

STAVEBNÍ NÁVOD A POPIS 33

JAROSLAV JELÍNEK



tranzistorový

MĚŘICÍ PŘÍSTROJ
UNIVERZÁLNÍ VOLTMETR

DOMÁCÍ POTŘEBY-PRAHA

JAROSLAV JELÍNEK

UNIVERZÁLNÍ TRANZISTOROVÝ MĚŘICÍ PŘÍSTROJ

STAVEBNÍ NÁVOD A POPIS

č. 33

Ve Vydavatelství obchodu vydává podnik
DOMÁCÍ POTŘEBY — PRAHA

Tranzistorový voltmetr, ampérmetr a ohmmetr je základní měřicí přístroj, který je určen všem zájemcům o vážnější práci v různých oborech elektrotechniky.

Výroba přístroje je jednoduchá. Volili jsme takovou konstrukci, která nevyžaduje složitá výrobní zařízení. Opracování pozůstává z nejjednodušších pracovních úkonů – stříhání, vrtání a ohýbání plechu. Použili jsme takového tvaru kostry, který dává záruku dostatečné tuhosti, aniž bychom museli svařovat.

Přes svou jednoduchost je přístroj praktický a vzhledný. Veškerá měření se jím dají provádět pohodlně a pro plochý tvar a malé rozměry se i dobře přenáší. Jeho choulostivost je prakticky dána použitým ručkovým měřidlem.

Svým tvarem a rozměry tvoří tranzistorový měřicí přístroj základní modul panelové řady miniaturních měřicích přístrojů, které budou popsány v některých dalších číslech stavebních návodů.

1. URČENÍ MĚRICÍHO PŘÍSTROJE

Univerzální tranzistorový měřicí přístroj slouží k měření střídavých i stejnosměrných napětí ss i st proudů a ohmických odporů pomocí stejnosměrného proudu z pomocného zdroje.

Napětí se dají měřit od 1 V do 1000 V, proudy od 1 mA do 1 A a odpory od ohmů do megaohmů s přesností $\pm 2,5\%$.

Frekvenční charakteristika je závislá na použitých tranzistorech, avšak v žádném případě není lepší než $\pm 6\%$ při 10 kHz. Pro tuto nevýhodu není přístroj vhodný pro měření vyšších frekvencí.

Vysoký vstupní odpor, který se podle použitého páru tranzistorů může pohybovat mezi 0,1 M Ω až 0,8 M Ω , dává možnost měření všech ss napětí, a to i z vysokoimpedenčních zdrojů, aniž by byla na závadu vlastní spotřeba přístroje. St veličiny lze měřit do 10 kHz a použijeme-li tabulky korekcí, až do 20 kHz.

Vlastní spotřeba přístroje činí podle použitých tranzistorů 1,2 až 10 μ A, což je pro běžná měření zanedbatelně málo.

Měřicí přístroj má malé rozměry, není závislý na síti a proto je snadno přenosný. Podobný přístroj s elektronkami by byl značně složitější, choulostivější a větší. Závislost na síti by do jisté míry omezila jeho použití a stavba by byla dražší.

Použijeme-li běžných součástí, tj. 10% odporů a kondenzátorů, výprodejních vlnových přepínačů a zhotovíme-li si mechanickou část přístroje sami, nepřesáhne cena kupovaných součástí podle stavu z r. 1963 Kčs 380,—.

2. TECHNICKÁ DATA PŘÍSTROJE

Hlavní rozměry:

| | | |
|-----------------------|---|--------------|
| Max. výška | 77 | mm |
| Max. šířka | 235 | mm |
| Max. hloubka | 200 | mm |
| Max. váha | 1500 | g |
| Vstupní odpor | 100 – 800 | k Ω |
| Rozsahy pro měření U | 1, 5, 25, 100, 250, 1000 | V |
| Rozsahy pro měření I | 1, 5, 25, 100, 250, 1000 | mA |
| Rozsahy pro měření R | R \times 1, 10, 10 ² , 10 ³ , 10 ⁴ | Ω |
| Mezní prac. kmitočet | 10 000 | Hz |
| Přesnost měření max. | 2,5 | % |
| Pracovní teplota max. | 45 | $^{\circ}$ C |
| Spotřeba max. | 5 | mA |

