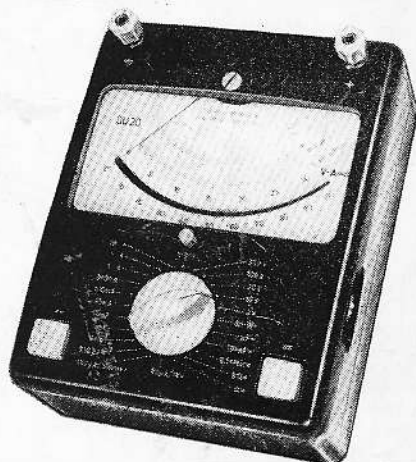


DU20

NÁVOD K POUŽITÍ



univerzální
měřicí
přístroj



elektrické měřicí přístroje

Metra Blansko

Kováč

Ve své praxi jste se jistě již seznámili s některým z řady univerzálních přístrojů, vyráběných naším podnikem. Od předválečných DUo a DUs, přes populární AVOMET (DU 5), příruční AVO-M a větší UNIMET až po citlivý AVOMET II (DU 10).

Dalekosáhlý technický rozvoj, v němž má rozhodující úlohu bezesporu elektrina, vyžaduje si však stále citlivější, spolehlivější, všestrannější, přesnější, odolnější, účelnější a modernější elektrické měřicí přístroje. Jedním z takových přístrojů je nový univerzální měřicí přístroj typu DU 20.

Přístroj DU 20 je určen k všestrannému měření ve vývojových laboratořích, ve zkušebnách i ve výrobních dílnách elektronického průmyslu, v provozu elektronických zařízení, v telekomunikační službě i v opravných rozhlasových a televizních přijímačích.

K jeho výrobě byly použity nové materiály, kvalitnější součásti a nové technologie, které spolu se zkušeností z dřívějších výrob umožnily splnit řadu z uvedených náročných požadavků. U nového přístroje se setkáváme s úsporným jádrovým magnetem z výkonné magnetické slitiny, s otočnou cívkou zavěšenou na napjatých vláknech, které umožňují dosáhnout vysoké citlivosti měřicího ústrojí, aniž by byl choulostivý a vykazoval nepříjemné tření otočné části. Dále s lehkou a pružnou skleněnou ručkou, s kvalitními a odolnými polovodičovými usměrňovači, s novými přesnými a stabilními vrstevnými odpory, s plošnými spoji, s tranzistorovým chráničem proti přetížení aj.

Tímto návodem Vás chceme co nejlépe seznámit s vlastnostmi, s konstrukcí, s rozsáhlými možnostmi použití i zapojením přístroje DU 20 tak, abyste mohli plně využít jeho předností a aby Vám co nejdéle sloužil bez závad.

Hlavními přednostmi tohoto přístroje jsou:

- 1 Nepatrná spotřeba napěťových rozsahů a nízký úbytek napětí na proudových rozsazích.**
- 2 42 rozsahů pro měření stejnosměrných i střídavých proudů a napětí, rovnoměrně rozložených po celém širokém oboru měření, dále pro měření odporů, kapacit, výkonu a úrovně nízkofrekvenčních signálů.**
- 3 Přesnost 1 % u rozsahů stejnosměrných a 1,5 % u rozsahů střídavých s malou přídatnou chybou ve velkém kmitočtovém rozmezí.**
- 4 Jednoduché ovládání, připojování a přehledné odečítání měřených hodnot na velkém číselníku. Společné, rovnoměrné stupnice pro stejnosměrné i střídavé rozsahy.**
- 5 Všestranný tranzistorový chránič, který odpojuje přístroj od měřeného obvodu při přetížení a nesprávné manipulaci.**

Základní pokyny pro používání přístroje

- 1** Přístroj může být použit v prostředí s teplotou -10 až $+35^{\circ}\text{C}$, bez agresivních výparů. Nevystavujte však přístroj před měřením takovým z m ě ř á m teploty nebo takové vlhkosti, aby se orosil. Podrobné podmínky použití jsou uvedeny v technických podmínkách TPF 13-118-64 a v ČSN 35 6201 Elektrické měřicí přístroje.
-

- 2** Před připojením přístroje do měřeného obvodu postavte přepínač na maximální rozsah zvoleného oboru měření (1000 V nebo 10 A). Podle skutečné velikosti měřené veličiny snižujte pak rozsah přístroje. Při připojeném přístroji nepřepínejte nikdy přepínačem přes odporové rozsahy.
-

V přístroji je zabudován tranzistorový chránič, který odpojí přístroj od měřeného obvodu při přetížení (i s případnou záměnou druhu proudu), přepólování nebo chybné manipulaci. Tranzistorový chránič však nepůsobí, jestliže:

- a) nebyly do přístroje vloženy baterie,
- b) přístroj je přepnut na některý odporový rozsah (Ω =, $k\Omega$ =), na nichž slouží baterie jako vnitřní zdroj napětí. Nenechávejte proto přepínač po skončeném měření nikdy na těchto rozsazích.

Opětné připojení přístroje do měřeného obvodu se provede krátkým stisknutím tlačítka, které mechanicky sepne ochranný vypínač. Není dovoleno trvale držet tlačítko a bránit tak funkci chrániče.

- 3** Přístroje lze používat samozřejmě také bez vložených baterií, avšak v tom případě není chráněn proti přetížení.
-

Vzhled a vnější ovládací prvky

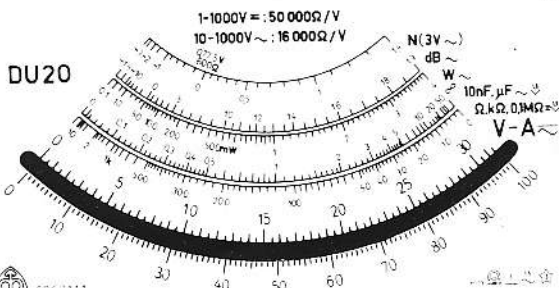
Měřicí ústrojí spolu se všemi měřicími obvody je uloženo ve dvoudílném pouzdře z černé tvrdité lisovací hmoty. V horní části jsou pouze dvě přívodní svorky dobře přístupné (obr. 1). Ve velkém okénku je přehledný číselník se sedmi stupnicemi (obr. 2).

**popis
přístroje**

DU 20



Obr. 1



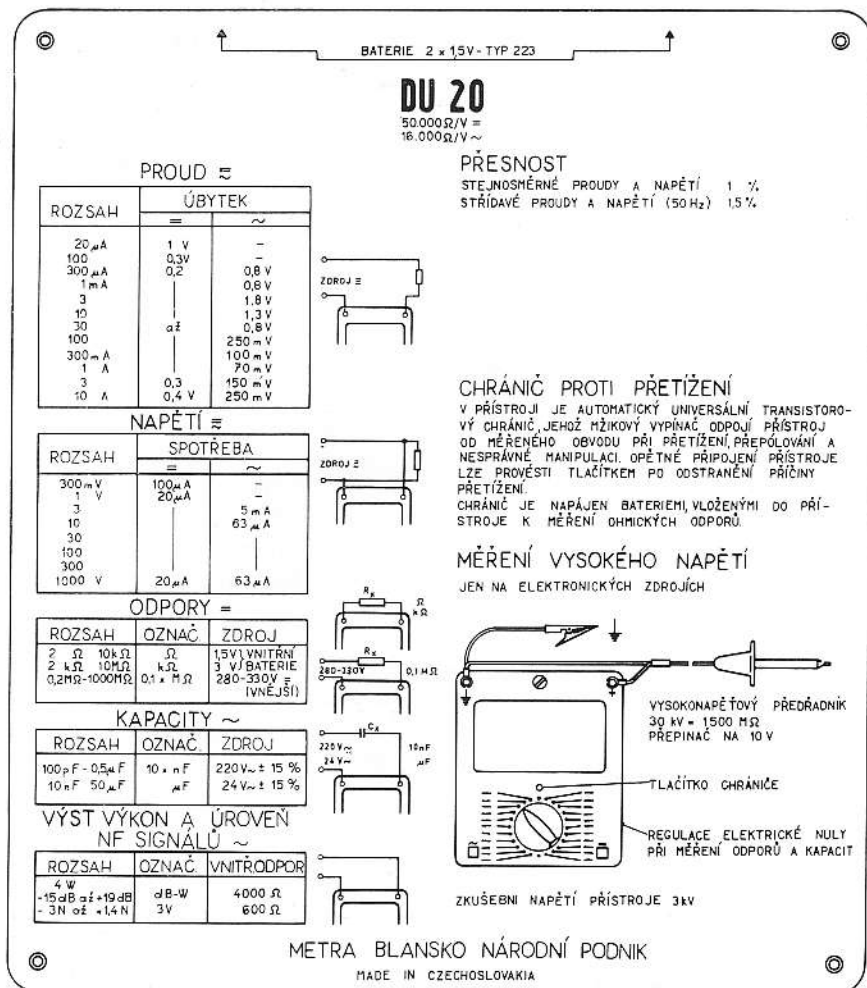
Obr. 2

Tenká skleněná a velmi pružná ručka umožňuje dobré čtení na všech stupnicích. Nad okénkem je stavítko klidové polohy ručky. Pod okénkem je tlačítko pro spínání ochranného vypínače.

