



NÁVOD K POUŽITÍ



DU20

**univerzální
měřicí
přístroj**

Metra Blansko

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

Dalekosáhlý technický rozvoj, v němž má rozhodující úlohu bezpečnost 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 nová technologie, které spolu se zkušenostmi 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 rúčkou, 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 přídavnou 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 $+35$ °C, bez agresivních výparů. Nevystavujte však přístroj před měřením takovým změnám 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 s příslušenstvím.

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.

3

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:

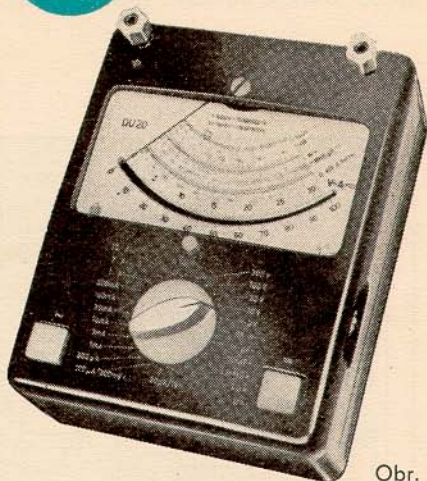
- nebyly do přístroje vloženy baterie,
- přístroj je přepnut na některý odporový rozsah (Ω =, $k\Omega$ =), na nichž slouží baterie jako vnitřní zdroj napětí. Nenechávejte proto přepínač po skončeném měření nikdy na těchto rozsazích.

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

Vzhled a vnější ovládací prvky

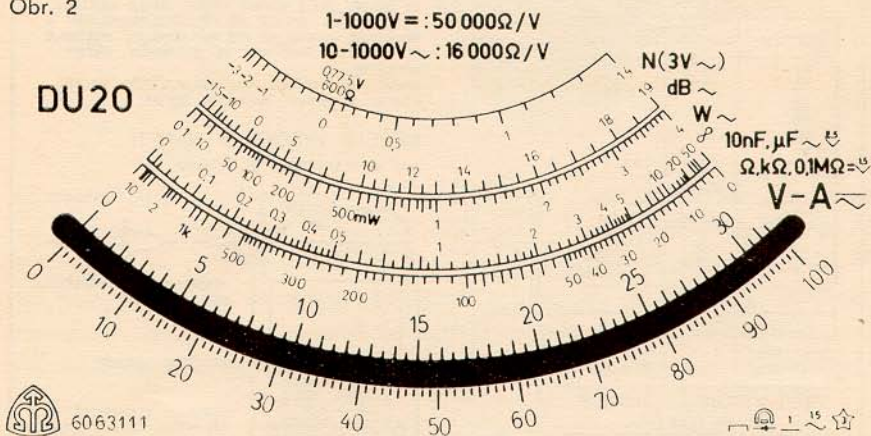
Měřicí ústrojí spolu se všemi měřicími obvody je uloženo ve dvoudílném pouzdře z černé lisovací hmoty tvrditelné. V horní části jsou pouze dvě přívodní, dobře přístupné svorky (obr. 1). Ve velkém okénku je přehledný číselník se sedmi stupnicemi (obr. 2).

popis přístroje



Obr. 1

Obr. 2



Tenká skleněná a velmi pružná ručka umožňuje dobré čtení na všech stupnicích. Nad okénkem je stavitko 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 (2 holé články z baterie 3 V typ 223, ČSN 36 4171). Kovový štítek obsahuje přehled nejdůležitějších parametrů přístroje na všech rozsazích (obr. 3).

BATERIE 2 x 1,5V - TYP 223

DU 20

50.000Ω/V ~
16.000Ω/V ~

PROUD ~

| ROZSAH | ÚBYTEK | |
|--------|--------|--------|
| | — | ~ |
| 20 μA | 1 V | — |
| 100 | 0,3V | 0,8 V |
| 300 μA | 0,2 | 0,8 V |
| 1 mA | — | 1,8 V |
| 3 | — | 1,3 V |
| 10 | — | 0,8 V |
| 30 | — | 250 mV |
| 100 | — | 100 mV |
| 300 mA | — | 70 mV |
| 1 A | — | 150 mV |
| 3 | 0,3 | 250 mV |
| 10 A | 0,4 V | — |

NAPĚTÍ ~

| ROZSAH | SPOTŘEBA | |
|--------|----------|-------|
| | — | ~ |
| 300 mV | 100 μA | — |
| 1 V | 20 μA | 5 mA |
| 3 | — | 63 μA |
| 10 | — | — |
| 30 | — | — |
| 100 | — | — |
| 300 | — | — |
| 1000 V | 20 μA | 63 μA |

ODPORY =

| ROZSAH | OZNAČ. | ZDROJ |
|--------------|----------|--------------|
| 2 Ω | 10k Ω | 15V1 VNITŘNÍ |
| 2 kΩ | 10MΩ | 3 VJ BATERIE |
| 0,2MΩ-1000MΩ | 0,1 x MΩ | 280-330V ~ |

KAPACITY ~

| ROZSAH | OZNAČ. | ZDROJ |
|-----------------|---------|---------------|
| 100 pF - 0,5 μF | 10 x nF | 220V ~ ± 15 % |
| 10 nF - 50 μF | μF | 24V ~ ± 15 % |

VÝST VÝKON A ÚROVEŇ NF SIGNÁLŮ ~

| ROZSAH | OZNAČ. | VNITŘODOPOR |
|-----------------|--------|-------------|
| 4 W | dB-W | 4000 Ω |
| -15 dB ± 1,9 dB | 3V | 600 Ω |
| -3N ± 1,4 N | — | — |

PŘESNOST

STEJNOSMĚRNÉ PROUDY A NAPĚTÍ 1 %
STŘÍDAVÉ PROUDY A NAPĚTÍ (50 Hz) 1,5 %

CHRÁNIČ PROTI PŘETÍŽENÍ

V PŘÍSTROJI JE AUTOMATICKÝ UNIVERZÁLNÍ TRANSISTOROVÝ CHRÁNIČ, JEHOŽ MĚKÝ VYPÍNAČ ODPOJÍ PŘÍSTROJ OD MĚŘENÉHO OBVODU PŘI PŘETÍŽENÍ, PŘEPÓLOVNÍ A NESPRÁVNÉ MANIPULACI. OPĚTNÉ PŘIPOJENÍ PŘÍSTROJE LZE PROVÉSTI TLAČÍTKEM PO ODBRÁNĚNÍ PŘÍČINY PŘETÍŽENÍ. CHRÁNIČ JE NAPÁJEN BATERIEMI, VLOŽENÝMI DO PŘÍSTROJE K MĚŘENÍ OHMICKÝCH ODPORŮ.