Napájecí zdroje:

| | | | | | |
|----------------|---------|---|----|-----|---|
| Plochá baterie | typ 201 | 1 | ks | 4,5 | V |
| Monočlánek | typ 140 | 1 | ks | 1,5 | V |

Pomocné zdroje:

| | | | | | |
|------------|---------|---|----|-----|---|
| Monočlánek | typ 140 | 1 | ks | 1,5 | V |
|------------|---------|---|----|-----|---|

3. STAVBA MECHANICKÉ ČÁSTI

3.1. Díly vyráběné

| | | | | |
|-------------------------|-------------------|--------|------|-----|
| 1. Skříň přístroje | ks 1 ocel. plech | 1,5 mm | č.v. | M01 |
| 2. Kryt skříňe | ks 1 Al plech | 1 mm | č.v. | M02 |
| 3. Čelní stěna | ks 1 plexi | 2 mm | č.v. | M03 |
| 4. Základní deska | ks 1 texgumoid | 2 mm | č.v. | M04 |
| 5. Plstěná podložka | ks 4 plst | 3 mm | č.v. | M05 |
| 6. Rukojeť | ks 2 ocel. drát Ø | 6 mm | č.v. | M06 |
| 7. Nosník potenciometrů | ks 1 Al plech | 1,5 mm | č.v. | M07 |
| 8. Pouzdro zdrojů | ks 1 Al plech | 1 mm | č.v. | M08 |
| 9. Izolační podložka | ks 1 tvrz. papír | 0,3 mm | č.v. | M09 |
| 10. Dotekové pero | ks 2 bronz. plech | 0,5 mm | č.v. | M10 |
| 11. Doteková destička | ks 4 bronz. plech | 0,5 mm | č.v. | M11 |
| 12. Kryt zdrojů | ks 1 texgumoid | 2 mm | č.v. | M12 |
| 13. Nosník přepínačů | ks 4 ocel. drát Ø | 6 mm | č.v. | M13 |
| 14. Úpinka svazků | ks 4 plech | 1 mm | č.v. | M14 |
| 15. Základna bočníků | ks 1 texgumoid | 2 mm | č.v. | M15 |
| 16. Měděný blok | ks 1 odpad Cu | | č.v. | M16 |

3.2. Díly kupované

| | |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1. Šroub M3×20 | ks 2 hlava válcová |
| 2. Šroub M3×45 | ks 4 hlava čočková nebo kuželová |
| 3. Šroub M3×6 | ks 11 hlava kuželová |
| 4. Šroub M3×5 | ks 10 hlava čočková |
| 5. Šroub M3×4 | ks 4 hlava kuželová |
| 6. Šroub M4×12 | ks 4 hlava válcová |
| 7. Nýt dutý Ø 2×3 | ks 100 obchodní zn. 41040 |
| 8. Podložka Ø 3,2 | ks 22 |
| 9. Podložka pér. Ø 3 | ks 2 |
| 10. Podložka Ø 4,2 | ks 4 |
| 11. Podložka pér. Ø 4 | ks 4 |
| 12. Matice M3 | ks 22 |
| 13. Podložka Ø 7 | ks 9 |
| 14. Podložka Ø 8 | ks 4 |
| 15. Podložka Ø 10 | ks 6 |
| 16. Podložka čal. Ø 4 | ks 4 (niklovaná) |

V tomto oddíle jsou pouze díly pro mechanickou část přístroje.

Ostatní kupované díly (pro elektrickou část) jsou rozepsány v oddíle 4.3.

Uvedené šrouby je třeba v některých případech nepatrně zkrátit, aby jejich volné konce nezasahovaly do prostorů jiných součástí. Při zkracování doporučuji našroubovat na šroub matici, která nám výborně splní dvě funkce. Za prvé poslouží při upínání do svěráku a za druhé, po odříznutí přebytečné části šroubu, nám prostým vyšroubováním srovná tu část závitu, kterou jsme deformovali řezáním. Jak vyplývá z napsaného, doporučuji šrouby zkracovat řezáním a nikoliv štípáním. Uspoříme tak nepříjemné potíže s našroubováním matic na uštípnuté šrouby.