Měřicí rozsahy přehledně vyznačené přímo na průčelí se volí jediným velkým knoflíkem. Stejnoseměrný nebo střídavý obor měření se přepíná tlačítky v dolní části průčelí.

Na pravém boku přístroje je zapuštěný knoflík potenciometru pro nastavení elektrické nuly odporových a kapacitních rozsahů.

Na spodku přístroje je víčko, pod něž se vkládají baterie. Kovový štítek obsahuje přehled nejdůležitějších parametrů přístroje na všech rozsazích (obr. 3).

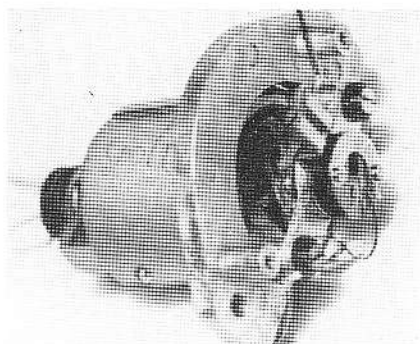


Obr. 3

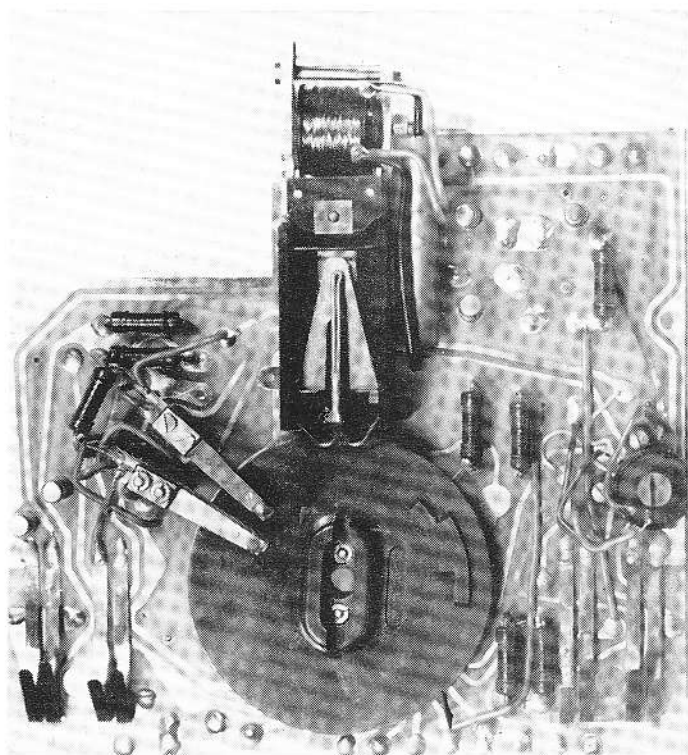
Vnitřní uspořádání

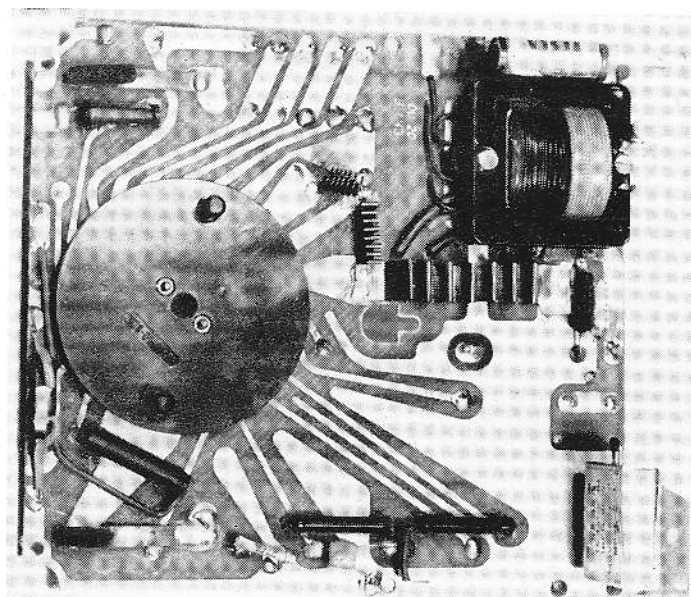
Vlastní přístroj sestává ze tří konstrukčních celků:
měřicího ústrojí (obr. 4), horní a dolní desky plošných spojů (obr. 5, 6).

Obr. 4



Obr. 5





Obr. 6

Magnetoelektrické měřicí ústrojí má otočnou cívku s dvojím vinutím, zavěšenou na napjatých vláknech. Permanentní magnet je umístěn uvnitř otočné cívky a magnetický tok se uzavírá válcovým pláštěm, na němž je magnetický bočník.

Na horní desce jsou přizpůsobovací obvody jednotlivých oborů měření, usměrňovací diody, potenciometry elektrického nulování odporových a kapacitních rozsahů, vypínač chrániče s tranzistorovým zesilovačem a pomocné přepínače jednotlivých rozsahů.

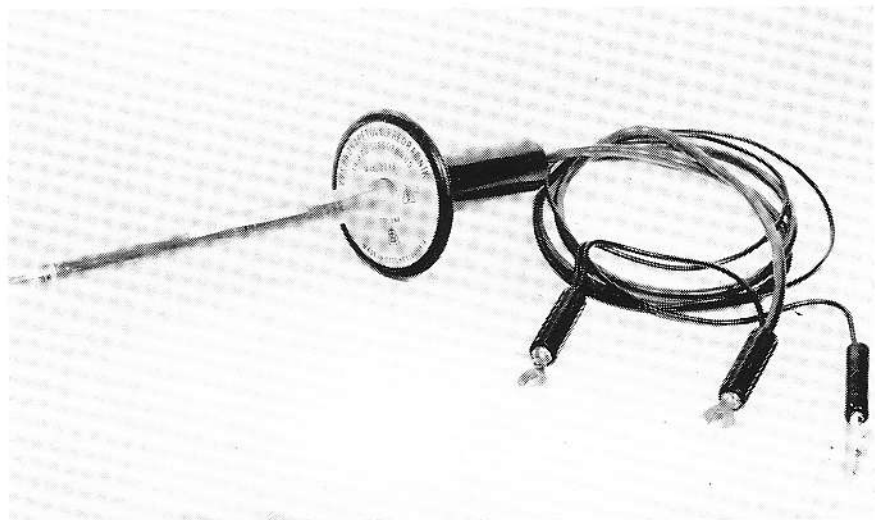
Na dolní desce jsou umístěny všechny odpory mnohonásobného předřadníku, bočníku a měřicí transformátor v obrazci plošných spojů, které současně tvoří kontakty hlavního přepínače rozsahů.

Obě desky, měřicí ústrojí a kontakty baterií jsou spolu spojeny několika drátovými spoji.

Vnitřní stěny pouzdra jsou galvanicky pokoveny a tato vodivá vrstva je připojena k levé svorce přístroje označené $\equiv$.

Vysokonapěťový předřadník **VNR**

Vysokonapěťový předřadník VNR rozšiřuje stejnosměrný napěťový rozsah přístroje do 30 kV (obr. 7).



Obr. 7

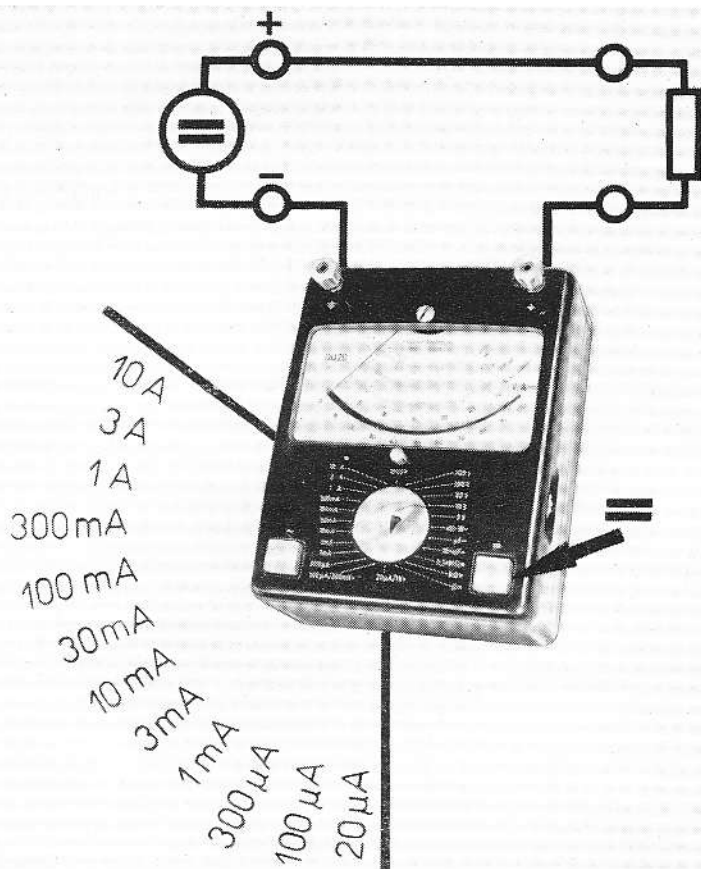
Sestává z izolační rukojeti a nástrčné polystyrenové trubky s vrstvovými předřadníky. Na jednom konci trubky je kontaktní hrot, na druhém pružící kontaktní kolík. Kovový štítek na čele rukojeti je z bezpečnostních důvodů vodivě spojen se zemnicím vodičem, jehož krokodýlek se spojí při měření na vysokém napětí s uzemněním nebo kostrou měřeného zařízení. Předřadník je určen jen pro měření napětí na elektronických zdrojích.

