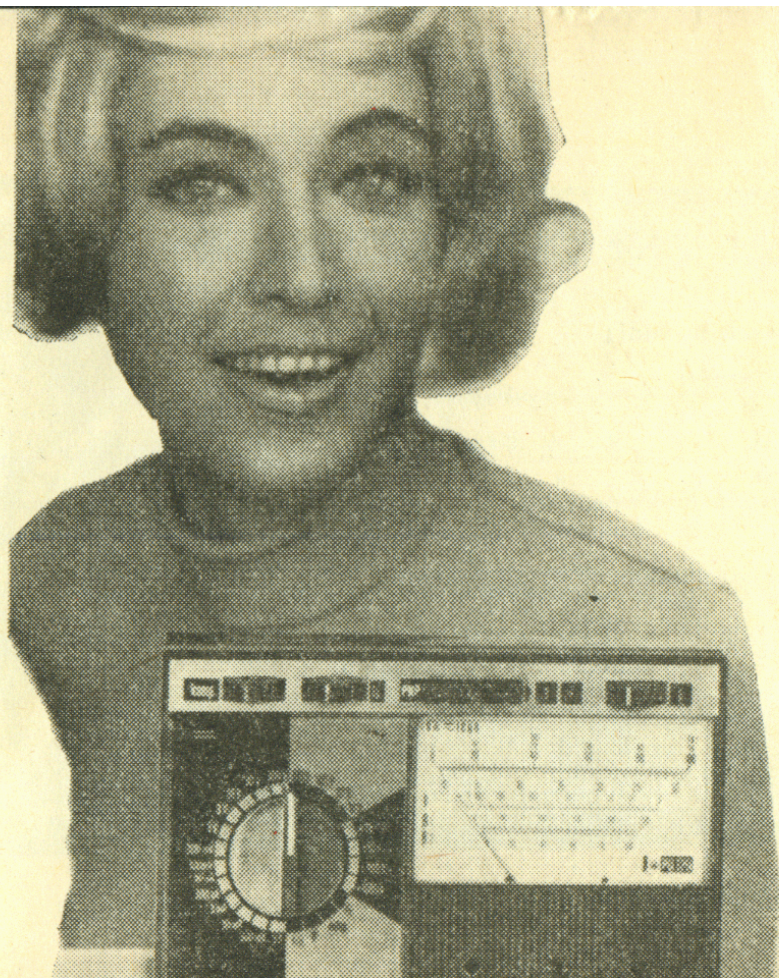




120 + 120

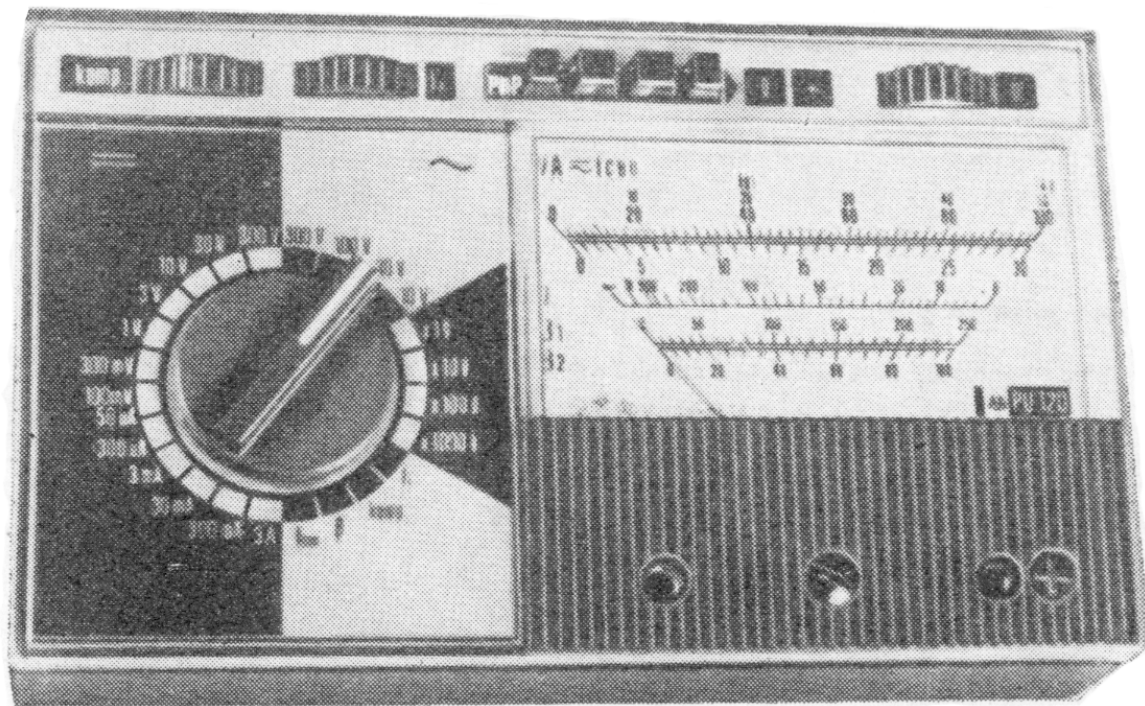


**Univerzální
měřicí
přístroj
PU 120**

*Návod
k obsluze*

Obsah

Úvod	2
Popis přístroje	4
Popis jednotlivých měření:	
Stejnoseměrná napětí	8
Stejnoseměrné proudy	10
Střídavá napětí	12
Měření odporů	15
Měření transistorů	19
Další možnosti použití:	
Stejnoseměrné napětí se zvláštním předřadným odporem	26
Stejnoseměrné proudy s odděleným bočником	28
Střídavé napětí s převodním transformátorem nebo předřadným odporem	29
Měření napěťové úrovně	32
Měření diod	34
Schéma zapojení	41
Seznam součástí	37
Údržba	39
Seznam servisních oprav	39



**Univerzální
měřicí
přístroj
PU 120**

*Návod
k obsluze*

Národní podnik METRA Blansko rozšiřuje stávající osvědčené univerzální přístroje typu DU 10 a DU 20 o novou řadu malých kapesních univerzálů typu PU. Hlavními představiteli této nové řady jsou přístroje PU 110 (použití v silnoproudé elektrotechnice) a PU 120 (použití v slaboproudé technice).

Tímto návodem Vás chceme co nejlépe seznámit s vlastnostmi, s konstrukcí, s rozsáhlými možnostmi použití i zapojením přístrojů PU 120, abyste mohli plně využít jeho předností a aby Vám co nejdéle sloužil bez závad.

Přístroj PU 120 je určen k provozním měřením ve výrobních dílnách, v opravárnách, v provozech s elektronickými a zejména transistorovými zařízeními a hlavně je určen pro širokou veřejnost radioamatérů, pracujících s transistory.

Hlavními přednostmi tohoto přístroje jsou:

1. Nízká spotřeba napěťových rozsahů a nízký úbytek napětí na proudových rozsazích.
2. Jednoduché ovládání, připojování a přehledná odečítání měřených hodnot. Společná rovnoměrná stupnice pro stejnosměrné a střídavé rozsahy.
3. Na střídavých rozsazích možnost měření ve velkém kmitočtovém rozmezí s malou přidavnou chybou.
4. Možnost rychlé kontroly transistorů PNP i NPN do kolektorové ztráty 150 mW, jakož i možnost kontroly diod.
5. Možnost záměny polaritý svorek přístroje přepnutím přepínače pro volbu typu transistorů.
6. Malé rozměry a nízká váha.

Základní pokyny pro používání přístroje:

1. Přístroj může být použit v prostředích s teplotou -10° až $+40^{\circ}\text{C}$ bez agresivních výparů. Nevystavujte však přístroj před měřením takovým změnám teploty, nebo takové vlhkosti, aby se orosil.

Podrobné podmínky použití jsou v TP a v ČSN 35 6201 „Elektrické měřicí přístroje“.

2. Před měřením zkontrolujte nastavení nulové polohy ukazovatele.
3. Před připojením přístroje do měřeného obvodu přepněte přepínač na maximální rozsah zvoleného oboru měření. Podle skutečné velikosti měřené veličiny snižujte pak rozsah přístroje. Při zapojeném přístroji nepřepínejte nikdy přepínačem přes odporové rozsahy a přes zkoušeč transistorů.

Popis přístroje

PU 120

Vzhled a vnější ovládací prvky

Měřicí magnetoelektrické ústrojí přístroje je uloženo spolu s měřicími obvody, provedenými technikou plošných spojů, v dvoudílném pouzdře z umělé hmoty.

