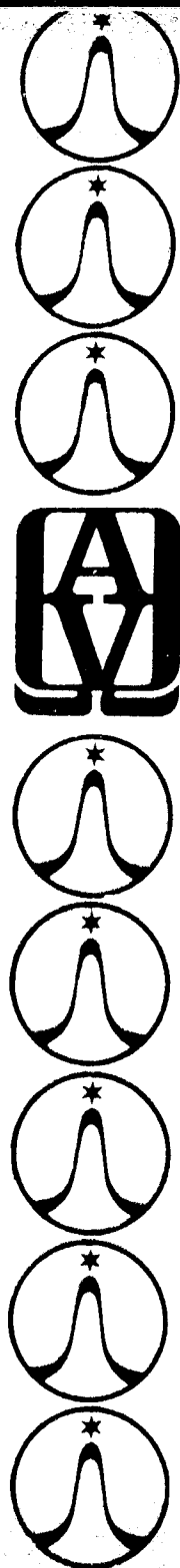


INSTRUKČNÍ KNÍŽKA  
ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
INSTRUCTION MANUAL



# TESLA

MULTIMETR  
МУЛЬТИМЕТР  
MULTIMETER

## BM 518

# BM 518

## ZMĚNOVÝ LIST - MULTIMETR BM 518

str. 8 - odstavec "Chyba měření".

Uvedené chyby platí po kalibraci.

### Změny v rozpisu el. součástí

Hodnota potenciometru R103 se mění na 68 kΩ.

Křemíkové diody E17 ÷ E20 (KA501) se mění na KY130/80.

Diody D1 (LAN 109 13) se mění na LAN 109 19.

Sonda LAK 058 67:

Pár diod E1 + E2 (AAV53) se mění na DG731.

### Změny v obrazové příloze

Deska s plošnými spoji LAF 004 47:

Keramická lišta s odpory R100 ÷ R102 je zrušena, odpory jsou upevněny přímo na radiči.

### Schéma zapojení

Operační zesilovač LAF 880 03 se mění na LAF 011 81; hodnota potenciometru R103 se mění na 68 kΩ.

## OBSAH

1. Rozsah použití . . . . .	3
2. Sestava úplné dodávky . . . . .	3
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 . . . . .	37
10. Pokyny pro opravy . . . . .	38
11. Pokyny pro dopravu a skladování . . . . .	47
12. Údaje o záruce . . . . .	48
13. Rozpis elektrických součástí . . . . .	49
14. Přílohy	

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

## 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 nesinusových 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 k $\Omega$ ), která zaručuje min. zatížení měřeného obvodu. V obou případech střídavých měření je stupnice měřicího přístroje lineární. Multimetr má výstup pro registrační přístroj, což umožňuje plynulý zápis všech měřených veličin.

## 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 67
Stíněný kabel s BNC konektorem		1AK 642 18
Páska		1AA 822 79
Svorka dvojitá	P 1 A 0207	1AK 484 15
Svorka měřicí	P 1 A 0407	1AF 850 89
Sáček s pájkou		1AF 875 04

Instrukční knížka  
Balicí list  
Záruční list

## 2.2. Příslušenství na zvláštní objednávku

### Průchozí adaptér BP 5182

Průchozí adaptér slouží k měření  $v_n$  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 multimetru BM 518 až do 1 kV. Lze jej však použít i pro jiné stejnosměrné voltmetry se vstupním odporem  $100 \text{ k}\Omega \pm 1\%$ . K propojení předřadníku s multimetrem se používá káblík s banánky.

### Vysokonapěťová sonda BP 5185

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

## 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 M $\Omega$  a napěťovým rozsahem 3 V. Velký vstupní odpor asi 10 G $\Omega$  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 vn napětí na slaboproudých zařízeních, zejména v televizních opravách.

### 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

## 3. TECHNICKÉ ÚDAJE

### 3.1. Stejnosměrný voltmetr

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

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

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  $300 \mu\text{V} - 30 \text{ mV}$ ,

$500 \text{ M}\Omega$  na rozsahu  $100 \text{ mV} - 10 \text{ V}$

$101 \text{ M}\Omega$  na rozsahu  $30 \text{ V} - 300 \text{ V}$

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

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

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

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

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

### 3.2. Stejnosměrný ampérmetr

Rozsah:  $3 \text{ nA} - 100 \text{ mA}$  pro plnou výchylku měřidla v 16-ti rozsazích s překrytím  $1 : 3$

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

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

Přetížitelnost: desetnásobná z daného proudového rozsahu krátkodobě

Doba ustálení výchylky ( $10\% - 90\%$ ) je dána napětovým rozsahem

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 — nekonečno, vpravo

### 3.4. Ostatní parametry pro stejnosměrná měření

Polarita: přepínač polarity umožňuje 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 registrační 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 dílků,  
0—3,16 dílků

Kmitočtový rozsah: 50 Hz—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  $< 50$  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 odpor 1 k $\Omega$  (při 100 mV). Kladný pól výstupu je spojen s obvodovou zemí.

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

Izolace: obvodová země je izolována od kostry  
R<sub>iz</sub>  $> 10^9 \Omega$ , 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.

### 3.6. V<sub>f</sub> 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 sínusového průběhu

Frekvenční rozsah: 10 kHz—1200 MHz

Frekvenční průběhy chyby voltmetru:

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 voltmetru 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 v<sub>f</sub> napětí 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  
 $R_{iz} > 10^9 \Omega$ , 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. Neplatí pro měření s průchozím adaptérem.

### 3.7. Pracovní podmínky

Pracovní teplota okolí:  $+5^\circ\text{C} - +40^\circ\text{C}$

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

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

Bezpečnostní třída: I. podle ČSN 35 6501

Vnější elektrické pole: zanedbatelně malé

Vnější magnetické pole: 0,5 mT

Poloha přístroje: svislá nebo se sklonem  $10^\circ$  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.

### 4. PRINCIP ČINNOSTI

Základem multimetru je kvalitní operační zesilovač s příslušnými pomocnými obvody.

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

### 3.8. Размеры и вес прибора

Размеры упакованного 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.

### 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

### 3.8. Dimensions

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:

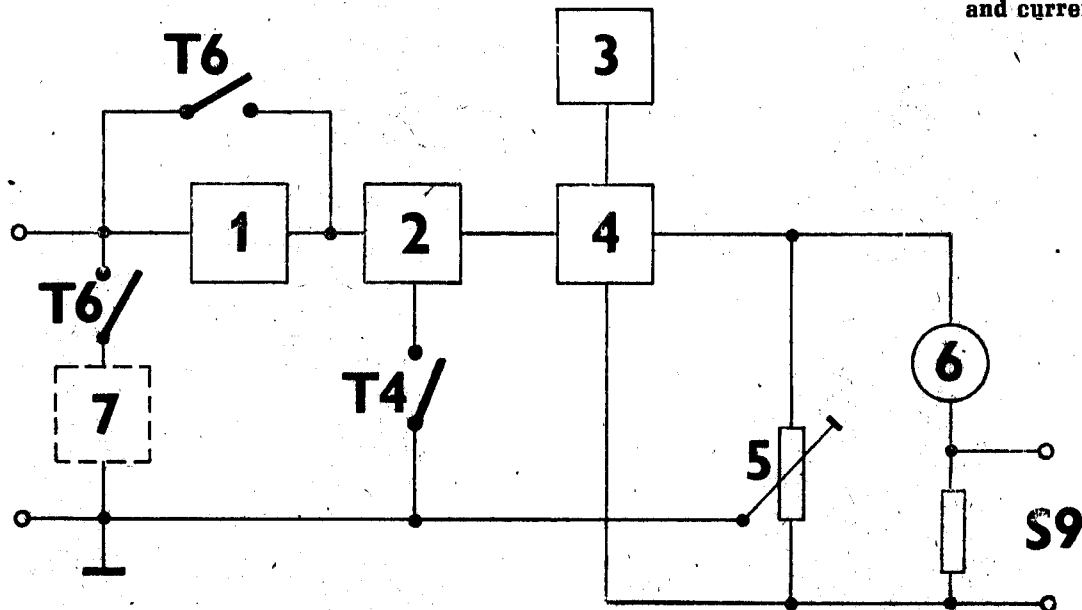
The transport and storage conditions are given in section 11.

### 4. PRINCIPLE

The multimeter is based on a high-quality operational amplifier with appropriate auxiliary circuits.

#### 4.1. Block scheme employed in measuring DC voltage and current

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



Obr. 1 Рис. 1 Fig. 1

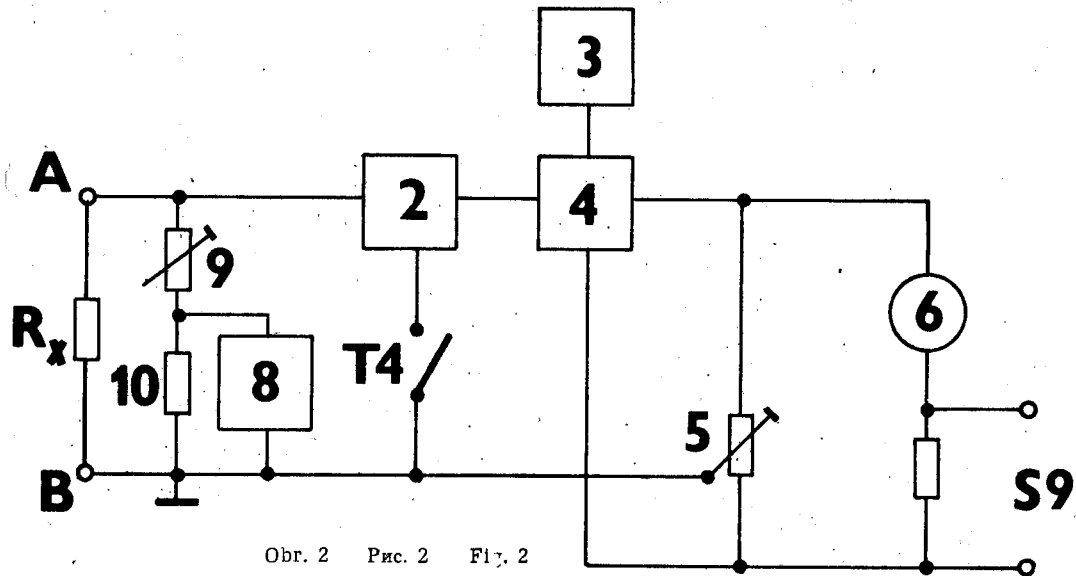
Operační zesilovač 4 se sériovou zpětnou vazbou (dělič 5) zajišťuje základní zesílení měřeného napětí. Napětí do hodnot 10 V se přivádí na vstup zesilovače přímo. Vyšší napětí přes vstupní dělič 1 (dělení 1 : 100). Výstupní napětí operačního zesilovače se indikuje vestavěným měřidlem 6 nebo vnějším registračním 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 převedeno na měření napětí na vestavěných bočnicích (7). Tlačítkem T6 se odpojí vstupní dělič a připojí se bočnicky. Rozsahy se mění přepínáním bočnicku 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 zdroj
- 4 — Operační zesilovač



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
- A, B — Входные зажимы
- S9 — Выход для самописца

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

### 4.3. Střídavé měření

### 4.3. Измерение переменных величин

### 4.3. Measurement

#### 4.3.1. Střídavý nízkofrekvenční voltmetr

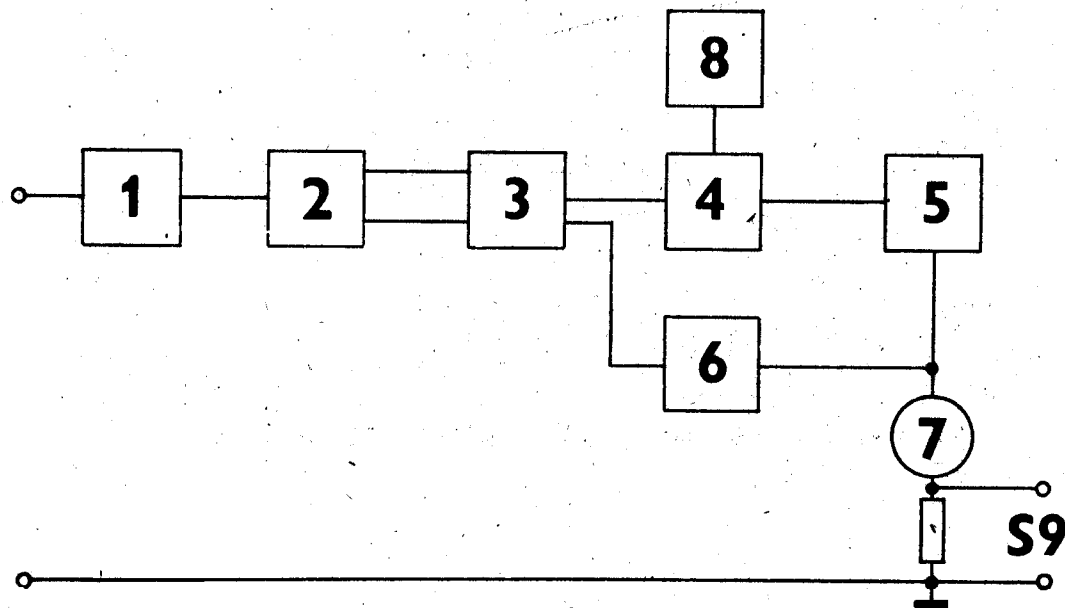
#### 4.3.1. Низкочастотный вольтметр переменного тока