Použití přístroje podle jednotlivých oborů měření

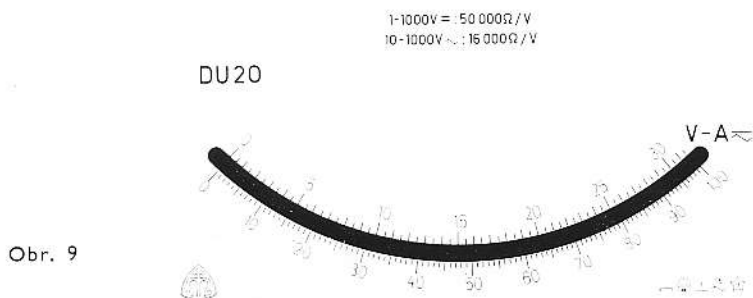
1 Stejnosměrné proudy a napětí

Přístrojem lze měřit stejnosměrné proudy od zlomků μA (1 dílek = $= 0,2 \mu\text{A}$) na nejmenším rozsahu $20 \mu\text{A}$ do 10 A na 12 rozsazích s přesností 1 % na plné výchylce. Připojení přístroje, postavení přepínače rozsahů a tlačítka při tomto měření ukazuje názorně obr. 8.

Obr. 8



Velikost měřeného proudu se odečítá na základních stupnicích (obr. 9) rovnoměrně



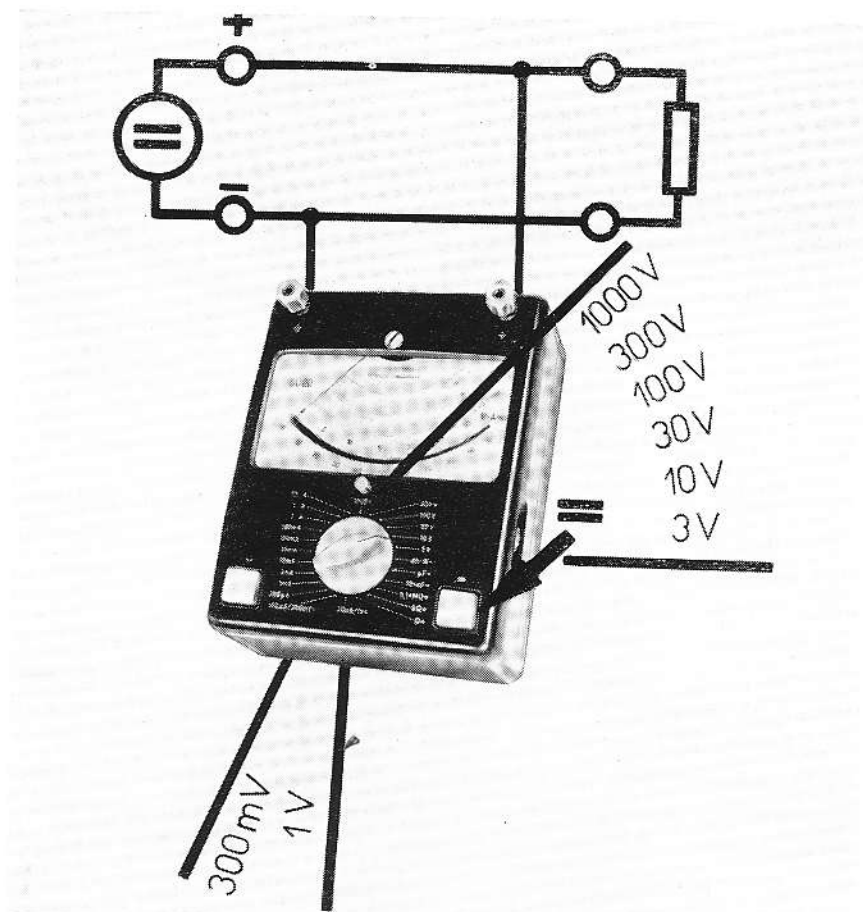
dělených na 30 nebo 100 dílků, a to souhlasně podle zvoleného rozsahu dělitelného 3 nebo 10. Odečtená výchylka se snadno vynásobí jen desetinným součinitelem 0,01; 0,1; 1 nebo 10. Jedině na rozsahu $20 \mu\text{A}$ nutno na 100dílkové stupnici násobit výchylku součinitelem 0,2.

Vzájemný poměr sousedních rozsahů a tudíž i obou stupnic je $1 : \sqrt{10} = 3,16 : 10$. Při tomto poměru sousedních rozsahů je celý obor měření pokryt rozsahy zcela rovnoměrně. Měření lze pak uskutečnit vždy ve druhé a třetí třetině stupnice a tím příznivě využít přesnosti přístroje.

Úbytky napětí stejnosměrných proudových rozsahů jsou podstatně nižší než u jiných přístrojů tohoto druhu a pohybují se mezi 200–300 mV. Jen na rozsahu 10 A je úbytek asi 0,4 V a vzhledem k oteplení se nedoporučuje měřit trvale v poslední třetině tohoto rozsahu. Rozsahy $20 \mu\text{A}$ a $100 \mu\text{A}$ mají doplněn vnitřní odpor tak, že je lze současně používat pro měření napětí 1 V a 300 mV. Tlumení přístroje při měření s těmito rozsahy na zdrojích o malém vnitřním odporu není ovlivněno.

Měření stejnosměrných napětí je možné od desítek mV na nejmenším rozsahu 300 mV, v 8 rozsazích, do 1000 V s přesností 1 % z plné výchylky. Připojení přístroje, postavení přepínače rozsahů a tlačítka při měření stejnosměrných napětí ukazuje obr. 10.

Obr. 10



Měřené napětí se odečítá rovněž na základních rovnoměrných 30 a 100dílkových stupnicích podle zvoleného rozsahu.

Jednou z hlavních předností přístroje DU 20 je vysoká citlivost měřicího ústrojí a tím velký vnitřní odpor napěťových rozsahů — 50 000 Ω/V . Ne-
patrná spotřeba (20 μA) nezatěžuje prakticky měřený obvod, takže připo-
jením měřicího přístroje neklesá napětí v měřeném bodě a neovlivňuje
se činnost zkoušeného obvodu.

Vnitřní odpor na jednotlivých rozsazích:

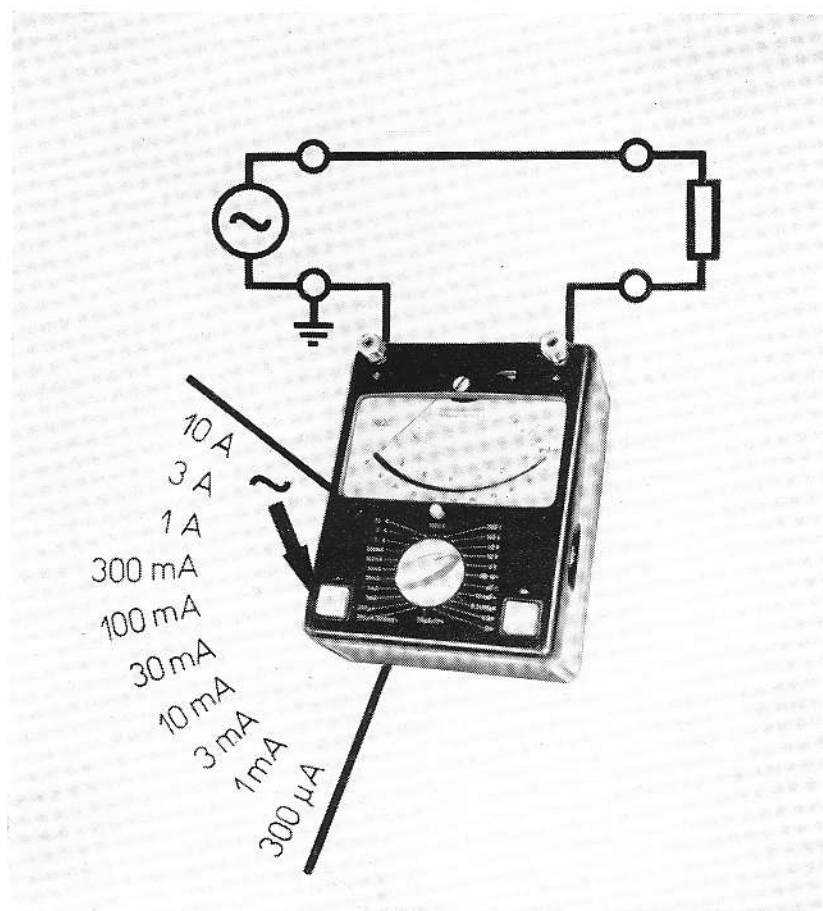
Rozsah	Vnitřní odpor	Spotřeba na plnou výchylku
300 mV	3160 Ω	100 μA
1 V	50 k Ω	20 μA
3 V	158 k Ω	20 μA
10 V	0,5 M Ω	20 μA
30 V	1,58 M Ω	20 μA
100 V	5 M Ω	20 μA
300 V	15,8 M Ω	20 μA
1000 V	50 M Ω	20 μA

Svým vnitřním odporem se blíží DU 20 elektronkovému voltmetru s některými
dalšími výhodami jako je vyšší přesnost, nezávislost na bateriích ani síti a bez problé-
mů s uzemněním měřeného a měřicího přístroje.

