy v součástkách:

součástka:	materiál:	hmotnost:
1AN 558 32	Ag80Cu plech 0,4 mm	
1AN 558 33	(kontakty a segmenty	
1AN 558 34	řadičů)	6 g
1AA 470 18	Ag80Cu plech 0,4 mm	
1AA 470 19	(kontakt sondy)	

## 7.2. Конструктивное исполнение зонда ВЧ

Оба диода coaxialno установлены в цилиндрическом футляре зонда. Заземленные концы диодов находятся в общем зажиме в перегородке зонда и соединены с металлической оболочкой. На второй штифт диода ВЧ надет разделительный конденсатор С56, который соединен с измерительным щупом зонда. В гильзе разделительного конденсатора С56 также имеется паяльный лепесток, к которому подключено сопротивление фильтра R170. Второй конец сопротивления подключен к конденсатору С57. Конденсатор С57 образован двумя дисками, отделенными слюдой от перегородки, соединенной с корпусом. На второй стороне перегородки расположены элементы детектора сравнения. Их монтаж аналогичен монтажу детектора ВЧ. Выходы от общей точки конденсатора С57 и токонесущего конца диода Е48 ведут к плате печатного монтажа. К этой плате подключен кабель зонда, оконченный 5-контактным разъемом.

## Примечание

Прибор содержит благородные металлы в частях:

часть	материал	масса
1AN 558 32	Ag80Cu лист 0,4 мм	
1AN 558 33	(контакты и сегменты	
1AN 558 34	переключателей)	6 г
1AA 470 18	Ag80Cu лист 0,4 мм	
1AA 470 19	(контакт зонда)	

## 7.2. Design of the RF probe

Two detector diodes are housed in the cylindrical sleeve of the RF probe. The earthed terminals pins of these diodes are in a common sockets in the partition of the probe which is connected to its metal housing. The isolating capacitor C56 which is connected to the measuring tip of the probe is fitted on the second pin of the RF diode. In the contact sleeve of the capacitor C56 is a soldering tag, to which one terminal of the filtering resistor R170 is connected. The other terminal of this resistor is connected to the capacitor C57 which is formed by two disc separated by mica from the partition connected to the framework. On the other side of this partition are the components of the comparison detector; their arrangement is similar to that of the components of the RF detector. The outlet of the common pole of capacitor C57 and that of the live pole of the diode E48 are connected to a printed circuit board. To this board is connected the cable of the probe which terminates in a five-pin plug.

## Note

The instrument contains precious metals in components:

Component:	Material:	Weight:
1AN 558 32	Ag80Cu metal sheet 0.4 mm	
1AN 558 33	(contacts and segments	
1AN 558 34	of the selector switches)	6 g
1AA 470 18	Ag80Cu metal sheet 0.4 mm	
1AA 470 19	(contact of the probe)	

## 8. PODROBNÝ POPIS ZAPOJENÍ

(Viz schéma 1X1 834 28)

### 8.1. Stejnosměrná měření

Měřené napětí se přivede na svorku označenou U, I, R. Zde připojený odpor R99 umožnuje při vstupu naprázdno nastavení nuly napětí a proudu a je možné jej odpojit tlačítkem 8a. Automaticky se odpojuje při měření proudu a odporů kontakty tlačítek 5a a 6a.

Tlačítka 5, 6, 7 určující volbu měřené veličiny se navzájem vybavují, takže zapnuté je pouze jedno. Ve schématu jsou kreslena tlačítka pro funkci multimetu jako ss voltmetr. Přes kontakty tlačítek 5, 6, přepínače vstupního děliče R101, R102, přes filtr kmitočtu 50 Hz, R90—R93, C38—C41 a tlačítko 2h přivedeme měřené napětí na vstup operačního zesilovače. Zesílení měřeného napětí je dáno vnější zpětnovazební sítí. Je použito zapojení se sériovou zpětnou vazbou danou odpory R135—R151. Přepínáním dělicího poměru uvedených odporů přepínačem B4 se přepínají rozsahy 300  $\mu$ V—10 V. V kombinaci B4 a zařazením vstupního děliče R101, R102 přepínači B2, B3 rozsahy 30 V—300 V. Konzentrátory C42, C43, C46 upravují dynamickou stabilitu ss voltmetru i voltmetru při střídavých měřeních a omezují šířku pásma operačního zesilovače. Diody E41, E42 s odpory R90—R93 tvoří ochranu operačního zesilovače před přepětím. Diody E43—E46 a odpor R95 tvoří obvod havarijní zpětné vazby, který udržuje zesilovač za všech okolností v aktivním stavu. Nastavení nuly voltmetru umožňují dva prvky: R131 s odporem R134 (hrubě) kompenzují napěťový offset operačního zesilovače a potenciometrem R131a s děliči napětí R128—R130,

## 8. ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ СХЕМЫ

(См. схему 1X1 834 28)

### 8.1. Измерение постоянных величин

Измеряемое напряжение подается на зажим, обозначенный U, I, R. Сопротивление R99, подключенное ко входу, при ненагруженном входе дает возможность установки нуля напряжения и тока. Оно может быть отключено кнопкой 8а. Сопротивление отключается автоматически при измерении тока и сопротивлений контактами кнопок 5а и 6а.

Кнопки 5, 6, 7, определяющие измеряемую величину, взаимно блокируются, в результате чего включена только одна из них. На схеме указаны кнопки мультиметра в режиме вольтметра постоянного тока. Через контакты кнопок 5, 6 переключателя входного делителя R101, R102 через фильтр 50 Гц, R90—R93, C38—C41 и кнопку 2h измеряемое напряжение подается на вход операционного усилителя. Усиление измеряемого напряжения определяется внешней схемой обратной связи. Использована схема последовательной обратной связи, глубина которой определяется сопротивлениями R135—R151. Путем переключения коэффициента деления указанных сопротивлений переключателем B4 переключаются пределы 300  $\mu$ В—10 В. Далее в комбинации B4 и включения входного делителя R101, R102 переключателями B2, B3 устанавливаются пределы 30 В—300 В. Конденсаторы C42, C43, C46 устанавливают динамическую устойчивость вольтметра постоянного тока и вольтметра при измерении переменных величин и ограничивают ширину полосы пропускания операционного усилителя. Диоды E41, E42 с сопротивлениями R90—R93 образуют схему защиты операционного усилителя от перенапряжений. Диоды E43—E46 и сопротивление R95 образуют схему аварийной обратной связи, которая при всех обстоятельствах поддерживает усилитель в активном состоянии.

## 8. DETAILED DESCRIPTION OF THE CIRCUITRY

(See Diagram No. 1X1 834 28)

### 8.1. Measurement of DC voltages and currents

The voltage to be measured has to be applied to the terminals marked U, I, R. The resistor R99, which is connected to these terminals and which enables voltage and current zero adjustment even when the input terminals are not loaded, can be disconnected by means of the push-button contacts 8a, and is disconnected automatically by the push-button contacts 5a and 6a whenever currents or resistances are measured.

The push-buttons 5, 6, 7, which serve for the selection of the measured variable, are mutually interlocked so that only one can be depressed at a time. In the wiring diagram of the multimeter these switches are drawn in the positions for DC voltage measurement. The voltage to be measured passes to the input of the operational amplifier via the contacts of the push-button switches 5, 6, the selector of the input divider R101, R102, the input filter of 50 Hz R90 to R93, C38 to C41, and the push-button contacts 2h. The amplification of the measured voltage is determined by an external feedback network. A series feedback loop is formed by the resistors R135 to R151. The partial voltage ranges of 300  $\mu$ V to 10 V are selectable by altering the ratio of these resistors with the selector B4, whereas the partial ranges 30 V to 300 V are selectable by the combination of the selector B4 with the divider R101, R102, which is switched with B2, B3. The capacitors C42, C43, C46 adjust the dynamic stability of the voltmeter in DC as well as AC measurements and limit the bandwidth of the operational amplifier. The diodes E41, E42, together with the resistors R90 to R93, form an overvoltage protection for the operational amplifier. The diodes E43 to E46 and the resistor R95 form a circuit of "emergency" feedback, which keeps the amplifier in an active state under all conditions. Zero setting of the voltmeter is enabled

R133 a odporem R94 lze kompenzovat proudový offset. Jemnější nastavení napěťové nuly umožnuje odpor R175, který se zapojí stlačením tlačítka T10. Nastavení nuly napětí se využívá i pro střídavá měření multimetrem.

Paralelně k operačním odporům R135—R151 je připojeno měřidlo s předřadními odpory R39 a R40. Kontakty tlačítka 3a a 3h lze přepínat polaritu měřidla. V sérii s měřidlem jsou zapojeny ještě odpory R152, R153 s paralelními filtračními kondenzátory C47 a C48, na kterých vzniká úbytek napětí pro registrační přístroj. Kontakty tlačítka 2 přepojují operační zesilovač a výstupní měřidlo z funkce ss měření do funkce střídavých měření.

Při měření ss proudu se měří úbytek napětí na bočních R112—R127. Tyto se připojují na vstup ss voltmetru tlačítkem 6g a přepínačem A2. Tlačítkem 6, kterým se určuje funkce měření ss proudu, se dále odpojí odpor R99 kontakty 6a, vstupní dělič pro měření napětí R100—R103 kontakty 6h, 6b a kontakty 6f se připojí běžec řadiče A1. Tímto řadičem se nastaví vhodný napěťový rozsah voltmetu.

Měření odporu umožnuje pomocný stabilizovaný zdroj proudu a odporové normály R46, R104—R110. Zdroj stabilizovaného proudu je tvořen usměrňovačem (diody E17—E20), RC filtrem R19, C9 a vlastním stabilizačním obvodem sestávajícím z regulačního tranzistoru E29 a zdroje referenčního napětí E30. Stabilizační proud (10 mA) protéká odporem

Uстановka nula voltmetru se realizuje dvěma elementy: R131 s odporem R134 (gubo) kompenzuje drift napětí operacionního zesilovače a potenciometr R131a s děliči napětí R128—R130, R133 a odporem R94 kompenzuje drift proudu. Preciznější nastavení nuly napětí je umožněno odporom R175, který se zapojí, když je stlačeno tlačítko T10. Uстановka nula napětí se využívá i pro měření střídavých hodnot.

Paralelně k operačním odporům R135—R151 je připojeno měřidlo s předřadními odpory R39 a R40. Kontakty tlačítka 3a a 3h lze přepínat polaritu měřidla. V sérii s měřidlem jsou zapojeny ještě odpory R152, R153 s paralelními kondenzátory C47 a C48, na kterých vzniká úbytek napětí pro registrační přístroj. Kontakty tlačítka 2 přepojují operační zesilovač a výstupní měřidlo z funkce ss měření do funkce střídavých měření.

Při měření střídavého proudu se měří úbytek napětí na bočních R112—R127. Tyto se připojují na vstup ss voltmetru tlačítkem 6g a přepínačem A2. Tlačítkem 6, kterým se určuje funkce měření ss proudu, se dále odpojí odpor R99 kontakty 6a, vstupní dělič pro měření napětí R100—R103 kontakty 6h, 6b a kontakty 6f se připojí běžec řadiče A1. Tímto řadičem se nastaví vhodný napěťový rozsah voltmetu.

Stabilizace odporu se realizuje pomocným stabilizovaným zdrojem proudu a odporovými normály R46, R104—R110. Stabilizovaný zdroj proudu je tvořen usměrňovačem (diody E17—E20), RC filtrem R19, C9 a vlastním stabilizačním obvodem sestávajícím z regulačního tranzistoru E29 a zdroje referenčního napětí E30. Stabilizační proud (10 mA) protéká odporem

by two components: the resistors R131 and R134 compensate (coarsely) the voltage offset of the operational amplifier, the potentiometer R131a and the voltage divider R128 to R130, R133, together with the resistor R94, compensate the current offset. Finer voltage zero adjustment is enabled by the resistor R175 which becomes connected when the push-button T10 is depressed. This voltage zero setting system is utilized in the multimeter also for zero setting in AC measurements.

The meter, which indicates the result of measurements, and its series resistors R39 and R40, are connected in parallel to the resistors R135 to R151. The push-button contacts 3a and 3h serve for polarity reversal. In series with the meter are also the resistors R152, R153 which are shunted by the capacitors C47, C48; the voltage drop across these resistors can be used for a recorder. The contacts of push-button 2 change the function of the operational amplifier and of the output meter from the mode of DC measurements to that of AC measurements.

When DC currents are measured, then actually the voltage drop across the shunts R112 to R127 is ascertained. These shunts are connected to the input of the DC voltmeter by means of the push-button contacts 6g and the switch A2. The push-button 6, which serves for setting DC current measurement, with its contact 6a disconnects the resistor R99, with its contacts 6h, 6b the input divider R100 to R103 for voltage measurements, and with its contacts 6f connects the slider of the selector A1 which serves for the selection of a suitable voltage measuring range of the voltmeter.