#### 4.3.1. Low-frequency AC voltmeter

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

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-

The purpose of the input circuit 1 and the input circuit 2 is to ensure optimal operating conditions for the RMS detector of effective value 3. They convert the measured signal so that at each range the output is always the same voltage suitable for the effective detector (0–30 mV RMS). The input circuit also performs the function of an impedance transformer. By changing the input dividers and the divider in the impedance transformer, the measurement ranges are switched. The quadratic detector is two-way and contains a comparison circuit (compensation voltage detector). The input



Obr. 3 Рис. 3 Fig. 3

- 1 — Vstupní dělič
- 2 — Vstupní obvod děliče, impedanční transformátor, inverter
- 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, делители, трансформатор сопротивления, инвертор
- 3 — Детектор эффективного значения и схема сравнения
- 4 — Оперативный 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 source
- 6 — Feedback divider
- 7 — Output meter
- 8 — Power supplies
- S9 — Output for the recorder

měřené napětí je detektorem efektivní hodnoty usměrněno 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

ly 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. Вы-

contains also a comparison compensating voltage). The sed to the RMS value detector a DC signal appears across. This signal is amplified by fier 4 and controls the source voltage 5, the output of which feedback divider 6 and, a

úměrná vstupnímu signálu. Toto napětí se pak změní měřidlem 7, případně registračním přístrojem připojeným na svorky S9. Děličem 6 se nastavuje 1. rozsah přístroje (30 mV).

#### 4.3.2. Vř voltmetr

##### Blokové schéma

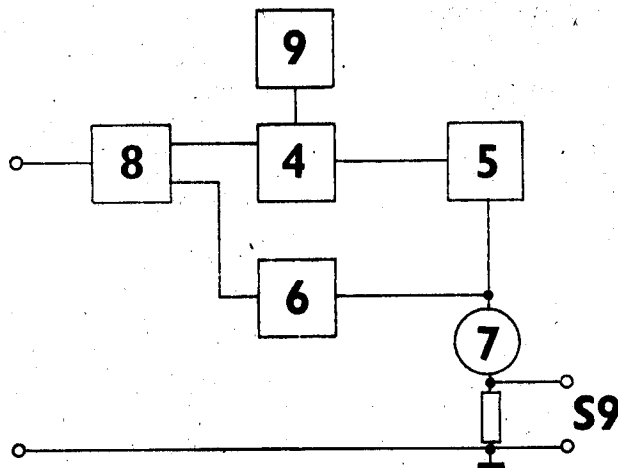
- 4 — Operační zesilovač
- 5 — Řízený zdroj kompenzačního napětí
- 6 — Zpětnovazební dělič
- 7 — Výstupní měřidlo
- 8 — Vř sonda
- 9 — Napájecí zdroje
- S9 — Výstup pro zapisovač

Funkce vř voltmetru je obdobná jako u nízkofrekvenčního voltmetru. Vstupní obvod a detektor efektivní hodnoty jsou nahrazeny vř sondou. Vř sonda obsahuje vř detektor a detektor kompenzačního napětí zapojené tak, že se získaná usměrněná napětí kompenzují. Po dosažení shodnosti obou napětí je hodnota kompenzačního napětí přímo úměrná měřenému napětí. Na vř usměrňovač sondy se přivádí měřené napětí bez předchozí úpravy. Roz-

hodное 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 сигналу. 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 про-



sahy se přepínají jen změnou hodnoty kompenzačního napětí děličem 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 úrovní 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 uschovejte 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 nevypouje. Signalizační

sahy se přepínají jen změnou hodnoty kompenzačního napětí děličem 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 úrovní 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 uschovejte 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 polarit. Přístroj je jistěn proti případné záměně polarit. Po připojení baterií je přístroj ihned v provozu — síťový vypínač (T1) je nevypouje. Signalizační

doutnavka nesvítí. Postup připojení baterie: připojíme nejdříve + pól, pak — pól, nakonec střed baterie.

Před připojením přístroje na síť se přesvědčíme, zda je přístroj přepojen na správné síťové napětí. Přepojení se provádí kotoučkem voliče na zadní straně přístroje. Vyšroubujeme šroub uprostřed voliče, kotouč voliče povytáhneme a natočíme tak, 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 doutnavka. Vyčkáme asi 15 minut, až se ustálí vnitřní teplota přístroje. Ručka přístroje může být v libovolné poloze (podle náhodného postavení ovládacích prvků).

## 6. NÁVOD K OBSLUZE A POUŽÍVÁNÍ

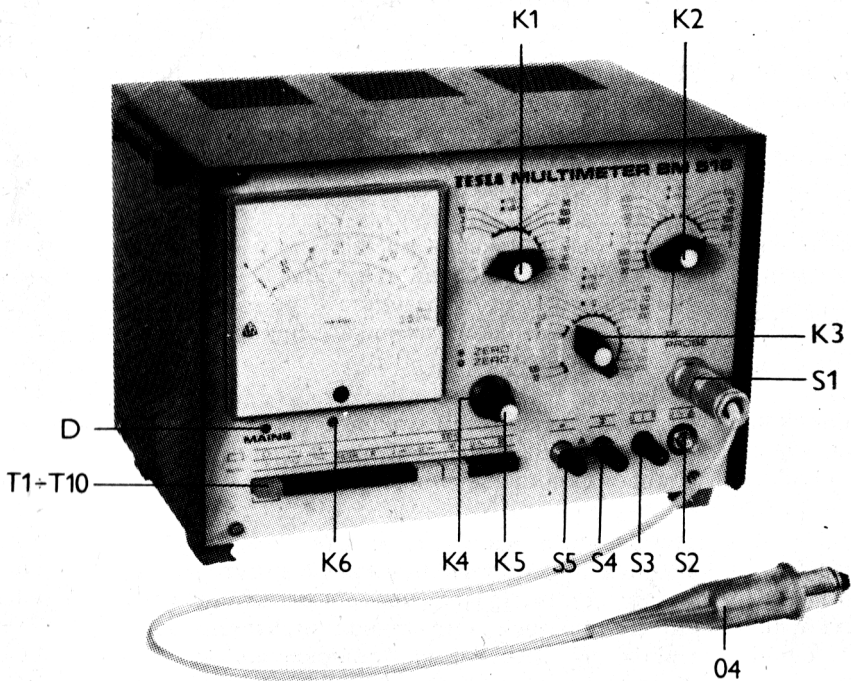
### 6.1. Uspořádání ovládacích prvků

#### Pohled na přední panel

T1+

Obr. 5    Рис. 5

- K1 — Přepínač proudových rozsahů
- K2 — Přepínač rozsahů střídavého napětí, rozsahu střídavého napětí měřeného v sondou a výstupu kalibračního napětí
- K3 — Přepínač rozsahu ss napětí a přepínač rozsahu ohmmetru
- K4 — Nastavení nuly (napětí) pro ss voltmetr, pro ss miliampérmetr, pro oba střídavé voltmetry a pro ohmmetr
- K5 — Nastavení nuly (proudu) — kompenzace vstupního proudu. Při střídavých měřeních je odpojen
- K6 — Nastavení citlivosti nízkofrekvenčního voltmetru při kalibraci
- T1 — Tlačítko síťového vypínače



c. 5 Fig. 5

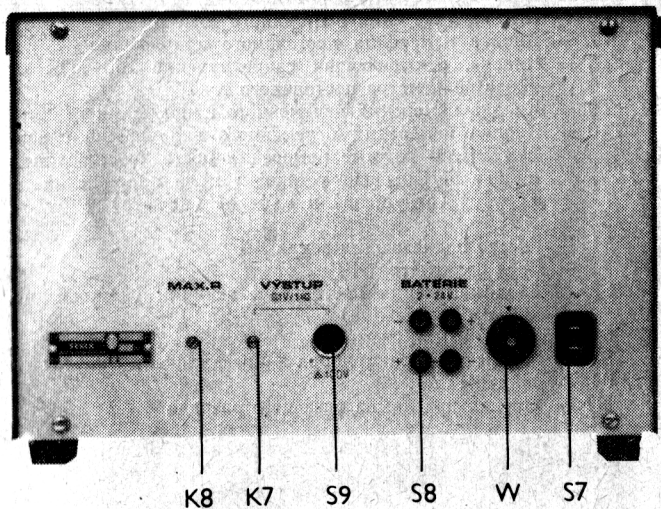
- T2 — Tlačítko voliče funkce — nestlačeno, ss měření  
— stlačeno, střídavá měření
- T3 — Tlačítko změny polaritý měřidla
- T4 — Tlačítko zapojující vstupní filtr
- T5 — Tlačítko měření odporu
- T6 — Tlačítko měření ss proudu,
- T7 — Tlačítko měření ss napětí
- T8 — Tlačítko odpojující odpor 100 k $\Omega$  na vstupu ss  
voltmetru
- T9 — Tlačítko měření střídavého napětí
- T10 — Tlačítko měření střídavého napětí s vf sondou.  
Při funkci ss měření přepíná nastavení nuly na-  
pětí na „Hrubě“ (nestlačené) a „Jemně (stlačené).
- S1 — Konektor pro připojení vf sondy
- S2 — Vstup nízkofrekvenčního voltmetru
- S3 — Vstup pro stejnosměrná měření (napětí, proud,  
odpor)
- S4 — Svorka obvodové země
- S5 — Svorka kostry přístroje — zemnicí svorka
- 04 — Vf sonda
- D — Signalizační doutnavka

## **Pohled na zadní stranu přístroje**

- K7 — Nastavení výstupního napětí pro zapisovač
- K8 — Nastavení maxima výchylky při měření odporu
- S7 — Síťová přívodka
- S8 — Svorky pro připojení vnější baterie
- S9 — Výstup pro zapisovač
- W — Volič síťového napětí

### **6.2. Měření stejnosměrných napětí**

Voličem funkcí — tlačítkem T2 — nastavíme funkci „Stejnoseměrná měření“. Tlačítko je nestlačené.



Obr. 6    Рис. 6    Fig. 6



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 polaroty měřidla T3 dáme do polohy + (tlačítko nestlačené). Tlačítko T8 určující vstupní odpor je nestlačené — vstupní odpor je 100 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  $\mu$ V a knoflíkem K4 nastavíme nulu na měřidle, přitom je vstupní zdiřka S3 spojena se zdiřkou 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  $\mu$ V, 1 mV), je vhodné občas kontrolovat nulu napětí a proudu. Při běžných měřeních je zdiřka S4 spojena pomocí uzemňovací pásky se zdiřkou S5. Měříme-li přístrojem na zdroji s nenulovou úrovní obvodové země, rozpojíme zdiřky S4, S5. Nesmíme zapomenout, že zdiřka S4 má proti zemi kapacitu asi 100 000 pF a odpor  $R_{iz} \geq 10^9 \Omega$ . Při jednotlivých rozsazích nesmíme překročit udaný vnitřní odpor měřeného zdroje. Vstupní odpor multimetru při nestlačeném tlačítku T8 je 100 k $\Omega$ . Stlačením tlačítka je tento odpor odpojen a vstupní 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 změním 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 zkontrolujeme pracoviště s ohledem na správné zemnění. Při zapojení filtru se prodlužuje doba ustálení výchylky v závislosti na vnitřním odporu zdroje.

### **6.3. Měření stejnosměrných proudů**

Tlačítko T2 (volič funkcí) je nestlačeno. Tlačítko T3 je v poloze „+“ (nestlačeno). Vstupní filtr 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. Zmáčkne tlačítko T6 — měření stejnosměrného proudu. Vyčkáme ustálení ručky měřidla v nulové poloze. Otáčíme knoflíkem K1 doleva a nastavíme nejcitlivější rozsah (3 nA). Spojené zdířky S4 a S5 spojíme se zdířkou S3 a knoflíkem K4 nastavíme nulu měřidla. Rozpojíme zkrat zdířek S3, S4 a opravíme nastavení nuly knoflíkem K5. Tento postup opakujeme podle potřeby. Tlačítkem T10 můžeme nastavit hrubší nebo jemnější nastavení nuly knoflíkem K4. Nestlačené 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 úrovní 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 ústálení výchylky.