MĚŘENÍ VYSOKÉHO NAPĚTÍ

JEN NA ELEKTRONICKÝCH ZDROJÍCH

VYSOKONAPĚTĚVÝ PŘEDRADNÍK
30 kV = 1500 MΩ
PŘEPÍNAČ NA 10 V

TLAČÍTKO CHRÁNIČE

REGULACE ELEKTRICKÉ NULY PŘI MĚŘENÍ ODPORŮ A KAPACIT

ZKUŠEBNÍ NAPĚTÍ PŘÍSTROJE 3kV

METRA BLANSKO NÁRODNÍ PODNIK
MADE IN CZECHOSLOVAKIA

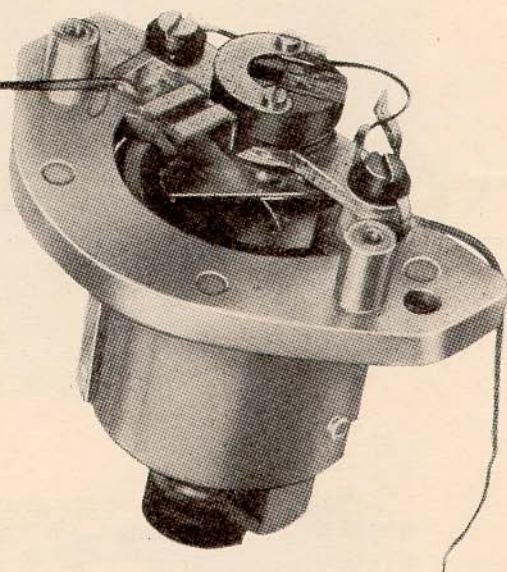
Obr. 3

Vnitřní uspořádání

Vlastní přístroj sestává ze tří konstrukčních celků:

- měřicího ústrojí (obr. 4)
- horní desky (obr. 5) a
- dolní desky plošných spojů (obr. 6).

Obr. 4



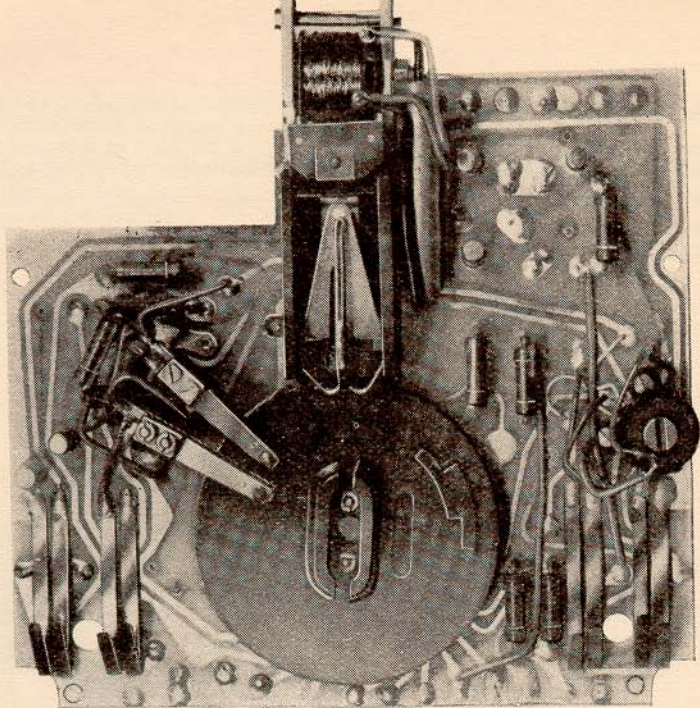
Magnetoelektrické měřicí ústrojí má otočnou cívku s dvojnásobným vinutím, zavěšenou na napjatých vláknech. Permanentní magnet je umístěn uvnitř otočné cívky a magnetický tok se uzavírá válcovým pláštěm, na němž je magnetický bočník.

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.

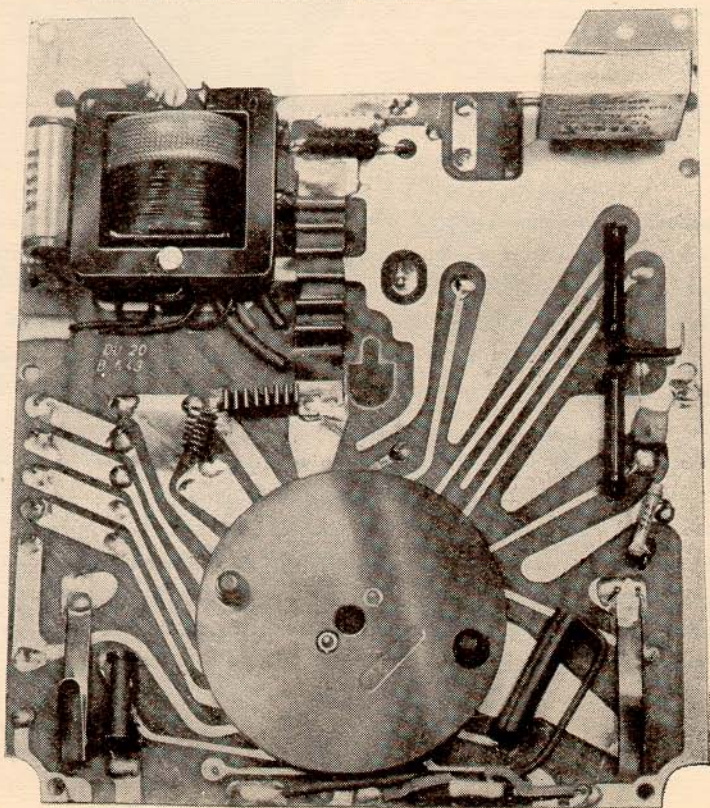
Na dolní desce jsou umístěny všechny odpory mnohonásobného předřadníku, bočníku a měřicí transformátor v obrazci plošných spojů, které současně tvoří kontakty hlavního přepínače rozsahů.