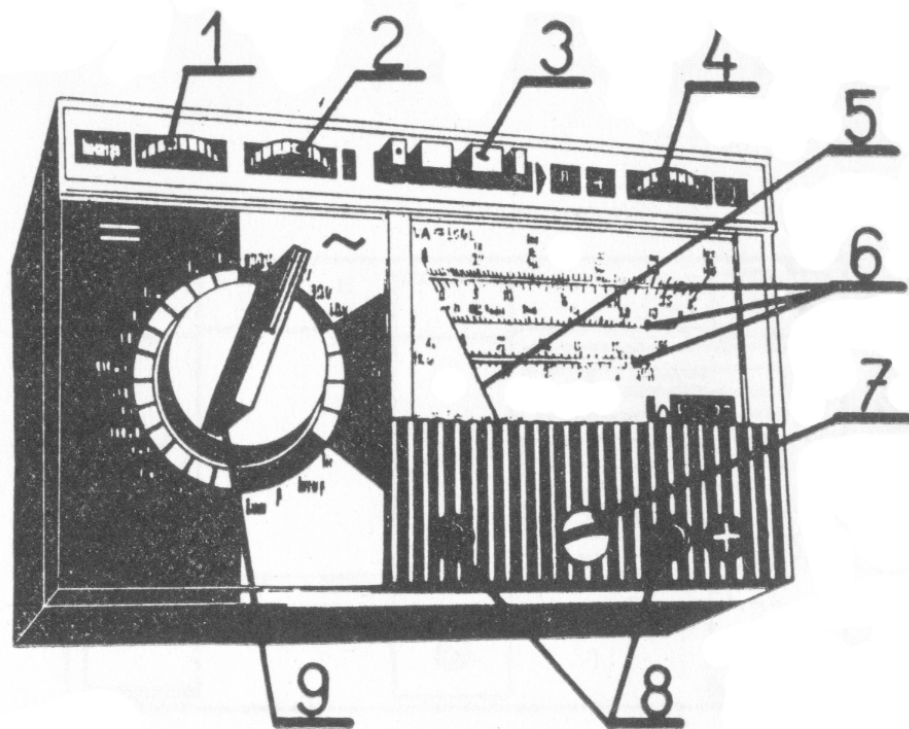
Tenký skleněný ukazovatel (5) umožňuje dobré čtení na všech stupnicích (6). Pod okénkem je umístěno stavítko nulové polohy ukazovatele (7), které umožňuje nastavení mechanické nuly přístroje. Připojení přístroje k měřenému obvodu provedeme pomocí měřicích přívodů a zapuštěných zdírek (8). Měřicí rozsahy volíme přepínačem, umístěným na průčelí (9).

Potenciometr (1) je určen ke kompenzaci I_{CEO} při měření tranzistorů. Rovněž potenciometr (2) se používá při měření tranzistorů a slouží k nastavení proudu báze I_B . Přepínač (3) přepínáme podle typu měřeného tranzistoru do polohy PNP nebo NPN. Zároveň slouží k přepólování přístroje.

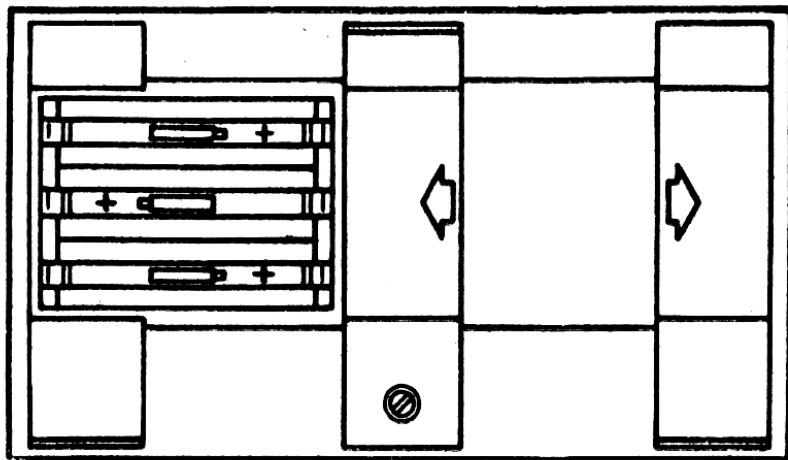
Při měření odporů musí být vždy v poloze PNP, jinak přístroj neměří. Potenciometr (4) slouží k nastavení ukazovatele na nulovou čárku ohmové stupnice (elektrické nuly přístroje při měření odporů).

Při tomto měření a při měření transistorů je přístroj napájen ze zdroje, který je tvořen třemi tužkovými monočládky 1,5 V. Vložení těchto článků do přístroje ukazuje následující obr. 2.

Obr. 1



Obr. 2



Místo pro vložení 1,5 V článků se objeví po odsunutí víčka ve směru šipky do středu přístroje. Způsob vložení článků je patrný z připojeného obrázku (2).

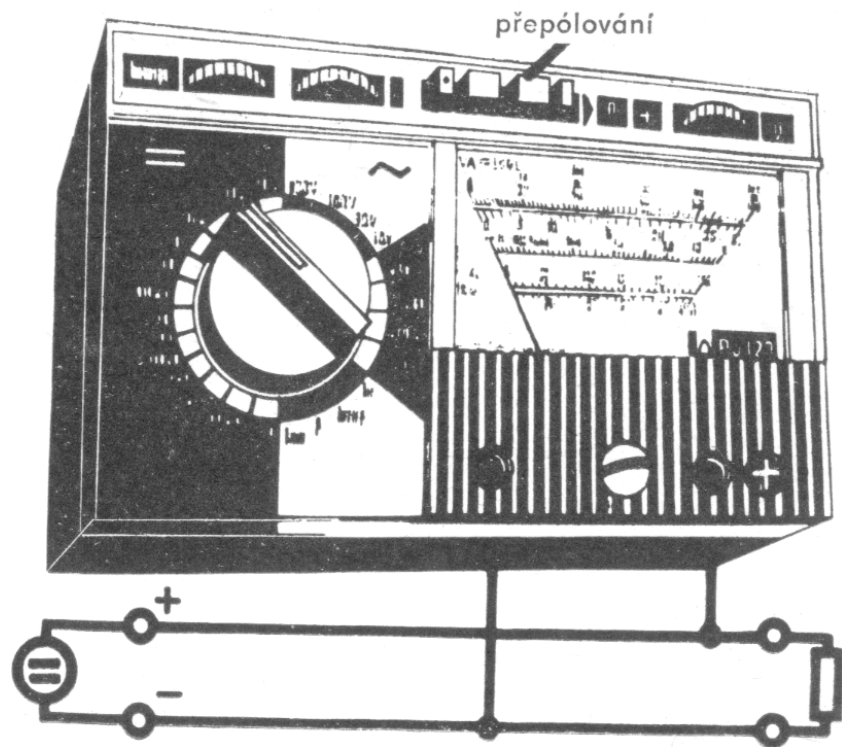
**Použití přístroje
podle jednotlivých oborů
měření**

Stejnoseměrná napětí: (20 000 Ω/V)

Stejnoseměrná napětí lze měřit v rozsahu 100 mV až 300 V podle polohy přepínače s přesností 2,5 %. Přístroj zapojíme podle obrázku 3. Při výchylce ukazovatele doleva od nulové čárky, provedeme přepólování přístroje tím, že přepneme přepínač pro typ transistorů do polohy NPN. V tomto případě nesouhlasí nám polarita měřeného napětí s polaritou zděří.

Napětí	Vnitřní odpor	Spotřeba na plnou výchylku
100 mV/50 μA	2 k Ω	50 μA
300 mV	6 k Ω	50 μA
1 V	20 k Ω	50 μA
3 V	60 k Ω	50 μA
10 V	200 k Ω	50 μA
30 V	600 k Ω	50 μA
300 V	6 M Ω	50 μA