2 Střídavé proudy a napětí

Přístroj měří střídavé proudy od desítek μA na nejmenším rozsahu $300\ \mu\text{A}$ až do $10\ \text{A}$ v deseti rozsazích s přesností $1,5\ \%$ z plné výchylky. Připojení přístroje do měřeného obvodu a postavení přepínače rozsahů je stejné jako u stejnosměrného proudu, nutno však stisknout tlačítko označené $\sim$ (obr. 11).

Obr. 11

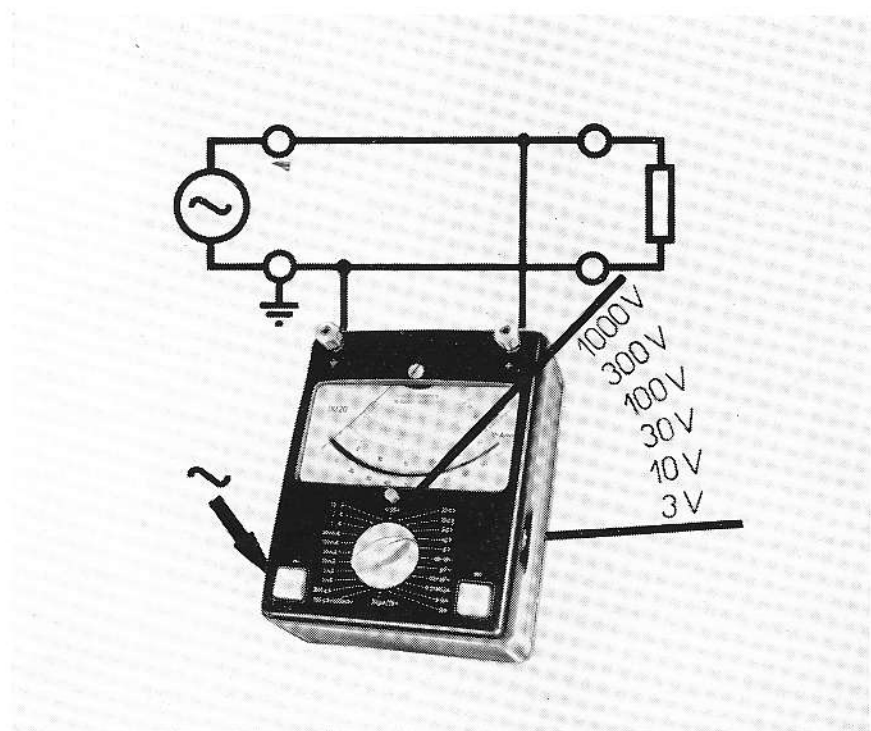


Hodnoty měřeného proudu se odečítají rovněž na základních rovnoměrných stupnicích 30 a 100dílkových podle zvoleného rozsahu. Úbytky napětí na měřicím transformátoru u jednotlivých rozsahů jsou uvedeny na štítku (obr. 3).

Na rozsahu 10 A se nedoporučuje opět měřit trvale v poslední třetině stupnice.

Střídavá napětí síťového kmitočtu lze měřit od desetin voltu na nejmenším rozsahu 3 V do 1000 V v šesti rozsazích s přesností 1,5 %. Připojení přístroje, postavení přepínače rozsahů a tlačítka ukazuje opět názorně obr. 12. Měřené napětí se odečítá u všech rozsahů rovněž na základních rovnoměrných stupnicích 30 a 100dílkových podle zvoleného rozsahu.

Obr. 12



Velká citlivost měřicího systému a speciální polovodičové usměrňovače s vysokým závěrným odporem dovolují také na rozsazích střídavého napětí dosáhnout nízké spotřeby. Od rozsahu 10 V až do 1000 V má přístroj spotřebu $63 \mu\text{A}$ na plnou výchylku ($16\,000 \Omega/\text{V}$). Pouze na rozsahu 3 V je spotřeba 5 mA (vnitřní odpor 600Ω), která umožnila i na tomto rozsahu použít rovnoměrné stupnice.

Vnitřní odpor na jednotlivých rozsazích:

Rozsah	Vnitřní odpor	Spotřeba na plnou výchylku
3 V	600Ω	5 mA
10 V	$158 \text{ k}\Omega$	$63 \mu\text{A}$
30 V	$0,5 \text{ M}\Omega$	$63 \mu\text{A}$
100 V	$1,58 \text{ M}\Omega$	$63 \mu\text{A}$
300 V	$5 \text{ M}\Omega$	$63 \mu\text{A}$
1000 V	$15,8 \text{ M}\Omega$	$63 \mu\text{A}$

Střídavé rozsahy jsou cejchovány střídavým proudem nebo napětím o kmitočtu 50 Hz sinusového průběhu. Při měření střídavých proudů nebo napětí zkreslených nebo o jiných kmitočtech nutno počítat s jistými chybami.

Příčinou chyby měření v důsledku zkresleného průběhu proudu nebo napětí je skutečnost, že výchylka magnetoelektrického přístroje s usměrňovačem je úměrna střední hodnotě usměrněné půlvlny, zatím co stupnice je ocejchována 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 měřeného proudu nebo napětí liší od sinusového průběhu, vzniká chyba, kterou nelze jednoduše stanovit. Závisí totiž nejen na velikosti jednotlivých harmonických, ale také na jejich vzájemné fázi. Jako měřítko této chyby nelze pak užít činitele zkreslení, běžného ve sdělovací technice, vyjádřeného vzorcem

$$k = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots}}{\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots}} \cdot 100 \quad (\%)$$

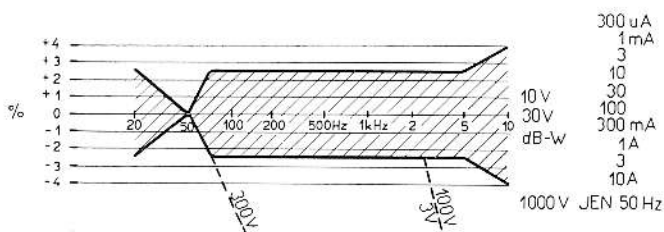
kteřý tyto fázové posuvy vyšších harmonických nerespektuje.

Přesto lze informativně uvést, že běžné zkreslení v síti (nejčastěji 3. harmonickou) $> 4\%$ (podle uvedeného vzorce) může způsobit již chyby měření srovnatelné s třídou přesnosti přístroje.

Nesprávné hodnoty mohou být také naměřeny při střídavém proudu se stejnosměrnou složkou, jak se vyskytují např. u přijímačů bez síťového transformátoru a s jednocestným usměrněním.

K měření střídavých napětí na 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 zkušebními napětími, ale i velikostí vzhledem k nejnižšímu měřenému kmitočtu.

Obr. 13



Přídavnou kmitočtovou chybu při měření proudů nebo napětí v rozsahu akustických kmitočtů ukazuje obr. 13. Kmitočtová chyba všech proudových rozsahů leží v mezích tolerančního pole $\pm 2,5\%$ do 5000 Hz a dále se rozšiřuje na $\pm 4\%$ při 10 000 Hz. Tato příznivá kmitočtová závislost je dána měřicím autotransformatorkem s malým rozptylem.

Na změnu výchylky napěťových rozsahů s kmitočtem mají hlavní vliv vzájemné kapacity jednotlivých částí mnohonásobného předřadníku. V přístroji je proto provedena kmitočtová kompenzace, která umožňuje na rozsazích 10 V, 30 V a W-dB měřit se stejnou malou přídavnou chybou jako u proudů. Na rozsahu 3 V a 100 V lze měřit do 2000 Hz s chybou $\pm 2,5\%$. Rozsahy 300 V a 1000 V jsou prakticky určeny jen pro měření při síťovém kmitočtu.