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 \ominus .

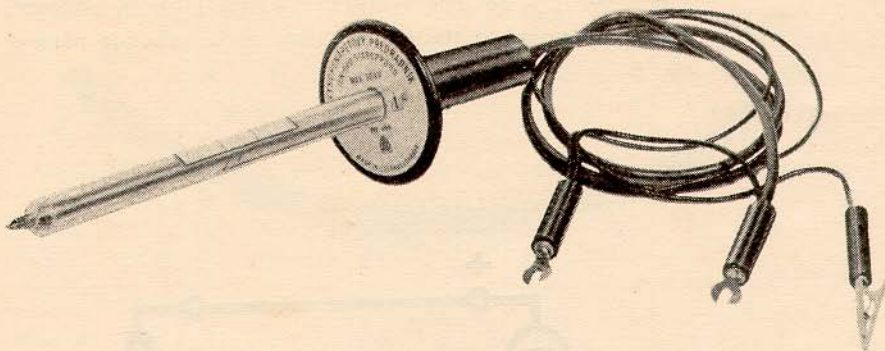


Obr. 5



Obr. 6

Vysokonapětový předřadník VNR rozšiřuje stejnoměrný napětový rozsah přístroje do 30 kV (obr. 7).



Obr. 7

Sestává z izolační rukojeti a nástrčné polystyrenové trubky s vrstevnými 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.

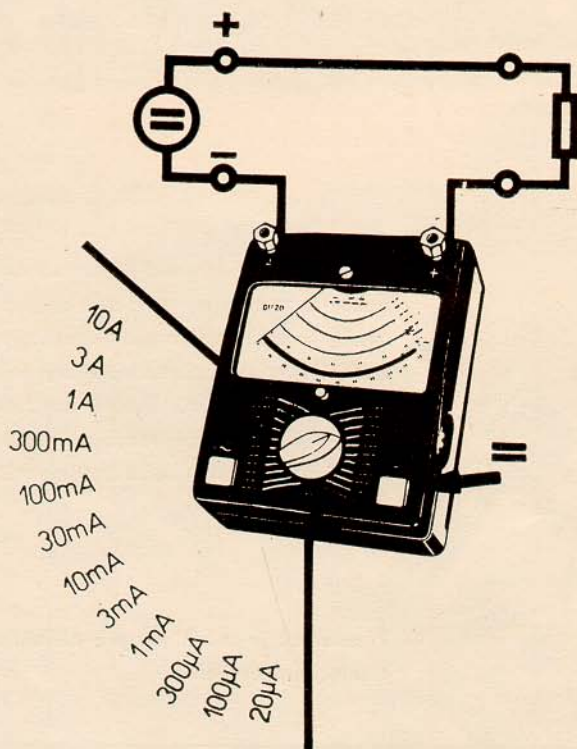
Předřadník je určen jen pro měření napětí na elektronických zdrojích.

Použití přístroje podle jednotlivých oborů měření

1 Stejnosečné 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

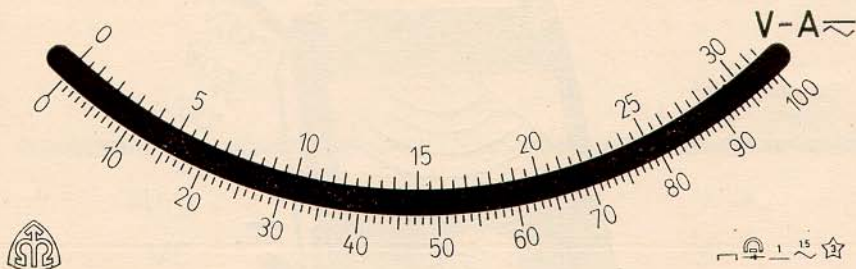


Velikost měřeného proudu se odečítá na základních stupnicích (obr. 9), rovnoměrně

$$1-1000V = : 50\,000\Omega/V$$

$$10-1000V \sim : 16\,000\Omega/V$$

DU20

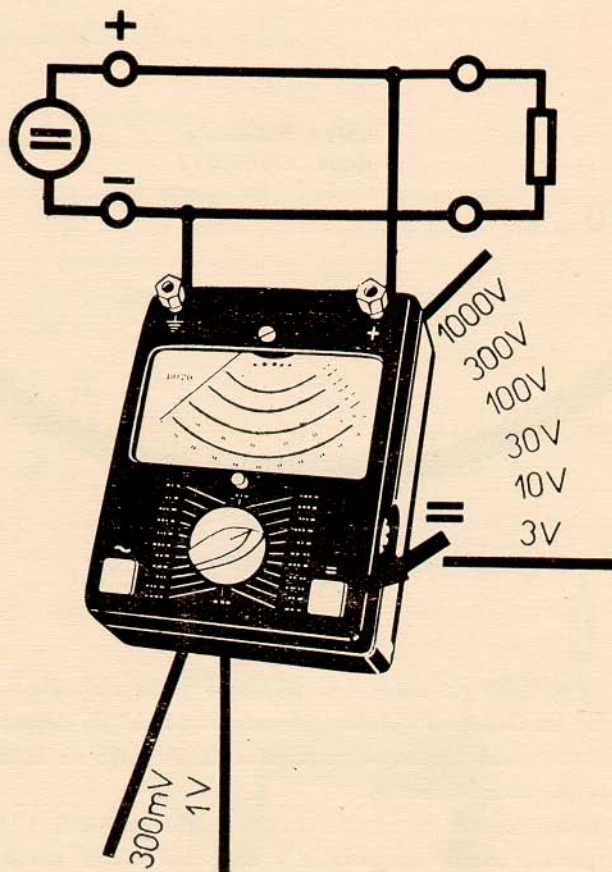


Obr. 9

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 $20\ \mu A$ nutno na 100dílkové stupnici násobit výchylky 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 $20\ \mu A$ a $100\ \mu A$ 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. 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 – $50\,000\ \Omega/V$. Nepatrná spotřeba ($20\ \mu A$) nezatěžuje prakticky měřený obvod, takže připojením měřicího přístroje neklesá napětí v měřeném bodě a neovlivňuje se činnost zkoušeného obvodu.