#### 6.4. Měření odporů

Tlačítko T2 (volič funkcí) je nestlačeno. Tlačítko T3 je v poloze „+“. Vstupní filtr vypnut. Tlačítko T4 nestlačené. Tlačítko T8 v libovolné poloze, rovněž tak knoflíky K1, K2. Přepínač rozsahů K3 nastavíme na rozsah 10 k $\Omega$  tak, že šipku knoflíku nastavíme na č. 10 bílé stupnice. Zmáčkne tlačítko T5. Vyčkáme uklidnění ručky měřidla, nastavovacím prvkem K8 nastavíme max. výchylku měřidla (značka  $\infty$  na stupnici 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 šipkou knoflíku K3 platí pro střed stupnice.

## 6.5. Měření střídavých napětí

Tlačítko T2 (volič funkcí) uvedeme stlačením do polohy „střídavá měření“. Tlačítka T4, T5, T6, T7, T3, 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 šipku 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-ti dílkové stupnici pro střídavé měření. Nastavení nuly je stejně citlivé pro všech 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 zkontrolovat přesnost přístroje. Kontrolujeme pomocí vestavěného kalibračního zdroje. Kalibrač-

ní napětí obdélníkového průběhu o efektivní hodnotě 30 mV,

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

rectangular waveform and its RMS value is 30 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 odpor  $R_{iz} \geq 10^9 \Omega$ . 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 f sondu (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. Tlačítko T3 je v poloze „+“ (nestlačené). Tlačítko T10 — měření střídavých napětí se sondou — stlačíme. Knoflíkem K2 nastavíme rozsah 10 mV tak, že šipku 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-ti 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 kapacity 100 000 pF a  $R_{iz} \geq 10^9 \Omega$ . Při delším měření na rozsazích 10 mV a 30 mV provádíme kontrolu nastavení nuly častěji.

#### 6.6.2. Samotná hrotová sonda

je vhodná pro měření vf napětí v udaných 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 jakékoliv 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 závislosti již na kmitočtech vyšších než 1 MHz. Dochází tím ke zvýšení chyby měření.

Použití samotné hrotové sondy pro měření v kmitočtovém 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 připojení 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 přidavných 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 přidavnými chybami vlivem vlastního nepřizpůsobení adaptéru. Tyto chyby lze nejnáze 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  $\lambda/2$ . (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 v detektor hrotové sondy reaguje na různou hodnotu měřeného napětí. Za-

tímco 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 nezkrusleného sinusového signálu.

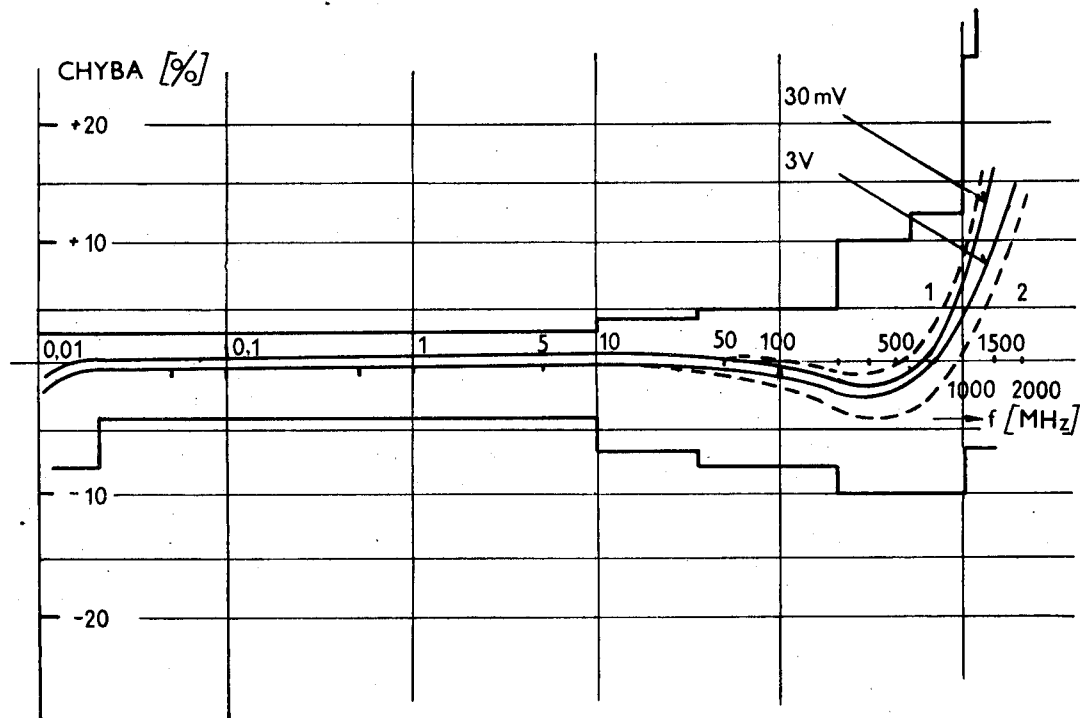
Detektor sondy měří zápornou půlplnu měřeného napětí. Teplotní koeficient hrotové sondy je použitým zapojením značně potlačen, při přesných měřeních je však třeba s jeho vlivem počítat. Přitom při prudkých změnách okolní teploty o více než 10 °C je výhodné počkat asi půl hodiny na teplotní ustálení obvodů 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 ohraničen mezními křivkami 1 a 2. Zaručované tolerance jsou naznačeny stupňovitými přímkami.

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



Погрешность  
Error



Обр. 7

s určitou dobou zotavení přechodu, po jejímž uplynutí ukáže přístroj správnou hodnotu měřeného napětí.

жений 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.

to allow for junction recovery, after this period of time the meter indicates the correct 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 ode-

## 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.

## 7. DESCRIPTION OF MECHANICAL CONSTRUCTION

### 7.1. Design of the multimeter

The multimeter is housed in a standard metal case. The cover of the instrument is removed after removing 4 screws on the sides of the instrument.

jmout 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 klíčovac 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  $n_f$  voltmetru. V pravé části jsou tyto hlavní díly: operační zesilovač AS101 (umístěný na střední přepážce), vstupní část  $n_f$  voltmetru — děliče, impedanční transformátor, invertor, 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  $v_f$  sondu, ovládací prvky pro nastavení nuly, maxima výchylky ohmmetru 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).

## 7.2. 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  $v_f$  diody 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 prepážky spojené kostrou. Na druhé straně prepážky jsou umístěny součástky srovnávacího detektoru. Jejich montážní uložení je obdobné jako u vf detektoru. Vývod od společného konce kondenzátoru C57 a živého konce diody E48 je připojen na destičku s tištěnými spoji. Na tuto destičku je připojen přívodní kabel sondy zakončený pěti-kolíkovým konektorem.

## **8. PODROBNÝ POPIS ZAPOJENÍ**

(Viz schéma 1X1 834 28)

### **8.1. Stejnoseměrná měření**

Měřené napětí se přivede na svorku označenou U, I, R. Zde připojený odpor R99 umožňuje 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 multimetru 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 AS101. Zesílení měřeného napětí je dáno

vnější zpětnovazební sítě. 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. Kondenzátory 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, R133 a odporem R94 lze kompenzovat proudový offset. Jemnější nastavení napěťové nuly umožňuje 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 předřadnými odpory R39 a R40. Kontakty tlačítek 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 bočnicích 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 voltmetru.

Měření odporu umožňuje 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 R46, případně dalšími odporovými normály přes kontakt 5g měřeným odporem. Hodnotu proudu (max. výchylku 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.

## 8.2. Střídavá měření

### 8.2.1. V f v o l t m e t r

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 AS101 přes kontakty 10h a 2h. Po zesílení je výstupním napětím zesilovače napájen klíčovač. Jsou to tranzistory E20, E21 s příslušnými pasívními prvky. Tranzistor E20 je

přiváděným napětím přes R27 otevírán 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  $v_f$  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 děliču upravují tvar obdélníkového napětí tak, aby činitel tvaru byl přibližně stejný jako u sinusového napětí (voltmetr je cejchován sinusovým napětím). Korekce je nutná pro rozsahy, kde přechází detekce z efektivní 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  $v_f$  voltmetru. Pro správnou funkci  $v_f$  voltmetru jsou zde ještě pomocné obvody. Diody E27, E28 a odpor R30

jsou zapojeny mezi vstup a výstup operačního zesilovače AS101 a zneumožňují přechod smyčky do kladné vazby. Kondenzátory C46, C52—C55 upravují zesílení operačního zesilovače a zajišťují dynamickou stabilitu.

### 8.2.2. Nízkofrekvenční voltmetr

Měřený signál připojený na svorku označenou  $U_{\sim}$  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 jistěn dvěma diodami E31, E32 a odporem R58. Diody mají s předpětí dané Zenerovou diodou E35, takže omezují 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 usměrněná diodami E37, E39. Stejnosměrné napětí se podobně jako u vf voltmetru vede přes kontakty tlačítka 10h na operační zesilovač AS101 a dále na 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. Vydělené 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 uměrné 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 R30 ve stejné funkci jako u vf voltmetru, 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 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. Stejnoseměrný 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 stejnosměrného zesí-



lovače E7. Výstupní napětí se dostaví potencio-  
metrem R9.

Multimetr je možné napájet baterií. Baterie se při-  
pojují 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 opra-  
vách 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  
(viz kapitolu 10. Pokyny pro opravy). Při nesprávné  
funkci řadičů je možné je vyčistit čistým ben-  
zínem, kontakty je nutné namazat pětiprocentním  
roztokem kontaktní vazelíny v benzínu. Tlačítkovou  
soupravu ani řadiče nedoporučujeme čistit pro-  
středky, které by mohly zhoršit povrchový svodový  
odpor.

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

lovače E7. Výstupní napětí se dostaví potencio-  
metrem R9.

Multimetr je možné napájet baterií. Baterie se při-  
pojují 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 opra-  
vách 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  
(viz kapitolu 10. Pokyny pro opravy). Při nesprávné  
funkci řadičů je možné je vyčistit čistým ben-  
zínem, kontakty je nutné namazat pětiprocentním  
roztokem kontaktní vazelíny v benzínu. Tlačítkovou  
soupravu ani řadiče nedoporučujeme čistit pro-  
středky, které by mohly zhoršit povrchový svodový  
odpor.

Ví sonda údržbu nevyžaduje. Je však nutno s ní  
zacházet velmi opatrně, poněvadž při silných ná-  
razech 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 zahrnuty 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. Jejich postavení měníme jen při celkovém nastavení multimetru. Při hledání závad postupujeme podle následujících pokynů:

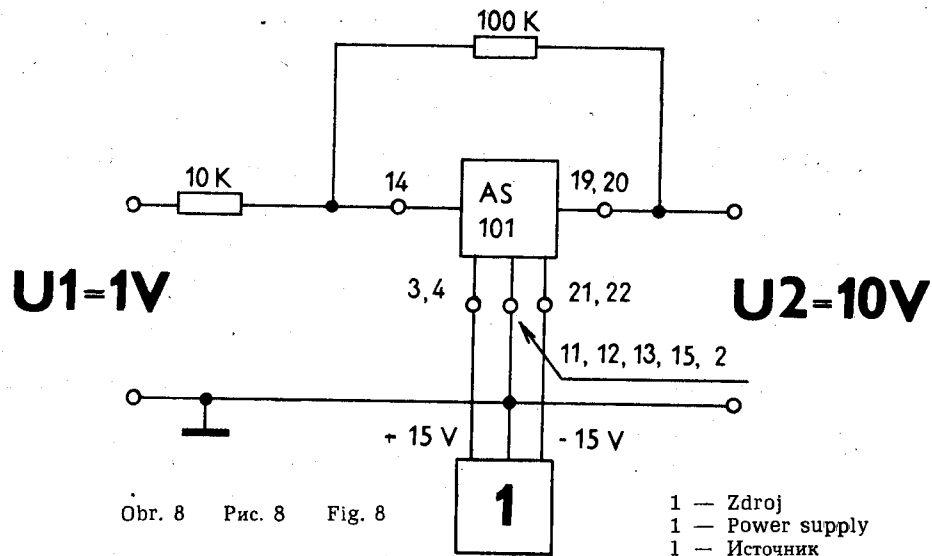
### 10.1. Přístroj neměří ss napětí

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

Napětí na bodech 1—9, 2—9 je: 20 V  $\pm 5\%$

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

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



Zkontrolujeme, je-li napájecí napětí  $\pm 15$  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.

Ověření lze provést na zvláštním přípravku nebo využitím multimetru tak, že odpojíme příklady 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.