Obr. 3



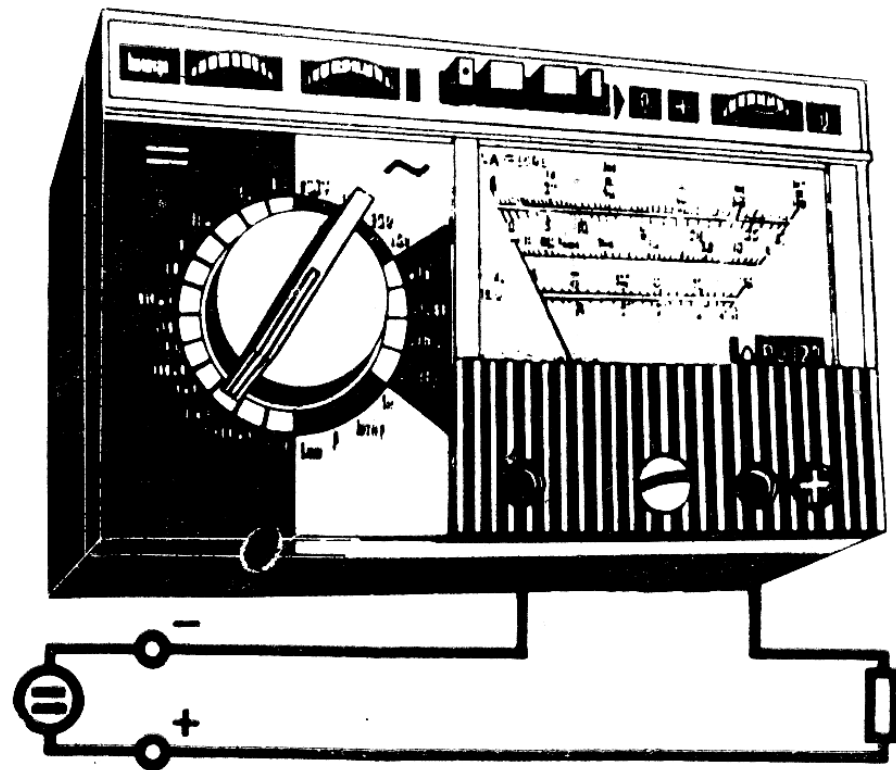
Stejnoseměrné proudy:

Stejnoseměrné proudy lze měřit v rozsahu $50 \mu\text{A}$ až 3 A podle polohy přepínače s přesností $2,5 \%$. Přístroj zapojíme podle obrázku 4.

Při výchylce ukazovatele doleva od nulové čárky provedeme přepólování přístroje tím, že přepneme přepínač pro typ transistorů do polohy NPN. Při přepólování opět máme zaměněnu polaritu měřeného obvodu se zděři přístroje.

Proud	Úbytek napětí
$50 \mu\text{A}/100 \text{ mV}$	cca 100 mV
$300 \mu\text{A}$	300 mV
3 mA	300 mV
30 mA	300 mV
300 mA	300 mV
3 A	450 mV

Obr. 4



Střídavé napětí: (8000 Ω/V)

Střídavé napětí lze měřit v rozsahu 10 až 300 V podle polohy přepínače s přesností 2,5 %. Přístroj zapojíme podle obrázku 5.

Napětí	Vnitřní odpor	Spotřeba na plnou výchylku
10 V	80 k Ω	125 μA
30 V	240 k Ω	125 μA
100 V	800 k Ω	125 μA
300 V	2,4 M Ω	125 μA

Střídavé napěťové rozsahy jsou cejchovány střídavým napětím o kmitočtu 50 Hz sinusového průběhu. Při měření střídavých napětí o jiném průběhu než sinusovém, nutno počítat s přídatnými chybami.

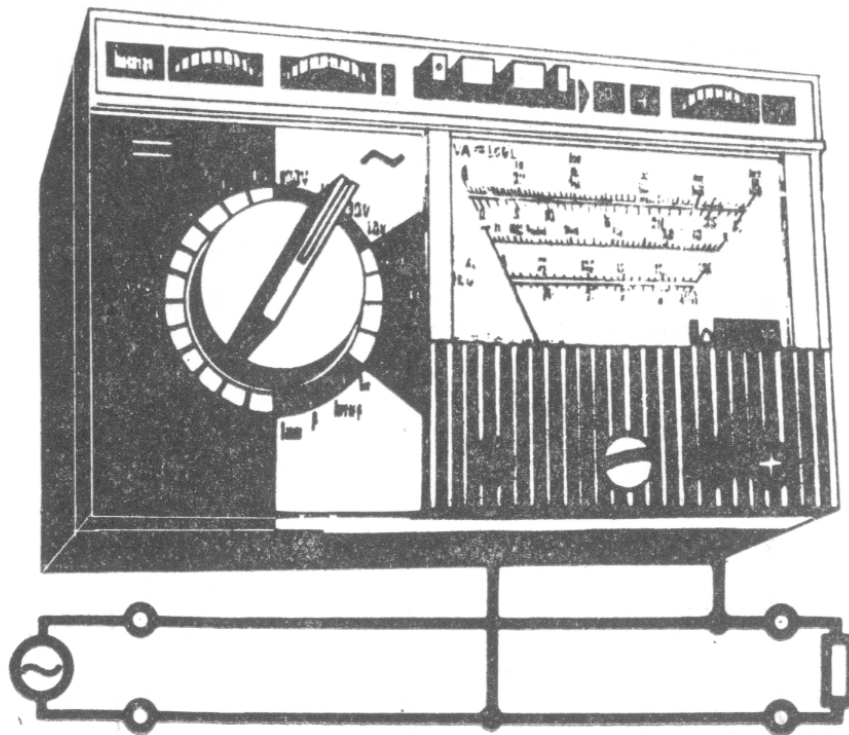
Příčinou chyby měření v důsledku zkresleného průběhu je skutečnost, že výchylka magnetoelektrického přístroje s usměrňovačem je úměrná střední hodnotě usměrněného průběhu, zatím co stupnice je cejchována v efektivních hodnotách.

Pro stálý poměr těchto hodnot u sinusového průběhu (činitel tvaru $\beta = \frac{I_{ef}}{I_{stř}} = 1,11$) je přesnost cejchování zachována,

Jakmile se však průběh napětí liší od sinusového, vzniká chyba, kterou nelze jednoduše stanovit. Nesprávné hodnoty mohou být také naměřeny při střídavém napětí se stejnosměrnou složkou.

K měření střídavých napětí v obvodech, kde je současně i stejnosměrné napětí, nutno použít oddělovacího kondenzátoru, který propustí jen střídavou část. Kondenzátor musí být kvalitní s vysokým izolačním odporem a dostatečně dimenzován nejen zkušebním napětím, ale i velikostí vzhledem k nejnižšímu měřenému kmitočtu.

Obr. 5



Na uvedených rozsazích lze měřit v rozsahu akustických kmitočtů s následující přídatnou chybou:

Rozsah	Frekvence	Přídavná chyba
10 V	30 Hz – 10 kHz	$\pm 1,5 \%$
30 V	–	$\pm 1,5 \%$
100 V	–	$\pm 4 \%$
300 V	30 Hz – 5 kHz	$\pm 5 \%$

Při měření na uvedených frekvencích je nutno připojit neoznačenou zdířku přístroje na zemnicí bod nebo místo nulového potenciálu střídavého zdroje. Nedodrží-li se tato zásada, ovlivňují okolní vodiče a zejména však ruka obsluhujícího při přepínání nebo i při přiblížení podstatně výchylku přístroje.

Měření odporů

Odporů lze měřit na rozsahu $\times 1 \text{ ohm}$; $\times 10 \text{ ohmů}$; $\times 100 \text{ ohmů}$; $\times 1000 \text{ ohmů}$ s přesností $2,5 \%$ z délky stupnice. Při tomto měření je přístroj napájen třemi vloženými tužkovými monočládky $1,5 \text{ V}$ a to na rozsazích $\times 1 \text{ ohm}$; $\times 10 \text{ ohmů}$; $\times 100 \text{ ohmů}$ napětím 3 V a na rozsahu $\times 1000 \text{ ohmů}$ napětím $4,5 \text{ V}$.

Při měření na rozsahu $\times 1 \text{ } \Omega$ může dojít při poklesu napájecího napětí na hodnotu $2,5 \text{ V}$ ke zvětšení chyby přesnosti měření nad třídu přesnosti $2,5$.

V případě požadavku dodržení třídy přesnosti nutno zkontrolovat stav baterií.