Vnitřní odpor na jednotlivých rozsazích:

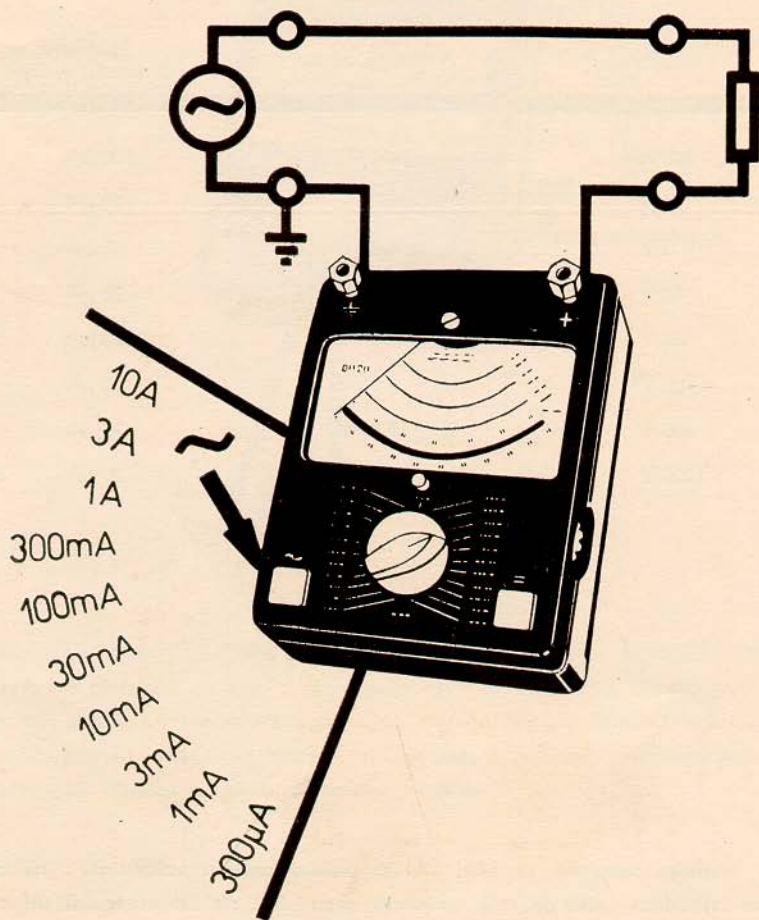
| Rozsah | Vnitřní odpor | Spotřeba na plnou výchylku |
|--------|-----------------|----------------------------|
| 300 mV | 3160 Ω | 100 μA |
| 1 V | 50 k Ω | 20 μA |
| 3 V | 158 k Ω | 20 μA |
| 10 V | 0,5 M Ω | 20 μA |
| 30 V | 1,58 M Ω | 20 μA |
| 100 V | 5 M Ω | 20 μA |
| 300 V | 15,8 M Ω | 20 μA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

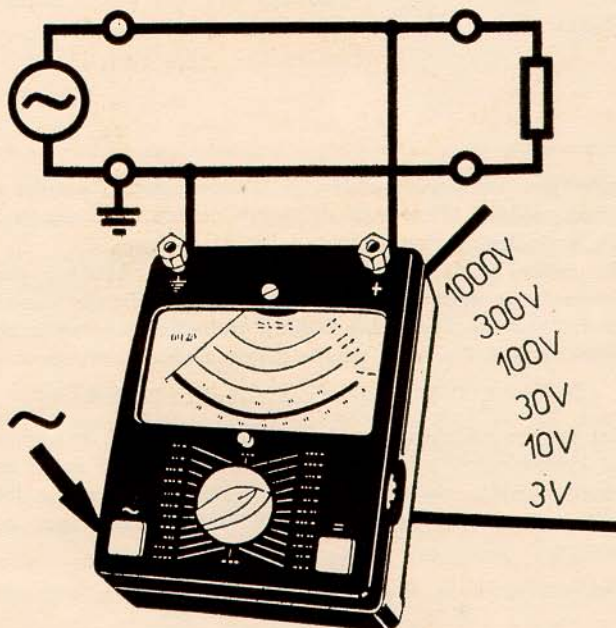


Hodnoty měřeného obvodu se odečítají rovněž na základních rovnoměrných stupnicích 30 a 100dílkových podle zvoleného rozsahu. Úbytky napětí na měřicím transformátorku u jednotlivých rozsahů jsou uvedeny na štítku (obr. 3).

Na rozsahu 10 A se opět nedoporučuje 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 rozsahu 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 ústrojí 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 úměrná 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 vzájemném posuvu. Jako měřítka této chyby nelze pak užít činitele zkreslení, běžného ve sdělovací technice, vyjádřeného vzorcem

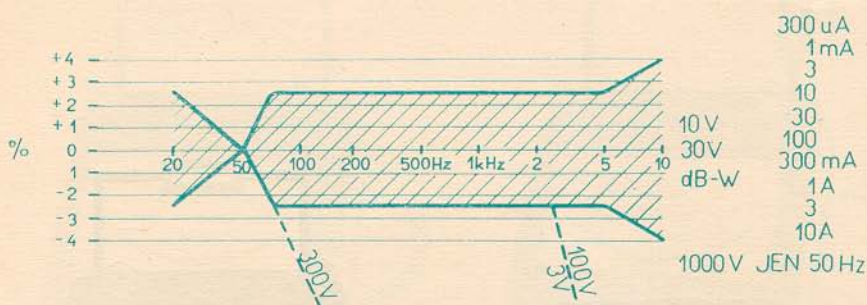
$$k = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots}}{\sqrt{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 + \dots}} \cdot 100 \quad (\%)$$

který 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 chybou 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 autotransformátorkem 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 $-2,5\%$. Rozsahy 300 V a 1000 V jsou prakticky určeny jen pro měření při síťovém kmitočtu.