Следует убедиться в том, что напряжение питания  $\pm 15$  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 рисунку. Проверку можно осуществлять с помощью специального приспособления или при использовании мультиметра при отключении выводов от точек 14 и 19, 20 и подключений сопротивления  $10 \text{ k}\Omega \pm 1\%$  и  $100 \text{ k}\Omega \pm 1\%$  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  $10 \text{ В}$

It is necessary to check that the  $\pm 15$  V supply voltage is applied to the terminal strip of the operational amplifier, points 3, 4 - 11, 12 and 21, 22 - 11, 12. If the voltages are correct, then the operational amplifier should be tested in accordance with the diagram. The test can be carried out using a special device or by using a multimeter with the leads disconnected from points 14 and 19, 20 and the connection of the  $10 \text{ k}\Omega \pm 1\%$  and  $100 \text{ k}\Omega \pm 1\%$  resistors to the points shown in Fig. 8. A constant current of  $1 \text{ V} \pm 1\%$  should be applied to the input (U1) and a voltage of  $10 \text{ V} \pm 2\%$  should be measured at the output (U2). In the event of a fault in the operational amplifier, it should be sent for repair to its manufacturer. If the power supply and operational amplifier are in good order, the next cause of the fault may be damaged resistors, capacitors, switches or connecting wires. For correct operation, the full deflection of the instrument needle should correspond to a voltage of  $10 \text{ V}$

Při správné funkci je pro každý rozsah při plné výchylce měřidla mezi body 19, 20 a 11, 12 napětí 10 V  $\pm 1\%$ . K měření na bodech 19, 20 a 11, 12 musíme použít měřidla s plovoucím vstupem.

## 10.2. Přístroj neměří stejnosměrné proudy

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

## 10.3. Přístroj neměří odpory

Funkce stejnosměrného voltmetru je správná. Chyba je v obvodu tlačítka 4, řadiče B1 normálových odporů a zdroje. Kontroly napětí zdroje pro měřené odpory:

body 11, 12: 13 V  $\pm 5\%$

na C9: 11 V  $\pm 5\%$

na R46: 100 mV  $\pm 2\%$

## 10.4. Přístroj neměří vf napětí se sondou

Napájecí zdroje a operační zesilovač jsou v pořádku. Kontrola funkce zdroje, obdélníkového 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 — zkontrolujeme voltmetrem v bodech 22, 21. Na kondenzátor C11 a proti zemi (bod 15) připojíme oscilograf (například BM 420). Musí zde být obdélníkové napětí o amplitudě asi 8 V a kmitočtu 1 kHz  $\pm 20\%$ . Připojíme oscilograf 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 klíčovace. Při nulovém ss napětí na vstupu klíčovace je rovněž nulové obdélníkové napětí na výstupu. Plynulým zvětšováním ss napětí se rovněž plynule zvětšuje obdélníkové napětí. Vstupnímu napětí 10 V odpovídá amplituda obdélníkového 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 v f 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 milivoltmetr s velkým vstupním odporem, tj.  $> 100$  M $\Omega$  (multimetr BM 518, pikoampérmetr BM 483) a změříme ss napětí. Hodnota má být v rozmezí 1 + 1,2 V.

Výstupní napětí generátoru 3 V  $\pm 5\%$ ,  $f = 100$  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).

Sondu je nutné poslat k opravě výrobci i s přístrojem, kde po výměně diod bude přístroj přecej-

chován. Není-li funkce vř voltmetru i po těchto kontrolách správná, nutno kontrolovat správnost funkce tlačítek 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 mV. Oscilografem 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 sinusového napětí. Nemá nastat dříve než při 2,5–3 V špičkové hodnoty vstupního střídavého napětí. Pro vstupní napětí 30 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 vadné diody E37–E40, musíme vyměnit vždy celou čtveřici. Diody jsou vybírány podle zvláštního předpisu ve výrobním závodě. Poškození diod napětovým přetížením je málo pravděpodobné, mají dvojitou 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 ča-

sových údobích je třeba provést kontrolu chyb způsobem dále popsáním.

## 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.

### 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 multimetr do chodu podle bodu 5.2. Nastavíme rozsah  $10 \text{ V}$ . Připojíme cejchovní zdroj s nastaveným napětím  $10 \text{ V} \pm 0,5\%$ . Stlačíme tlačítko T8. Potenciometrem R40 nastavíme výchylku ručky měřidla na dílek 10 stupnice měřidla. Multimetr přepneme na rozsah  $100 \text{ V}$ . Připojíme cejchovní zdroj s nastaveným napětím  $100 \text{ V} \pm 0,5\%$ . 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 miliampérmetru

Pro kontrolu potřebujeme zdroj proudu v rozmezí 3 nA—100 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 ohmmetru

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 normály odporů R46, R104 — R110.

### 10.6.4. Kontrola přesnosti vf voltmetru

Multimetr uvedeme do chodu podle bodu 5.2. Ke kontrole potřebujeme cejchovní zdroj střídavého napětí 10 mV až 3 V  $\pm 0,5\%$ ,  $f = 300$  kHz. Napětí z cejchovního zdroje přivedeme na vf sondu. Nejdříve kontrolujeme rozsah 3 V. Správnou výchylku 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 výchyly kontrolujeme pro rozsahy 100 mV, 300 mV, 1 V. Případnou odchylku upravíme změnou hodnot kondenzátoru C49—C51.

Ke kontrole chyby 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 voltmetru nepřekročí hodnotu, danou součtem zaručované chyby a chyby měřicího zařízení.

#### 10.6.5. Kontrola přesnosti nízkofrekvenčního voltmetru

Uvedeme multimetr do chodu podle bodu 5.2. Ke kontrole potřebujeme cejchovní zdroj střídavého 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 výchyly. Přepínač K2 přepneme do polohy KAL. Je-li rozdíl ve výchylykách 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 výchyly. Změníme kmitočet na  $f = 100$  kHz, správnou výchyly 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 výchyly. Změníme kmitočet na  $f = 100$  kHz, správnou výchyly nastavíme konden-

zátořem C21. Dále můžeme provést kontrolu frekvenční charakteristiky. Na měřném generátoru (např. BM 492) nastavíme několik libovolných kmitočtů. Chyba nesmí být větší než je uđaná v technických datech.

### **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 technologických procesů, které mají zajistit udržení vlastností přístroje a dosažení odpovídající přesnosti. Přesto však během provozu vlivem stárnutí součástí, působením klimatických podmínek a event. i jiných 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 tištěnými 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 výrobní 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

## **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 vlastní přístroj vliv.

### **11.2. Skladování**

Nezabalený přístroj lze skladovat v prostředí s teplotou  $+5^{\circ}\text{C}$  do  $+40^{\circ}\text{C}$  při maximální relativní vlhkosti do 80%. Při krátkodobém skladování lze přístroj v továrním obalu skladovat v rozmezí  $-25^{\circ}\text{C}$  až  $+55^{\circ}\text{C}$  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.

### 13. LIST OF ELECTRICAL COMPONENTS

#### Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	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	Ceramic	1.5 kΩ	0.125	—	TP 112 1K5
R9	Ceramic	15 kΩ	0.125	—	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	Potentiometer	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	Potentiometer	22 kΩ	0.5	—	TP 017 22k
R24	Film	35.7 kΩ	0.25	1	TR 162 35k7 $\pm$ 1%
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 5k62 $\pm$ 1%
R30	Film	1 kΩ	0.125	10	TR 212 1K/K
R31	Film	1.82 kΩ	0.25	1	TR 162 1k82 $\pm$ 1%
R32	Film	5.62 kΩ	0.25	1	TR 162 5k62 $\pm$ 1%
R33	Film	22 kΩ	0.125	5	TR 212 22K/J
R34	Film	150 kΩ	0.125	5	TR 212 M15/J
R35	Film	5.6 kΩ	0.125	5	TR 212 5K6/J
R36	Film	5.6 kΩ	0.125	5	TR 212 5K6/J

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
R37	Film	150 kΩ	0.125	5	TR 212 M15/J
R38	Film	36.1 kΩ	0.25	0.5	TR 162 36k1 $\pm$ 0.5%-I
R39	Film	90.9 kΩ	0.25	1	TR 162 90k9 $\pm$ 1%
R40	Potentiometer	10 kΩ	0.5	—	TP 017 10k
R41	Film	15 kΩ	0.125	5	TR 212 15K/J
R42	Film	100 kΩ	0.25	1	TR 162 M1 $\pm$ 1%
R43	Film	1.5 kΩ	0.125	10	TR 212 1K5/K
R44	Film	825 Ω	0.25	1	TR 162 825 $\pm$ 1%
R45	Potentiometer	10 kΩ	0.2	—	TP 190 12E 10k
R46	Film	10 Ω	0.25	1	TR 162 10 $\pm$ 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	0.5	5	TR 107 10M/B
R51	Film	10 MΩ	0.5	5	TR 107 10M/B
R54	Film	10 kΩ	0.25	5	TR 106 10k/B
R55	Film	330 kΩ	0.25	1	TR 106 330k/D
R56	Potentiometer	1 kΩ	0.3	—	TP 112 1k
R57	Potentiometer	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 $\pm$ 1%
R71	Film	2.74 kΩ	0.125	1	TR 161 2k74 $\pm$ 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
R77	Film	10 kΩ	0.125	10	TR 212 10K/K
R78	Film	3.3 kΩ	0.125	5	TR 112a 3k3/B

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
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	Potentiometer	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	0.25	0.5	TR 162 1k5 ±0.5%-I
R97	Film	493 Ω	0.25	0.5	TR 162 493 ±0.5%-I
R98	Film	221 Ω	0.25	0.5	TR 162 221 ±0.5%-I
R99	Film	100 kΩ	1	0.5	TR 164 M1 ±0.5%-I
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	0.5	1	TR 107 1M ±1%
R103	Potentiometer	68 kΩ	0.5	—	TP 015 68k
R104	Film	1 kΩ	0.125	1	TR 161 1k ±1%
R105	Film	100 Ω	0.25	1	TR 162 100 ±1%
R106	Film	1 kΩ	0.125	1	TR 161 1k ±1%
R107	Film	10 kΩ	0.25	1	TR 162 10k ±1%
R108	Film	100 kΩ	0.25	1	TR 162 M1 ±1%
R109	Film	1 MΩ	0.25	1	TR 108 1M ±1%
R110	Film	10 MΩ	1	1	TR 107 10M ±1%
R111	Potentiometer	500 Ω	0.2	—	TP 190 12E 500
R112	Film	332 kΩ	0.25	0.5	TR 162 332k ±0.5%-I
R113	Film	100 kΩ	0.25	0.5	TR 162 M1 ±0.5%-I
R114	Film	33.2 kΩ	0.25	0.5	TR 162 33k2 ±0.5%-I
R115	Film	10 kΩ	0.25	0.5	TR 162 10k ±0.5%-I
R116	Film	3.32 Ω	0.25	0.5	TR 162 3k32 ±0.5%-I
R117	Film	1 kΩ	0.25	0.5	TR 162 1k ±0.5%-I
R118	Film	332 Ω	0.25	0.5	TR 162 332 ±0.5%-I

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
R119	Film	100 Ω	0.25	0.5	TR 162 100 ±0.5%-I
R120	Film	33.2 Ω	0.25	0.5	TR 162 33J2 ±0.5%-I
R121	Film	10 Ω	0.25	1	TR 162 10 ±1%-I
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
R124	Film	12 kΩ	0.125	10	TR 112a 12k/A
R125	Film	1 kΩ	0.125	10	TR 112a 1k/A
R125	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	0.25	0.5	TR 162 68k1 ±0.5%-I
R136	Film	2 kΩ	0.25	0.5	TR 162 2k ±0.5%-I
R137	Film	20 kΩ	0.25	0.5	TR 162 20k ±0.5%-I
R138	Film	6.81 kΩ	0.25	0.5	TR 162 6k81 ±0.5%-I
R139	Film	200 Ω	0.25	0.5	TR 162 200 ±0.5%-I
R140	Film	2 kΩ	0.25	0.5	TR 162 2k ±0.5%-I
R141	Film	681 Ω	0.25	0.5	TR 162 681 ±0.5%-I
R142	Film	20 Ω	0.25	0.5	TR 162 20 ±0.5%-I
R143	Film	200 Ω	0.25	0.5	TR 162 200 ±0.5%-I
R144	Film	6.81 kΩ	0.25	0.5	TR 162 6k81 ±0.5%-I
R145	Film	200 Ω	0.25	0.5	TR 162 200 ±0.5%-I
R146	Film	2 kΩ	0.25	0.5	TR 162 2k ±0.5%-I
R147	Film	681 Ω	0.25	0.5	TR 162 681 ±0.5%-I
R148	Film	20 Ω	0.25	0.5	TR 162 20 ±0.5%-I
R149	Film	301 Ω	0.25	0.5	TR 162 301 ±0.5%-I
R150	Film	10 kΩ	0.125	0.5	TR 161 10k ±0.5%-I
R151	Film	101 Ω	0.25	0.5	TR 162 101 ±0.5%-I
R152	Potentiometer	500 Ω	0.2	—	TP 190 12E 500