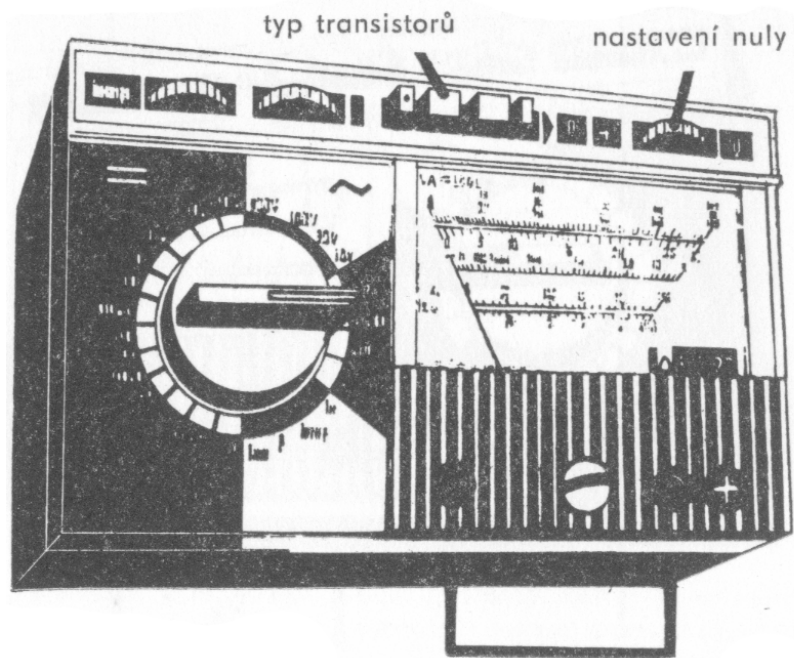
Poloha přepínače	Odpor	Hodnota uprostřed stupnice	Měřicí napětí
$\times 1 \text{ } \Omega$	$1 \text{ k}\Omega$	$60 \text{ } \Omega$	} 3 V
$\times 10 \text{ } \Omega$	$10 \text{ k}\Omega$	$600 \text{ } \Omega$	
$\times 100 \text{ } \Omega$	$100 \text{ k}\Omega$	$6 \text{ k}\Omega$	
$\times 1000 \text{ } \Omega$	$1 \text{ M}\Omega$	$60 \text{ k}\Omega$	$4,5 \text{ V}$ (3 tužkové monočládky $1,5 \text{ V}$ zdroj)

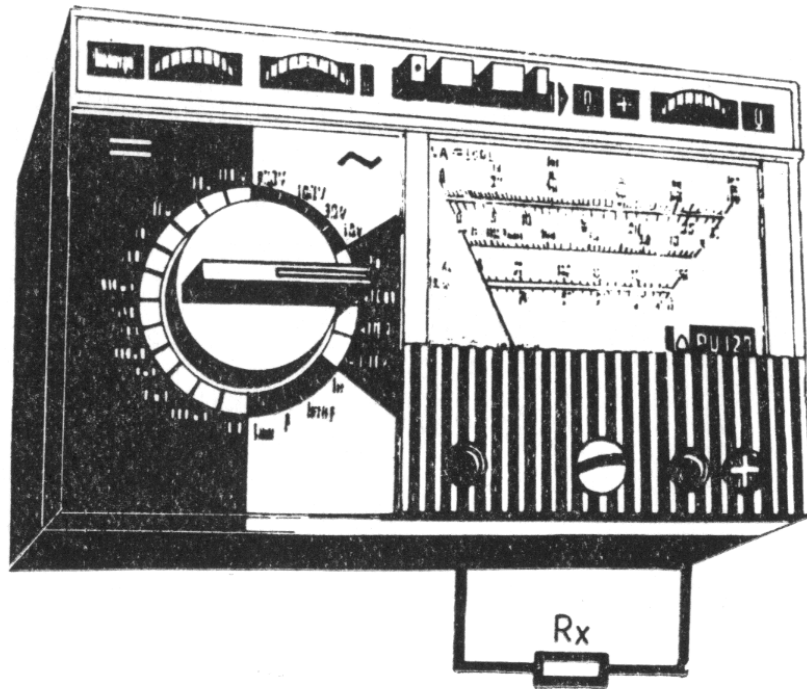
Při měření odporů musí být přepínač typu tranzistorů v poloze PNP, jinak přístroj neměří. Před měřením je nutné nejprve nastavit ukazovatel na nulovou čárku ohmové stupnice, a to na každém rozsahu jednotlivě. Podle obrázku 6 zkratujeme vstupní zdiřky a potenciometrem označeným Ω provedeme nastavení.

Při zkratování zděří protéká přes tyto u jednotlivých rozsahů při jmenovitém napětí následující proud:

Rozsah	U_{jm}	I
× 1 ohm	3 V	50 mA
× 10 ohmů	3 V	5 mA
× 100 ohmů	3 V	0,5 mA
× 1000 ohmů	4,5 V	75 μ A

Obr. 6





Vlastní měření provádíme podle obrázku 7. Přepínačem rozsahů zvolíme pravděpodobný rozsah hodnoty neznámého odporu. Provedeme nastavení ukazatele podle dříve uvedených pokynů. Neznámý odpor připojíme na vstupní svorky a na stupnici Ω odečítáme jeho velikost.

Obr. 7

Měření transistorů:

Rozsahy	Přesnost 10 %
Poloha přepínače	Rozsah
I_B komp. β (PNP; NPN) I_{CBO} (PNP, NPN)	20 μA ; 50 μA — 100; 250 50 μA

Pro posouzení kvality transistoru stačí v praxi znát velikost zbytkového proudu I_{CBO} a proudový zesilovací činitel β v zapojení se společným emitorem. Jestliže tyto parametry jsou vyhovující co do velikosti a časové stálosti, dá se s velkou pravděpodobností předpokládat, že i ostatní parametry, jako vstupní a výstupní odpor, mezní kmitočet a šum, budou v přijatelných mezích. Proto se většinou pro běžnou potřebu spokojujeme se znalostí těchto dvou veličin.

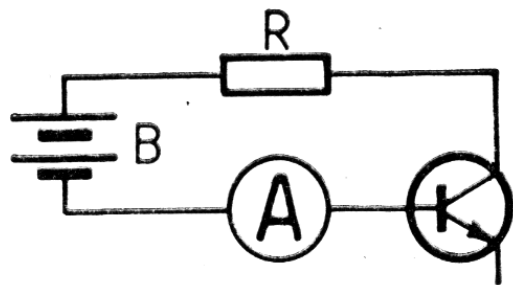
Zbytkový proud I_{CBO} :

Zbytkový proud I_{CBO} je zpětný proud, který teče mezi kolektorem a bází, přičemž emitor je odpojen. Znalost uvedeného proudu je pro praktické používání důležitým ukazovatelem jakosti transistoru nebo diody.

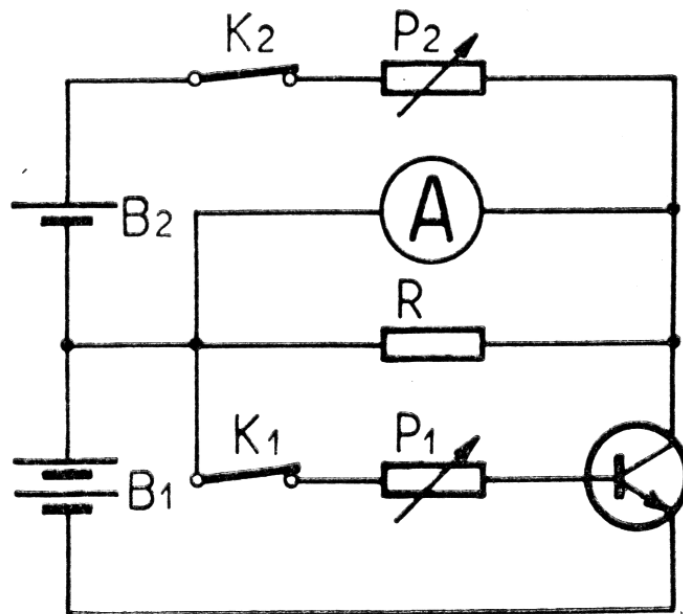
Charakteristickou vlastností zbytkového proudu je jeho velká teplotní závislost, která způsobuje u ger-

maniových transistorů při ohřátí o $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ zvětšení proudu až o 100% . Z toho důvodu doporučujeme nebrat transistor při upevňování do svorkovnice rukou, aby nedošlo k jeho oteplení. Na obrázku č. 8 je principiální schéma zapojení pro měření ICBO.

Schéma zapojení.



Obr. 8



Obr. 9

Proudový zesilovací činitel β (zapojení se společným emitorem)

Proudový zesilovací činitel β (α_e) v zapojení se společným emitorem udává poměr přírůstku proudu výstupního ku proudu vstupnímu při stálém výstupním napětí.

$$\beta = \frac{I_c - I_{CEO}}{I_B} \quad (1)$$

Přítom I_{CEO} je zbytkový proud, který teče mezi kolektorem a emitorem při odpojené bázi.

Princip měření β podle výše uvedeného vztahu (1) je na následujícím obrázku (9).