Podložky o průměrech 7, 8 a 10 mm slouží jako distanční válečky k potenciometrům, aby jejich upevňovací závitů přečnivaly nosníky nebo čelní desku pouze o výšku upevňovací matice.

Na podložce, která je opřena o čelo potenciometru, vypilujeme zářez pro fixační výstupek.

Položku 7 – nýty duté použijeme i při stavbě elektrické části.

3.3. Postup výroby

Základním dílem mechanické části přístroje je skříň. Začneme proto s její výrobou nejdříve, protože ostatní díly zhotovíme vždy se zřetelem k rozměrům díve vyrobených částí.

Opatřit vhodný kousek ocelového plechu nebude jistě obtížné. Vhodný je rovný a nezrezivělý plech. Ušetříme si tím obtížné rovnání a čištění.

Na méně zachovanou, čili vnitřní stranu plechu, narýsujeme obrysové čáry pro stříhání, čáry pro ohýbání a osové kříže jednotlivých děr. Průsečíky os všech děr označíme důlčičkem. Potom přesně odstříháme správný rozměr plechu a pilkou na železo odřízneme rohové a boční části. Neřežeme až těsně k čarám a zbylý materiál odstraníme pilníkem. Dbáme přísně na dodržování všech rozměrů a úhlů.

Potom vyvrtáme díry, včetně největší o \varnothing 52 mm pro mikroampérmetr. Všechny díry, kterou jsou na výkrese M01 označeny (ZAHLOUBIT), zahloubíme vrtákem o \varnothing 5,4 mm do hloubky 1,2 mm tak, aby do nich zapadly kuželové hlavy šroubů M3. Zahlubujeme na opačné straně, aby po ohnutí bylo zahloubení na vnější straně skříně. Stejným vrtákem odhrotujeme všechny menší otvory a na větší použijeme pilník s kruhovým průřezem.

Použijeme-li ohýbačku, nebude přesné ohnutí skříně problémem. Nejprve ohneme 10 mm široké okrajové části ostrým ohybem o 90° směrem nahoru, za předpokladu, že se díváme na orýsovanou stranu. Zbývající dva příčné ohyby vedeme stejným směrem.