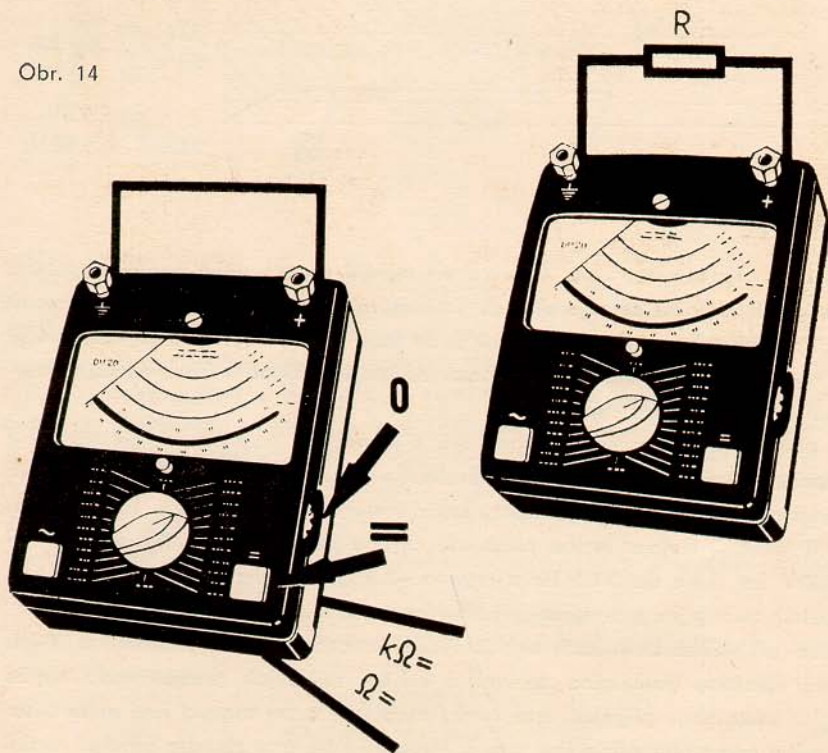
Měření při nižších kmitočtech než 50 Hz je omezeno chvěním ručky asi u 20 Hz. Velmi důležitou podmínkou správného měření střídavých proudů nebo napětí vyšších kmitočtů je připojení levé svorky označené \ddagger na zemnicí bod nebo místo nulového potenciálu střídavého zdroje. Nedodrží-li se tato zásada, 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.

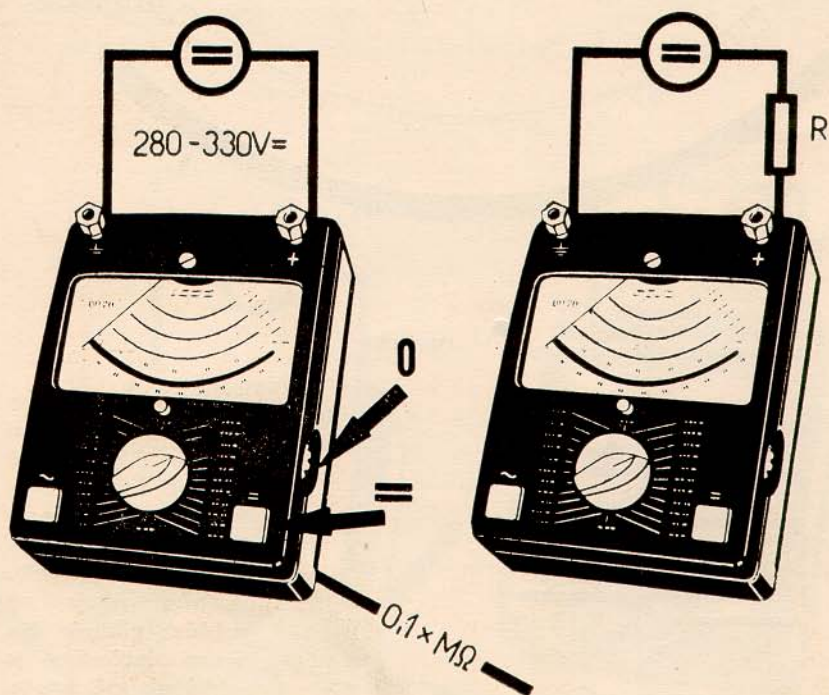
Přístroj DU 20 má pro tento účel tři odporové rozsahy. Na nejnižším rozsahu, označeném Ω , se zjišťují odpory od nejnižších hodnot až do $10\text{ k}\Omega$. Na středním rozsahu, označeném $\text{k}\Omega$, lze měřit odpory od $2\text{ k}\Omega$ do $10\text{ M}\Omega$. Oba tyto rozsahy jsou napájeny vloženou baterií a tím stále připraveny k měření. Přepínač rozsahů se přepne na zvolený rozsah a stiskne tlačítko označené = (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 280–330 V. Odběr je nepatrný, nejvýše $25 \mu A$ (obr. 15). Přesnost tohoto měření je $\pm 1,5 \%$ z délky stupnice.

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.

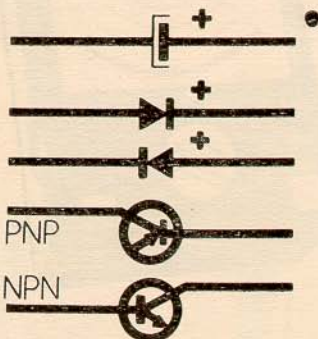
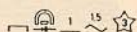
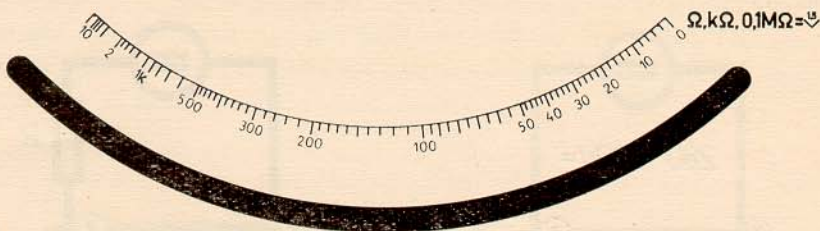
Naměřené hodnoty se odečítají na odporové stupnici (obr. 16) v Ω nebo v $k\Omega$ podle zvoleného rozsahu přímo bez přepočítávání. Na rozsahu $0,1 \times M\Omega$ nutno odečtenou hodnotu dělit 10.