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
R153	Film	715 $\Omega$	0.25	1	TR 162 715/D
R154	Film	10 k $\Omega$	0.25	1	TR 162 10k $\pm$ 1%
R155	Film	7.15 k $\Omega$	0.25	1	TR 162 7k15 $\pm$ 1%
R156	Film	3.32 k $\Omega$	0.25	1	TR 162 3k32 $\pm$ 1%
R157	Potentiometer	68 k $\Omega$	0.3	—	TP 110 68k
R158	Film	10 k $\Omega$	0.25	1	TR 162 10k $\pm$ 1%
R159	Film	909 $\Omega$	0.25	1	TR 162 1K/E
R159	Film	1 k $\Omega$	0.25	1	TR 162 1k $\pm$ 1%
R160	Potentiometer	33 k $\Omega$	0.3	—	TP 110 33k
R161	Film	301 $\Omega$	0.25	1	TR 162 301 $\pm$ 1%
R162	Film	10 k $\Omega$	0.25	1	TR 162 10k $\pm$ 1%
R163	Potentiometer	10 k $\Omega$	0.3	—	TP 110 10k
R164	Film	100 $\Omega$	0.25	1	TR 162 100 $\pm$ 1%
R165	Film	10 k $\Omega$	0.25	1	TR 162 10k $\pm$ 1%
R166	Potentiometer	1 k $\Omega$	0.3	—	TP 110 1k
R167	Film	10 k $\Omega$	0.25	1	TR 162 10k $\pm$ 1%
R168	Potentiometer	680 $\Omega$	0.3	—	TP 110 680
R169	Film	24.9 $\Omega$	0.25	1	TR 162 33R2/F
R172	Film	4.7 k $\Omega$	0.125	5	TR 212 4k7/J
R173	Film	301 $\Omega$	0.25	1	TR 162 301 $\pm$ 1%
R175	Film	330 k $\Omega$	0.125	10	TR 212 M33/K
Ra	Film	3.3 $\Omega$	0.125	20	TR 212 3R3/M

### Capacitors:

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
C1	Electrolytic	100 $\mu$ F	70	—	TE 988 100M
C2	Electrolytic	100 $\mu$ F	70	—	TE 988 100M
C3	Polystyrene	470 pF	100	—	TC 281 470
C4	Electrolytic	20 $\mu$ F	35	—	TE 986 20M
C5	Electrolytic	200 $\mu$ F	35	—	TE 986 200M
C6	Electrolytic	20 $\mu$ F	35	—	TE 986 20M
C7	Polystyrene	1000 pF	100	—	TC 281 1k
C8	Electrolytic	200 $\mu$ F	35	—	TE 986 200M
C9	Electrolytic	500 $\mu$ F	35	—	TE 986 500M
C10	P. E. T.	0.22 $\mu$ F	160	—	TC 279 M22
C11	Paper	1 $\mu$ F	100	—	TC 180 1M
C12	Electrolytic	20 $\mu$ F	35	—	TE 986 20M

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance $\pm$ %	Standard ČSSR
C13	Electrolytic	50 $\mu$ F	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 -20	TK 350 15k/QM
C27	Polystyrene	1000 pF	100	10	TC 281 1k/A
C28	Ceramic	0.1 $\mu$ F	32	+80 -20	TK 783 100n/Z
C29	Tubular	15 000 pF	160	—	TC 235 15k
C30	Electrolytic	100 $\mu$ F	35	—	TE 986 100M
C31	Electrolytic	100 $\mu$ F	15	—	TE 984 100M
C32	Electrolytic	100 $\mu$ F	35	—	TE 986 100M
C33	Electrolytic	100 $\mu$ F	35	—	TE 986 100M
C34	Electrolytic	100 $\mu$ F	35	—	TE 986 100M
C35	Electrolytic	50 $\mu$ F	10	—	TE 152 50M
C36	Electrolytic	50 $\mu$ F	10	—	TE 152 50M
C37	Polystyrene	10 000 pF	100	—	TC 281 10k
C38	Paper	0.47 $\mu$ F	100	—	TC 180 M47
C39	Paper	0.47 $\mu$ F	100	—	TC 180 M47
C40	Paper	0.47 $\mu$ F	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 $\mu$ F	35	—	TE 986 20M
C48	Electrolytic	20 $\mu$ F	35	—	TE 986 20M
C49	Paper	0.1 $\mu$ F	160	—	TC 181 M1
C50	Paper	47 000 pF	160	—	TC 181 47k
C51	Tubular	33 000 pF	160	—	TC 235 33k
C52	Polystyrene	2200 pF	100	10	TC 281 2k2/A

No.	Type	Value	Max. DC voltage V	Tolerance ± %	Standard CSSR
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	TC 281 1k/A

#### Transformers and coils:

Component	Designation	Drawing No.	No. of tap	No. of turns	Wire Ø in mm
Transformer Coil		1AN 663 76 1AF 832 35.1	1— 2	1210	0.132
			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	—
Silicon diode E31, E32, E41 - E44	KA262	—

Component	Type - Value	Drawing No.
Transistor E33	KF521	
Pair of diodes E37, E38, E39, E40	GA301	1AN 113 38
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	1AF 777 65
Operational amplifier		1AF 011 81

#### Probe 1AK 058 67

#### Resistors:

No.	Type	Value	Max. load W	Tolerance ± %	Standard CSSR
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 CSSR
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

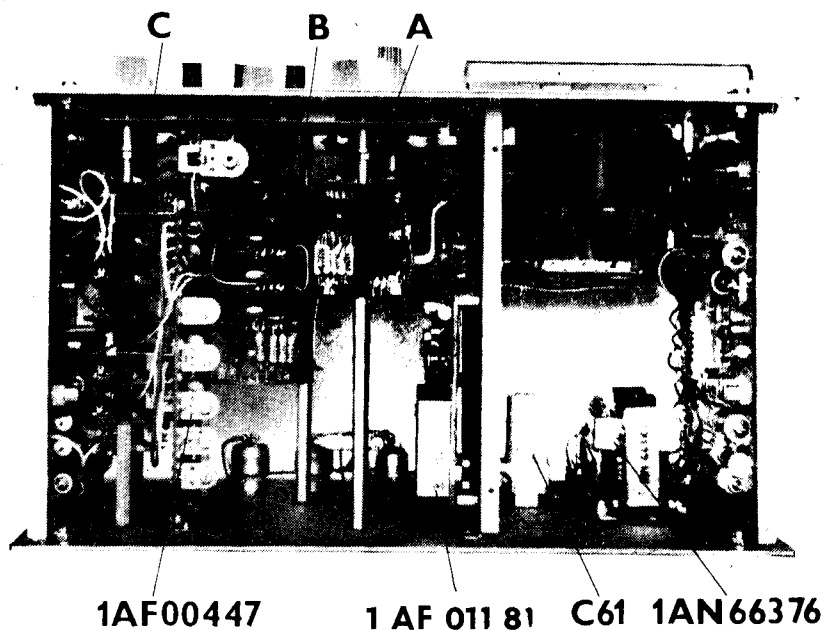
**Note:** The capacity of the capacitor C2 is built by the constructional design of the probe.

#### Further electrical components:

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

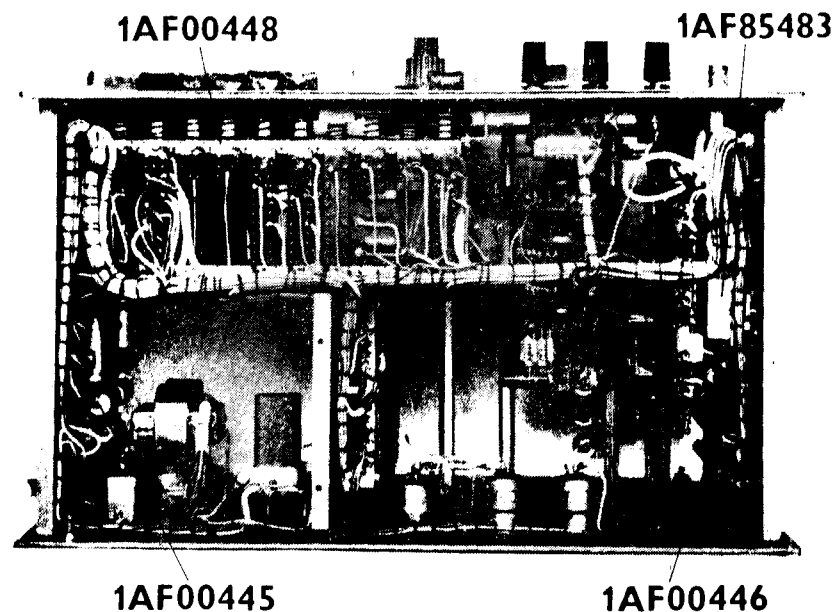


Pohled na odkrytovaný přístroj shora  
 Вид открытого прибора сверху  
 View of discovered instrument from above



1AF 004 47	— jednotka montážní	— монтажный блок	— Mounting unit
1AN 663 76	— síťový transformátor	— сетевой трансформатор	— Mains transformer
1AF 011 81	— operační zesilovač	— операционный усилитель	— Operational amplifier
C61	— síťový filtr	— сетевой фильтр	— Mains filter
A	— řadič A	— переключатель A	— Selector switch A
B	— řadič B	— переключатель B	— Selector switch B
C	— řadič C	— переключатель C	— Selector switch C

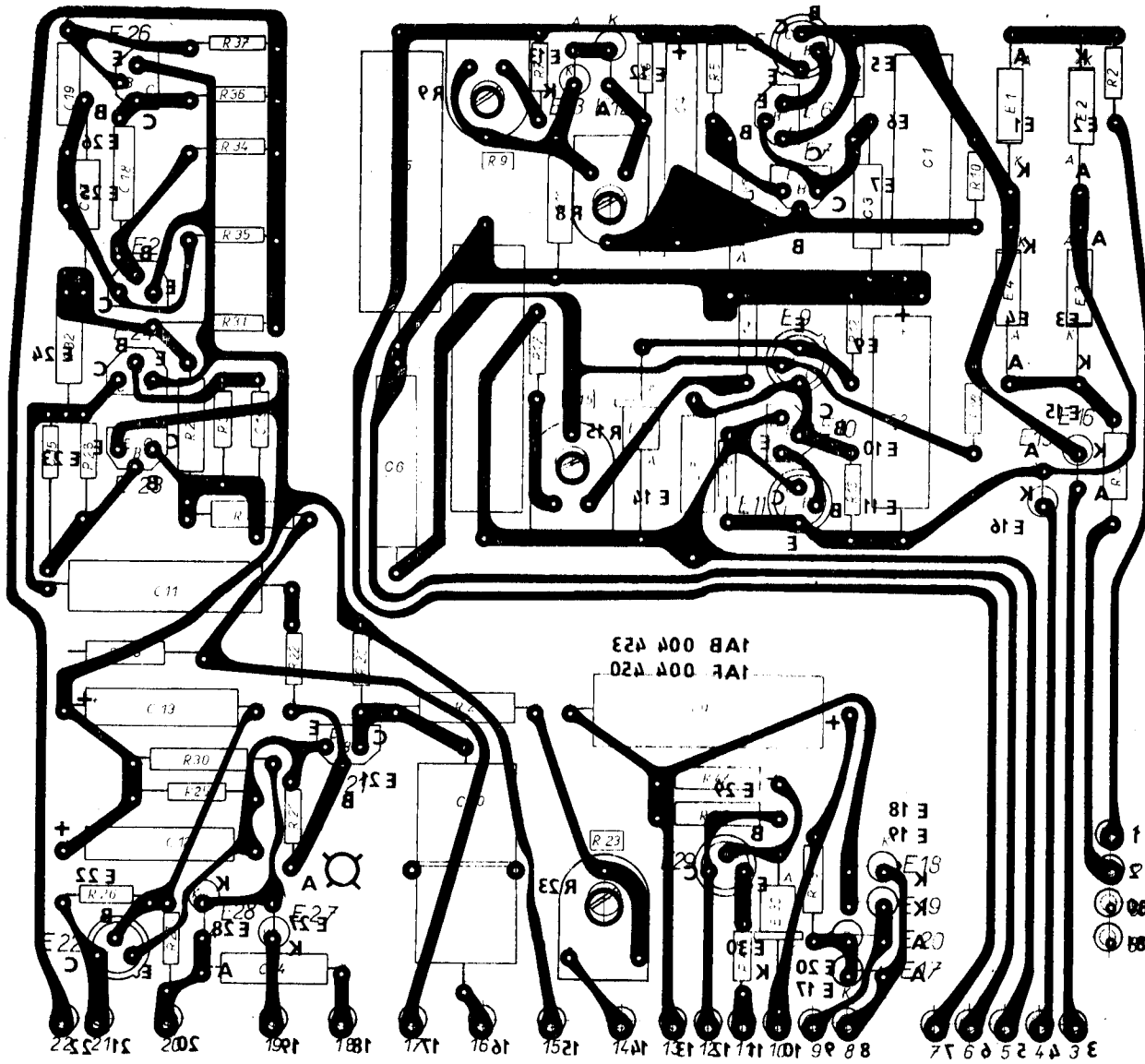
Pohled na odkrytovaný přístroj zespodu  
 Вид открытого прибора снизу  
 View of discovered instrument from below