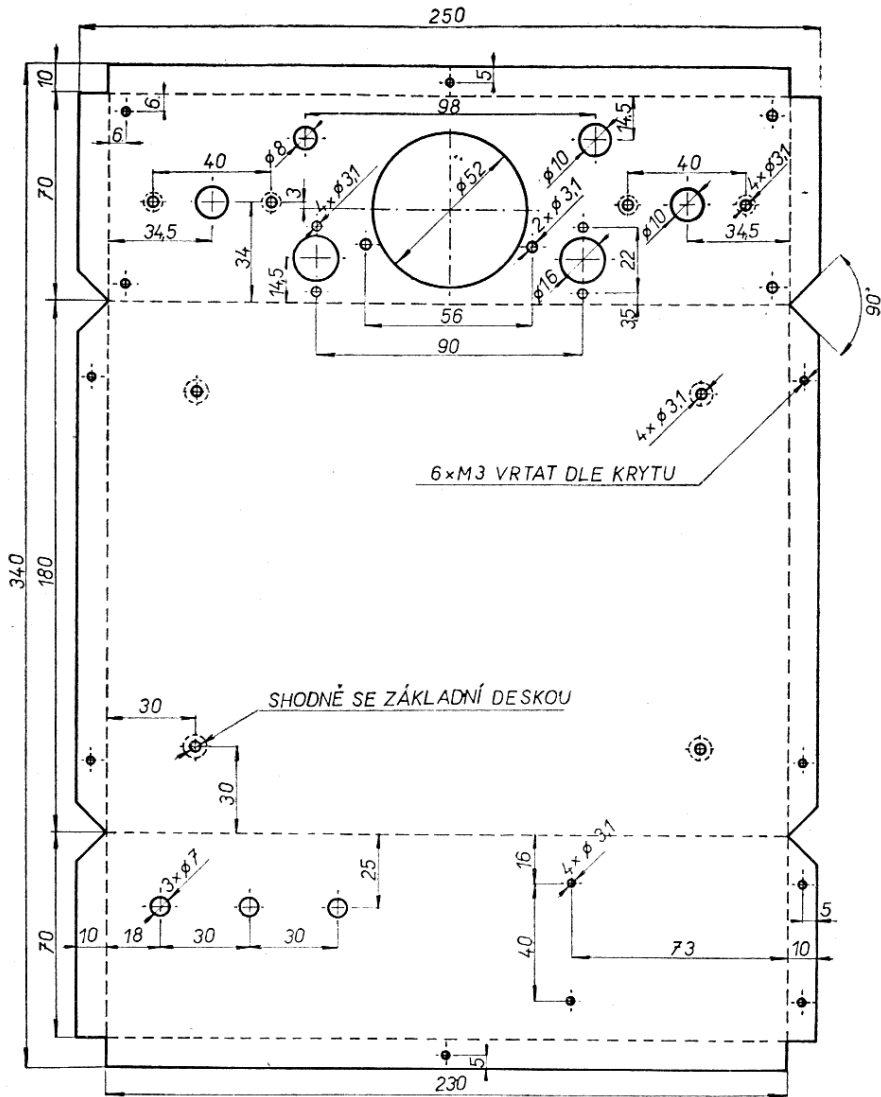
Protože ohýbačku nebude mít každý k dispozici, uvádím způsob, jak lze přesně a dobře ohýbat plech. Jde v podstatě o dva úhelníky, kterými plech stáhneme tak, že jejich hrany sledují čáru předpokládaného ohybu. Taktó stažený plech ohýbáme buď kladivem, nebo dalším úhelníkem, kterým dosáhneme díky stejnoměrnému rozložení tlaku, lepšího ohybu. I při tomto ohýbání jsou všechny ohyby směrem nahoru.

Rohy skříně spájíme mosazí nebo cínem, nebo je slepíme pryskyřicí Epoxy 1200. Skříň je však dost tuhá, i když rohy zůstanou volné.

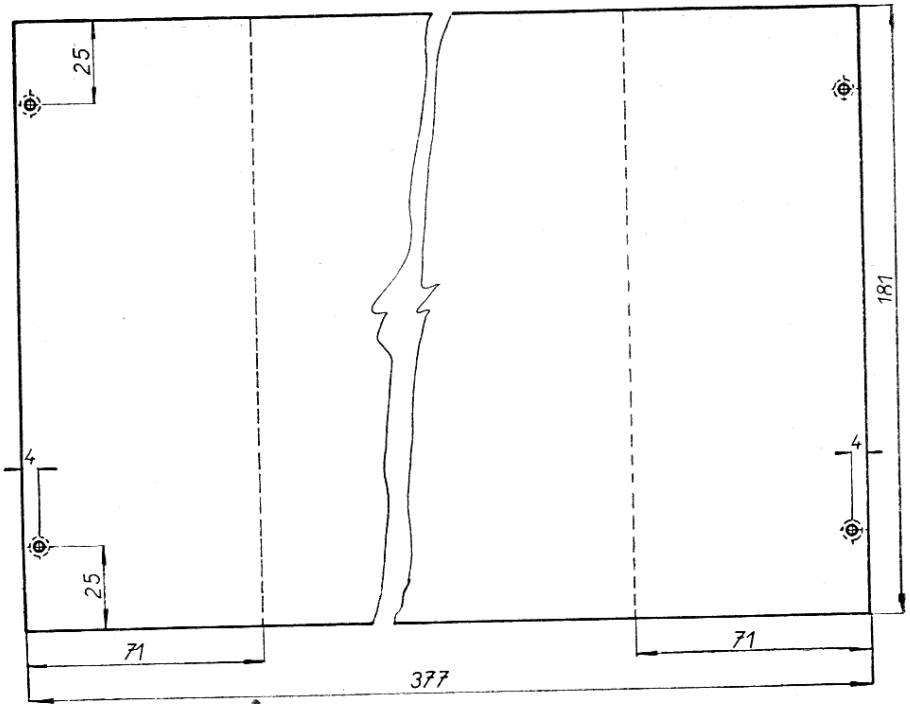
Kryt skříně zhotovíme z hliníkového plechu tak, že na něj přerýsujeme výkres č. M02, odstříháme na správný rozměr a vyvrtáme čtyři otvory. Jednu stranu ohneme podle výkresu směrem k sobě, aby strana, na kterou jsme rýsovali, byla uvnitř přístroje. Druhý ohyb vedeme tak, aby vnitřní vzdálenost obou ohybů byla shodná se šířkou hotové skříně.