Resistance measurements are enabled by the use of an auxiliary stabilized current supply and the standard resistors R46, R104 to R110. The stabilized current supply contains a rectifier which employs four diodes E17 to E20, an RC filter composed of R19 and C9, and a stabilizing network formed by a control transistor E29 and the reference voltage

R46, případně dalšími odporovými normály přes kontakt 5g měřeným odporem. Hodnotu proudu (max. výhylku měřidla) je možné nastavit potenciometrem R111. Úbytek napětí na měřeném odporu je měřen ss voltmetrem, jehož rozsah (100 mV) je nastaven sepnutím kontaktu tlačítka 5p.

зистора E29 и источника опорного напряжения E30. Стабилизированный ток (10 мА) протекает через сопротивление R46 или через другие эталоны сопротивлений, через контакт 5g и через измеряемое сопротивление. Величину тока (макс. отклонение прибора) можно установить потенциометром R111. Падение напряжения на измеряемом сопротивлении измеряется вольтметром постоянного тока, предел которого (100 мВ) установлен путем замыкания контакта кнопки 5p.

supply E30. The stabilized current of 10 mA flows through the resistor R46, or through the other standard resistors, and via the contacts 5g through the measured resistor. The current value can be adjusted with the potentiometer R111 to obtain maximum meter deflection. The voltage drop across the unknown resistance is measured by the DC voltmeter, the range (100 mV) of which is set when the push-button contacts 5p are closed.

## 8.2. Střídavá měření

### 8.2.1. Vf voltmeter

Měřené vf napětí se přivádí na hrot vf sondy a přes kapacitu C56 na diodu E47. Usměrněné napětí se po filtraci odporem R170 a C57, C58 vede na vstup operačního zesilovače přes kontakty 10h a 2h. Po zesílení je výstupním napětím zesilovače napájen klíčovač. Jsou to tranzistory E20, E21 s příslušnými pasivními prvky. Tranzistor E20 je přiváděným napětím přes R27 otevřán tak, že na jeho výstupu (R25) narůstá napětí. Tímto je napájen zesilovač E21. Na bázi E21 je trvale připojeno obdélníkové napětí z klopného obvodu E23 (E24). Jak se mění napájecí napětí, tak se na výstupu (R20) objevuje obdélníkové napětí, které přes kondenzátor C10, kontakty tlačítka 10a a přepínač C5 přivádíme na dělič napětí R154—R168. Tímto děličem se přepínají rozsahy. Přes přepínač C4 se obdélníkové napětí přivádí na diodu E48. Po usměrnění kompenzujeme usměrněné napětí vstupního signálu. Po dosažení rovnovážného stavu je hodnota obdélníkového napětí na výstupu klíčovače (R20) úměrná měřenému vf napětí. Toto napětí se vede přes předřadné odpory R23 a R24 kontakty tlačítka 2b na měřidlo a odpory R152, R153, na kterých vzniká úbytek napětí pro zapisovač. Kondenzátory C49—C50 ve zpětnovazebním děliči upravují tvar obdélníkového napětí tak, aby činitel tvaru byl přibližně stejný jako u sínusového napětí (voltmetr je cejchován sínusovým napětím). Korekce je nutná pro rozsahy, kde přechází detekce z efektivní

### 8.2. Измерение переменных величин

#### 8.2.1. Вольтметр ВЧ

Измеренное напряжение ВЧ подается на щуп зонда ВЧ и через емкость C56 поступает на диод E47. Выпрямленное напряжение после фильтрации с помощью элементов R170 и C57, C58 подается на вход операционного усилителя через контакты 10h и 2h. После усиления выходное напряжение усилителя питает ключевую схему. Она собрана на транзисторах E20, E21 и соответствующих пассивных элементах. Транзистор E20 отпирается поступающим напряжением через R27 таким образом, что на его выходе (R25) напряжение возрастает. Этим напряжением питается усилитель E21. На базу E21 постоянно подается напряжение прямоугольной формы триггеров E23 (E24). В соответствии с изменением напряжения питания на выходе (R20) появляется прямоугольное напряжение, которое через конденсатор C10, контакты кнопки 10a и переключатель C5 подается на делитель напряжения R154—R168. Этим делителем переключаются пределы. Через переключатель C4 прямоугольное напряжение подается на диод E48. После выпрямления осуществляется компенсация выпрямленного напряжения входного сигнала. После достижения равновесия значение прямоугольного напряжения на выходе ключевой схемы (R20) пропорционально измеренному напряжению ВЧ. Это напряжение подается через гасящие сопротивления R23 и R24 контактами кнопки 2b к измерительному

### 8.2. Measurement of AC voltages

#### 8.2.1. RF - AC voltmeter

The RF signal to be measured has to be applied to the tip of the RF probe, from where it passes to the diode E47 via the capacitor C56. After passing through a filter formed by the resistor R170 and the capacitor C57, C58, the rectified voltage is applied to the input of the operational amplifier via the push-button contacts 10h and 2h. The output voltage of the operational amplifier powers a chopper formed by the transistors E20, E21 and the pertaining passive components. The transistor E20 is opened by the voltage applied via R27 in such a manner that the voltage on its output (R25) increases. This voltage drives the amplifier E21. A rectangular voltage derived from the flip-flop circuit E23 (E24) is connected permanently to the base of E21. As a result of changes in the applied voltage, a rectangular voltage is created on the output (R20) which passes to the voltage divider R154 to R168 over the capacitor C10, the push-button contacts 10a and the switch C5; this divider serves for range selection. The rectangular voltage is applied to the diode E48 via the switch C4, and after rectification serves for compensating the rectified input voltage. When equilibrium has been attained, the rectangular voltage on the output (R20) of the chopper which is proportional to the measured RF voltage, passes to the meter (via the push-button contacts 2b) and its series resistors R23 and R24, as well as to the resistors R152, R153,

na lineární. Zdroj obdélníkového napětí je tvořen multivibrátorem, tranzistory E25, E26. Z něho je buzen klopný obvod — tranzistory E23, E24. To zaručuje obdélníkové napětí dokonale symetrické. Pracovní odpory (R29, R31, R32) jsou stabilní a rovněž napájecí napětí má lepší teplotní stabilitu proto, že po vhodném vydělení (R38, R172, R173) je obdélníkové napětí použito ke kalibraci nf voltmetu. Pro správnou funkci nf voltmetu jsou zde ještě pomocné obvody. Diody E27, E28 a odpor R30 jsou zapojeny mezi vstup a výstup operačního zesilovače a znemožňují přechod smyčky do kladné vazby. Kondenzátory C46, C52—C55 upravují zesílení operačního zesilovače a zajišťují dynamickou stabilitu.

прибору и сопротивлениям R152, R153, на которых создается падение напряжения для питания самописца. Конденсаторы C49 - C50 в делителе обратной связи формируют прямоугольное напряжение так, чтобы коэффициент его формы был приблизительно равен коэффициенту формы синусоидального напряжения (вольтметр калибруется синусоидальным напряжением). Коррекция является необходимой для пределов, где имеет место переход от эффективного детектирования к линейному. Источник прямоугольного напряжения образован мультивибратором, собранным на транзисторах E25, E26. Сигналом мультивибратора возбуждается триггер, собранный на транзисторах E23, E24. Последний обеспечивает строго симметричное напряжение прямоугольной формы. Рабочие сопротивления (R29, R31, R32) — это высокостабильные сопротивления. Напряжение питания также обладает повышенной температурной устойчивостью ввиду того, что после подходящего деления (R38, R172, R173) прямоугольное напряжение применяется для калибровки вольтметра НЧ. Для правильной работы вольтметра ВЧ в схеме использованы еще вспомогательные цепи. Диоды E27, E28 и сопротивление R30 включены между входом и выходом операционного усилителя и исключают переход цепи в режим положительной обратной связи. Конденсаторы C46, C52 - C55 устанавливают коэффициент усиления операционного усилителя и обеспечивают динамическую устойчивость.

across which the voltage for a recorder is created. The capacitors C49, C50 in the feedback divider circuit adapt the shape of the rectangular voltage so as to obtain a waveform factor approximately equal to that of a sine curve (the voltmeter is calibrated with a sinusoidal voltage). This correction is essential for those ranges in which the system of detection changes from RMS value detection to the linear one. The rectangular voltage supply is a multivibrator formed by the transistors E25, E26; it drives the flip-flop circuit formed by the transistors E23, E24. This circuitry ensures the production of a perfectly symmetrical rectangular voltage. The resistor R29, R31, R32 are special stable components, and the powering voltage has improved thermal stability. Thus, it is ensured that, after suitable voltage division (by R38, R172, R173), the rectangular voltage can be employed for calibrating the LF - AC voltmeter.

In order to ensure correct operation of the RF voltmeter, certain auxiliary circuits are employed. The diodes E27, E28 and the resistor R30 are connected between the input and the output of the operational amplifier and make it impossible for the feedback loop to change over to positive coupling. The capacitors C46, C52 to C55 modify the amplifying properties of the operational amplifier and ensure dynamic stability.

### 8.2.2. Nízkofrekvenční voltmetr

Měřený signál připojený na svorku označenou U~ přes oddělovací kondenzátor C20 se přivádí buď přímo nebo přes korigované vstupní děliče R51, R53, R55, R57, C22, C24 a R50, R52, R54, R56, C21, C23 přepínané přepínači C1 a C2 na vstup impedančního transformátoru tvořeného MOS tranzistorem E33 a tranzistorem E34. Vstup je jištěn dvěma diodami E31, E32 a odporem R58. Diody mají ss předpětí dané Zenerovou diodou E35, takže ome-

### 8.2.2. Вольтметр НЧ

Измеряемый сигнал, подаваемый на зажим, обозначенный U~, через развязывающий конденсатор C20, подается прямо или через корректированные входные делители R51, R53, R55, R57, C22, C24 и R50, R52, R54, R56, C21, C23, переключаемые переключателями C1 и C2 на вход трансформатора сопротивлений, образованного транзистором MOS E33 и транзистором E34. Вход защищен двумя диодами E31, E32 и сопротивле-

### 8.2.2. LF - AC voltmeter

The signal to be measured, applied to the terminal marked U~, passes through the isolating capacitor C20 and then to the input of the impedance transformer formed by a MOS transistor E33 and the transistor E34 either directly, or via the frequency-corrected input dividers (R51, R53, R55, R57, C22, C24 and R50, R52, R54, R56, C21, C23) which are controllable with the switches C1 and C2. The input is protected by two diodes E31, E32 and by the

zují napětí větší než asi 3 V. Kondenzátor C29 rozšiřuje kmitočtové pásmo. Na výstupu impedančního transformátoru je dělič R96—R98, který spolu se vstupními děliči zajišťuje výstupní napětí 0 až 27 mV pro všechny rozsahy. Následuje invertor (E36), na jehož výstupu jsou dvě stejná napětí s opačnou fází. Tato napětí jsou usměrněna diodami E37, E39. Stejnosměrné napětí se podobně jako u rf voltmetu vede přes kontakty tlačítka 10h na operační zesilovač a dále klíčovač. Výstupní obdélníkové napětí se z klíčovače přes kontakty tlačítka 9a přivádí na zpětnovazební dělič R41-R45. Tímto se nastavuje základní rozsah 30 mV při kalibraci. Vydané kompenzační obdélníkové napětí se vede na diody E38, E40 a kompenzuje usměrněné napětí měřeného signálu. Po dosažení rovnováhy je výstupní napětí klíčovače (na R20) opět uměrně vstupnímu napětí a indikujeme jeho střední hodnotu výstupním měřidlem.

Odpory R78, R80, R86, R87 rozšiřují oblast efektivní detekce použitých diod. Odpory R82, R83, R84, R85, R88, R89 nejsou funkční a slouží jen jako tepelné odpory. Jsou použity z konstrukčních důvodů pro zmenšení vlivu změn okolní teploty. Z pomocných obvodů jsou diody E27, E28 a odpor R30 ve stejné funkci jako u rf voltmetu, úpravu zesílení a dynamických vlastností zajišťuje kondenzátor C14.

### 8.3. Napájecí zdroje

Multimetr je napájen dvěma napětími +15 V a -15 V. Síťové napětí je vedeno přes síťový filtr

niem R58. Napětia směšení diod je určeno stabilizátorem E35, takže všechna napětia vyšší než asi 3 V jsou omezena. Kondenzátor C29 rozšiřuje frekvenční pásmo. Na výstupu impedančního transformátoru je dělič R96—R98, který spolu se vstupními děliči zajišťuje výstupní napětí 0 až 27 mV pro všechny rozsahy. Následuje invertor (E36), na jehož výstupu jsou dvě stejná napětí s opačnou fází. Tato napětia jsou usměrněna diodami E37, E39. Stejnosměrné napětí se podobně jako u rf voltmetu vede přes kontakty tlačítka 10h na operační zesilovač a dále klíčovač. Výstupní obdélníkové napětí se z klíčovače přes kontakty tlačítka 9a přivádí na zpětnovazební dělič R41-R45. Tímto se nastavuje základní rozsah 30 mV při kalibraci. Vydané kompenzační obdélníkové napětí se vede na diody E38, E40 a kompenzuje usměrněné napětí měřeného signálu. Po dosažení rovnováhy je výstupní napětí klíčovače (na R20) opět uměrně vstupnímu napětí a indikujeme jeho střední hodnotu výstupním měřidlem.