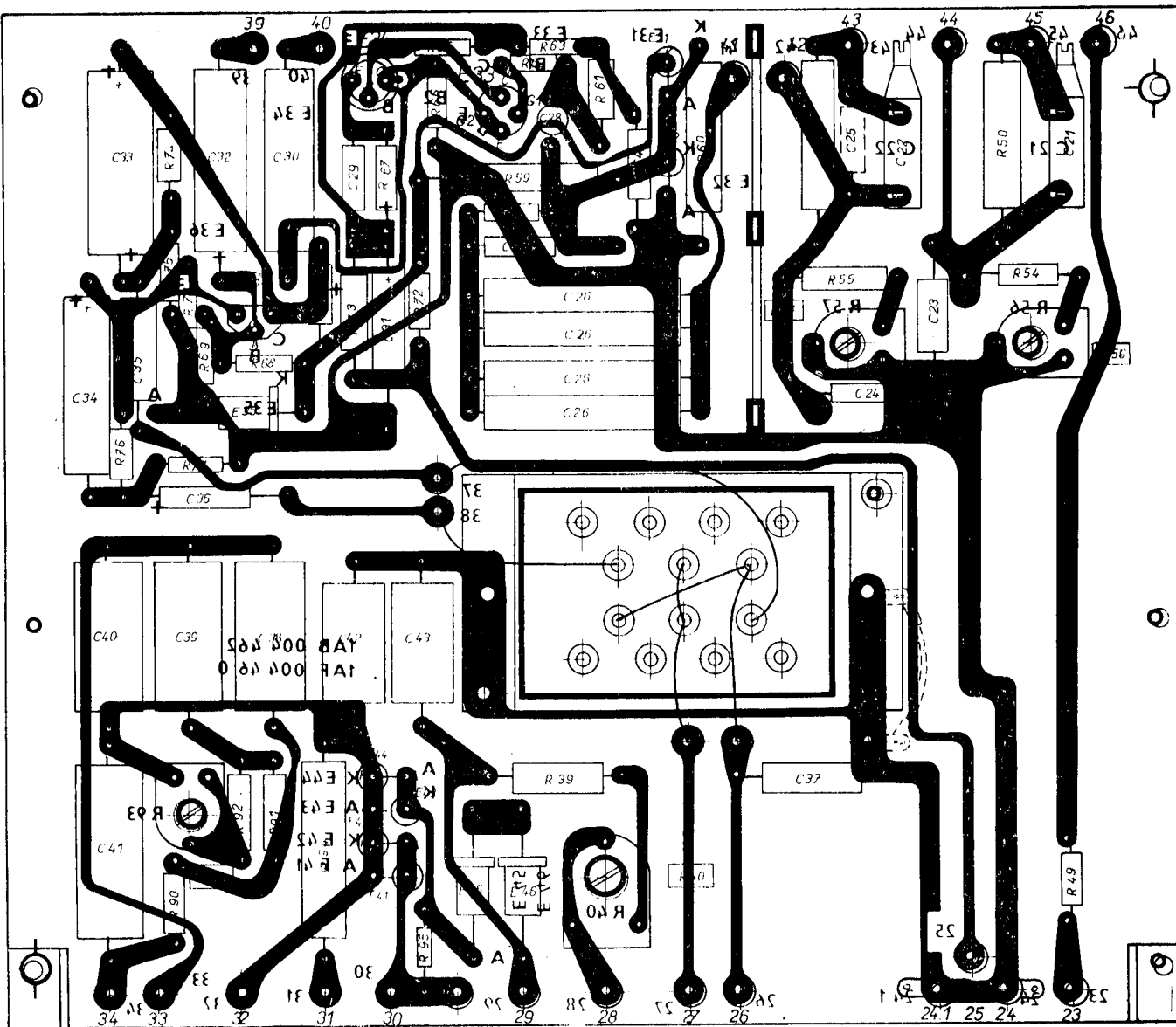


1AF 004 45	— jednotka montážní	— монтажный блок	— Mounting unit
1AF 004 46	— jednotka montážní	— монтажный блок	— Mounting unit
1AF 004 48	— tlačítková souprava	— кнопочник	— Push-button assembly
1AF 854 83	— jednotka montážní	— монтажный блок	— Mounting unit

Montážní jednotka  
Монтажный блок  
Mounting unit

1AF 004 45



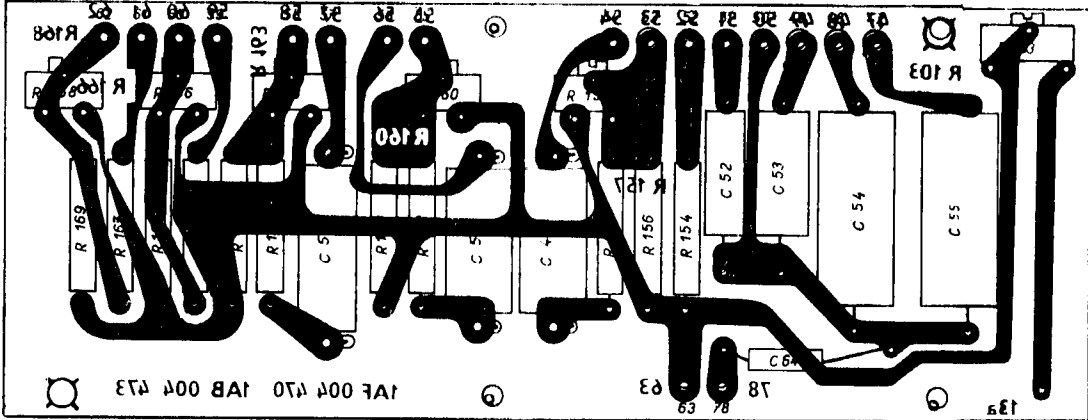


Montážní jednotka  
 Монтажный блок  
 Mounting unit

1AF 004 46

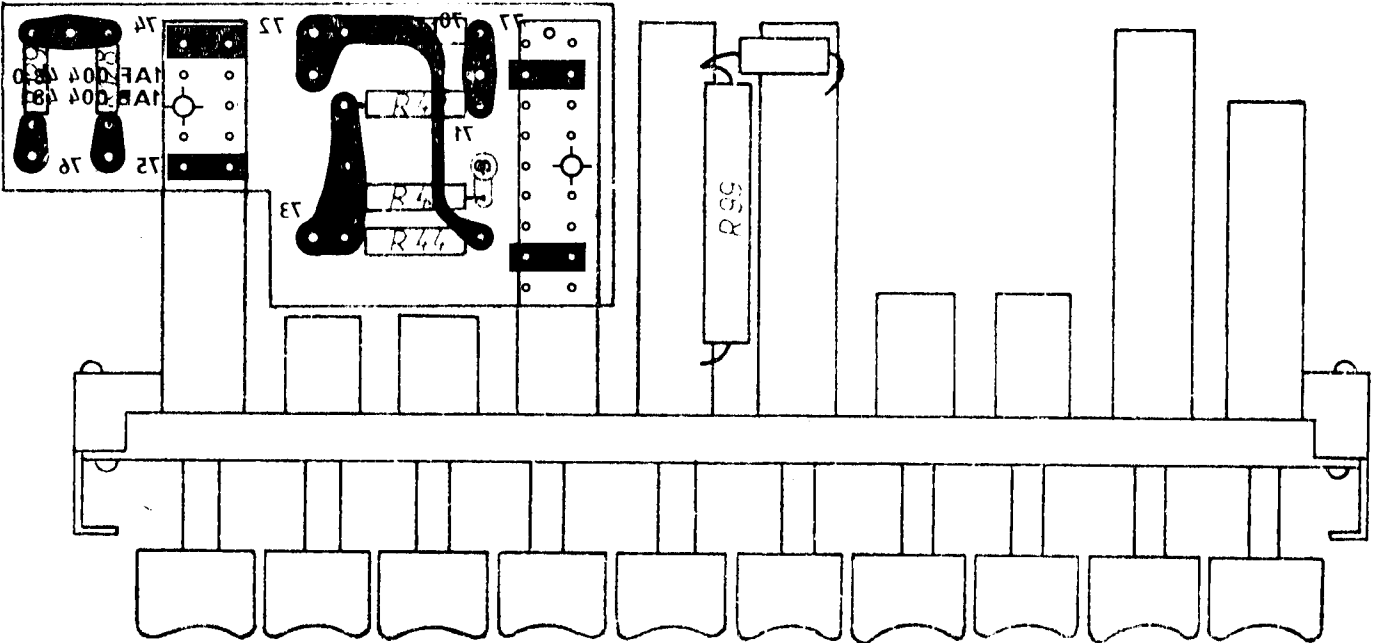
Montážní jednotka  
Монтажный блок  
Mounting unit

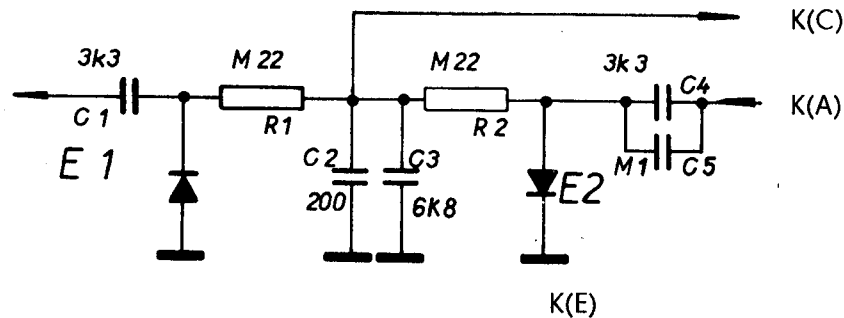
1AF 004 47



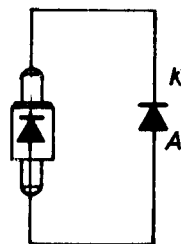
Propojená tlačítka  
Соединенные кнопки  
Interconnected push-buttons