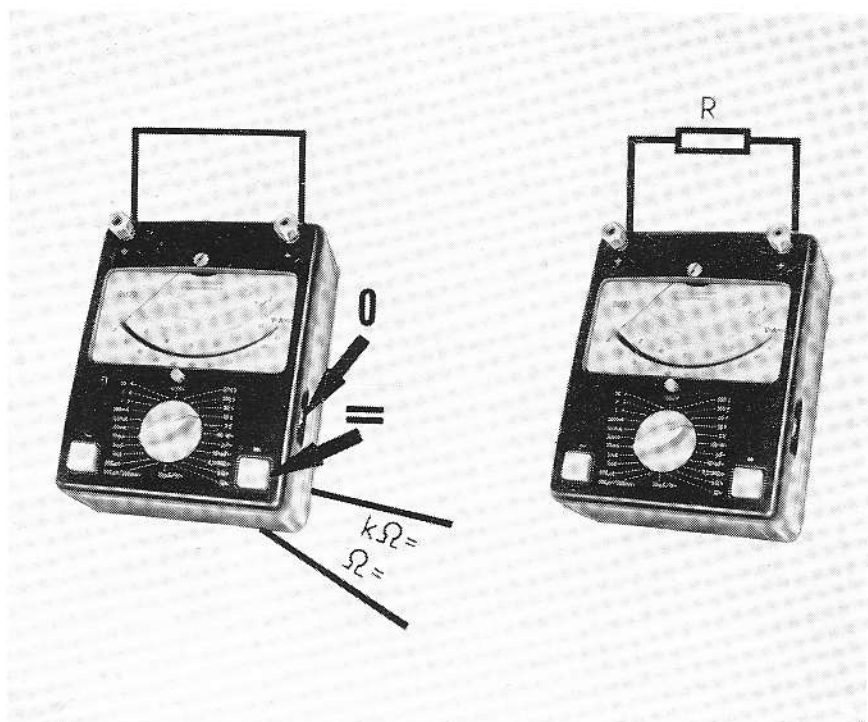
Měření při nižších kmitočtech než 50 Hz je omezeno chvěním ručky asi u 20 Hz. Velmi důležitou podmínkou správného měření střídavých proudů nebo napětí vyšších kmitočtů je připojení levé svorky označené $\perp$ na zemnicí bod nebo místo nulového potenciálu střídavého zdroje. Nedodrželi-li se tato zásada, ovlivňují okolní vodiče zejména však ruka obsluhujícího při přepínání, podstatně výchylku přístroje.

3 Odpory

Měření odporů elektrických obvodů (někdy jen zjištění jejich souvislosti) je jedním z nejčastějších měření v laboratoři, zkušebně nebo opravně. Nejlépe se k tomu osvědčuje přímo ukazující ohmmetr.

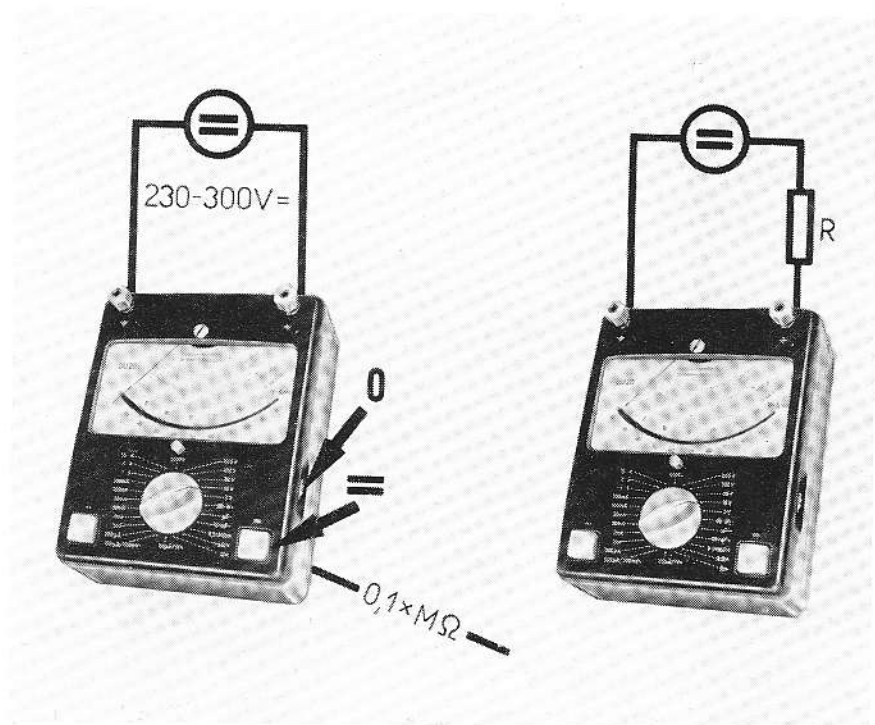
Přístroj DU 20 má pro tento účel tři odporové rozsahy. Na nejnižším rozsahu, označeném Ω , se zjišťují odpory od nejnižších hodnot až asi do 10 k Ω . Na středním rozsahu, označeném k Ω , lze měřit odpory od 2 k Ω do 10 M Ω . Oba tyto rozsahy jsou napájeny vloženou baterií a tím stále připraveny k měření. Přepínač rozsahů se přepne na zvolený rozsah a stiskne tlačítko označené $\equiv$ (obr. 14).

Obr. 14



Nejvyšší rozsah, označený $0,1 \times M\Omega$, dovoluje zjišťovat odpory od $0,2 M\Omega$ do $1000 M\Omega$, nutno však použít vnějšího stabilního zdroje stejnosměrného napětí $230-300 V$. Odběr je nepatrný nejvýše $25 \mu A$ (obr. 15).

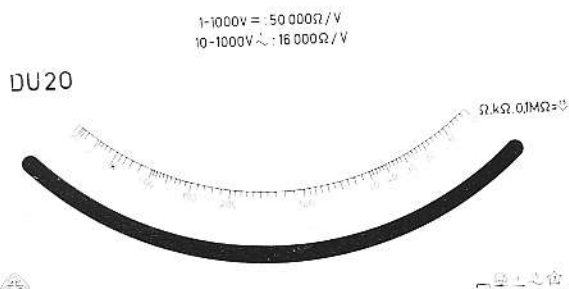
Obr. 15



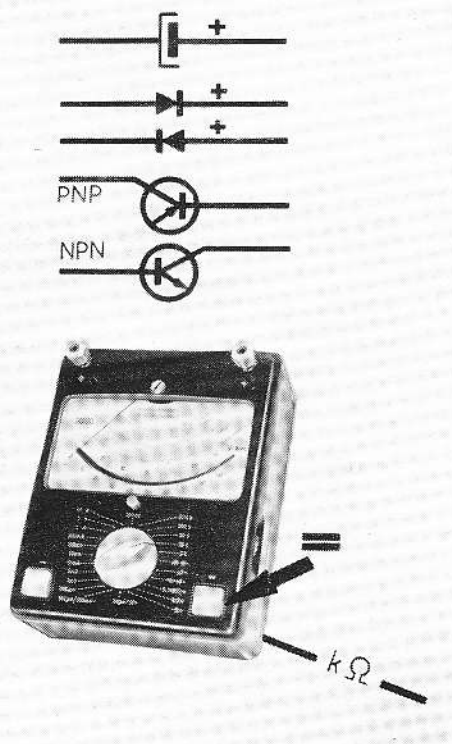
Před měřením nutno nastavit elektrickou nulu odporové stupnice a vyrovnat tak změny napětí baterie nebo vnějšího zdroje. Svorky přístroje se spojí nakrátko (na rozsahu $0,1 \times M\Omega$ přímo připojí na zdroj) a knoflíkem na pravém boku přístroje se nastaví plná výchylka, tj. nula odporové stupnice (obr. 14, 15). Tím je přístroj připraven k měření odporů. Po přepnutí na druhý odporový rozsah nutno nastavení elektrické nuly opravit. Směr regulace u rozsahu Ω a $k\Omega$ je protichůdný.

Naměřené hodnoty se odečítají na odporové stupnici (obr. 16) v Ω nebo v $k\Omega$ podle zvoleného rozsahu přímo bez přepočítávání. Na rozsahu $0,1 \times M\Omega$ nutno odečtenou hodnotu dělit 10.

Obr. 16



Obr. 17



Ohmmetru se často používá k informativní, zkoušce tranzistorů diod nebo zkratů elektrolytických kondenzátorů. K tomu je potřebné znát polaritu vnitřního zdroje na svorkách přístroje. Na svorce označené + je také kladný pól baterie. Názorně tyto zkoušky ukazuje obr. 17. Na rozsahu Ω je zdrojem 1 článěk (1,5 V), na rozsahu $k\Omega$ oba články (3 V).