### 8.3. Источники питания

Мультиметр питается двумя напряжениями +15 В и -15 В. Напряжение сети подается через се-

resistor R58. The diodes obtain a DC bias voltage determined by the Zener diode E35 and therefore limit all voltages higher than about 3 V. The capacitor C29 extends the frequency band. To the output of the impedance transformer is connected a divider R96 to R98 which, in cooperation with the input dividers, ensures an output voltage within the range 0 to 27 mV for all the measuring ranges. The inverter E36 which follows, produces two equal voltages of opposite phase. These voltages are rectified by the diodes E37, E39. The DC voltage (similarly as in the case of the RF voltmeter) passes on to the operational amplifier via the push-button contacts 10h and then to the chopper. The rectangular output voltage of the chopper reaches the feedback divider R41 to R45 via the push-button contacts 9a. This divider serves for setting the basic range 30 mV of the multimeter during calibration. The divided compensating rectangular voltage is applied to the diodes E38, E40 and compensates the rectified voltage of the measured signal. When equilibrium has been reached, then the output voltage of the chopper (across R20) is once more proportional to the input voltage and its mean value is indicated by the meter of the instrument.

The resistors R78, R80, R86, R87 extend the range of RMS value detection of the employed diodes. The resistors R82, to R85, R88, R89 are not active components; they are thermal units, the only purpose of which is to reduce the influence of ambient temperature variations. As far as the auxiliary circuits are concerned, the purpose of the diodes E27, E28 and of the resistor R30 is the same as in the RF voltmeter. The capacitor C14 modifies the amplifying properties of the operational amplifier and ensures dynamic stability.

### 8.3. Power supplies

The multimeter is powered by two voltages: +15 V and -15 V. The mains voltage passes to the pri-

TC241, síťový vypínač (tlačítko T1) a síťový volič na primární vinutí transformátoru. Zapnutí sítě indikuje doutnavka D1. Na sekundární straně transformátoru jsou dvě vinutí. Jedno napájí zdroj pro měření odporu. Byl popsán dříve. Druhé vinutí napájí usměrňovač v můstkovém zapojení — diody E1—E4. Usměrněné napětí filtrované kondenzátory C1 a C2 se vede na dva stabilizátory běžného provedení. Stabilizátor záporného napětí získává referenční napětí pomocí Zenerovy diody E14. Stejnospěrný zesilovač (tranzistor E9) řídí regulační člen tvořený tranzistory E10 a E11. Výstupní napětí se nastaví potenciometrem R15. Zvětšení stability na změnu sítě zajišťuje odpor R13. Stabilizátor kladného napětí je podobného zapojení. Diody E12, E13 s potenciometrem R8 kompenzují teplotní závislost Zenerovy diody E8 a stejnospěrného zesilovače E7. Výstupní napětí se dostaví potenciometrem R9.

Multimetr je možné napájet baterií. Baterie se připojují na vstupy stabilizátorů přes diody E15, E16, které chrání přístroj proti případnému přepólování baterií.

## 9. POKYNY PRO ÚDRŽBU

Multimetr je jednoduché konstrukce a neobsahuje náročné mechanické části. Při případných opravách pájených spojů je nutno použít pájku s nízkou termoelektrickou silou v místech označených ve schématech šipkou. Doporučujeme jednou za dva roky vyčistit prach z přístroje suchým štětcem, provést kontrolu přesnosti a případné dostavení

tevový filtr TC241, síťový vypínač (knopka T1) a perеключатель напряжения сети на первичную обмотку трансформатора. Включение сети сопровождается зажиганием лампы тлеющего разряда D1. Трансформатор имеет две вторичные обмотки. Одна служит для питания источника при измерении сопротивлений. Этот источник описан выше. Вторая вторичная обмотка служит для питания выпрямителя, собранного по схеме моста - диоды E1 - E4. Выпрямленное напряжение, сглаженное конденсаторами С1 и С2, подается на вход двух стабилизаторов обычного исполнения. Стабилизатор отрицательного напряжения использует в качестве опорного напряжение стабилитрона E14. Усилитель постоянного тока (транзистор E9) управляет схемой регулирования, собранной на транзисторах E10 и E11. Выходное напряжение устанавливается потенциометром R15. Увеличение устойчивости по отношению к изменениям напряжения сети осуществляется сопротивлением R13. Стабилизатор положительно напряжения имеет аналогичную схему. Диоды E12, E13, с потенциометром R8 компенсируют температурную зависимость стабилитрона E8 и усилителя постоянного тока E7. Выходное напряжение устанавливается потенциометром R9.

Мультиметр можно питать от батареи. Батареи подключаются ко входам стабилизаторов через диоды E15, E16, защищающие прибор от случайного изменения полярности подключаемых батарей.

## 9. УКАЗАНИЯ ПО УХОДУ

Мультиметр имеет простую конструкцию и не содержит сложных механических частей. При ремонте паянных соединений необходимо применять припой с малой термоэлектрической силой в местах, обозначенных на схеме стрелкой. Рекомендуется один раз через два года устранить пыль из прибора с помощью сухой кисти, про-

mary of the mains transformer through the mains filter TC241, the mains switch (push-button T1) and the mains voltage selector W. When the power is on, the pilot lamp D1 glows. The secondary of the mains transformer has two windings, one of which powers the supply for resistance measurements (already mentioned in item 8. 1.), the second winding powers a rectifier in bridge connection — diodes E1 to E4. The rectified voltage filtered by the capacitors C1 and C2 is applied to two stabilizers of conventional design. The stabilizer of the negative voltage obtains reference voltage by means of the Zener diode E14. The DC amplifier (transistor E9) drives a control element formed by the transistors E10 and E11. The output voltage is controllable with the potentiometer R15. The influence of mains voltage fluctuations is reduced by the resistor R13. The stabilizer of the positive voltage is of similar design. The diodes E12, E13 and the potentiometer R8 compensate the thermal dependence of the Zener diode E8 and of the DC amplifier E7. The output voltage is adjustable with the potentiometer R9.

The multimeter can be powered also by an external battery. This battery has to be connected to the inputs of the stabilizers via the diodes E15, E16 which protect the multimeter from damage in the case of accidental reversed battery connection.

## 9. INSTRUCTIONS FOR MAINTENANCE

The multimeter is of relatively simple design and has no involved mechanical parts. Should repair on one of the printed circuit boards become necessary, then only a soldering gun of low thermoelectric power will have to be used at the points which are marked with arrows in the wiring diagram. It is recommended to clean dust from the

(viz kapitolu 10. Pokyny pro opravy). Při nesprávné funkci řadičů je možné je vyčistit čistým benzínem, kontakty je nutné namazat pětiprocentním roztokem kontaktní vazelíny v benzínu. Tlačítkovou soupravu ani řadiče nedoporučujeme čistit prostředky, které by mohly zhoršit povrchový svodový odpor.

Vf sonda údržbu nevyžaduje. Je však nutno s ní zacházet velmi opatrně, poněvadž při silných nárazech by mohlo dojít k poškození detekčních diod, což má za následek nepřípustné zvětšení chyb při měření.

## 10. POKYNY PRO OPRAVY

Výrobě multimetru byla věnována maximální péče z hlediska jakosti. Při kontrolách chyb jednotlivých parametrů bylo použito speciálních postupů a zařízení, umožňujících spolehlivě ověřit chyby přístroje, přičemž do zaručovaných tolerancí jsou zahrnuti i chyby měřicího zařízení.

Při opravách na odkrytovaném přístroji musíme dodržet zásady bezpečnosti práce platné pro obvody pod nebezpečným napětím. Při výměně polovodičů nutno postupovat opatrně, aby nedošlo k jejich poškození přílišným zahřátím. Při výměně nebo pájení v blízkosti MOS tranzistoru KF521 (E33) nutno tento tranzistor nejdříve zkratovat, jinak hrozí poškození elektrickým nábojem. Při hledání závady není vhodné otáčet dostavovacími prvky.

извести контроль точности и, в случае необходимости, установку прибора (см. главу 10. «Указания по ремонту»). При неправильной работе переключателей их можно чистить чистым бензином. Контакты следует смазать 5 % раствором контактного вазелина в бензине. Кнопочный и переключатели не рекомендуется чистить средствами, которые могли бы уменьшить поверхностное сопротивление утечки.

Зонд ВЧ не нуждается в уходе. Однако с ним необходимо обращаться весьма осторожно, так как в результате сильных ударов могли бы пострадать детекторные диоды, что привело бы к появлению недопустимых погрешностей при измерении.

## 10. УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ

Мультиметру при производстве уделяется максимальное внимание. При контроле точности отдельных параметров используются специальные операции и устройства, позволяющие надежно найти погрешности прибора, причем гарантируемые допуски содержат и погрешности измерительного прибора.

При ремонте прибора со снятыми крышками необходимо соблюдать правила техники безопасности по работе со схемами, находящимися под опасным напряжением. При замене полупроводниковых приборов необходимо поступать осторожно во избежания их повреждения чрезмерным нагревом. При замене или пайке вблизи MOS транзистора KF521 (E33) последний необходимо сначала шунтировать, в противном случае он может быть поврежден электрическим зарядом. При отыскании неисправности нецелесообразно поворачивать ручки подстройки. Их положение изменяется только при общей регулиров-

multimeter once every two years by using a soft paint brush and to check the accuracy of the instrument as described in section 10 — “Instructions for repairs”. If incorrect operation of the selectors is noticed, it is best to clean them with pure petrol and then to apply to the contact tips a 5 % solution of contact grease in petrol. It is not recommended to clean the selectors or the push-button assembly with agents which can worsen the surface leakage resistance.

The RF probe does not require any maintenance at all. However, it is essential to handle it with care, as shocks could easily damage the built-in detector diodes, resulting in undesirable increase of the measuring errors.

## 10. INSTRUCTIONS FOR REPAIRS

Maximum care has been devoted to the multimeter during production, especially as far as quality, accuracy and reliability are concerned. For checking the accuracy of the individual parameters of the instrument, special procedures and equipment were used ensuring reliable assessment of the errors whilst including in the guaranteed tolerances also the inaccuracy of the employed measuring setup. When repairs on the instrument are carried out, after its cover has been removed, it is necessary to observe the usual safety measures concerning equipment operating with high voltages. When semiconductor devices are being exchanged, great care is necessary in order to preclude damage through overheating. During soldering work close to the MOS transistor KF521 (E33), or when this component is being exchanged, it is essential to short-circuit it beforehand, in order to prevent its destruction by electric charges. During trouble shooting, it is not advisable to alter the settings of the adjusting elements of the instrument (these have to be reset only during general adjustment).

Jejich postavení měníme jen při celkovém nastavení multimeteru. Při hledání závad postupujeme podle následujících pokynů:

#### 10.1. Přístroj neměří ss napětí

Přístroj připojíme na síťové napětí  $220\text{ V} \pm 2,5\%$  ( $120\text{ V} \pm 2,5\%$ ) a provedeme kontrolu napájecích zdrojů.

Napětí na bodech 1-9, 2-9 je:  $20\text{ V} \pm 5\%$

Napětí na C1, C2:  $+25\text{ V}, -25\text{ V} \pm 5\%$  (tlačítko T2: ss měření)

Napětí na 6-7, 6-5 je  $+15\text{ V} \pm 5\%, -15\text{ V} \pm 3\%$

ке мультиметру. При отыскании неисправностей поступают по нижеследующим инструкциям:

#### 10.1. Прибор не измеряет напряжение постоянного тока

Прибор подключить к сети напряжением  $220\text{ V} \pm 2,5\%$  ( $120\text{ V} \pm 2,5\%$ ) и осуществить контроль источников питания.

Напряжение в точках 1-9, 2-9 составляет:  $20\text{ V} \pm 5\%$ .

Напряжение на C1, C2:  $+25\text{ В}, -25\text{ В} \pm 5\%$  (кнопка T2 в положении измерения пост. тока)

Напряжение в точках 6-7, 6-5 составляет:  $+15\text{ В} \pm 5\%, -15\text{ В} \pm 3\%$ .