Ohnutý kryt nasadíme na skříň tak, aby jeho přední okraj byl zároveň s čelem skříně. Tím je zajištěna správná poloha krytu a proto můžeme označit čtyři otvory pro závit M3 ve skříni přístroje. Označené otvory provrtáme na průměr 2,4 mm a vyřízneme do nich závit M3. Skříň zpevníme dvěma šroubky v horní části skříně, jak je to naznačeno na č.v. M01 a M02.

Zhotovením dvou předcházejících částí jsme si připravili podmínky pro výrobu čelní stěny přístroje (č.v. M03). K výrobě použijeme plexi o síle 2–2,5 mm. Papír, kterým je deska po obou stranách polepena, nestrháváme, protože chrání desku před poškrábáním při práci a velmi dobře poslouží, protože si na něj tužkou pečlivě pře-

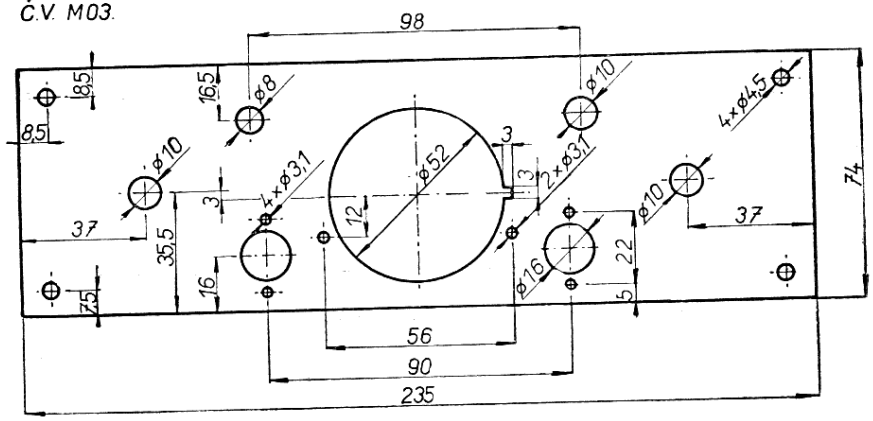


Obr. M01 — M16. Výkresy mechanických součástí přístroje



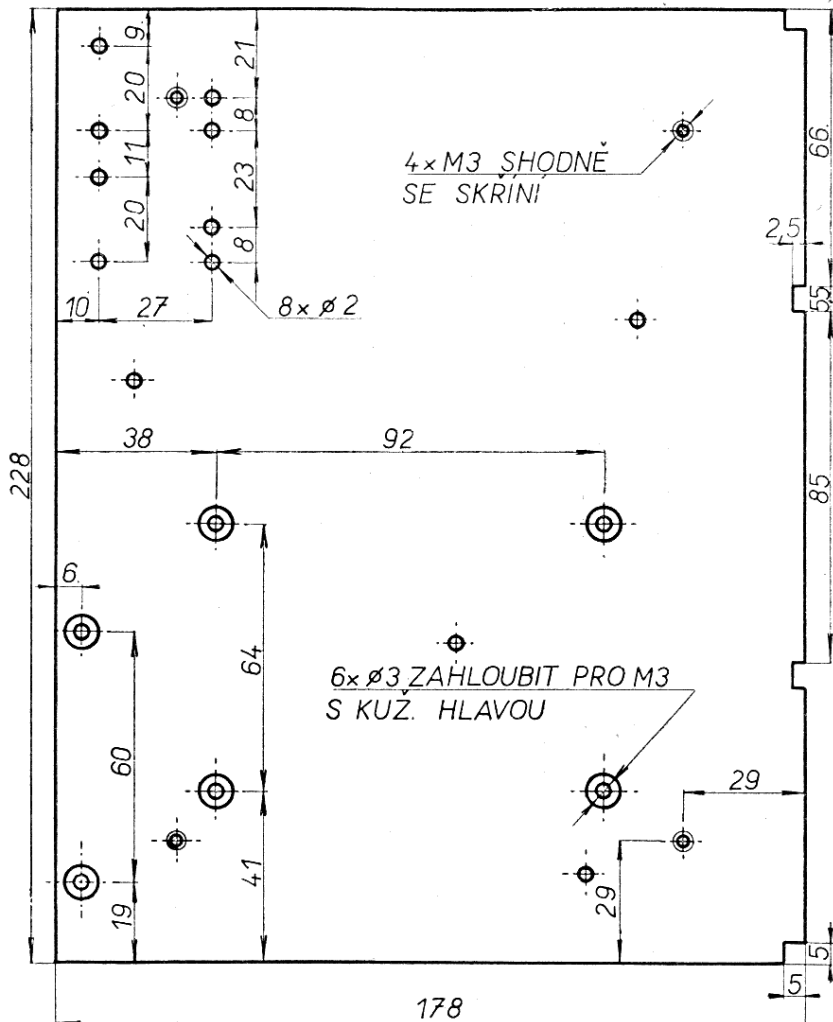
ČV M02

Č.V. M03.

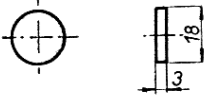


OTVORY $\varnothing 3$ VRTAT DLE POTŘEBY
UPEVNĚNÍ SVAZKŮ

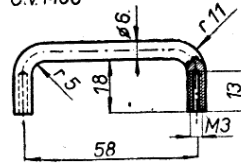
M 04



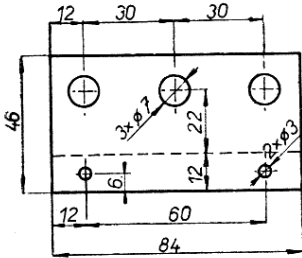
Č.V.M05.



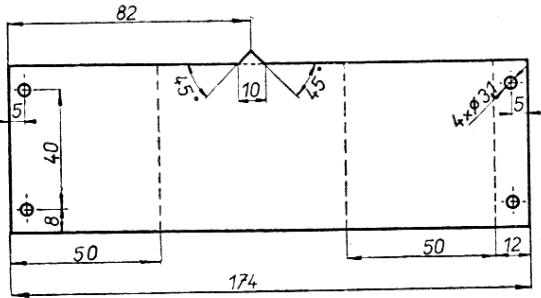
Č.V.M06



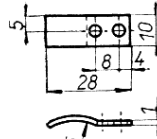
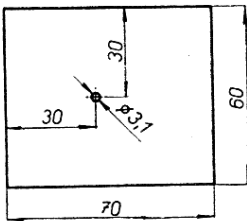
Č.V.M07



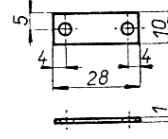
Č.V.M08



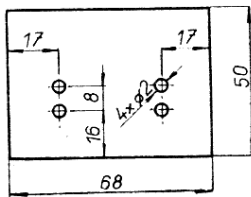
Č.V.M09



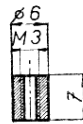
Č.V.M10.



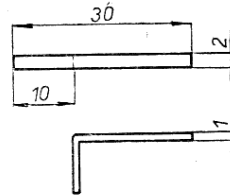
Č.V.M11.