1AF 004 48





E1, E 2

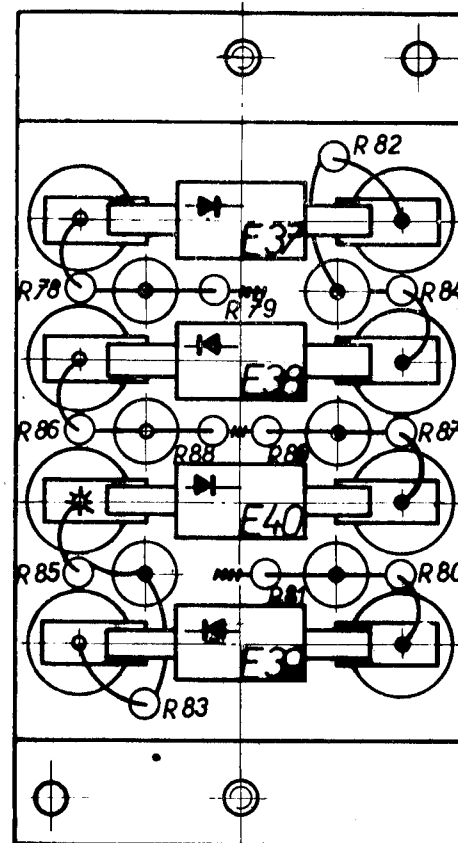


1AK 058 67

Sonda  
Зонд  
Probe

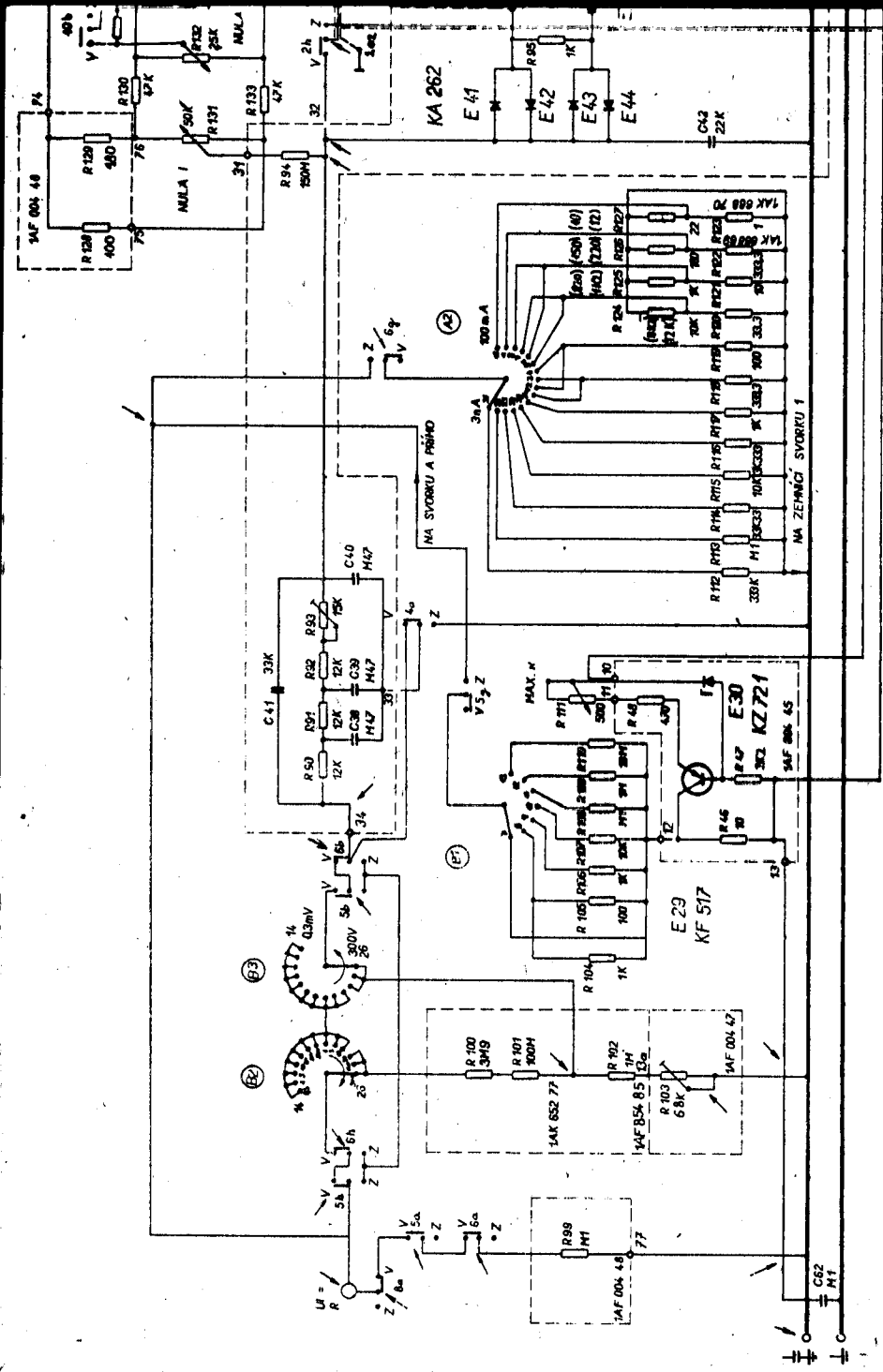
Перевод надписей на схеме включения  
Translation of terms given in the diagram

na svorku a přímo	— к зажиму и прямо	— Directly and to the terminal
max. R	— макс. R	— max. R
na zemnicí svorku 1	— к заземляющему зажиму 1	— To the earthing terminal 1
nula I	— ноль I	— Zero I
nula U	— ноль U	— Zero U
na zdrojovou desku (odtud spojku na zesil. desku)	— к пластине источника (отсюда соединение к пластине усилителя)	— To the power supply board (from here connection to the amplifier board)
korekce přívodů	— коррекция подводов	— Lead correction
registr. přístroj	— регистрирующий прибор	— Graphic instrument
baterie	— батарея	— Battery
kalibrace 30 mV	— калибровка 30 мВ	— Calibration 30 mV
zvláštní zem	— особенное заземление	— Separate earth
VF sonda	— зонд ВЧ	— HF probe
pohled shora	— вид сверху	— View from above
označení tlačítek	— обозначение кнопок	— Designation of push-buttons
spoje a tlačítka označené šipkou	— соединения и кнопки обозначенные стрелкой паяны припоём кадмия	— Connections and push-buttons designed with arrow are soldered by a cadmium solder
sít	— сеть	— Mains
filtr	— фильтр	— Filter



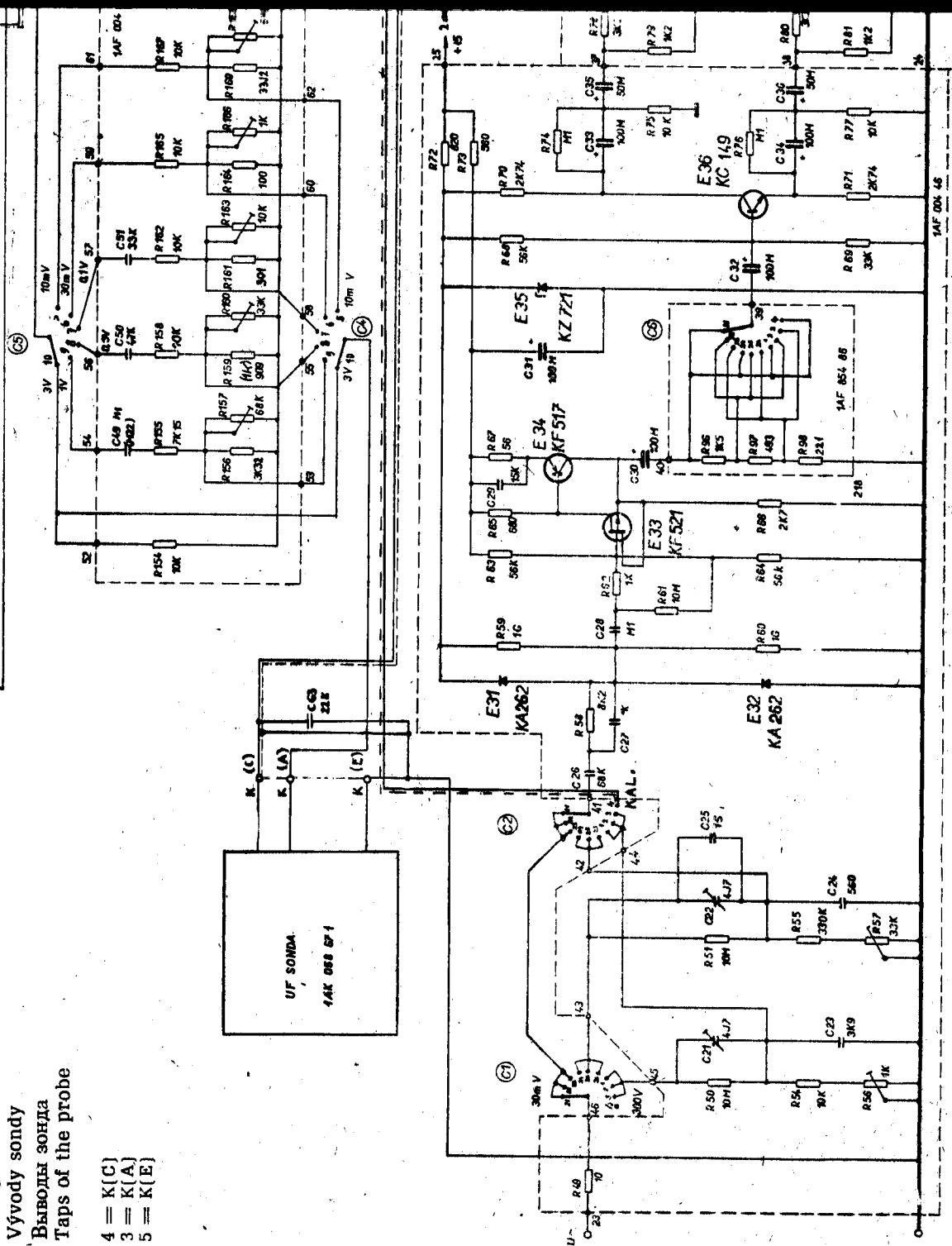
Montážní jednotka  
Монтажный блок  
Mounting unit

1AF 854 83

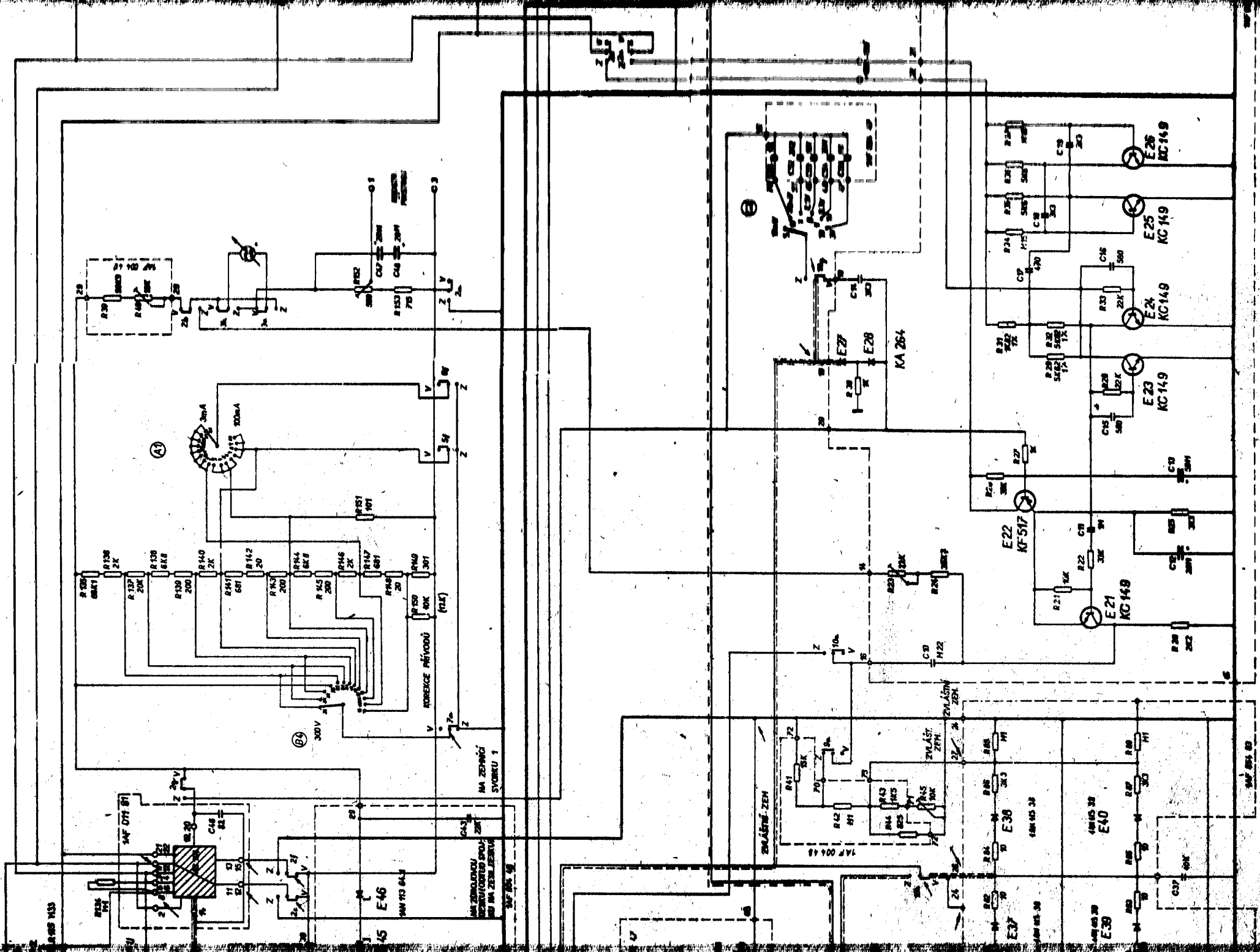


Vývody sondy  
 Выводы зонда  
 Taps of the probe

- 4 = K(C)
- 3 = K(A)
- 5 = K(E)