If a defect occurs, in order to find the fault it is recommended to carry out the following procedures:

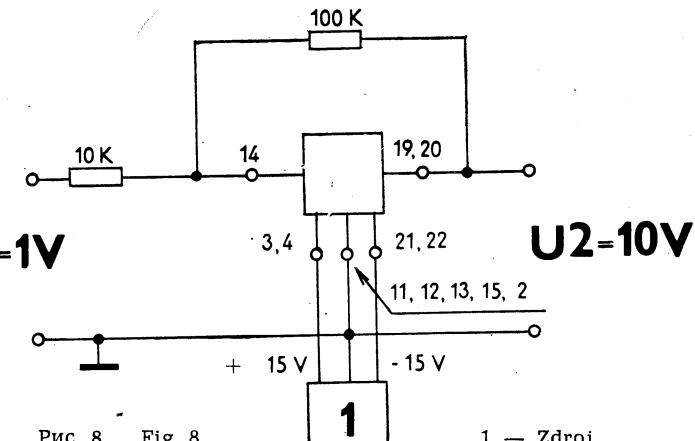
#### 10.1. The multimeter does not measure DC voltages

With the instrument connected to mains of  $220\text{ V} \pm 2.5\%$  ( $120\text{ V} \pm 2.5\%$ ), the power supplies have to be checked as follows:

The voltage on the points 1-9, 2-9 is  $20\text{ V} \pm 5\%$

The voltage on C1, C2 is  $+25\text{ V}, -25\text{ V}, \pm 5\%$ , respectively (push-button T2 set for DC measurements)

The voltage on 6-7, 6-5 is  $+15\text{ V} \pm 5\%, -15\text{ V} \pm 3\%$ , respectively.



Obr. 8 Rис. 8 Fig. 8

1 — Zdroj  
1 — Источник  
1 — Power supply

Zkontrolujeme, je-li napájecí napětí  $\pm 15\text{ V}$  přivedeno na nožovou lištu operačního zesilovače, body 3, 4 — 11, 12 a 21, 22 — 11, 12. Jsou-li napětí v pořádku, provedeme kontrolu operačního zesilovače podle obrázku.

Следует убедиться в том, что напряжение питания  $\pm 15\text{ В}$  подается на ножевой разъем операционного усилителя, точки 3, 4 — 11, 12 и 21, 22 — 11, 12. Если напряжения исправны, то произвести контроль операционного усилителя по ри-

It is necessary to ensure that the powering voltage of  $\pm 15\text{ V}$  is available on the blade connector strip of the operational amplifier: points 3, 4 — 11, 12 and 21, 22 — 11, 12. If the powering voltages are correct, then the operational amplifier has to be

Ověření lze provést na zvláštním přípravku nebo využitím multimetru tak, že odpojíme přívody z bodu 14 a 19, 20 a připojíme odpory  $10 \text{ k}\Omega \pm 1\%$  a  $100 \text{ k}\Omega \pm 1\%$  na body podle obr. 8. Na vstup (U1) přivedeme ss napětí  $1 \text{ V} \pm 1\%$ , na výstupu (U2) musíme naměřit  $10 \text{ V} \pm 2\%$ . Vyskytne-li se závada na operačním zesilovači, jeho opravu svěříme výrobnímu podniku k. p. TESLA Brno. Jsou-li napájecí zdroje a operační zesilovač v pořádku, jsou další závady v poškozených odporech, kondenzátorech, přepínacích prvcích nebo propojovacích vodičích. Při správné funkci je pro každý rozsah při plné výchylce měřidla mezi body 19, 20 a 11, 12 napětí  $10 \text{ V} \pm 1\%$ . K měření na bodech 19, 20 a 11, 12 musíme použít měřidla s plovoucím vstupem.

сунку. Проверку можно осуществлять с помощью специального приспособления или при использовании мультиметра при отключении выводов от точек 14 и 19, 20 и подключении сопротивления  $10 \text{ к}\Omega \pm 1\%$  и  $100 \text{ к}\Omega \pm 1\%$  к точкам по рисунку 8. На вход (U1) подается напряжение постоянного тока  $1 \text{ В} \pm 1\%$  и на выходе (U2) должно быть измерено напряжение  $10 \text{ В} \pm 2\%$ . При появлении неисправности операционного усилителя последний следует отправить на ремонт на завод-изготовитель. Если источники питания и операционный усилитель исправны, то следующей причиной неисправности могут быть поврежденные сопротивления, конденсаторы, переключатели или соединительные провода. При правильной работе полному отклонению стрелки прибора должно соответствовать напряжение  $10 \text{ В} \pm 1\%$  между точками 19, 20 и 11, 12. Измерение напряжения в точках 19, 20 и 11, 12 должно осуществляться с помощью измерительного прибора с плавающим входом.

tested in a setup according to Fig. 8. This test can be carried out either with the aid of a special jig, or by using the multimeter itself, as follows: The leads to points 14 and 19, 20 have to be disconnected and resistors of  $10 \text{ k}\Omega \pm 1\%$  and  $100 \text{ k}\Omega \pm 1\%$  respectively connected to these points as shown in Fig. 8. A DC voltage of  $1 \text{ V} \pm 1\%$  has to be applied to input U1. On output U2 a voltage of  $10 \text{ V} \pm 2\%$  must be measurable. If the operational amplifier exhibits a defect, it can be repaired only by its makers. If the powering voltages and the operational amplifier are in order, then some component, resistor, capacitor, switch or connection could be defective. For correct operation, it is necessary to have a voltage of  $10 \text{ V} \pm 1\%$  between the points 19, 20 and 11, 12 with any measuring range selected at full-scale deflection. For measuring the voltages on the points 19, 20 and 11, 12, a meter with floating input must be employed.

## 10.2. Přístroj neměří stejnosměrné proudy

Funkce ss voltmetu je správná. Chyba může být v obvodu tlačítka 6, řadiče A1, A2 a bočníku R112 až R127.

## 10.3. Přístroj neměří odpory

Funkce stejnosměrného voltmetu je správná. Chyba je v obvodu tlačítka 4, řadiče B1 normálových odporů a zdroje. Kontroly napětí zdroje pro měření odporu:

body 11, 12:  $13 \text{ V} \pm 5\%$   
na C9:  $11 \text{ V} \pm 5\%$   
na R46:  $100 \text{ mV} \pm 2\%$

## 10.2. Прибор не измеряет постоянные токи

В режиме вольтметра постоянного тока прибор работает правильно. Погрешность может иметь место в цепи кнопки 6 переключателей A1, A2 и шунтов R112-R127.

## 10.3. Прибор не измеряет сопротивления

В режиме вольтметра постоянного напряжения прибор работает правильно. Погрешность имеет место в цепи кнопки 4 переключателя B1 эталонных сопротивлений и источника питания. Контроль напряжения источника для измерения сопротивления:

точки 11, 12:  $13 \text{ В} \pm 5\%$   
на C9:  $11 \text{ В} \pm 5\%$   
на R46:  $100 \text{ мВ} \pm 2\%$

## 10.2. The multimeter does not measure DC currents

The instrument operates correctly as a DC voltmeter. The defect could be in the circuit of the push-button 6, in the selector A1, A2, or in the shunt R112 to R127.

## 10.3. The multimeter does not measure resistances

The instrument operates correctly as a DC voltmeter. The defect could be in the circuit of push-button 4, in the selector B1 of the standard resistors and of the power supply.

To check the power supply for resistance measurements, the following voltages have to be measured:

On points 11, 12:  $13 \text{ V} \pm 5\%$   
On C9:  $11 \text{ V} \pm 5\%$   
On R46:  $100 \text{ mV} \pm 2\%$

#### 10.4. Přístroj neměří vf napětí se sondou

Napájecí zdroje a operační zesilovač jsou v pořádku. Kontrola funkce zdroje, obdělníkového kompenzačního napětí a klíčovače:

Vyjmeme operační zesilovač, přístroj připojíme na síťové napětí 220 V  $\pm 5\%$  (120 V  $\pm 5\%$ ). Tlačítko 2 je ve funkci střídavá měření. Tím je připojeno napájecí napětí ss napětí k obvodu pro střídavá měření — zkонтrolujeme voltmetrem v bodech 22, 21. Na kondenzátor C1 a proti zemi (bod 15) připojíme osciloskop (například BM 420). Musí zde být obdělníkové napětí o amplitudě asi 8 V a kmitočtu 1 kHz  $\pm 20\%$ . Připojíme osciloskop na kolektor E21 (R20). Na vstup klíčovače E22 (bod 20, R27) připojíme zdroj stejnosměrného proměnného napětí 0—10 V. Kladný pól na zem (bod 15), záporný pól na vstup klíčovače. Při nulovém ss napětí na vstupu klíčovače je rovněž nulové obdělníkové napětí na výstupu. Plynulým zvětšováním ss napětí se rovněž plynule zvětšuje obdělníkové napětí. Vstupnímu napětí 10 V odpovídá amplituda obdělníkového napětí asi 8,4 V  $\pm 10\%$ .

Výstup operačního zesilovače při správné funkci a maximální výchylce měřidla dává vždy jen záporné napětí v hodnotě asi 9 V  $\pm 10\%$ .

Objeví-li se i kladné napětí, je vadný obvod E27, E28, R30.

##### 10.4.1. Kontrola vf sondy

Odpojíme sondu od multimetru. Na vstup sondy připojíme z generátoru střídavé napětí 3 V  $\pm 5\%$ ,  $f = 100$  kHz. Na kolík č. K3 připojíme ss milivolt-

#### 10.4. Прибор не измеряет напряжение ВЧ с помощью зонда

Источники питания и операционный усилитель исправны. Контроль источника питания, компенсирующего напряжения прямоугольной формы и ключевой схемы.

Вынуть операционный усилитель, прибор подключить к напряжению сети 220 В  $\pm 5\%$  (120 В  $\pm 5\%$ ). Кнопка 2 находится в положении, соответствующем режиму измерения переменных величин. В результате этого подается напряжение питания постоянного тока в схему измерения переменных величин — проконтролировать вольтметром в точках 22, 21. К конденсатору C11 и земле (точка 15) подключить осциллоскоп (например, BM 420). На экране должно быть прямоугольное напряжение размахом прибл. 8 В частотой 1 кГц  $\pm 20\%$ . Подключить осциллоскоп к коллектору E21 (R20). На вход ключевой схемы E22 (точка 20, R27) подать напряжение постоянного тока источника переменного напряжения 0—10 В. Положительный полюс замкнут на землю (точка 15), отрицательный полюс подключен ко входу ключевой схемы. При нулевом напряжении постоянного тока на входе ключевой схемы имеет место нулевое напряжение прямоугольной формы на выходе. В результате плавного увеличения напряжения постоянного тока также плавно увеличивается напряжение прямоугольной формы. Входному напряжению 10 В соответствует амплитуда прямоугольного напряжения прибл. 8,4 В  $\pm 10\%$ . На выходе операционного усилителя при его правильной работе и максимальном отклонении стрелки прибора имеется всегда только отрицательное напряжение величиной прибл. 9 В  $\pm 10\%$ . Если на выходе появится и положительное напряжение, то неисправна схема E27, E28, R30.

##### 10.4.1. Контроль зонда ВЧ

Отключить зонд от мультиметра. На вход зонда подать переменное напряжение 3 В  $\pm 5\%$ ,  $f = 100$  кГц с выхода генератора. К штифту K3

#### 10.4. The multimeter does not measure RF voltages with the RF probe employed

The supply of the rectangular voltage and the chopper must be tested provided the power supplies and the operational amplifier are in order. The procedure is as follows:

With the operational amplifier removed, the multimeter has to be connected to a supply of 220 V  $\pm 5\%$  (or 120 V  $\pm 5\%$ ). Push-button 2 has to be in the position for AC measurements. Thus, the powering DC voltage is applied to the circuitry for AC measurements as can be ascertained by checking the voltage on points 22, 21. An oscilloscope (e. g. BM 420) has to be connected between the capacitor C11 and earth (point 15). A rectangular voltage of 1 kHz  $\pm 20\%$  frequency and of approximately 8 V amplitude must be displayed. Then, the oscilloscope has to be connected to the collector of E21 (R20) and a supply of a variable DC voltage of 0 to 10 V applied to the input of the chopper E22 (point 20, R27). The positive pole has to be connected to earth (point 15) and the negative pole to the input of the chopper. When the DC voltage on the chopper input is zero, then a rectangular voltage is not on its output. By gradually increasing the DC voltage, the rectangular output should also increase gradually, until at 10 V input, the amplitude of the rectangular output voltage reaches approximately 8.4 V  $\pm 10\%$ .

The output voltage of the correctly working operational amplifier is always negative and should be approximately 9 V  $\pm 10\%$  at f. s. d. of the meter. If a positive voltage is obtained, then the circuit E27, E28, R30 is defective.

##### 10.4.1. Testing the RF probe

The probe has to be disconnected from the input of the multimeter. An AC of 3 V  $\pm 5\%$  of 100 kHz frequency, derived from a suitable generator, has

metr s velkým vstupním odporem, tj.  $> 100 \text{ M}\Omega$  (multimetr BM 518, pikoampérmetr BM 483) a změříme ss napětí. Hodnota má být v rozmezí  $1 \pm 1.2 \text{ V}$ .