Obr. 16

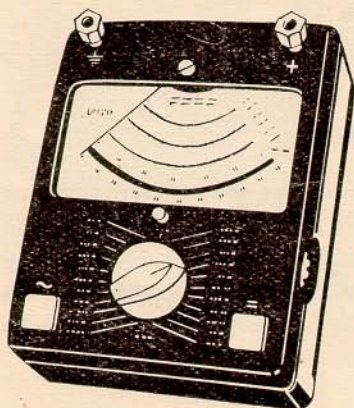
$$1-1000V = : 50\ 000\Omega / V$$

$$10-1000V \sim : 16\ 000\Omega / V$$

DU20



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.

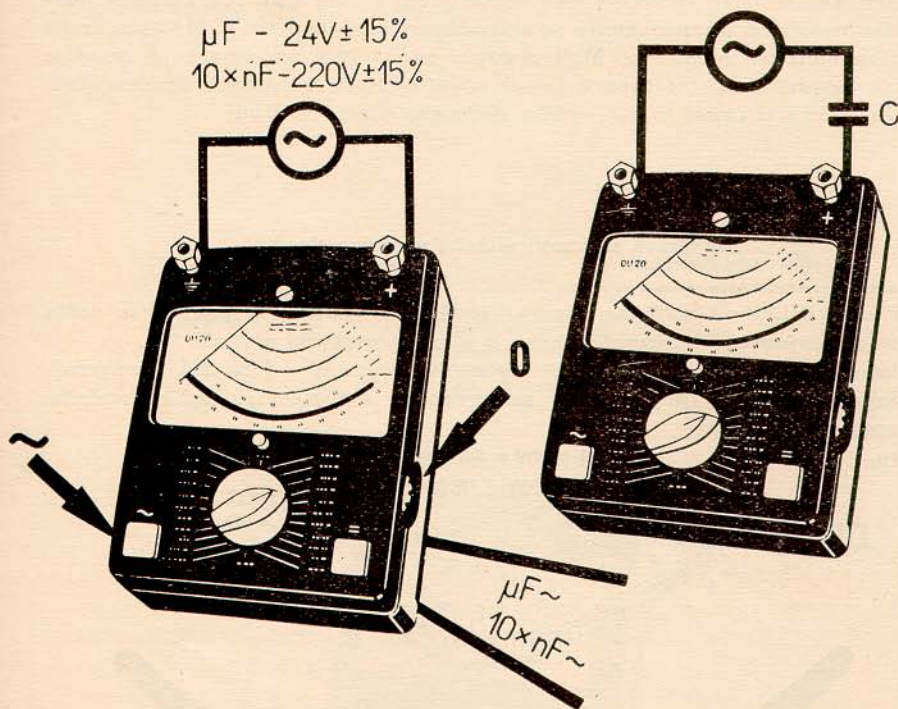
4 Kapacity

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).

Přesnost měření kapacit je \pm 2,5% z délky stupnice.

Obr. 18

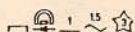
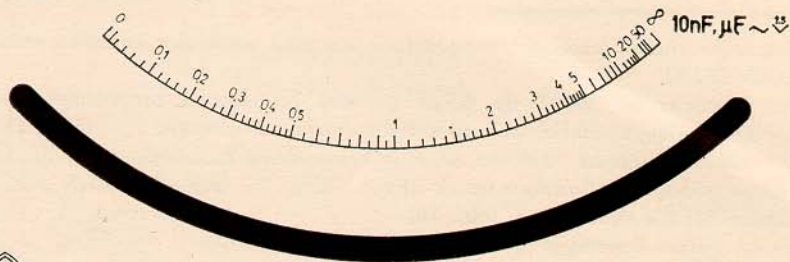


Před měřením se připojí zdroj přímo na svorky přístroje a regulačním knoflíkem na boku přístroje se nastaví plná výchylka, tj. ∞ kapacitní stupnice, obdobně jako u odporových rozsahů.

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 pF) a na rozsahu μF přímo.

Obr. 19

DU 20



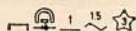
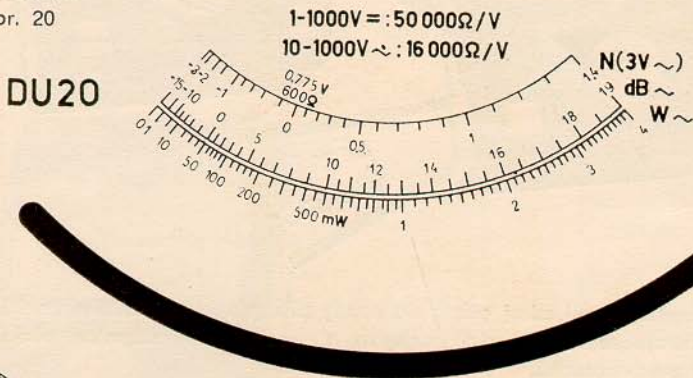
Tam, kde se tímto způsobem měří kapacity častěji, lze doporučit zhotovení malého izolačního transformátorku se sekundárním napětím 220 V a 24 V, který zvýší bezpečnost při manipulaci. Malé napájecí napětí 24 V na rozsahu μF dovoluje informativně zkusit i kapacitu vysokonapěťových elektrolytických kondenzátorů,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

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 W ~ (obr. 20), který umožňuje měřit malé výstupní výkony zesilovačů do 4 W metodou tzv. absorpčního wattmetru.