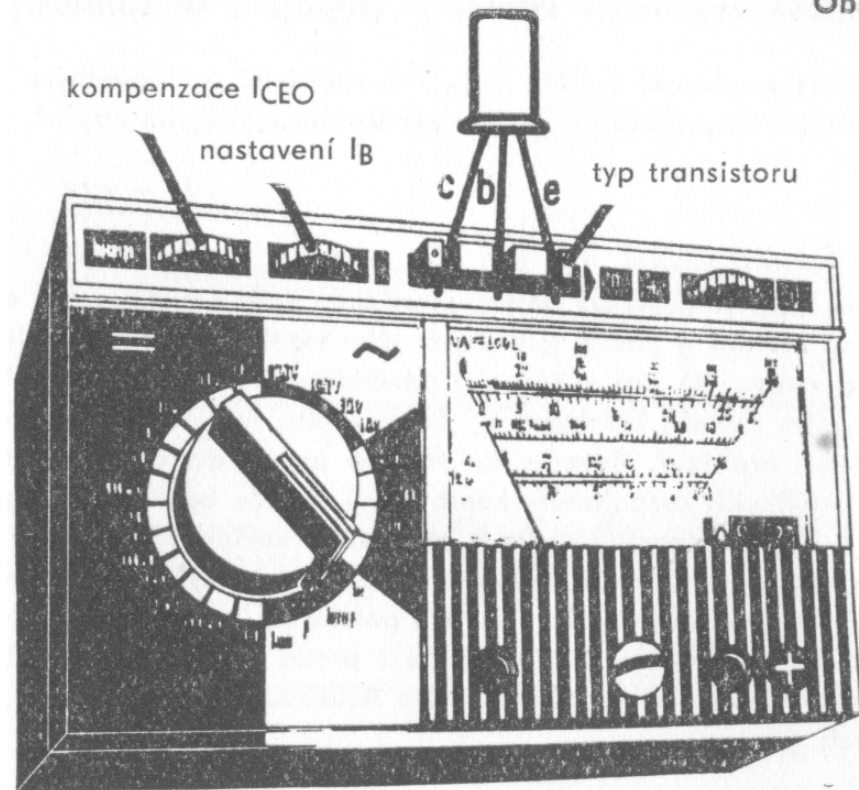
Podle výrazu (1) pro výpočet β odečítáme v zapojení se společným emitorem zbytkový proud I_{CEO} od celkového proudu kolektoru I_c . To je určitá nevýhoda při výpočtu. Tuto nevýhodu však odstraňuje výše uvedené zapojení. Baterie B_2 dodává proud do obvodu měřidla A, jehož velikost řídíme potenciometrem P_2 . Při rozpojeném kontaktu K_1 neteče bázi žádný proud a kolektorem protéká pouze zbytkový proud I_{CEO} . Potenciometrem P_2 nastavíme kompenzační proud stejně velký jako I_{CEO} . Vzhledem k tomu, že zdroje B_1 a B_2 mají obrácenou polaritu, bude podmínka rovnosti obou proudů splněna tehdy, když ukazovatel přístroje bude v nulové poloze na stupnici.

Po sepnutí kontaktu K_1 poteče bázi proud I_B , jehož velikost můžeme nastavit potenciometrem P_1 na konstantní hodnotu. Potom měřidlo A ukazuje proud $I_c = \beta \cdot I_B$ a může být přímo cejchováno v hodnotách β .

Vlastní měření:

Přístroj umožňuje měřit proudový zesilovací činitel β v zapojení se společným emitorem u transistorů typů NPN a PNP z rozsahu $0 \div 100$ a $0 \div 250$ s přesností 10 % a klidový proud I_{CBO} v rozsahu $50 \mu A$ s přesností 2,5 %.

Transistor připojíme podle obrázku 10.



Z obrázku je patrné, že transistor musí být zapojen kolektorem na svorku označenou červenou tečkou. Podle druhu transistoru přepneme přepínač typu transistorů do polohy PNP nebo NPN. Přepínač rozsahů přepneme do polohy „I_B“ a potenciometrem označeným I_B nastavíme proud báze na rysku označenou I_{B2} (50 μ A). Potom přepneme přepínač rozsahů do polohy „komp.“ a potenciometrem označeným komp. nastavíme ukazovatel přístroje na nulovou rysku základní stupnice. U některých transistorů nebude možno zcela přesně nastavit ukazovatel na nulovou rysku stupnice. Uvedený jev nemá žádný vliv na danou přesnost měření zesílení β .

Při přepnutí přepínače rozsahů do polohy „ β “ odečteme na stupnici označené β_2 přímo zesílení transistoru.

V případě, že ukazovatel přístroje ukazuje hodnotu větší než 100 na stupnici β_2 , přepneme přepínač rozsahu do polohy I_B a provedeme nové nastavení proudu báze na rysku označenou I_{B1} (20 μ A).

Přepneme přepínač do polohy „komp.“ a po vykompenzování přepneme do polohy β . Na stupnici β_1 odečteme přímo zesílení transistorů.

Přepneme-li přepínač rozsahů do polohy „ICBO“, můžeme na základní stupnici odečítat velikost ICBO přímo v μ A.

Poznámka:

Při měření β podle výše uvedeného principu se dopouštíme menší nepřesnosti tím, že při kompenzaci je báze měřeného transistoru odpojena ($R_B = \alpha$) a kompenzujeme tak vlastně proud I_{CEO} . Při měření β teče bázi proud, jehož velikost je dána velikostí odporu v bázi R_B (řádově stovky kohmů) a zbytkový proud kolektoru se proto liší od hodnoty kompenzovaného I_{CEO} . Přístroj potom ukazuje menší β , než je ve skutečnosti. Tato chyba je však zanedbatelná vzhledem k přesnosti měření.

Rozlišení typu transistoru (PNP nebo NPN)

Máme-li transistor, u něhož není bližší označení typu nebo toto je nečitelné, lze pomocí zkoušeče transistorů snadno zjistit typ transistoru.

Hlavní přepínač přepneme do polohy označené I_B . Transistor vložíme do svorkovnice tak, aby kolektor transistoru (označen červeně) byl zasunut do svorky taktéž označené červeně.

V případě, že označení kolektoru na transistoru není znatelné, je kolektorem transistoru ten vývod, který je od středního vývodu báze nejdále umístěn.

Souhlasí-li typ vloženého transistoru s typem nastaveným na přepínači typu transistoru, systém se vychýlí do stupnice a jeho výchylku lze regulovat potenciometrem označeným I_B . V případě, že typ transistoru nesouhlasí s typem nastaveným na přepínači, ručka se nevychýlí nebo jen velmi nepatrně. Nutno pak přepnout přepínač typů do správné polohy.

**Další
možnosti
použití**

Stejnoseměrné napětí

Rozsah měření stejnosměrného napětí lze rozšířit pomocí odděleného předřadného odporu (R_p), který zapojíme podle obrázku 11. Přepínač rozsahů přepneme do polohy 300 V =.

Při výchylce ukazovatele doleva od nulové čárky, provedeme přepólování přístroje tím, že přepneme přepínač pro typ transistorů do polohy NPN. V tomto případě nesouhlasí nám polarita měřeného napětí s polaritou zděří. Velikost odporu R_p vypočteme pro spotřebu přístroje 50 μA ze vztahu:

$$R_p = 20\,000 (U_M - 300) \quad (\Omega; \text{V})$$

kde $U_M \dots$ je předpokládaný rozsah měření.

Příklad výpočtu:

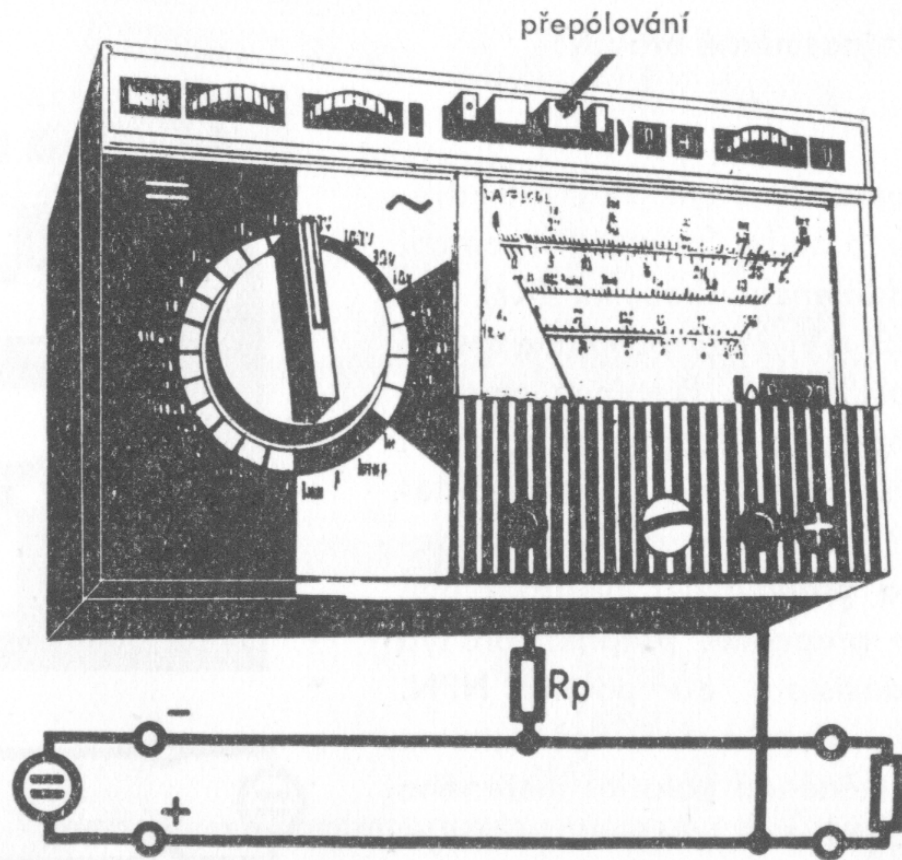
Předpokládaný rozsah měření $U_M = 3000 \text{ V}$

$$R_p (\Omega) = 20\,000 (3000 - 300)$$

$$R_p = 54 \text{ Mohmů}$$

Při měření je nutno postupovat tak, aby se nepřekročila el. pevnost, tj. 2 kV.