Výstupní napětí generátoru  $3 \text{ V} \pm 5\%$ ,  $f = 100 \text{ kHz}$  připojíme na kolík K4. Výstupní ss napětí na kolíku K3 má být stejné jako v předešlém případě s tolerancí  $\pm 3\%$ . Nejsou-li napětí stejná, je některá z diod vadná (pravidelně s menším napětím).

Soudíme je nutné poslat k opravě výrobci i s přístrojem, kde po výměně diod bude přístroj přejechován. Není-li funkce vf voltmetu i po těchto kontrolách správná, nutno kontrolovat správnost funkce tlačítka T2, T10, přepínačů C3, C4, C5 a příslušných kondenzátorů a odporů.

#### 10.5. Přístroj neměří nízkofrekvenční napětí

Funkce operačního zesilovače a klíčovače je správná. Na vstup připojíme střídavé napětí  $30 \text{ mV} \pm 3\%$ ,  $f = 1 \text{ kHz}$ . Přepínač rozsahu je na  $30 \text{ mV}$ . Osciloskopem kontrolujeme napětí na výstupu impedančního transformátoru, bod 40 (C30), hodnota má být asi  $27 \text{ mV} \pm 5\%$ . Zvyšujeme napětí a pozorujeme, kdy nastává omezování sínusového napětí. Nemá nastat dříve než při  $2.5-3 \text{ V}$  špičkové hodnoty vstupního střídavého napětí. Pro vstupní napětí  $30 \text{ mV}$ ,  $f = 1 \text{ kHz}$  dále kontrolujeme napětí na výstupu invertoru na bodech 37 a 38. Hodnota napětí má být asi  $26 \text{ mV} \pm 5\%$  s opačnou fází. Jsou-li

podklučit miliivoltymetr postojného toka s větším vstupním odporem, tj. e.  $> 100 \text{ M}\Omega$  (multimetr BM 518, pikoampérmetr BM 483) a změřit napětí postojného toka. Jego hodnota má být v rozmezí  $1 \text{ V} \pm 1.2 \text{ V}$ .

Výstupní napětí generátoru  $3 \text{ V} \pm 5\%$ ,  $f = 100 \text{ kHz}$  podat na štift K4. Výstupní ss napětí na štiftu K3 má být také stejné jako v předešlém případě s tolerancí  $\pm 3\%$ . Pokud napětí nejsou stejná, jedna z diod je vadná (pravidelně s menším napětím).

Zondu je nutné poslat k opravě výrobci i s přístrojem, kde po výměně diod bude přístroj přejechován. Není-li funkce vf voltmetu i po těchto kontrolách správná, nutno kontrolovat správnost funkce tlačítka T2, T10, přepínačů C3, C4, C5 a příslušných kondenzátorů a odporů.

#### 10.5. Прибор не измеряет напряжения низкой частоты

Операционный усилитель и ключевая схема работают правильно. На вход подать переменное напряжение  $30 \text{ мВ} \pm 3\%$ ,  $f = 1 \text{ кГц}$ . Переключатель пределов находится в положении  $30 \text{ мВ}$ . С помощью осциллографа проконтролировать напряжение на выходе трансформатора сопротивлений, точка 40 (C30). Напряжение должно составлять прибл.  $27 \text{ мВ} \pm 5\%$ . Увеличивать напряжение и наблюдать момент, когда синусоидальное напряжение начинает ограничиваться. Ограничение должно начаться не ранее, чем при напряжении  $2.5 \text{ В}-3 \text{ В}$  пикового значения на входе. При входном напряжении  $30 \text{ мВ}$   $f = 1 \text{ кГц}$  далее проконтролировать напряжение на выходе

to be applied to the input of the probe. A DC millivoltmeter of high input resistance, i. e.  $> 100 \text{ M}\Omega$ , (e. g. multimeter BM 518, picoammeter BM 483), has to be connected to the pin K3, and the DC voltage measured. The result should be within the limits  $1 \text{ V} \pm 1.2 \text{ V}$ .

Then, the same output voltage of the employed generator has to be applied to pin K4. The output DC voltage on pin K3 must be the same as in the previous case, the permissible tolerance being  $\pm 3\%$ . If the two voltages are not equal, one of the diodes must be defective. (Usually the one having the lower voltage). The probe will have to be sent for repair to the makers, where it will be also recalibrated after the diodes have been exchanged.

If the RF voltmeter does not operate satisfactorily even after the described tests, then the push-buttons T2, T10 and the switches C3, C4, C5 together with the pertaining resistors and capacitors will have to be tested and repaired, or exchanged if necessary.

#### 10.5. The multimeter does not measure LF voltages

The operational amplifier and the chopper operate correctly. An AC voltage of  $30 \text{ mV} \pm 3\%$  of  $1 \text{ kHz}$  frequency has to be applied to the input. The range selector has to be set to  $30 \text{ mV}$ . The output voltage of the impedance transformer point 40, (C30) measured with an oscilloscope should be approximately  $27 \text{ mV} \pm 5\%$ . The input voltage has to be increased and it has to be ascertained when the limitation of the sinusoidal voltage starts; it should not take place before  $2.5 \text{ V}$  to  $3 \text{ V}$  peak value of the input AC has been reached. At an input voltage of  $30 \text{ mV}$  of  $1 \text{ kHz}$  frequency, the output voltage of the inverter (points 37, 38) has to be checked; it should be approximately  $26 \text{ mV} \pm 5\%$  of op-

vadné diody E37—E40, musíme vyměnit vždy celou čtevřici. Diody jsou vybírány podle zvláštního předpisu ve výrobním závodě. Poškození diod napěťovým přetížením je málo pravděpodobné, mají dvojíou ochranu:

- a) společnou s tranzistorem MOS E33
- b) zmenšené napájecí napětí invertoru (Zenerova dioda E35). K poškození diod může dojít rovněž mechanickými nárazy — pád přístroje apod.

Jiné závady jsou možné v tlačítkách T9, T10, v přepínačích C1, C2 a vstupních děličích.

Po provedených opravách nebo v odpovídajících časových údobích je třeba provést kontrolu chyb způsobem dále popsaným.

#### 10.6. Celkové nastavení přístroje

Při výměně některých součástí může dojít ke změně přesnosti přístroje. V dalším textu je proto popsán způsob nastavení přístroje. Před cejchováním odkrytujeme přístroj. Vnitřní kryt nesmíme při cejchování odejmout. Přístroj by vlivem parazitních brumů nebyl správně nastaven. V krytu jsou příslušné otvory s označením nastavovacích prvků. Kontrolu přesnosti přístroje je nutno provádět až po ustálení teploty a v místnosti, kde nejsou náhlé změny teploty. Přístroj před kontrolou necháme v provozu asi půl hodiny.

инвертора в точках 37 и 38. Значение напряжения должно быть прибл. 26 мВ,  $\pm 5\%$  и должно иметь обратную фазу. Если вышли из строя диоды Е37 - Е40, то всегда следует заменить всю четверку. Диоды подбираются по специальной инструкции на заводе-изготовителе. Повреждение диодов в результате перегрузки напряжением маловероятно, так как они оснащены двойной защитой:

- а) общая защита с транзистором MOS E33
- б) уменьшенное напряжение питания инвертора (стабилитрон Е35). Повреждение диодов может иметь также место в результате механического воздействия (удары, падение прибора и т. п.).

Другие неисправности могут иметь место в системе кнопок Т9, Т10 и в переключателях С1, С2, а также во входных делителях.

После выполнения ремонта или по истечении соответствующих интервалов времени необходимо произвести контроль точности прибора в соответствии со сказанным ниже.

#### 10.6. Общая регулировка прибора

При замене некоторых деталей может иметь место изменение точности прибора. Поэтому в дальнейшем описан способ регулировки прибора. Перед градуировкой следует снять крышку прибора. Внутреннюю крышку не следует снимать при градуировке, так как в результате наличия наводок градуировка прибора была бы неточной. В крышке предусмотрены отверстия с соответствующим обозначением подстроек элементов. Контроль точности прибора необходимо осуществлять после установления температуры и в помещении без резких измерений температуры окружающего воздуха. Перед контролем прибор следует прогревать в течение прибл. пол-часа.

posite phase. If one of the diodes E37 to E40 is defective, always the whole set of four must be exchanged, as these diodes are specially selected and matched by the makers. Damage to the diodes by overvoltage is not probable, as they have double protection:

- а) Common with that of the MOS transistor E33
- б) Reduced inverter powering voltage (Zener diode E35)

However, the diodes can be damaged by shocks (if the instrument is dropped, etc.).

Other defects are possible in the push-buttons T9, T10, in the switches C1, C2, and in the input dividers.

After carrying out a repair of any of the described defects, or after lengthy operation, the accuracy of the multimeter should be tested by carrying out the following procedure.

#### 10.6. General adjustment of the multimeter

The exchange of some of the components affects the accuracy of the instrument. Therefore, instructions follow for readjusting the instrument. For the purpose, the cover of the instrument must be removed, but the internal screening must not be taken out, as parasitic circuit noises would impair correct adjustment. In the screening are openings for the adjustment of the individual controls, the markings of which are stencilled next to the openings. The accuracy of the multimeter has to be checked and, if necessary, readjusted, only after its temperature has become stabilized, and the appropriate procedures must be carried out in a room where sudden ambient temperature changes are not encountered. Before starting the checking, the instrument must be switched on and left for approximately half an hour.

#### 10.6.1. Kontrola přesnosti stejnosměrného voltmetru

Pro kontrolu potřebujeme zdroj ss napětí  $10 \mu\text{V} - 300 \text{ V}$  s přesností  $\pm 0,5 \%$ . Uvedeme multimeter do chodu podle bodu 5.2. Nastavíme rozsah 10 V. Připojíme cejchovní zdroj s nastaveným napětím 10 V  $\pm 0,5 \%$ . Stlačíme tlačítka T8. Potenciometrem R40 nastavíme výchylku ručky měřidla na dílek 10 stupnice měřidla. Multimetr přepneme na rozsah 100 V. Připojíme cejchovní zdroj s nastaveným napětím 100 V  $\pm 0,5 \%$ . Potenciometrem R103 nastavíme výchylku ručky měřidla na dílek 10. Ostatní rozsahy kontrolujeme. Případná chyba je způsobena vadným děličem R135 až R150.

#### 10.6.2. Kontrola přesnosti ss miliampermétru

Pro kontrolu potřebujeme zdroj proudu v rozmezí  $3 \text{nA} - 100 \text{ mA} \pm 0,5 \%$ . Multimetr uvedeme do chodu podle bodu 5.2. Při správné funkci ss voltmetru je případná nepřesnost způsobena vadnými bočníky R112 až R127.

#### 10.6.3. Kontrola přesnosti ohmmetu

Multimetr uvedeme do chodu podle bodu 5.2. Ke kontrole potřebujeme odpory s přesností  $\pm 1 \%$ . Případné chyby při správné funkci ss voltmetru jsou způsobeny vadnými normálny odporů R46, R104 — R110.

#### 10.6.4. Kontrola přesnosti vf voltmetu

Multimetr uvedeme do chodu podle bodu 5.2. Ke

#### 10.6.1. Контроль точности вольтметра постоянного тока

Для контроля необходим источник постоянного напряжения  $10 \text{ мкВ} - 300 \text{ В}$  с точностью  $\pm 0,5 \%$ . Включить мультиметр по пункту 5.2. Установить предел 10 В. Подключить эталонный источник с установленным напряжением 10 В,  $\pm 0,5 \%$ . Нажать на кнопку T8. Потенциометром R40 установить стрелку прибора по делению 10 шкалы. Мультиметр переключить на предел 100 В. Подключить эталонный источник с установленным напряжением 100 В,  $\pm 0,5 \%$ . Потенциометром R103 установить отклонение стрелки прибора по делению 10. Остальные пределы проконтролировать. В случае погрешности имеет место неисправность в делителе R135 - R150.

#### 10.6.2. Контроль точности миллиамперметра постоянного тока

Для контроля необходим источник тока в пределах  $3 \text{nA} - 100 \text{ mA}$ ,  $\pm 0,5 \%$ . Мультиметр включить по пункту 5.2. При правильной работе вольтметра постоянного тока в случае обнаружения погрешности имеет место неисправность шунтов R112 - R127.

#### 10.6.3. Контроль точности омметра

Мультиметр включить по пункту 5.2. Для контроля необходимы сопротивления точностью  $\pm 1 \%$ . Возможные погрешности при работе прибора в режиме вольтметра постоянного тока вызваны вышедшими из строя эталонными сопротивлениями R46, R104 - R110.

#### 10.6.4. Контроль точности вольтметра ВЧ

Мультиметр включить по пункту 5.2. Для кон-

#### 10.6.1. Checking the accuracy of the DC voltmeter

For this test, a DC supply of  $10 \mu\text{V}$  to  $300 \text{ V}$  of  $\pm 0,5 \%$  accuracy is required.