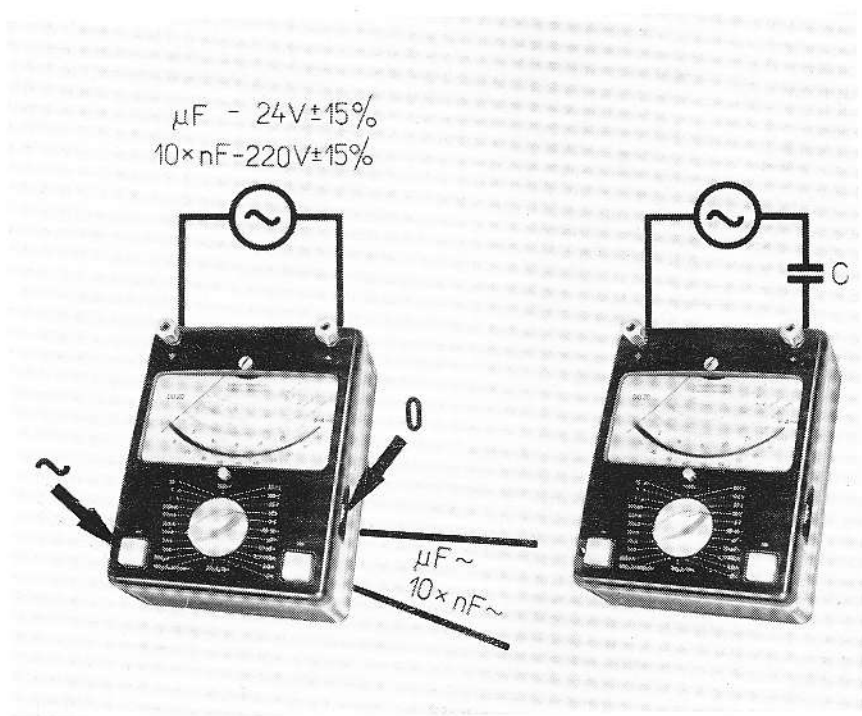
Bude účelné znovu připomenout, že není dovoleno přepínat přístroj připojený do měřeného obvodu přes odporové rozsahy.

4 Kapacity

Jednoduché zjištění kapacity kondenzátorů umožňují další dva kapacitní rozsahy přístroje DU 20.

Menší kapacity od 100 pF do 0,5 μ F se měří na rozsahu označeném $10 \times \text{nF}$, s vnějším střídavým (50 Hz) nejlépe stabilizovaným zdrojem 220 V $\pm 15\%$. K měření větších kapacit od 10 nF do 50 μ F je určen druhý rozsah označený μ F, který je nutno připojit na transformátorek 24 V $\pm 15\%$. Při těchto měřeních musí být stisknuto tlačítko označené $\sim$ (obr. 18).

Obr. 18



Před měřením se připojí zdroj přímo na svorky přístroje a regulačním knoflíkem na boku přístroje se nastaví plná výchylka, tj. ∞ kapacitní stupnice, obdobně jako u odporových rozsahů.

Měřený kondenzátor se pak připojí do série k přístroji. Jeho hodnota se odečte na kapacitní stupnici (obr. 19), na rozsahu $10 \times \text{nF}$ po násobení 10 v nF ($= 1000 \text{ pF}$) a na rozsahu μF přímo.

$$\begin{aligned} 1-1000\text{V} &= 50\,000\,\Omega/\text{V} \\ 10-1000\text{V} &\sim 16\,000\,\Omega/\text{V} \end{aligned}$$

DU20



Obr. 19

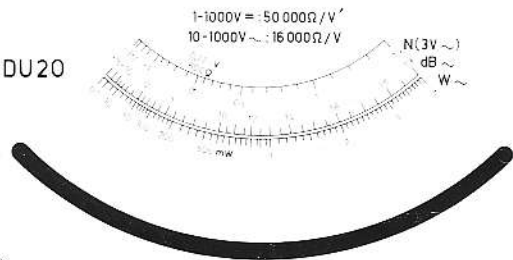
Tam, kde se tímto způsobem měří kapacity častěji, lze doporučit zhotovení malého izolačního transformátorku se sekundárním napětím 220 V a 24 V , který zvýší bezpečnost při manipulaci. Malé napájecí napětí 24 V na rozsahu μF dovoluje informativně zkoušet i kapacitu vysokonapěťových elektrolytických kondenzátorů, jimž krátké připojení tohoto malého střídavého napětí neuškodí.

5 Výkon a úroveň nízkofrekvenčních signálů

Přístroj DU 20 má další dva rozsahy, které spolu se třemi stupnicemi se dobře uplatní zejména v zesilovací technice a v telekomunikační praxi.

Jedním z nich je rozsah dB-W se stupnicí označenou $\text{W} \sim$ (obr. 20), který umožňuje měřit malé výstupní výkony zesilovačů do 4 W metodou tzv. absorpčního wattmetru.

DU20

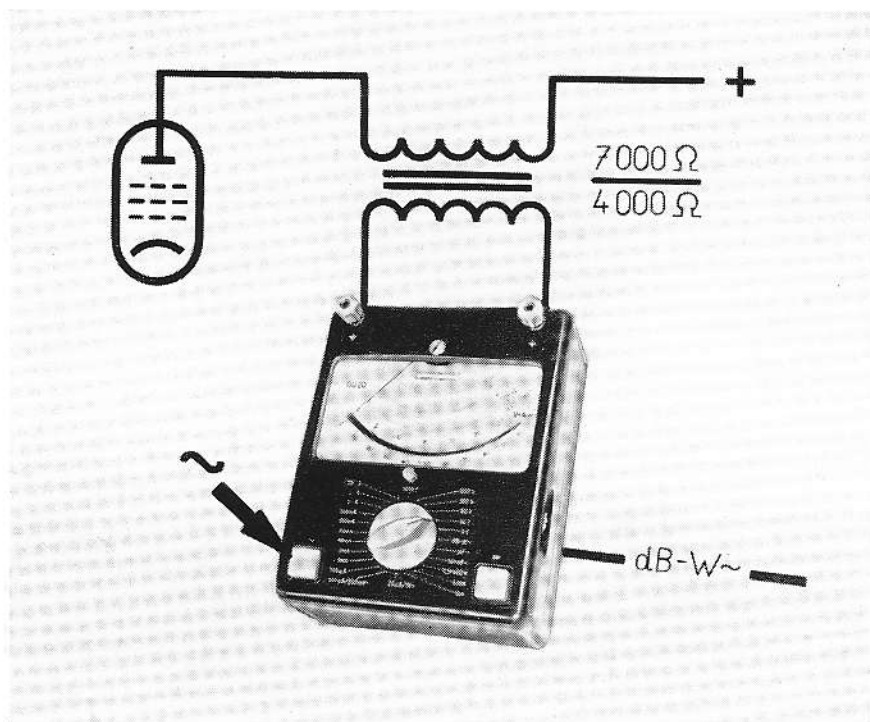


Obr. 20

Absorpční wattmetr, jak říká název, je sám spotřebičem pro měřený výkon. Jeho podstatou je kmitočtově nezávislý odpor a měřidlo, zapojené jako střídavý miliampérmetr. Odpořem a proudem je určen výkon, který se v tomto zatěžovacím odporu spotřebuje. Stupnici miliampérmetru lze pak snadno ocejchovat přímo ve wattech.

Zatěžovací odpor má hodnotu $4000\ \Omega$, na níž musí být přizpůsoben výstup měřeného zesilovače výstupním transformátorem. Přístroj nesmí být přímo zapojen do anodového obvodu (obr. 21).

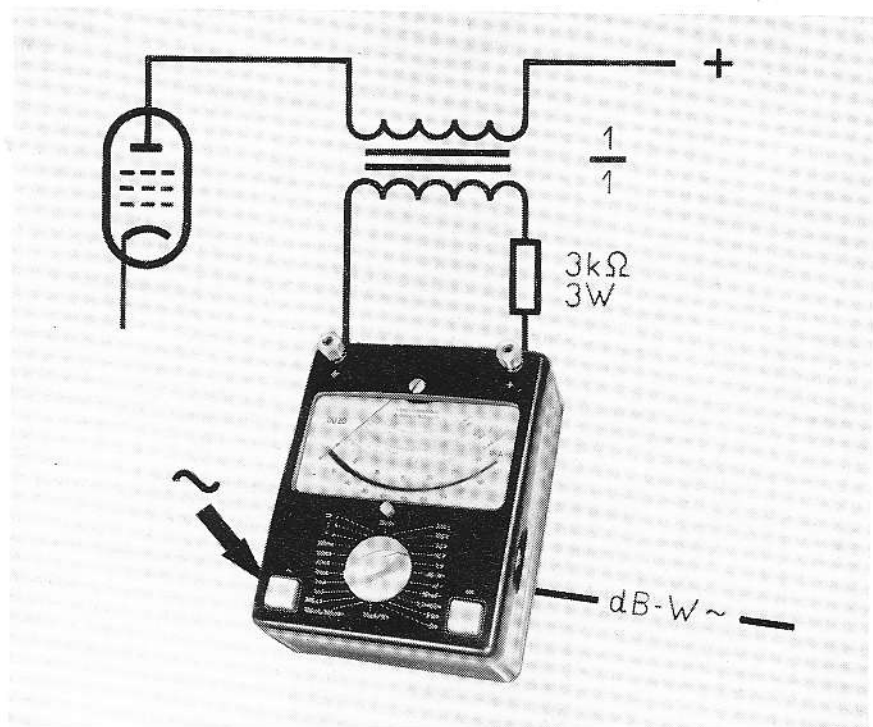
Obr. 21



S vnějšími kmitočtově a teplotně nezávislými odpory lze měřit také při jiných zátěžích i větší výkony než 4 W.