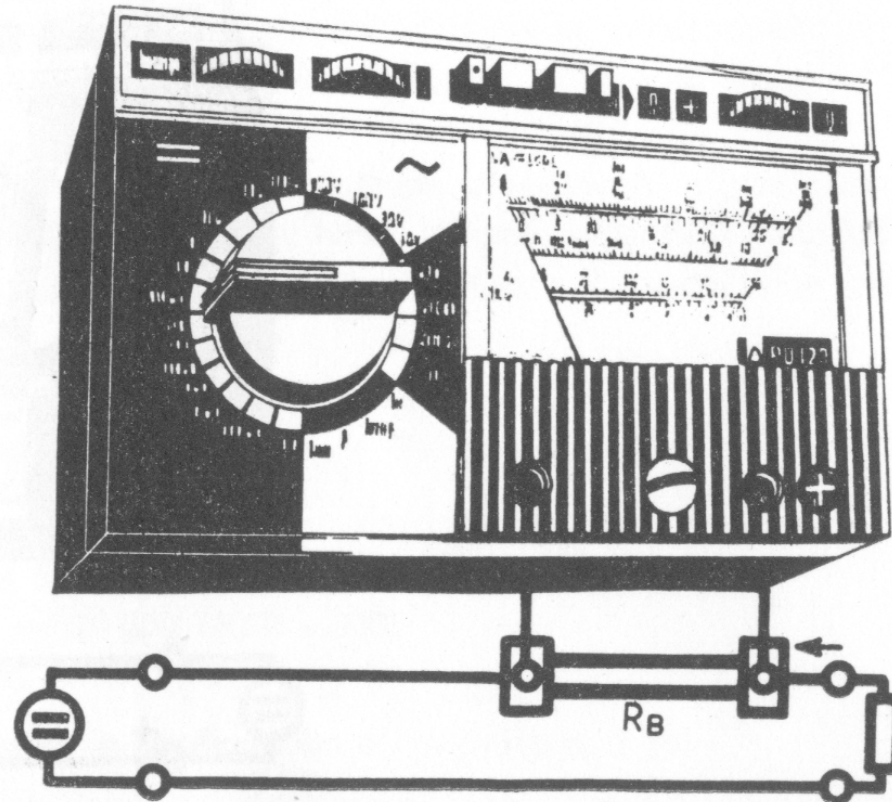
Obr. 11



Stejnsměrné proudy:

Obr. 12

Rozsah měření stejnosměrného proudu lze rozšířit pomocí odděleného bočnicku (R_B) pro 300 mV, který zapojíme podle obrázku 12. Přepínač rozsahů přepneme do polohy 300 mV. Při výchylce ukazovatele doleva od nulové čárky provedeme přepólování přístroje tím, že přepneme přepínač pro typ transistorů do polohy NPN. Při přepólování opět máme zaměněnou polaritu měřeného obvodu se zděři přístroje.



Střídavé napětí:

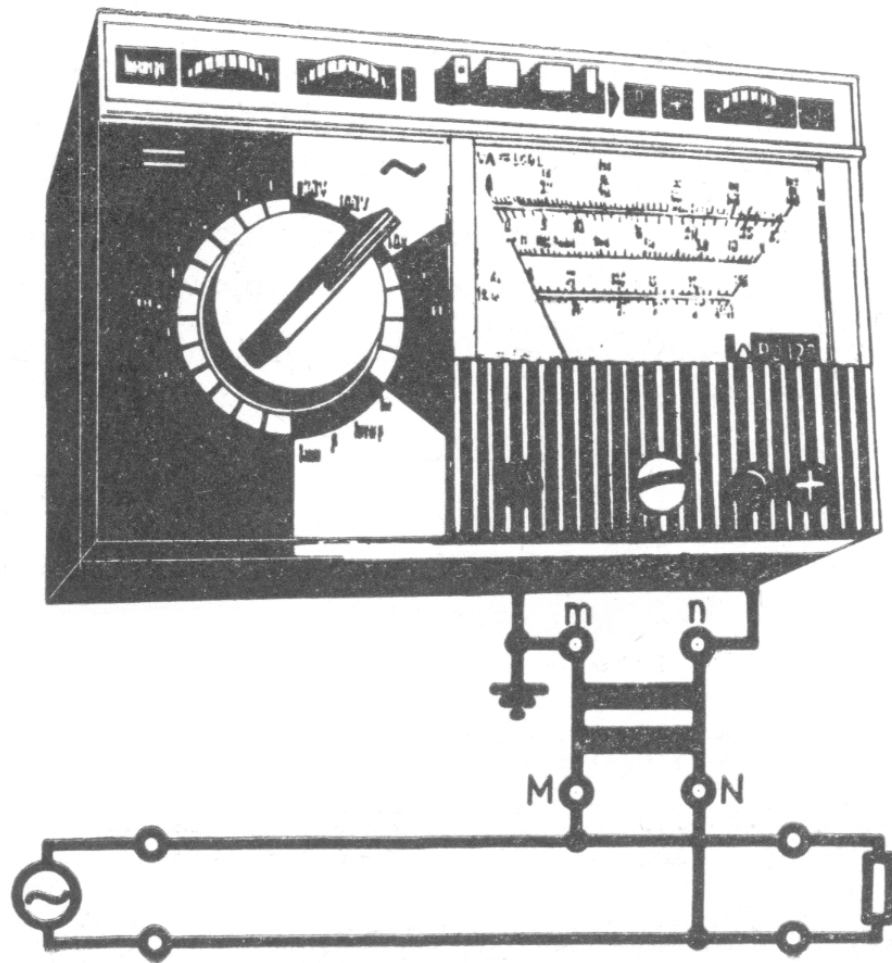
Rozsah měření střídavého napětí lze rozšířit pomocí převodního transformátoru napětí s převodem

$$\times/100 \text{ V} \quad (p = \frac{\times}{100} \text{ V}).$$

Transformátor zapojíme podle obrázku 13.

Přepínač rozsahů přepneme do polohy 100 V stř.

Obr. 13



Velikost měřeného napětí potom stanovíme ze vztahu:

$$U [V] = p \cdot \alpha$$

kde: U ... je měřené napětí

p ... převod transformátoru

α ... výchylka ukazovatele přístroje v dílcích.

Nemáme-li převodní transformátor, můžeme měřicí rozsah rozšířit použitím odděleného předřadného odporu (R_p), obdobně jako u měření ss napětí, který zapojíme podle obrázku 14. Přepínač rozsahů přepneme do polohy 300 V stř.

Velikost odporu R_p vypočteme pro spotřebu přístroje $125 \mu A$ ze vztahu:

$$R_p = 8000 (U_M - 300) \quad (\Omega; V)$$

kde U_M ... je předpokládaný rozsah měření.