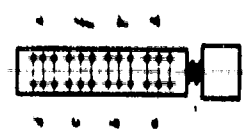
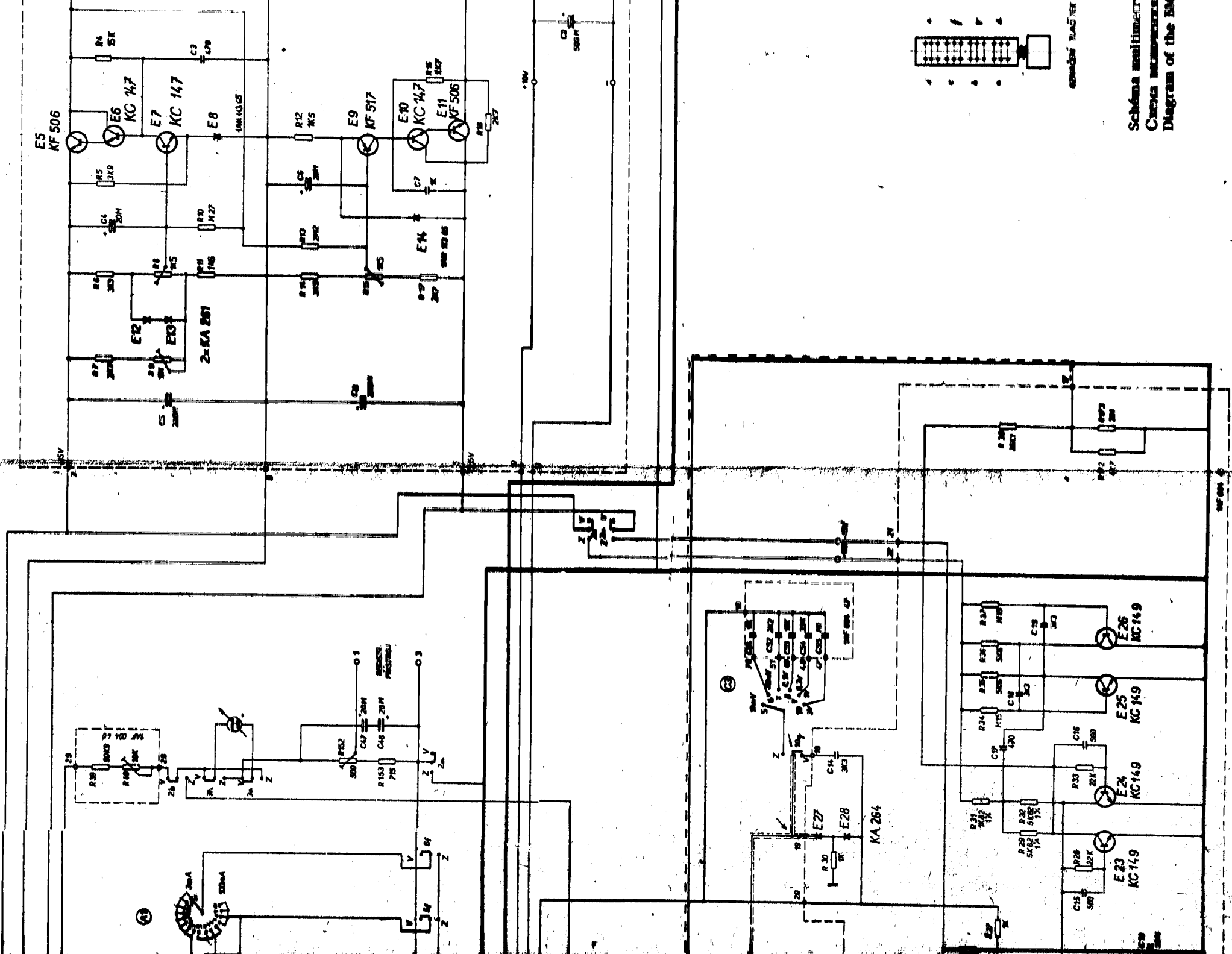
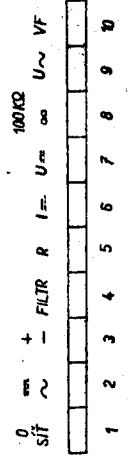
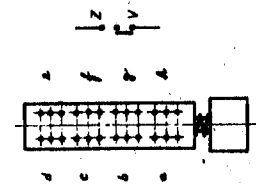
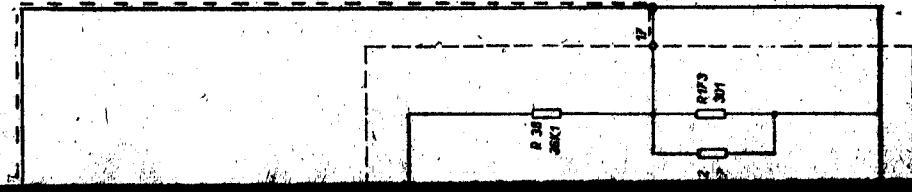
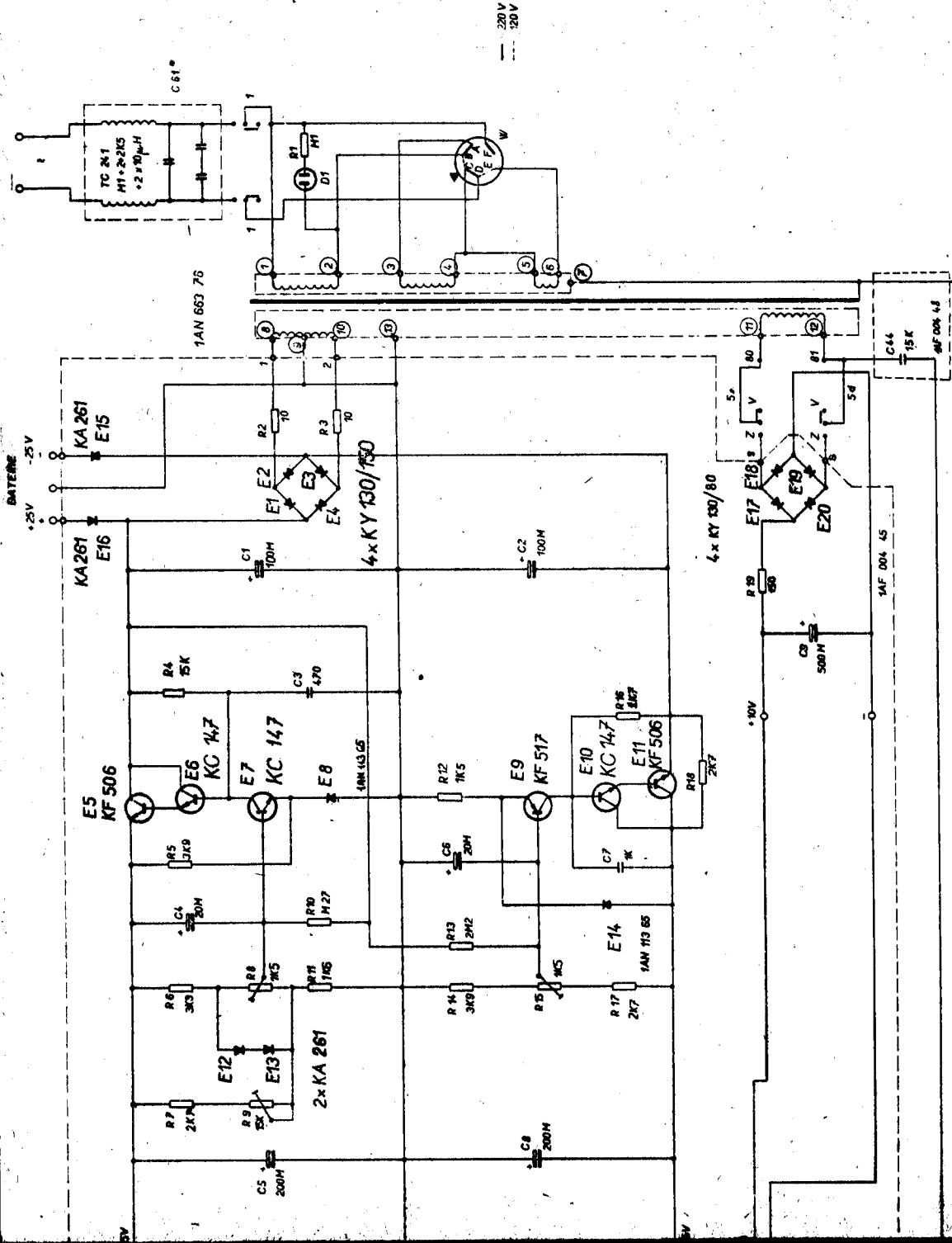
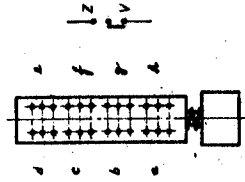
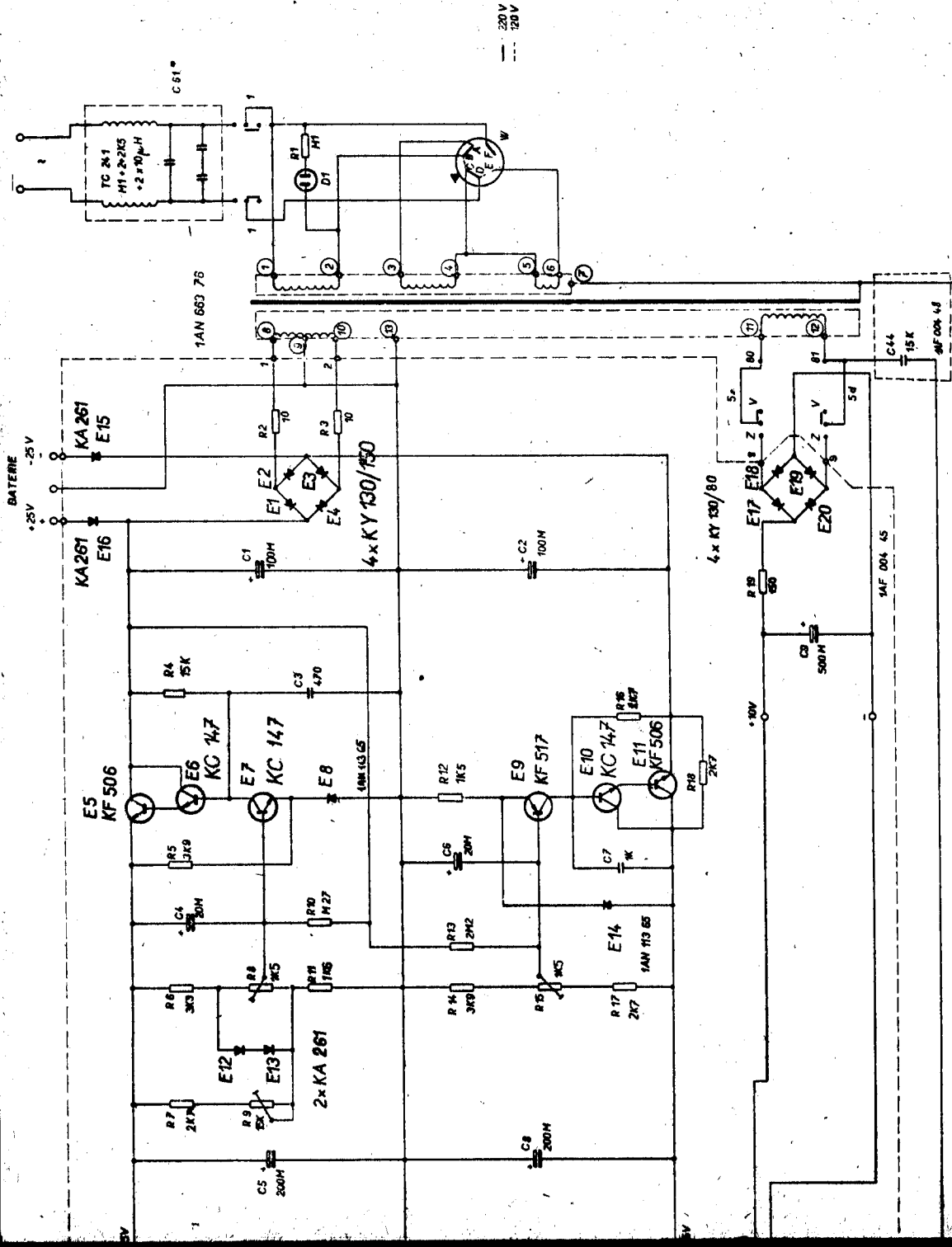


Схема мультиметра  
 Diagram of the EM



ОЗНАЧЕН ТИПОВИК

Schéma multimetru BM 518  
 Схема включения мультиметра BM 518  
 Diagram of the BM 518 multimeter



ОЗНАЧЕНІЯ ТЛАСІТЕК

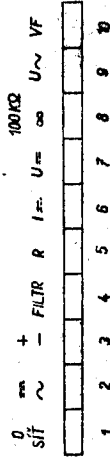


Схема multimetru BM 518  
 Схема включения мультиметра BM 518  
 Diagram of the BM 518 multimeter