After setting the multimeter in operation according to item 5.2., the range of 10 V has to be selected and the calibrating voltage supply set to  $10 \text{ V} \pm 0,5 \%$  connected. The push-button T8 has to be depressed. The pointer of the meter has to be set to 10 with the potentiometer R40. Then, the multimeter has to be switched over to 100 V and the calibrating voltage supply altered to produce  $100 \text{ V} \pm 0,5 \%$ . The deflection of the meter has to be set to 10 with the potentiometer R103. Finally, the remaining ranges have to be checked; if an error is found, it is caused by a defect in the divider R135 to R150.

#### 10.6.2. Checking the accuracy of the DC milliammeter

For this test, a DC supply of  $3 \text{nA}$  to  $100 \text{ mA}$  of  $\pm 0,5 \%$  accuracy is required.

After setting the multimeter in operation according to item 5.2., the accuracy of all the current ranges has to be checked. Errors, if any, are caused by defects in the set of shunts R112 to R127, provided the multimeter operates correctly as a DC voltmeter.

#### 10.6.3. Checking the accuracy of the ohmmeter

For this test, a set of standard resistors of  $\pm 1 \%$  accuracy is required.

The multimeter has to be set in operation according to item 5.2. If errors are ascertained, the standard resistors R46, R104 to R110 may be defective, provided the multimeter operates correctly as a DC voltmeter.

#### 10.6.4. Checking the accuracy of the RF-AC voltmeter

For this test, a supply of calibrating voltage of

kontrole potřebujeme cejchovní zdroj střídavého napětí 10 mV až 3 V  $\pm 0,5\%$ , f = 300 kHz. Napříč z cejchovního zdroje přivedeme na výstup sonda. Nejdříve kontrolujeme rozsah 3 V. Správnou výhylku nastavíme potenciometrem R23.

Rozsah 1 V dostavíme potenciometrem R157

Rozsah 300 mV dostavíme potenciometrem R160

Rozsah 100 mV dostavíme potenciometrem R163

Rozsah 30 mV dostavíme potenciometrem R166

Rozsah 10 mV dostavíme potenciometrem R168

Linearitu výhylky kontrolujeme pro rozsahy 100 mV, 300 mV, 1 V. Případnou odchytku upravíme změnou hodnot kondenzátoru C49—C51.

Ke kontrole ohýby hrotové sondy na vyšších kmitočtech je zapotřebí měřicích zařízení s chybou menší než:

f (MHz)	0,3	1 až 40	40 až 100
S (%)	$\pm 0,5$	$\pm 1,5$	$\pm 2$

Tuto kontrolu provádíme v průchozím adaptéru BP 5182. Při vyhodnocování chyby u uživatele se uvažuje ve shodě s metrologickými zásadami, že přístroj splňuje parametr, jestliže chyba údaje voltmetu neprekročí hodnotu, danou součtem zaručované chyby a chyby měřicího zařízení.

#### 10.6.5. Kontrola přesnosti nízkofrekvenčního voltmetu

Uvedeme multimeter do chodu podle bodu 5.2. Ke kontrole potřebujeme cejchovní zdroj střídavého

trojího neobvyklého kaliibrovacího zdroje s napětím 10 mV až 3 V,  $\pm 0,5\%$ , f = 300 kHz. Nапряжение градуировочного источника подать на зонд ВЧ. Сначала произвести контроль на пределе 3 В. Правильное отклонение установить потенциометром R23.

На пределе 1 В осуществить установку потенциометром R157

На пределе 300 мВ осуществить установку потенциометром R160

На пределе 100 мВ осуществить установку потенциометром R163

На пределе 30 мВ осуществить установку потенциометром R166

На пределе 10 мВ осуществить установку потенциометром R168.

Линейность отклонения контролируется на пределах 100 мВ, 300 мВ, 1 В. В случае отклонения от линейности следует изменить значения конденсаторов C49—C51.

Для контроля погрешности остроконечного зонда в области более высоких частот необходимы измерительные приборы, погрешность которых менее:

f (MHz)	0,3	1 - 40	40 - 100
S (%)	$\pm 0,5$	$\pm 1,5$	$\pm 2$

Указанный контроль осуществляется с помощью проходного адаптера BP 5182. При оценке погрешности в условиях потребителя в соответствии с метрологическими принципами предполагается, что параметр выполняется, если погрешность показания вольтметра не превзойдет значение, равное сумме гарантированной погрешности и погрешности поверочной установки.

#### 10.6.5. Контроль точности вольтметра НЧ

Мультиметр включить по пункту 5.2. Для контроля необходим калиброванный источник пере-

10 mV to 3 V of  $\pm 0,5\%$  accuracy and of 300 kHz frequency is required. After setting the multimeter in operation according to item 5.2., the voltage of the calibrating supply has to be applied to the RF probe. First of all, the 3 V range has to be checked and correct deflection of the meter pointer set with the potentiometer R23. Then, the other ranges have to be corrected as follows:

Range 1 V with the potentiometer R157

Range 300 mV with the potentiometer R160

Range 100 mV with the potentiometer R163

Range 30 mV with the potentiometer R166

Range 10 mV with the potentiometer R168

Finally, the deflection linearity of the ranges 100 mV, 300 mV and 1 V has to be checked and if errors are ascertained they must be remedied by altering the values of the capacitors C49 to C51. For checking the errors of the RF probe at higher frequencies, a measuring setup is required, the errors of which are lower than the following limits:

f (MHz)	0,3	1 to 40	40 to 100
Error (%)	$\pm 0,5$	$\pm 1,5$	$\pm 2$

This check has to be carried out with the aid of the BP 5182 feed-through adapter. In conformity with the conventional methods of error interpretation, the instrument meets the stipulated accuracy of a certain parameter when the error of the meter reading does not exceed the value given by the total of the guaranteed error and the error of the measuring setup.

#### 10.6.5. Checking the accuracy of the LF - AC voltmeter

For this test, a supply of calibrating AC voltage of 30 mV to 300 V of  $\pm 0,5\%$  accuracy and of fre-

napětí 30 mV—300 V  $\pm 0,5\%$  s kmitočty  $f = 100$  Hz,  $f = 1$  kHz,  $f = 100$  kHz. Nastavíme rozsah 30 mV. Připojíme cejchovní zdroj s napětím 30 mV,  $f = 1$  kHz. Potenciometrem R45 nastavíme správnou výchylku. Přepínač K2 přepneme do polohy KAL. Je-li rozdíl ve výchylkách, opravíme hodnotu kalibračního napětí potenciometrem R9. Multimetr přepneme na rozsah 3 V. Připojíme cejchovní zdroj s napětím 3 V  $\pm 0,5\%$ ,  $f = 100$  Hz. Potenciometrem R57 nastavíme správnou výchylku. Změníme kmitočet na  $f = 100$  kHz, správnou výchylku nastavíme pomocí kondenzátoru C22. Multimetr přepneme na rozsah 100 V. Připojíme cejchovní zdroj s napětím 100 V  $\pm 0,5\%$ ,  $f = 100$  Hz. Potenciometrem R56 nastavíme správnou výchylku. Změníme kmitočet na  $f = 100$  kHz, správnou výchylku nastavíme kondenzátorem C21. Dále můžeme provést kontrolu frekvenční charakteristiky. Na měrném generátoru (např. BM 492) nastavíme několik libovolných kmitočtů. Chyba nesmí být větší než je udaná v technických datech.

menného napětění 30 mV - 300 V,  $\pm 0,5\%$  s čas-totou  $f = 100$  Гц,  $f = 1$  кГц,  $f = 100$  кГц. Установить предел 30 мВ. Подключить калиброван-ный источник напряжением 30 мВ,  $f = 1$  кГц. Потенциометром R45 установить правильное от-клонение. Переключатель K2 переключается в по-ложение КАЛ. Если имеет место разность откло-нений, то необходимо установить уровень напря-жения калибровки потенциометром R9. Мульти-метр переключить на предел 3 В. Подключить ка-либрованный источник напряжения 3 В,  $\pm 0,5\%$ ,  $f = 100$  Гц. Потенциометром R57 установить пра-вильное отклонение. Установить частоту  $f = 100$  кГц. Правильное отклонение установить конденса-tором C22. Мультиметр переключить в положение 100 В. Подключить калиброванный источни-к напряжения 100 В,  $\pm 0,5\%$ ,  $f = 100$  Гц. Потенциометром R56 установить правильное от-клонение. Установить частоту  $f = 100$  кГц. Пра-вильное отклонение установить конденса-tором C21. Далее можно осуществить контроль ча-stotnoj характеристики. Установить несколько любых значений ча-stoty signala izmeritel'nogo gen-eratora (naprimer, BM 492). Pogrešnost' dolo-jna byt' ne bol'se значений, dannykh v »Tekhniches-kih dannyx«.

quencies of 100 Hz, 1 kHz and 100 kHz is required. After setting the multimeter in operation accord-ing to item 5.2., the range 30 mV has to be select-ed. The supply of the calibrating voltage has to deliver 30 mV at 1 kHz. Correct deflection is ad-justed with the potentiometer R45. Then, the se-lector K2 is switched into the position CAL. If a difference in the deflections is ascertained, then the voltage of the calibrating supply has to be corrected with the potentiometer R9. After chan-ging the range of the multimeter to 3 V, and apply-ing the appropriate calibrating voltage of 3 V  $\pm 0,5\%$  and of 100 Hz frequency to its input, cor-rect deflection has to be set with the potentiome-ter R57. Then, the frequency is changed to 100 kHz and correct deflection is set once more with the aid of the capacitor C22.

After changing the range of the multimeter to 100 V, the appropriate calibrating voltage of 100 V  $\pm 0,5\%$  and of 100 Hz frequency has to be connect-ed to its input. Correct deflection is adjusted with the potentiometer R56. Then, the frequency has to be changed to 100 kHz and correct deflection ad-justed with the capacitor C21. As a further test, the frequency response of the multimeter can be checked by applying several arbitrarily selected frequencies derived from a suitable generator (e. g. BM 492). The errors must not exceed those gi-ven in section 3 — "Technical data".

## 10.7. Složitější opravy

Přístroj je výrobcem podroben přísné kontrole kvality součástí a nastavení obvodů. Vývojovému a výrobnímu procesu je věnována velká péče a v řadě případů je používáno speciálních technologic-kých procesů, které mají zajistit udržení vlastností přístroje a dosažení odpovídající přesnosti. Přesto však během provozu vlivem stárnutí součástí, pů-sobením klimatických podmínek a event. i jiných

## 10.7. Более сложные виды ремонта

На заводе-изготовителе прибор подвергается строгому контролю качества деталей и регули-ровки схем. Процессу разработки и производства уделяется большое внимание и в ряде случаев ис-пользуются специальные технологические про-цессы с целью обеспечения сохранения парамет-ров прибора и достижения требуемой точности. Несмотря на это, в процессе эксплуатации из-за старения деталей, воздействия климатических

## 10.7. More involved repairs

The instrument has been submitted by the makers to stringent tests of the quality of the employed components and the alignment of its circuits. The greatest possible care has been devoted to the development and production and in many cases special production technology has been applied in order to attain the required properties of the instrument and ensure its accuracy. However, af-ter lengthy operation, due to the natural ageing of components, atmospheric and climatic condi-tions, and also other possible adverse influences, a

vlivů se může vyskytnout závada, jež poruší funkci přístroje.

Při výměně vadných součástí používejte pouze typy, které jsou uvedeny v rozpisu elektrických součástí. Přiložené schéma zapojení a nákresy desek s plošnými spoji Vám usnadní pochopení principu a odstranění případných závad.

V duchu dobré tradice má k. p. TESLA Brno zájem na tom, aby jeho měřicí přístroje sloužily s maximální přesností zákazníkům. Nemáte-li proto při opravě vhodné kontrolní zařízení nebo dostatek zkušeností, doporučujeme Vám obrátit se na výrobnič podnik, který Vám přístroj opraví.

Přístroj zašlete na adresu:

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

Adresa servisu měřicích přístrojů (pro osobní styk):

TESLA Brno, k. p.,  
Servis měřicích přístrojů, Mercova 8a,  
612 45 Brno, tel. č. 558 18

условий и т. д. может появиться неисправность, которая нарушает работоспособность прибора.

При замене вышедших из строя деталей следует использовать только типы, указанные в спецификации электрических деталей. Приложенные электрические схемы и чертежи плат печатного монтажа облегчат понять принцип действия и устранить возможные неисправности.

В соответствии с хорошей традицией концерновое предприятие «Тесла» Брно заинтересовано в том, чтобы его измерительные приборы служили заказчику с максимальной точностью. Поэтому, если в Вашем распоряжении нет подходящего контрольного оборудования или достаточного опыта, то рекомендуется обратиться с ремонтом на завод-изготовитель.

Более подробные информации предоставляет

КОВО, внешнеторговое предприятие,  
Прага, ЧССР

defect may occur which could impair the correct operation of the instrument.