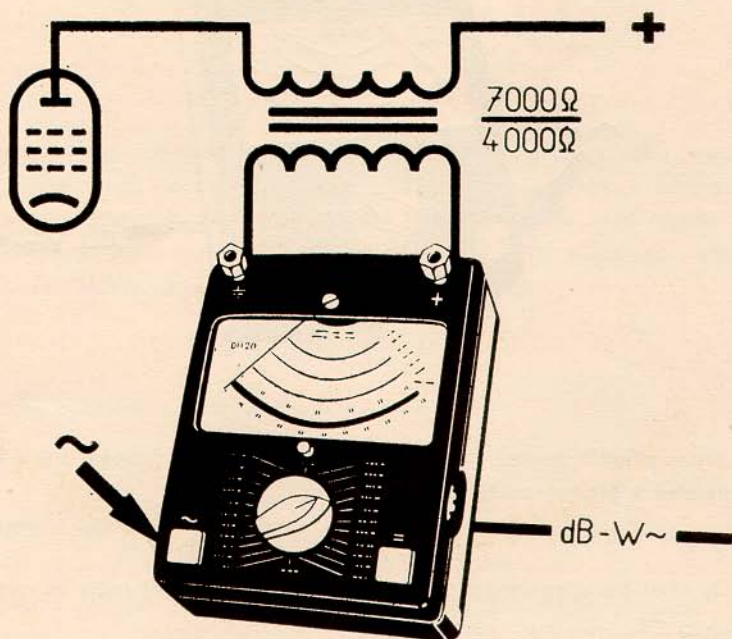
Obr. 20



Absorpční wattmetr, jak říká název, je sám spotřebičem pro měřený výkon. Jeho podstatou je kmitočtově nezávislý odpor a měřidlo, zapojené jako střídavý miliampérmetr. Odparem 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).

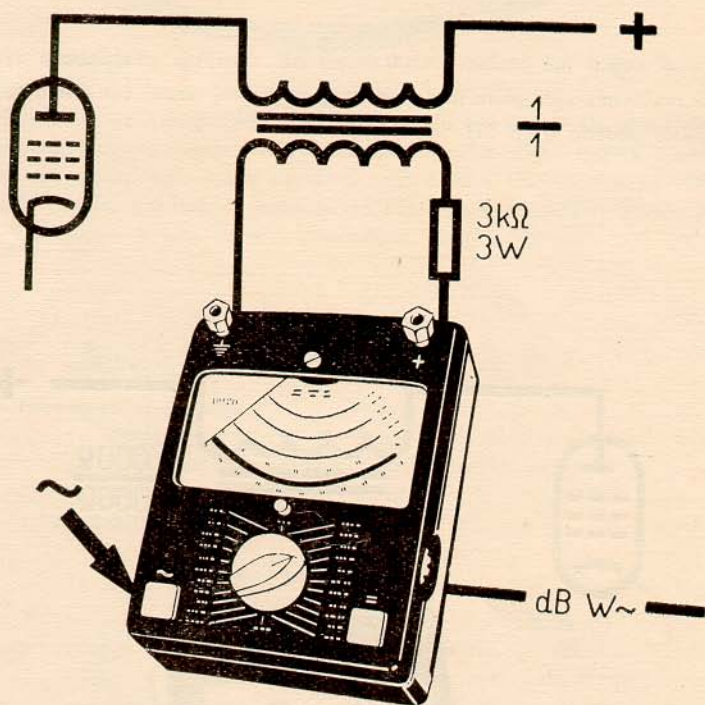
Obr. 21



S vnějšími kmitočty a teplotně nezávislymi odpory lze měřit také při jiných zátěžích i větší výkon 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.)

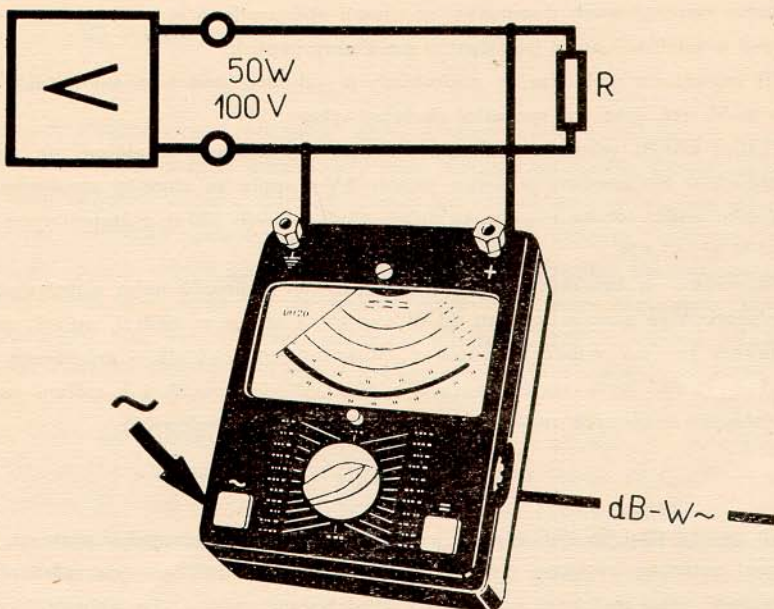
Obr. 22



V jiném případě pro měření výkonu 50 W zesilovače s výstupem 100 V lze připojit paralelně k přístroji zatěžovací odpor

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

který musí být dimenzován pro ztrátu výkonu 46 W. Údaj ručky se násobí součinitelem $\frac{50}{4} = 12,5$ (obr. 23).



Obr. 23

Zesílení nebo útlum střídavého signálu, který prošel zesilovačem nebo naopak vedením, filtrem apod., vyjadřuje se v relativních jednotkách přenosu v decibelech nebo neperech. Tyto jednotky jsou logaritmy poměru výkonů nebo napětí na stejných odporech na výstupu a vstupu bez ohledu na jejich skutečnou velikost. U decibelů se používá desetinný logaritmus poměru výkonů

$$x = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} = 20 \lg \frac{U_2}{U_1} \quad (\text{dB}),$$

u neperů pak přirozený logaritmus poměru napětí

$$x = \ln \frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{2} \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (\text{N}).$$

Jejich vzájemný vztah je dán

$$1 \text{ dB} = 0,1151 \text{ N} \quad \text{a} \quad 1 \text{ N} = 8,686 \text{ dB}.$$

V praxi byla zavedena výchozí tzv. nulová úroveň signálu, které odpovídá 1 mW na odporu 600 Ω (0,775 V).