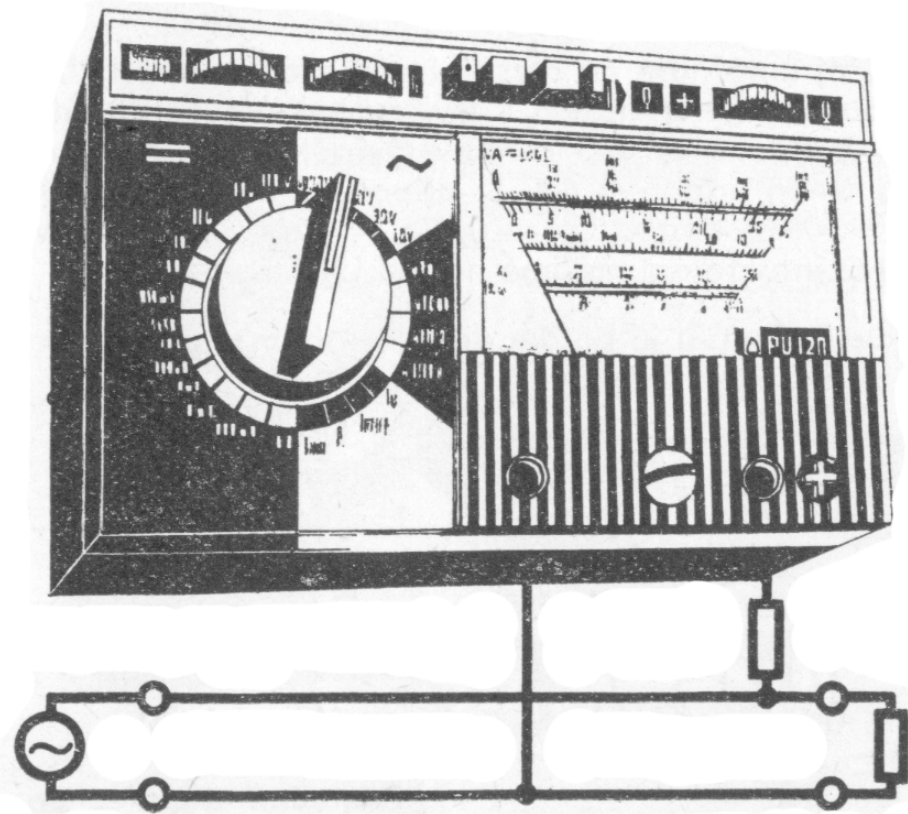
Příklad výpočtu:

předpokládaný rozsah měření $U_M = 3000 V$

$$R_p (\Omega) = 8000 (3000 - 300)$$

$$R_p = 21,6 \text{ Mohmů}$$

Obr. 14

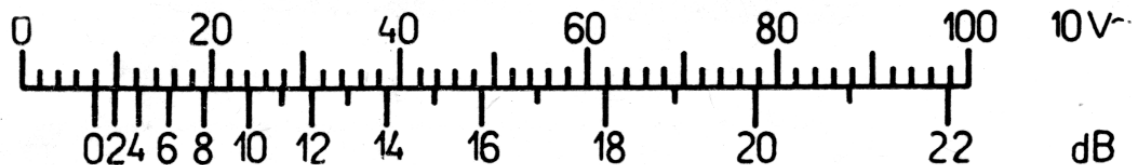


Měření napěťové úrovně:

Přístroj umožňuje na rozsahu střídavého napětí 10 V (30 V; 100 V; 300 V) měřit napěťovou úroveň vzhledem k tzv. nulové úrovni signálu, která odpovídá 1 mW na odporu 600 Ω (0,775 V). Na měřený čtyřpól (např. zesilovač, přenosové napětí, filtrační člen) s vnitřním odporem 600 Ω připojíme normálový generátor, který dává při vnitřním odporu 600 Ω napětí $U_1 = 0,775$ V, tedy výkon 1 mW. Výstup čtyřpólu zatížíme odporem 600 Ω , na kterém měříme napětí U_2 .

Úroveň signálu je potom dána vztahem: $p \text{ (dB)} = 20 \times \log \frac{U_2 \text{ (V)}}{U_1 \text{ (V)}}$

Měřicí rozsah (V)	30	100	300
(dB)	+9,5	+20	+29,5



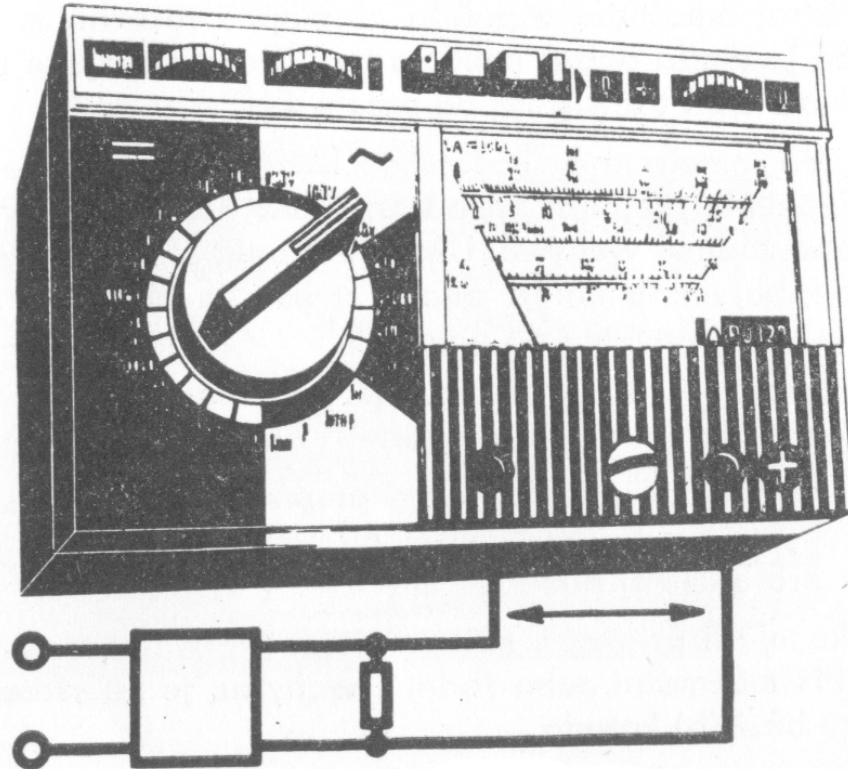
Pomocná stupnice pro stanovení napěťové úrovně v dB.

Přístroj zapojíme podle obrázku 15. Přepínač rozsahů přepneme do polohy 10 V stř. Podle velikosti napětí U_2 můžeme na pomocné stupnici odečíst hodnotu napěťové úrovně v dB. Je-li napětí U_2 větší než 10 V (22 dB), musíme použít vyšší napěťový rozsah (30 V, 100 V, 300 V), a měřenou hodnotu vyjádříme jako součet odečtené hodnoty a hodnoty dB podle tabulky.

Příklad:

Rozsah 30 V odečteme 16,2 dB
(asi 15 V)

Úroveň: $16,2 + 9,5 = 25,7$ dB



Měření diod:

Přístroj umožňuje v poloze přepínače rozsahů I_B měřit diody tak, že umožňuje určit, zda je dioda dobrá nebo vadná. Diodu zapojíme podle obrázku 16 při přepnutém přepínači typů transistorů do polohy PNP.

Potenciometrem I_B nastavíme ukazovatel přístroje na plnou výchylku ($50 \mu\text{A}$). Potom přepneme přepínač typu transistorů do polohy NPN. Přístroj musí ukazovat nepatrnou nebo žádnou výchylku. Ukazuje-li opět plnou výchylku, je dioda vadná.

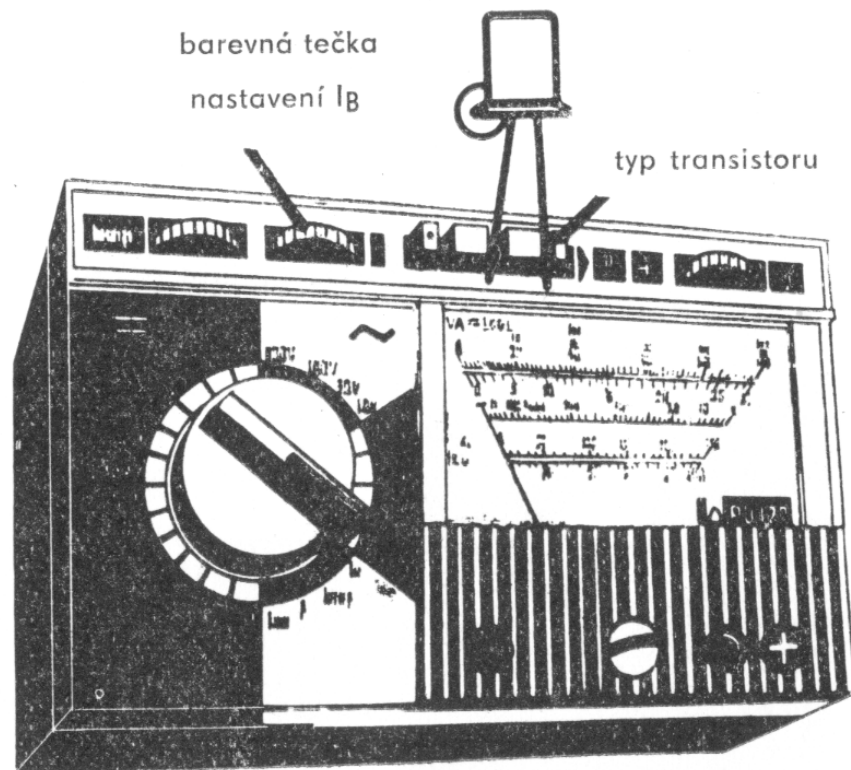
Potřebujeme-li nalézt anodu a katodu neznámé diody, postupujeme takto: přepínač rozsahů přepneme do polohy I_B .