When a defective component has to be exchanged, only such a spare part must be used instead of it which is given in the List of Electrical Components. The enclosed diagrams and drawings of the PCBs will help in comprehending their functions and serve as a guide in locating and remedying a defect.

In order to uphold their good tradition, TESLA Brno, Nat. Corp., are greatly interested in ensuring that their electronic measuring instruments serve the user with maximum accuracy. Therefore, customers who have not the necessary test equipment or experience in repairing sophisticated electronic circuits are advised to entrust repairs to the makers or to their service organization. Detailed information is available from:

KOVO, Foreign Trade Corporation,  
2 Jankovcova,  
170 88 Praha 7, Czechoslovakia

## 11. POKYNY PRO DOPRAVU A SKLADOVÁNÍ

### 11.1. Doprava

Konstrukce obalu je řešena s ohledem na snížení nepřímých vlivů během dopravy. Dopravu lze uskutečňovat všemi dopravními prostředky. Přístroj však musí být chráněn proti přímým povětrnostním vlivům a působení teplot nižších než  $-25^{\circ}\text{C}$  a vyšších než  $+55^{\circ}\text{C}$ . Krátkodobé zvýšení vlhkosti nemá na přístroj vliv.

## 11. УКАЗАНИЯ ПО ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИЮ

### 11.1. Транспортировка

Конструкция тары решена с учетом уменьшения воздействия косвенных влияний в процессе транспортировки. Транспортировку можно осуществлять с помощью всех транспортных средств. Однако, прибор должен быть защищен от прямого действия погоды, а также от воздействия температуры ниже  $-25^{\circ}\text{C}$  и выше  $+55^{\circ}\text{C}$ . Кратковременное увеличение влажности не оказывает вредного действия на собственно прибор.

## 11. INSTRUCTIONS FOR TRANSPORT AND STORAGE

### 11.1. Transport

The packing of the BM 518 instrument has been designed with the aim of maximum possible reduction of all indirect adverse influences during transport, which can be accomplished by any transport means. However, the instrument must be protected against the direct influence of adverse weather conditions and temperatures lower than  $-25^{\circ}\text{C}$  or higher than  $+55^{\circ}\text{C}$ . Transitory increase of the relative humidity above the permissible limit has no detrimental influence on the instrument.

## **11.2. Skladování**

Nezabaleny přístroj lze skladovat v prostředí s teplotou +5 °C do +40 °C při maximální relativní vlhkosti do 80 %. Při krátkodobém skladování lze přístroj v továrním obalu skladovat v rozmezí -25 °C až +55 °C při relativní vlhkosti do 95 %.

V obou případech je nutné skladované přístroje chránit proti povětrnostním vlivům uložením ve vhodných prostorách prostých prachu a výparů z chemikálií.

Na skladované přístroje nemá být ukládán žádný další materiál.

## **11.2. Хранение**

Неупакованный прибор можно хранить в среде с температурой +5 °C + +40 °C при максимальной относительной влажности до 80 %. При кратковременном хранении можно прибор в заводской таре хранить в среде с температурой от -25 °C до +55 °C и при относительной влажности до 95 %.

В обоих случаях необходимо хранимые приборы защищать от воздействия погоды путем их установки в подходящих помещениях без пыли и химических испарений.

На помещение на хранение приборы запрещается класть какой-либо иной материал.

## **11.2. Storage**

When unpacked, the instrument can be stored in surroundings where the temperature is within the range of +5 °C to +40 °C at a maximum relative humidity of up to 80 %.

For a short period of time the instrument can be stored in its original packing where the temperature is within the range of -25 °C to +55 °C at a relative humidity of up to 95 %.

In either case, the instrument must be protected against direct atmospheric influences by placing it in a suitable dustfree room where chemical fumes are not present.

No other material is allowed to be stacked on the shelved instruments.

## **12. ÚDAJE O ZÁRUCĚ**

Na správnou funkci svých výrobků poskytuje k. p. Tesla Brno záruku v délce stanovené hospodářským zákoníkem č. 109/1964 Sb. ve znění č. 37/1971 Sb. (§§ 198, 135). (Podrobnější údaje o délce záruční doby jsou uvedeny v záručním listě.)

## **12. УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ**

Концерновое предприятие Тесла Брно гарантирует правильную работу своих изделий в течение гарантийного срока для заказчиков стран-членов СЭВ и им равных, установленного общими условиями СЭВ 1968 г. (§§ 28 - 30).

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

## **12. 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.)

**13. ROZPIS ELEKTRICKÝCH SOUČÁSTÍ**  
**СПЕЦИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ**  
**LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS**

**Resistors:**

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	100 kΩ	0.125	10	TR 112a M1/A
R2	Film	10 Ω	0.125	10	TR 212 10R/K
R3	Film	10 Ω	0.125	10	TR 212 10R/K
R4	Film	15 kΩ	0.125	10	TR 212 15K/K
R5	Film	3.9 kΩ	0.125	10	TR 212 3K9/K
R6	Film	3.3 kΩ	0.125	10	TR 212 3K3/K
R7	Film	2.7 kΩ	0.125	10	TR 212 2K7/K
R8	Trimmer	1.5 kΩ	0.3	—	TP 112 1K5
R9	Trimmer	15 kΩ	0.3	—	TP 112 15k
R10	Film	270 kΩ	0.125	10	TR 212 M27/K
R11	Film	1.6 kΩ	0.125	5	TR 212 1K6/J
R12	Film	1.5 kΩ	0.125	5	TR 212 1K5/J
R13	Film	2.2 MΩ	0.25	—	TR 151 2M2
R14	Film	3.9 kΩ	0.125	10	TR 212 3K9/K
R15	Trimmer	1.5 kΩ	0.3	—	TP 112 1k5
R16	Film	2.7 kΩ	0.125	10	TR 212 2K7/K
R17	Film	2.7 kΩ	0.125	10	TR 212 2K7/K
R18	Film	2.7 kΩ	0.125	10	TR 212 2K7/K
R19	Film	150 Ω	0.125	10	TR 212 150R/K
R20	Film	2.2 kΩ	0.125	5	TR 212 2K2/J
R21	Film	10 kΩ	0.125	10	TR 212 10K/K
R22	Film	33 kΩ	0.125	10	TR 212 33K/K
R23	Trimmer	22 kΩ	0.5	—	TP 017 22k
R24	Film	35.7 kΩ	0.125	1	TR 161 35K7F
R25	Film	3.3 kΩ	0.125	10	TR 212 3K3/K
R26	Film	39 kΩ	0.125	10	TR 212 39K/K
R27	Film	1 kΩ	0.125	10	TR 212 1K/K
R28	Film	22 kΩ	0.125	10	TR 212 22K/K
R29	Film	5.62 kΩ	0.125	1	TR 161 5K62F
R30	Film	1 kΩ	0.125	10	TR 212 1K/K
R31	Film	1.82 kΩ	0.125	1	TR 161 1K82F
R32	Film	5.62 kΩ	0.125	1	TR 161 5K62F
R33	Film	22 kΩ	0.125	5	TR 212 22K/J
R34	Film	150 kΩ	0.125	5	TR 212 M15/J

No.	Type	value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R35	Film	5.6 kΩ	0.125	5	TR 212 5K6/J
R36	Film	5.6 kΩ	0.125	5	TR 212 5K6/J
R37	Film	150 kΩ	0.125	5	TR 212 M15/J
R38	Film	36.1 kΩ	0.125	1	TR 161 36K1D/1
R39	Film	90.9 kΩ	0.125	1	TR 161 90k9F
R40	Trimmer	10 kΩ	0.5	—	TP 017 10k
R41	Film	15 kΩ	0.125	5	TR 212 15K/J
R42	Film	100 kΩ	0.125	1	TR 161 100kF
R43	Film	1.5 kΩ	0.125	10	TR 212 1K5/K
R44	Film	825 Ω	0.125	1	TR 161 825RF
R45	Potentiometer	10 kΩ	0.2	—	TP 190 12E 10k
R46	Film	10 Ω	0.125	1	TR 161 10ROF/1
R47	Film	2.2 kΩ	0.125	5	TR 212 2K2/J
R48	Film	470 Ω	0.125	10	TR 212 470R/K
R49	Film	10 Ω	0.125	10	TR 212 10R/K
R50	Film	10 MΩ	1	5	TR 193 10M/J
R51	Film	10 MΩ	1	5	TR 193 10M/J
R54	Film	10 kΩ	0.25	5	TR 191 10k/J
R55	Film	320 kΩ	0.125	1	TR 161 M32D-1
R56	Trimmer	1 kΩ	0.3	—	TP 112 1k
R57	Trimmer	33 kΩ	0.3	—	TP 112 33k
R58	Film	8.2 kΩ	0.125	5	TR 212 8K2/J
R59	Film	1000 MΩ	—	—	WK 650 05 1G
R60	Film	1000 MΩ	—	—	WK 650 05 1G
R61	Film	10 MΩ	1	10	TR 153 10M/A
R62	Film	1 kΩ	0.125	10	TR 212 1K/K
R63	Film	56 kΩ	0.125	5	TR 212 56K/J
R64	Film	56 kΩ	0.125	5	TR 212 56K/J
R65	Film	680 Ω	0.125	5	TR 212 680R/J
R66	Film	2.7 kΩ	0.125	5	TR 212 2K7/J
R67	Film	56 Ω	0.125	5	TR 212 56R/J
R68	Film	56 kΩ	0.125	5	TR 212 56K/J
R69	Film	33 kΩ	0.125	5	TR 212 33K/J
R70	Film	2.74 kΩ	0.125	1	TR 161 2k74+1 %
R71	Film	2.74 kΩ	0.125	1	TR 161 2k74-1 %
R72	Film	820 Ω	0.125	10	TR 212 820R/K
R73	Film	560 Ω	0.125	10	TR 212 560R/K
R74	Film	100 kΩ	0.125	10	TR 212 M1/K
R75	Film	10 kΩ	0.125	10	TR 212 10K/K
R76	Film	100 kΩ	0.125	10	TR 212 M1/K

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R77	Film	10 kΩ	0.125	10	TR 212 10K/K
R78	Film	3.3 kΩ	0.125	5	TR 112a 3k3/B
R79	Film	1.2 kΩ	0.125	5	TR 112a 1k2/B
R80	Film	3.3 kΩ	0.125	5	TR 112a 3k3/B
R81	Film	1.2 kΩ	0.125	5	TR 112a 1k2/B
R82	Film	10 Ω	0.125	10	TR 112a 10/A
R83	Film	10 Ω	0.125	10	TR 112a 10/A
R84	Film	10 Ω	0.125	10	TR 112a 10/A
R85	Film	10 Ω	0.125	10	TR 112a 10/A
R86	Film	3.3 kΩ	0.125	5	TR 112a 3k3/B
R87	Film	3.3 kΩ	0.125	5	TR 112a 3k3/B
R88	Film	100 kΩ	0.125	5	TR 112a M1/B
R89	Film	100 kΩ	0.125	5	TR 112a M1/B
R90	Film	12 kΩ	0.125	5	TR 212 12K/J
R91	Film	12 kΩ	0.125	5	TR 212 12K/J
R92	Film	12 kΩ	0.125	5	TR 212 12K/J
R93	Trimmer	15 kΩ	0.3	—	TP 112 15k
R94	Film	150 MΩ	—	—	WK 650 05 150M
R95	Film	1 kΩ	0.125	10	TR 212 1K/K
R96	Film	1.5 kΩ	0.125	1	TR 161 1K5 D/2
R97	Film	493 Ω	0.125	1	TR 161 493R D/2
R98	Film	226 Ω	0.125	1	TR 161 226R D/2
R99	Film	100 kΩ	1	0.5	TR 164 M1 ± 0.5 % -J
R100	Film	3.9 MΩ	0.5	10	TR 152 3M9/A
R101	Film	100 MΩ	—	0.5	1AK 652 77
R102	Film	1 MΩ	1	1	TR 164 1MF
R103	Trimmer	68 kΩ	0.5	—	TP 015 68k
R104	Film	1 kΩ	0.125	1	TR 161 1KF
R105	Film	100 Ω	0.125	1	TR 161 100R F/1
R106	Film	1 kΩ	0.125	1	TR 161 1KF
R107	Film	10 kΩ	0.125	1	TR 161 10KF/1
R108	Film	100 kΩ	0.125	1	TR 161 M1F/1
R109	Film	1 MΩ	0.6	2	TR 192 1MG
R110	Film	10 MΩ	1	2	TR 193 10MG
R111	Potentiometer	500 Ω	0.2	—	TP 190 12E 500
R112	Film	332 kΩ	0.125	1	TR 161 332KD/2
R113	Film	100 kΩ	0.125	1	TR 161 M1D/2
R114	Film	33.2 kΩ	0.125	1	TR 161 33K2D/2
R115	Film	10 kΩ	0.125	1	TR 161 10KD/2
R116	Film	3.32 kΩ	0.125	1	TR 161 3K32D/2