Např. doplní-li se odpor přístroje odporem $3\text{ k}\Omega$ (3 W) do série, lze měřit na zátěži $7000\ \Omega$ 7 W. Výchylku ručky nutno pak násobit součinitelem $\frac{7}{4} = 1,75$ (obr. 22).

Obr. 22



Pro měření výkonu 50 W zesilovače s výstupem 100 V se připojí paralelně k přístroji zatěžovací odpor

$$R = \frac{U^2}{P_{zes} - P_{DU\ 20}} = \frac{10^4}{50 - 4} = 217\ \Omega,$$

který musí být dimenzován pro ztrátu výkonu 46 W. Údaj ručky se násobí souči-

nitelem $\frac{50}{4} = 12,5$ (obr. 23).

Podle mezinárodních doporučení se užívají obě uvedené jednotky, avšak v rozhlasové a telefonní praxi jsou častěji používány nepery.

Při měření na rozhlasových přijímačích je výhodná jiná hodnota nulové úrovně a to 50 mW jako tzv. normální zkušební výkon.

Přístroj DU 20 vyhovuje oběma uvedeným způsobům. Pro měření na linkových spojích a zesilovačích je určen rozsah 3 V ~ spolu se stupnicí označenou N ~. Vnitřní odpor tohoto rozsahu je právě předepsaných 600 Ω a stupnice má rozsah -3 N až +1,4 N. Při měření na koncových stupních rozhlasových přijímačů nebo nízkofrekvenčních zesilovačů se použije rozsahu dB-W s vnitřním odporem 4000 Ω na něž musí být měřený koncový stupeň přizpůsoben. Stupnice označená dB ~ má rozsah -15 dB až +19 dB. Tento rozsah může být výhodně použit i k měření na 100 V výstupech výkonných zesilovačů, neboť plná výchylka odpovídá

$$U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{4 \cdot 4000} = 126,5 \text{ V.}$$

Za zmínku stojí, že dělení obou uvedených stupnic má obecnější platnost, jestliže není potřebné vycházet z nulové úrovně, ale stačí zjišťovat jen relativní změny zesílení nebo zeslabení vzhledem k předchozímu měření. Typickým příkladem je stanovení kmitočtové charakteristiky zesilovače, filtru, vedení apod.

V tomto případě platí tyto stupnice pro kterýkoli vhodný napěťový nebo proudový rozsah pro odečítání z měn zesílení nebo útlumu přímo v decibelech nebo v neperech. Přestoupí-li ručka při měření plnou výchylku nebo klesne-li pod $\frac{1}{3}$ stupnice, lze přepnout přístroj na sousední rozsah, pokud se nezmění pracovní podmínky měřeného zařízení. Přepočtení výchylky na další rozsah je zejména u decibelů velmi jednoduché. Přepnutím na vyšší rozsah se k zjištěné hodnotě připočte 10 dB (na nižší rozsah odečte 10 dB). Poměr sousedních rozsahů je totiž $\sqrt[4]{10 : 1}$, což představuje právě 10 dB

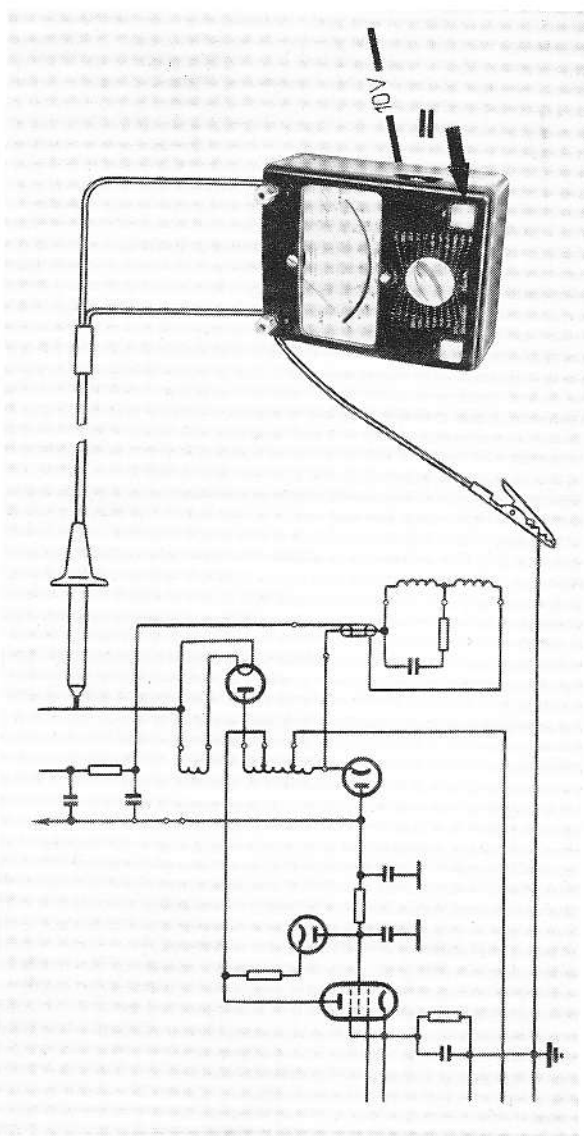
$$x = 20 \lg \sqrt[4]{10} = 10 \lg 10 = 10.$$

Např. na výstupu zesilovače při vybuzení středním kmitočtem f_1 byla odečtena na rozsahu 100 V výchylka 18,2 dB na stupnici dB ~. Na okrajovém kmitočtu f_2 klesla výchylka tak, že bylo nutno přepnout přístroj na rozsah 30 V, na němž byla odečtena výchylka 7,5 dB. Pokles zesílení je $18,2 - (7,5 - 10) = 20,7$ dB. Při dalším snížení na rozsah 10 V bychom zjistili výchylku 17,5 dB a ve výpočtu musíme tedy odečíst 20 dB, tj. snížení o dva rozsahy.

6 Vysoké napětí

V některých elektronických zařízeních např. v televizorech, oscilografích apod. používá se vysokých napětí mnoha kV, která lze obtížně měřit. Zdroje těchto napětí mají nepatrný výkon a dodávají proud jen několik desítek, nejvýše stovek mikroampér. Nepatrná spotřeba měř. přístroje DU 20 dovolu-
je měřiti tato vys. napětí malých výkonů pomocí vysokohomového předřadníku. Vysokonapětový předřadník VNR 30 — dodávaný na zvláštní přání — je určen pro napětí 30 kV stejnosměrných. Má tvar zkušební sondy, v níž jsou vloženy vrstvé odpory o celkové hodnotě 1500 M Ω .

Připojení předřadníku VNR a měření jím ukazuje obr. 24.

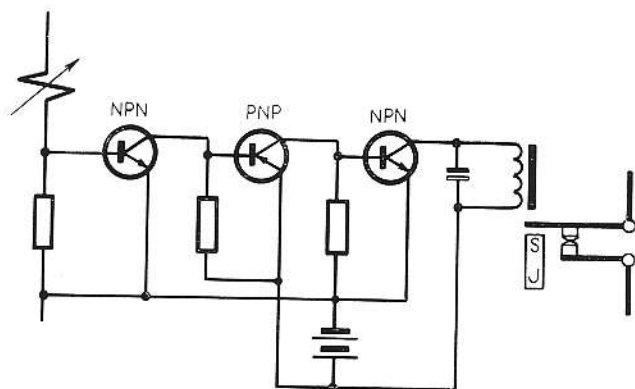


Zemnicí vodič předřadníku, zakončený krokodýlkem, se připojí na uzemněnou kostru zkoušeného přístroje. Měřicí přístroj se přepne na rozsah 10 V =. Přesnost tohoto měření je $\pm 10\%$. Obrázek ukazuje nejčastější případ měření vysokého napětí na elektrických zdrojích s uzemněným záporným pólem. Pro měření na zdrojích s uzemněným kladným pólem nutno připojit vývody sondy k přístroji obráceně. Vysokonapěťový předřadník VNR je určen jen k měření na slaboproudých zdrojích vysokého napětí, které mají malý výkon (vysoký vnitřní odpor) a nesmí být použit k měření na tvrdých zdrojích velkého výkonu.

7 Tranzistorový chránič

Složitý a kombinovaný univerzální měřicí přístroj je přirozeně vystaven značnému riziku poškození přetížením, neopatrným připojením nebo chybnou manipulací. Následky se mohou projevit nejen na bočnicích a předřadnících, ale i na citlivém měřicím ústrojí a také na plošných spojích a přepínačích, jejichž oprava znamená často úplnou výměnu poškozené desky.