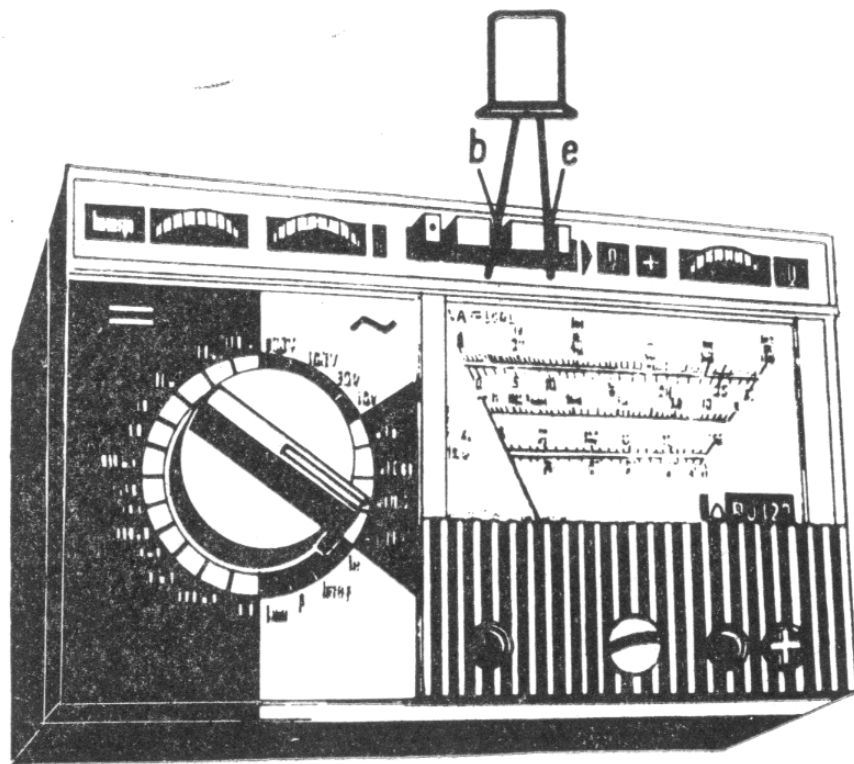
Potenciometr I_B vytočíme plně doprava, tj. nastavíme maximální hodnotu proudu. Diodu zapojíme podle obrázku 17 na svorky pro emitor a bázi.

Ukazuje-li přístroj v poloze přepínače typu transistorů PNP minimální nebo žádnou výchylku a v poloze NPN plnou výchylku, je na svorce pro emitor (e) katoda a na svorce pro bázi (b) anoda.

Ukazuje-li přístroj v poloze přepínače typu transistoru PNP plnou výchylku a v poloze NPN minimální nebo žádnou výchylku, je na svorce pro emitor (e) anoda a na svorce pro bázi (b) katoda.

Obr. 16





SEZNAM SOUČÁSTÍ

Odpory		
označení	hodnota	typ
R ₁	1,6 M	TR 106/D
R ₂	560 k	TR 106/D
R ₃	160 k	TR 106/D
R ₄	77,8 k	TR 106/D
R ₅	45	TR 106/D
R ₆	507	TR 106/D
R ₇	5165	TR 106/D
R ₈	57,4 k	TR 106/D
R ₉	15 k	TP 170/N
R ₁₀	0,097	manganin
R ₁₁	0,875	manganin
R ₁₂	8,75	manganin
R ₁₃	87,5	TR 106/D
R ₁₄	875	TR 106/D
R ₁₅	4360	TR 106/D

O d p o r y

označení	hodnota	typ
R₁₆	250	TR 106/D
R₁₇	4 k	TR 106/D
R₁₈	14 k	TR 106/D
R₁₉	40 k	TR 106/D
R₂₀	140 k	TR 106/D
R₂₁	400 k	TR 106/D
R₂₂	5,4 M	TR 106/D
R₂₃	ca 4k7	just. odpor (manganin)
R₂₄	1750	TR 106/D
R₂₅	330	NR-N1-150/S (termistor)
R₂₆	220 k	TP 015 (ker. trimr)
R₂₇	ca 1 k	just. odpor (manganin)
R₂₈	17,5	TR 106/D
R₂₉	15 k	TR 106/D
R₃₀	250 k	TP 170/N
R₃₁	10 k	TP 170/N

Údržba:

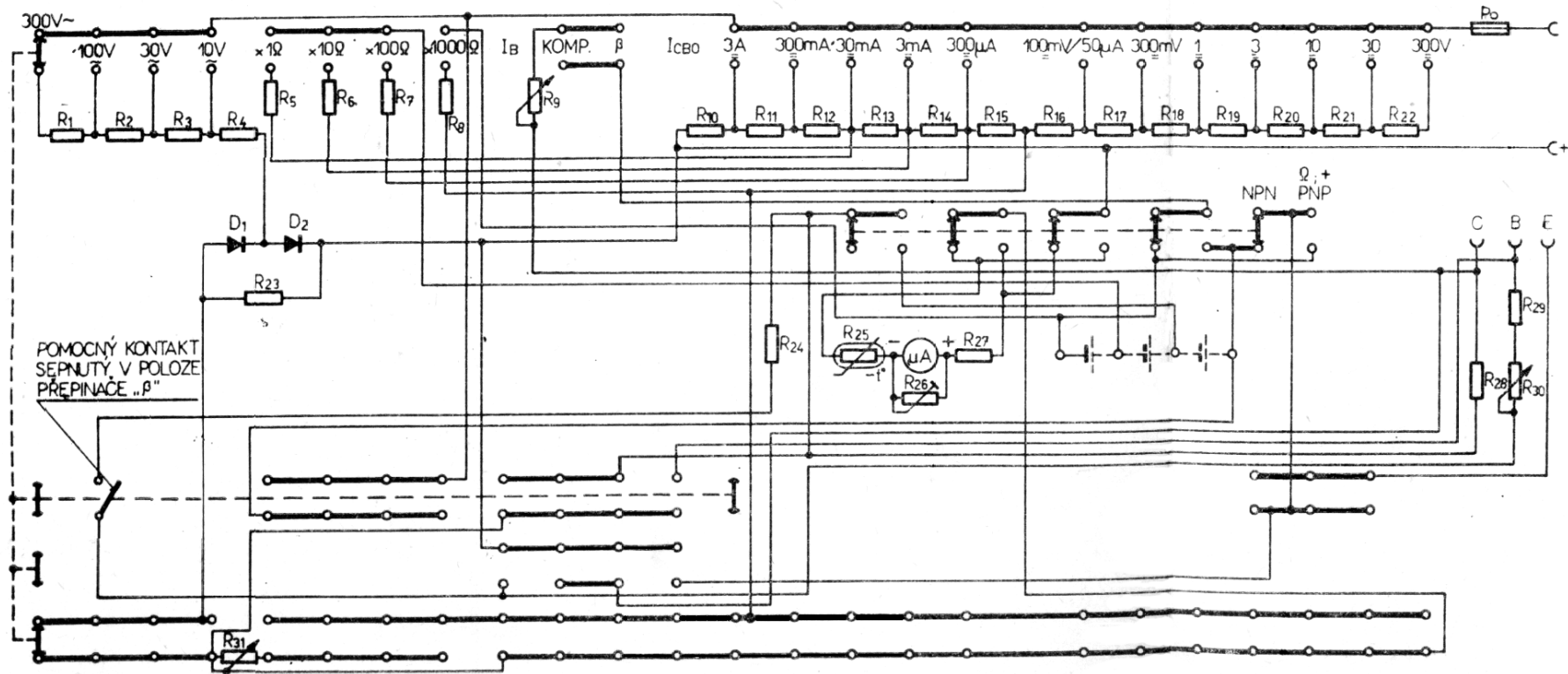
Přístroj nevyžaduje v podstatě žádnou údržbu. Stačí občas překontrolovat stav baterie a vyměnit ji, poklesne-li napětí pod žádoucí hodnotu, tj. nelze-li na ohmických rozsazích nastavit „0“, nebo pronikne-li elektrolyt z pouzdra.

Měřicí hroty, očka, banánky a krokodilky udržujeme v čistotě.

D i o d y		
Označení	Druh	Typ
D ₁ D ₂	germaniová se zlatým hrotem germaniová se zlatým hrotem	GAZ 51

P o j i s t k a		
Označení	Hodnota	Typ
Fo	4 A	048 A

Schéma zapojení ►



Metra Blansko