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R117	Film	1 kΩ	0.125	1	TR 161 1KD/2
R118	Film	332 Ω	0.125	1	TR 161 332RD/2
R119	Film	100 Ω	0.125	1	TR 161 100DR/2
R120	Film	33.2 Ω	0.125	1	TR 161 33R2D/2
R121	Film	10 Ω	0.125	1	TR 161 10RF/1
R122	Wire-wound	3.333 Ω	—	0.5	1AK 668 69
R123	Wire-wound	1 Ω	—	0.5	1AK 668 70
R124	Film	10 kΩ	0.125	10	TR 112a 10k/A
R124	Film	8.2 kΩ	0.125	10	TR 112a 8k2/A
R125	Film	12 kΩ	0.125	10	TR 112a 12k/A
R125	Film	1 kΩ	0.125	10	TR 112a 1k/A
R126	Film	820 Ω	0.125	10	TR 112a 820/A
R126	Film	150-220 Ω	0.125	10	TR 212a 150-220/K
R127	Film	10 Ω	0.125	10	TR 112a 10/A
R127	Film	22 Ω	0.125	10	TR 112a 22/A
R127	Film	15 Ω	0.125	10	TR 112a 15/A
R127	Film	12 Ω	0.125	10	TR 112a 12/A
R128	Film	100 Ω	0.125	10	TR 212 100R/K
R129	Film	180 Ω	0.125	10	TR 212 180R/K
R130	Film	47 kΩ	0.125	5	TR 112a 47k/B
R131	Potentiometer	25 kΩ +	0.5	—	TP 280b 40/A 25k/N
R132	Potentiometer	50 kΩ	—	—	+ 50k/N
R133	Film	47 kΩ	0.125	5	TR 112a 47k/B
R134	Film	100 kΩ	0.125	10	TR 211 100K/K
R135	Film	68.1 kΩ	0.125	1	TR 161 68K1D/2
R136	Film	2 kΩ	0.125	1	TR 161 2KD/2
R137	Film	20 kΩ	0.125	1	TR 161 20KD/2
R138	Film	6.81 kΩ	0.125	1	TR 161 6K81D/2
R139	Film	200 Ω	0.125	1	TR 161 200RD/2
R140	Film	2 kΩ	0.125	1	TR 161 2KD/2
R141	Film	681 Ω	0.125	1	TR 161 681RD/2
R142	Film	20 Ω	0.125	1	TR 161 20RD/2
R143	Film	200 Ω	0.125	1	TR 161 200RD/2
R144	Film	6.81 kΩ	0.125	1	TR 161 6K81D/2
R145	Film	200 Ω	0.125	1	TR 161 200RD/2
R146	Film	2 kΩ	0.125	1	TR 161 2KD/2
R147	Film	681 Ω	0.125	1	TR 161 681RD/2
R148	Film	20 Ω	0.125	1	TR 161 20RD/2
R149	Film	301 Ω	0.125	1	TR 161 301RD/2
R150	Film	10 kΩ	0.125	1	TR 161 10KD/1

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R151	Film	101 Ω	0.125	1	TR 161 101RD/2
R152	Potentiometer	500 Ω	0.2	—	TP 190 12E 500
R153	Film	715 Ω	0.25	1	TR 162 715/D
R154	Film	10 kΩ	0.125	1	TR 161 10KF
R155	Film	7.15 kΩ	0.125	1	TR 161 7K15F
R156	Film	3.32 kΩ	0.125	1	TR 161 3K32F
R157	Trimmer	68 kΩ	0.3	—	TP 110 68k
R158	Film	10 kΩ	0.125	1	TR 161 10KF
R159	Film	1 kΩ	0.125	1	TR 161 1KOF
R160	Trimmer	33 kΩ	0.3	—	TP 110 33k
R161	Film	301 Ω	0.125	1	TR 161 301RF/1
R162	Film	10 kΩ	0.125	1	TR 161 10KF
R163	Trimmer	10 kΩ	0.3	—	TP 110 10k
R164	Film	100 Ω	0.125	1	TR 161 100RF
R165	Film	10 kΩ	0.125	1	TR 161 10KF
R166	Trimmer	1 kΩ	0.3	—	TP 110 1k
R167	Film	10 kΩ	0.25	1	TR 162 10k ±1 %
R168	Trimmer	680 Ω	0.3	—	TP 110 680
R169	Film	24.9 Ω	0.125	1	TR 161 33R2F/1
R172	Film	4.7 kΩ	0.125	5	TR 212 4k7/J
R173	Film	301 Ω	0.125	1	TR 161 301RF/1
R175	Film	330 kΩ	0.125	10	TR 212 M33/K
Ra	Film	3.3 Ω	0.125	20	TR 212 3R3/M

#### Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	100 µF	70	—	TE 988 10QM
C2	Electrolytic	100 µF	70	—	TE 988 100M
C3	Polystyrene	470 pF	100	—	TC 281 470
C4	Electrolytic	20 µF	35	—	TE 986 20M
C5	Electrolytic	200 µF	35	—	TE 986 200M
C6	Electrolytic	20 µF	35	—	TE 986 20M
C7	Polystyrene	1000 pF	100	—	TC 281 1k
C8	Electrolytic	200 µF	35	—	TE 986 200M
C9	Electrolytic	500 µF	35	—	TE 986 500M
C10	P. E. T.	0.22 µF	160	—	TC 279 M22

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C11	Paper	1 µF	100	—	TC 180 1M
C12	Electrolytic	20 µF	35	—	TE 986 20M
C13	Electrolytic	50 µF	35	—	TE 986 50M
C14	Polystyrene	3300 pF	100	10	TC 281 3k3/A
C15	Polystyrene	560 pF	100	10	TC 281 560/A
C16	Polystyrene	560 pF	100	10	TC 281 560/A
C17	Polystyrene	470 pF	100	10	TC 281 470/A
C18	Polystyrene	3300 pF	100	10	TC 281 3k3/A
C19	Polystyrene	3300 pF	100	10	TC 281 3k3/A
C21	Variable	4.7 pF	400	—	WK 701 22
C22	Variable	4.7 pF	400	—	WK 701 22
C23	Polystyrene	3900 pF	100	5	TC 281 3k9/B
C24	Polystyrene	560 pF	100	5	TC 281 560/B
C25	Ceramic	15 pF	400	10	TK 676 15/A
C26	Ceramic	1500 pF	500	+50	—
C27	Polystyrene	270 pF	100	-20	TC 281 270/A
C28	Ceramic	0.1 µF	32	+80	—
C29	Tubular	15 000 pF	160	-20	TK 783 100n/Z
C30	Electrolytic	100 µF	35	—	TE 986 100M
C31	Electrolytic	100 µF	15	—	TE 984 100M
C32	Electrolytic	100 µF	35	—	TE 986 100M
C33	Electrolytic	100 µF	35	—	TE 986 100M
C34	Electrolytic	100 µF	35	—	TE 986 100M
C35	Electrolytic	50 µF	10	—	TE 152 50M
C36	Electrolytic	50 µF	10	—	TE 152 50M
C37	Polystyrene	10 000 pF	100	—	TC 281 10k
C38	Paper	0.47 µF	100	—	TC 180 M47
C39	Paper	0.47 µF	100	—	TC 180 M47
C40	Paper	0.47 µF	100	—	TC 180 M47
C41	P. E. T.	33 000 pF	400	—	TC 276 33k
C42	P. E. T.	22 000 pF	400	—	TC 276 22k
C43	P. E. T.	22 000 pF	400	—	TC 276 22k
C44	Tubular	15 000 pF	160	—	TC 235 15k
C46	Polystyrene	100 pF	100	10	TC 281 100/A
C47	Electrolytic	20 µF	35	—	TE 986 20M
C48	Electrolytic	20 µF	35	—	TE 986 20M
C49	Paper	0.1 µF	160	—	TC 181 M1
C50	Paper	47 000 pF	160	—	TC 181 47k

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C51	Tubular	33 000 pF	160	—	TC 235 33k
C52	Polystyrene	2200 pF	100	10	TC 281 2k2/A
C53	Polystyrene	10 000 pF	100	10	TC 281 10k/A
C54	P. E. T.	33 000 pF	400	10	TC 276 33k/A
C55	P. E. T.	0.1 μF	400	10	TC 276 M1/A
C61	Filter	—	—	—	TC 241 M1 + 2 +2k5+2×10 μH
C62	P. E. T.	0.1 μF	400	—	TC 276 M1
C63	P. E. T.	22 000 pF	400	—	TC 276 22k
C64	Polystyrene	1000 pF	100	10	281 1k/A

#### Transformers and coils:

Component	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Transformer	1AN 663 76	1—2	1210	0.132
Coil	1AF 832 35.1	3—4	1210	0.132
		5—6	110	0.18
Coil	1AK 625 03	8—9	220	0.2
		9—10	220	0.2
		11—12	150	0.1

#### Further electrical components:

Component	Type - Value	Drawing No.
Silicon diode E1 - E4	KY130/150	—
Transistor E5, E11	KF506	—
Transistor E6, E7, E10	KC147	—
Pair of diodes E8 + E14	KZZ71	1AN 113 65
Transistor E9, E22, E29, E34	KF517	—
Silicon diode E12, E13, E15, E16	KA261	—
Silicon diode E17 + E20	KY130/80	—
Transistor E21, E23 - E26, E36	KC149	—
Silicon diode E27, E28	KA264	—
Zener diode E30, E35	KZ721	—

Component	Type - Value	Drawing No.
Silicon diode E31, E32, E41 - E44	KA262	—
Transistor E33	KF521	
Pair of diodes E37, E38, E39, E40	KAS31	1AN 113 38.1
Pair of diodes E45, E46	KZZ76	1AN 113 64.1
Pilot lamp D1	100 V, 0.25 mA	1AN 109 19
Meter	MP120, 100 μA	1AP 777 65
Operational amplifier		1AF 011 81
Fuse cartridge P1	T 100 mA for 220 V	ČSN 35 4733.3
Fuse cartridge P1	T 200 mA for 120 V	ČSN 35 4733.3

**Sonda 1AK 058 671**  
Зонд  
Probe

#### Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard ČSSR
R1	Film	220 kΩ	0.125	—	WK 650 54 M22
R2	Film	220 kΩ	0.125	—	WK 650 54 M22

#### Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard ČSSR
C1	Ceramic	3300 pF	320	—	1AN 706 18
C3	Ceramic	6800 pF	12.5	+80 -20	TK 782 6n8/Z
C4	Ceramic	3300 pF	320	—	1AN 706 17
C5	Ceramic	0.1 μF	12.5	+80 -20	TK 782 100n/Z

**Note:** The capacity of the capacitor C2 is built by the constructional design of the probe.

**Further electrical components:**

Component	Type - Value	Drawing No.
Pair of diodes E1 + E2	DG731	1AN 113 45

Součásti, které jsou označeny výkresovým číslem 1AN..., jsou vybírány tak, aby odpovídaly speciálním předpisům.

Детали обозначенные 1AN... выбираются согласно специальным предписаниям.

Components designated with drawing number 1AN... are selected according to special regulations.

**SEZNAM PŘÍLOH**

BM 518/1 — pohled na odkrytovaný přístroj shora  
pohled na odkrytovaný přístroj  
zespodu

**Desky s plošnými spoji:**

BM 518/2 — 1AF 004 45 — montážní jednotka  
BM 518/3 — 1AF 004 46 — montážní jednotka  
BM 518/4 — 1AF 004 47 — montážní jednotka  
1AF 004 48 — propojená tlačítka

**Schémata:**

BM 518/5 — 1AF 854 83 — montážní jednotka  
1AK 058 71 — sonda  
BM 518/6 — 1X1 834 28 — multimetr

**ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ**

BM 518/1 — вид открытого прибора сверху  
вид открытого прибора снизу

**Платы печатного монтажа:**

BM 518/2 — монтажный блок  
BM 518/3 — монтажный блок  
BM 518/4 — монтажный блок  
соединенные кнопки

**Схемы включения:**

BM 518/5 — монтажный блок  
зонд  
BM 518/6 — мультиметр

**LIST OF ENCLOSURES**

BM 518/1 — discovered instrument viewed from  
above  
discovered instrument viewed from  
below

**Printed circuits boards:**

BM 518/2 — mounting unit  
BM 518/3 — mounting unit  
BM 518/4 — mounting unit  
interconnected push-buttons

**Diagrams:**

BM 518/5 — mounting unit  
probe  
BM 518/6 — multimeter

**© Nakladatel:**  
TESLA Brno, k. p., Brno, ČSSR. Veškerá práva vyhrazena. Obsah této publikace nesmí být žádným způsobem reproducován bez povolení vlastníka nakladatelského práva.

**© Publishers:**

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

**© Издатель:**

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



**EXPORT  
IMPORT**  
**KOVO**  
PRAHA  
CZECHOSLOVAKIA