Do přístroje DU 20 byl proto zabudován nový všestranný tranzistorový chránič, který je svým principem zcela novým prvkem v univerzálních přístrojích a který rychle a citlivě reaguje na přetížení a odpojuje celý přístroj od měřeného obvodu. Princip chrániče, který je předmětem čs. patentu čís. 99 321, ukazuje obr. 25. Podstatu tvoří třístupňový přímo vázaný stejnosměrný tranzistorový zesilovač a mžikový vypínač. Vstup zesilovače je připojen na odpor zapojený v sérii s měřicím ústrojím. Výstup ovládá vypínač, jehož vypínací kontakt je v klidu držen trvalým magnetem.



Obr. 25

Zesilovač je trvale připojen na vložené baterie, avšak klidový proud je tak nepatrný, že prakticky nevyčerpává baterie. Při přetížení měřicího ústrojí se uvolní vypínací kontakt a odpojuje celý přístroj od měřeného obvodu.

Přístroj lze opět připojit — po odstranění příčiny přetížení — krátkým stisknutím bílého tlačítka (pod číselníkem přístroje), které mechanicky sepne ochranný vypínač. Není dovoleno při přetížení trvale držet tlačítko a bránit tak funkci chrániče. Chráníč odepíná celý přístroj nejen při přetížení každého rozsahu a při přepólování (pomocí zvláštního dorazu na ručce), ale také při přetížení stejnosměrných rozsahů střídavým proudem a obráceně.

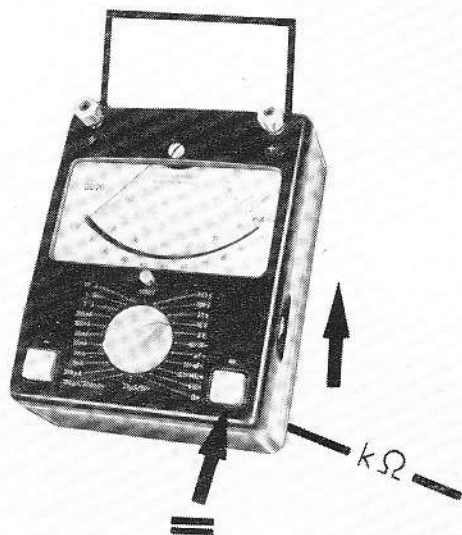
Chráníč vypíná při následujícím přetížení:

v oboru měření	při souhlasné polaritě	při přepólování	při přetížení opačným druhem proudu nebo napětí
= proudy	1,8—3,5 ×	0,2 ×	2—3,5 ×
~ proudy	1,5— 3 ×	—	4—8 ×
= napětí	5—15 ×	0,2 ×	10—15 ×
~ napětí	2—11 ×	—	8—11 ×

Odpínací výkon je 12 kVA stř nebo 700 W stejnosměrných při napětí 220 V. Chráníč se také může používat k jednoduchému odpojování přístroje od měřeného obvodu tím způsobem, že se přepne přepínačem rozsahů o 1—2 rozsahy směrem k nižším rozsahům.

Zařízení bude spolehlivě chránit Váš přístroj, jestliže budete dodržovat následující zásady:

1. do přístroje použijte dva holé články z 3 V baterie typu 223;
2. články vkládejte do přístroje s izolačním páskem, navlečeným na hlavičku uhlíku, tak, aby neležel na kontaktních plíščích pro záporný pól baterií. Izolační pásky usnadní pozdější vyjímání článků z pouzder;
3. kontrolujte občas při měření funkci chrániče přepnutím na nižší rozsahy. Špatnou funkci působí nedostatečné napětí baterie;
4. napětí baterie lze zkontrolovat bez vyjímání článků následujícím způsobem: přepněte přístroj na odporový rozsah $k\Omega =$ a spojte přívodní svorky nakrátko. Potenciometr pro elektrickou nulu stupnice nastavte do krajní polohy pro minimální napětí baterie (obr. 26). Ukazuje-li ručka v této poloze regulačního potenciometru méně než 100 dílků základní stupnice, tj. nelze-li již nastavit nulu odporové stupnice, nutno baterii vyměnit. V přístrojích do výr. čísla 6 187 547 je regulace provedena tak, že ručka musí ukázat nejméně 90 dílků 100dílkové stupnice. Ukazuje-li méně, nutno baterie vyměnit;
5. nenechávejte přepínač na odporových rozsazích $\Omega =$ a $k\Omega =$, na nichž jsou baterie použity k napájení ohmmetru a nejsou připojeny na tranzistorový chránič;
6. nedoporučujeme měřit s přístrojem bez baterií a tím bez ochranného účinku;
7. vybité články nenechávejte v přístroji, aby jejich koroze nepoškodila kontaktní plíšky.



Obr. 26

Seznam součástí

Označení	Součást	Hodnoty a typové označení	
R1	odpor	0,0238 Ω	manganin holý
R2	odpor	0,0515 Ω	manganin holý
R3	odpor	0,1627 Ω	manganin holý
R4	odpor	0,515 Ω	manganin
R5	odpor	1,627 Ω	manganin
R6	odpor	5,15 Ω	manganin
R7	odpor	16,27 Ω	manganin
R8	odpor	51,5 Ω	manganin
R9	odpor	162,7 Ω	manganin
R10	odpor	515 Ω	manganin
R11	odpor	1627 Ω	manganin
R12	odpor	2160 Ω	manganin
R13	odpor	39 k Ω	TR 106 D
R14	odpor	94 Ω	konstantan
R15	odpor	1k5	TR 101 B
R16	odpor	12 M Ω	AP $1/2 \pm 2\%$
R17	odpor	54 k Ω	TR 106 E
R18	odpor	54 k Ω	TR 106 E
R19	odpor	M 171	TR 106 E
R20	odpor	M 171	TR 106 E
R21	odpor	M 54	TR 106 E
R22	odpor	M 54	TR 106 E
R23	odpor	1 M 71	TR 107 D
R24	odpor	1 M 71	TR 107 D
R25	odpor	3 M 6	TR 107 D
R26	odpor	3 M 6	TR 107 D
R27	odpor	3 M 6	TR 107 D
R28	odpor	8 M 55	TR 107 D
R29	odpor	8 M 55	TR 107 D
R30	odpor	8 M 55	TR 107 D
R31	odpor	8 M 55	TR 107 D
R32	odpor	asi 230 Ω	konstantan
R33	odpor	2 k Ω	TR 506 D
R34	odpor	2 k Ω	TR 506 D
R35	odpor	asi 300 Ω	manganin
R36	odpor	asi 4000 Ω	konstantan
R37	odpor	asi 7000 Ω	konstantan
R38	odpor	15 k Ω	TR 106 C
R39	odpor	15 k Ω	TR 106 C
R40	odpor	470 Ω	TR 101 B
R41	odpor	22 k Ω	TR 101 B
R42	termistor	1500 Ω	TR-N2-1500

Označení	Součást	Hodnoty a typové označení	
R43	odpor	680 Ω	TR 106 D
R44	odpor	M 1	TR 106 D
R45	odpor	5k1	TR 101 B
R46	odpor	asi 870 Ω	manganin
R47	odpor	asi 65 Ω	manganin
R48	odpor	asi 1100 Ω	manganin
R49	odpor	680 Ω	TR 106 D
R50	odpor	820 Ω	TR 106 C
R51	odpor	2k5	TP 170
R52	odpor	3 k Ω	TR 106 C
R53	odpor	820 Ω	TR 106 C
R54	odpor	26 Ω	konstantan
R55	odpor	5 k Ω	TP 170
R56	odpor	8k2	TR 106 C
R57	odpor	620 Ω	TR 106 C
R58	odpor	620 Ω	TR 106 C
R59	odpor	3 k Ω	TR 106 C
R60	odpor	3 k Ω	TR 106 C
R61	termistor	68 Ω	TR-N2-68
R62	odpor	22 k Ω	TR 101 B
C1	kondenzátor	1 M	TC 451
C2	kondenzátor	15 $\div$ 68 nF	TC 191
C3	kondenzátor	10 nF	WK 71611/D
C4	kondenzátor	820 pF	TC 283
C5	kondenzátor	12 pF	TK 400
C6	kondenzátor	27 pF	TK 400
C7	kondenzátor	6,8 pF	TK 221
C8	kondenzátor	22 $\div$ 100 pF	TR 400
C9	kondenzátor	100 μ F	TC 902
C10	kondenzátor	150 $\div$ 560 pF	TC 284
C11	kondenzátor	150 $\div$ 560 pF	TC 284
C12	kondenzátor	150 $\div$ 560 pF	TC 284
G1	dioda	OA 7	
G2	dioda	OA 7	
T1	tranzistor	155 NU 70	
T2	tranzistor	OC 70	
T3	tranzistor	102 NU 71	