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 stupnicích 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 dále 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 změny 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 dalším rozsahu 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 $\sqrt{10} : 1$, což představuje právě 10 dB

$$x = 20 \lg \sqrt{10} = 10 \lg 10 = 10.$$

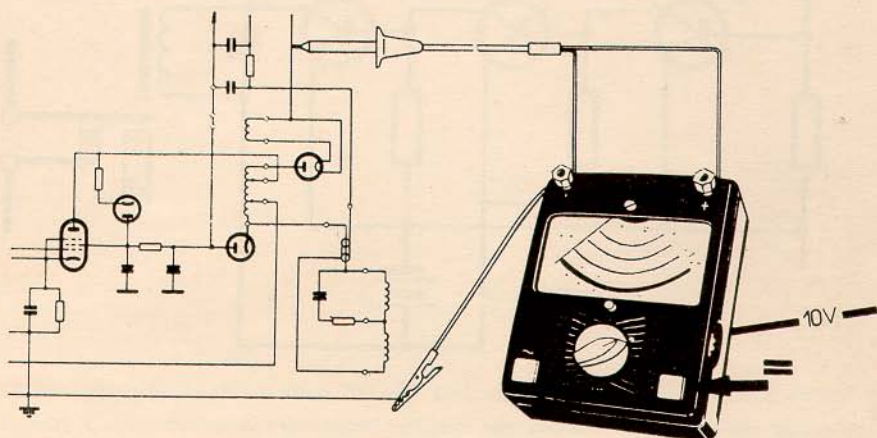
Např. na výstupu zesilovače při vybuzení středním kmitočtem f_1 byla odečtena na rozsahu 100 V výchylka 18,2 dB na stupnici dB ~. Na okrajovém kmitočtu f_2 klesla výchylka tak, že bylo nutno přepnout přístroj na rozsah 30 V, na němž byla odečtena výchylka 7,5 dB. Pokles zesílení je $18,2 - (7,5 - 10) = 20,7$ 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, oscilografech 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 měřicího přístroje DU 20 dovoluje měřit tato vysoká napětí malých výkonů pomocí vysokoohmového předřadníku. Vysokonapěťový předřadník VNR 30 – dodávaný na zvláštní přání – je určen pro napětí 30 kV stejnosměrných. Má tvar zkušební sondy, v níž jsou vloženy vrstevné 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.

Obr. 24

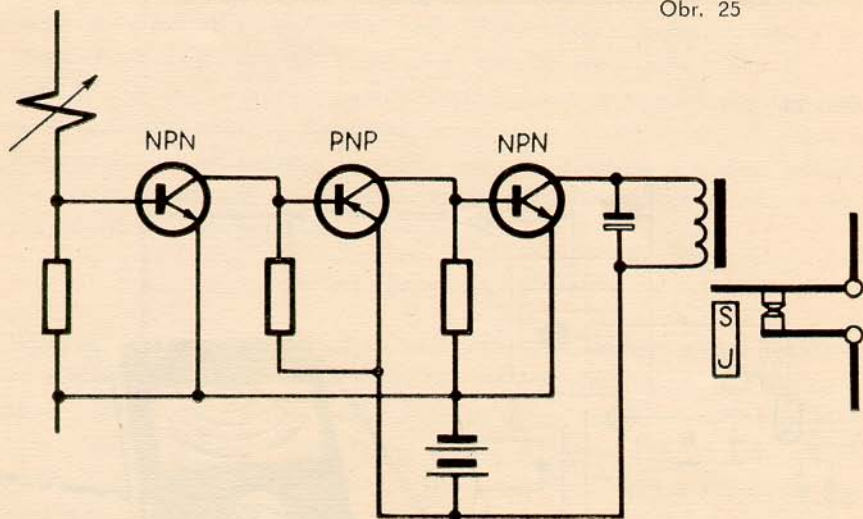


7 Tranzistorový chránič

Složité 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 předradnicích, 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 zesilovače 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 ~ nebo 700 W = 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 3V baterie, typu 223;
2. články vkládejte do přístroje s izolačním páskem, navlečeným na hlavičku uhlíku tak, aby neležel na kontaktních plíškách pro záporný pól baterií. Izolační pásky usnadní pozdější vyjímání článků z pouzder;
3. kontrolujte občas při měření funkcí 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 $k\Omega$ = spojte privodní 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 nastavit nulu odporové stupnice, nutno baterii vyměnit;
5. nenechávejte přepínač na odporových rozsazích Ω = 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 | 102 Ω | konstantan | |
| R15 | odpor | 1k5 | TR 101 B | |
| R16 | odpor | 13 M Ω | AP $\frac{1}{2} = 2 \%$ | |
| 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 | 1 k97 | TR 506 D | |
| R34 | odpor | 1 k97 | 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 | |

| Označení | Součást | Hodnoty a typové označení | |
|----------|-------------|---------------------------|------------|
| R42 | termistor | 1500 Ω | TR-N2-1500 |
| R43 | odpor | 680 Ω | TR 106 D |
| R44 | odpor | M 111 | 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 | 23 Ω | konstantan |
| R55 | odpor | 2k5 | 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 |
| R63 | odpor | 3k neb 5k6 | TR 114 B |
| R64 | odpor | 820 neb 1k8 | TR 106/D |
| C1 | kondenzátor | 1 M | TC 451 |
| C2 | kondenzátor | 15 + 68 nF | TC 191 |
| C3 | kondenzátor | 10 nF | WK 71611/D |
| C4 | kondenzátor | | |
| C5 | kondenzátor | 820 pF | TC 283 |
| C6 | kondenzátor | 12 pF | TK 400 |
| C7 | kondenzátor | 27 pF | TK 400 |
| C8 | kondenzátor | 6,8 pF | TK 221 |
| C9 | kondenzátor | 22 + 100 pF | TR 400 |
| C10 | kondenzátor | 100 μ F | TC 902 |
| C11 | kondenzátor | 150 + 560 pF | TC 284 |
| C12 | kondenzátor | 150 + 560 pF | TC 284 |
| G1 | dioda | TESLA GAZ 51 | |
| G2 | dioda | TESLA GAZ 51 | |
| T1 | tranzistor | 155 NU 70 | |
| T2 | tranzistor | OC 70 | |
| T3 | tranzistor | 102 NU 71 | |

Vydal dokumentačně propagační odbor

NÁRODNÍ PODNIK
METRA BLANSKO