Č.V.M12



Č.V.M13



Č.V.M14.

kreslíme č.v. M03. Všechny otvory vrtáme velmi opatrně. Největší otvor o \varnothing 52 mm vykroužíme buď výkružníkem, nebo jej vyřízneme lupenkovou pilkou a začistíme pilníkem. Po vyvrtání všech otvorů ořízneme plexi podle výkresu. Jistě není nutno připomínat, že řez nevedeme přesně po obrysových čarách, ale ponecháváme přídavek (asi 0,5 mm) na zarovnání řezu. Zarovnáváme tak, že plexi upevníme čtyřmi šroubky M4 a rukojetmi na přední stěnu skříně, nasadíme kryt a pilníkem zarovnáme obrys plexi shodně s obrysem skříně a krytu přístroje. Po sejmutí nalepíme na spodní stranu

plexi chloroformem nebo podobným rozpouštědlem předtisk čelní stěny vystřížený z obálky tohoto návodu. Plexi s papírovým předtiskem pečlivě stiskneme, aby se nevytořily bublinky mezi slepenými plochami.

Ke zhotovení základní desky použijeme izolačního materiálu o tl. 2 mm. Nejvhodnější je texgumoid, ale stačí i pertinax, tvrzený papír nebo novodur. Na použitý materiál překreslíme výkres č. M04. Pozor! Výkres je nakreslen z pohledu na spodní stranu základní desky, proto je nutné rýsovat na tu stranu základní desky, kterou jsme určili dospodu, takže vrchní strana zůstane hladká, beze stop po rýsovací jehle. Správný rozměr ořízneme nejlépe nožem a ocelovým pravitkem tak, že materiál nařízneme po obou stranách po celé délce a opatrně ulomíme. Takový řez, nebo vlastně lom, vypadá po začištění pilníkem velmi pěkně a celý postup je daleko rychlejší než řezání pilkou. Výřezy na přední straně jsou určeny pro matice M3. Protože nám budou pomáhat udržet matice v potřebné poloze, neděláme je ani hlubší, ani širší, než je potřeba. Všechny otvory vrtáme přesně podle výkresu, až na čtyři, kterými je připevněna základní deska ke skříni přístroje. Tyto otvory musí být shodné s otvory ve dně skříně. Označíme je tak, že základní desku vložíme do skříně přístroje a otvory ve dně skříně obkreslíme na základní desku.

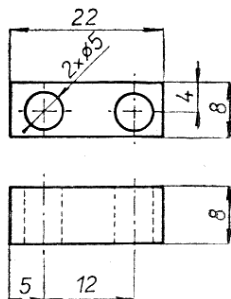
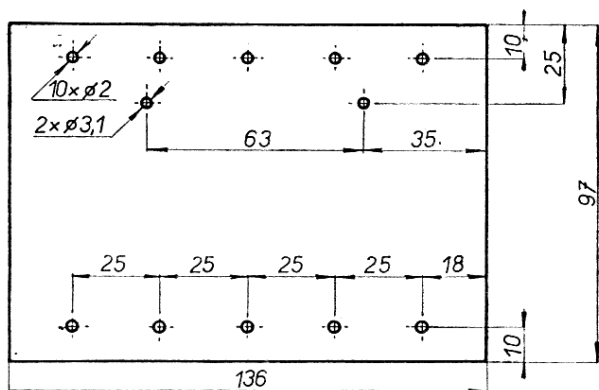
Hlavy šroubů, které budou procházet otvory ve dně skříně, budou zakryty plstěnými podložkami, které budou zároveň sloužit jako nožky přístroje. Vysekneme je kruhovým razníkem podle výkresu č. M05 z plsti o tl. 3 mm. Po dokončení montáže přístroje je přilepíme pryskyřicí Epoxy 1200 na dno skříně.

Rukojeti přístroje vyrobíme z ocelového nebo mosazného drátu o průměru 6 mm. Kusy drátu uřízneme raději o 15–20 mm delší a ohneme, aby osová vzdálenost ohnutých částí byla přesně 58 mm. Potom zkrátíme ohnuté části na správnou délku, vyvrtáme je a vyřízneme do nich závit M4. Po odstranění stop po ohýbání (plošky, rýhy) rukojeti vyleštíme, popř. je dáme pochromovat (č.v. M06).

Nosník potenciometrů vyrobíme z hliníkového plechu tl. 1,2–1,5 mm. Vhodný je i plech ocelový, který však musíme chránit nátěrem před korozi. Nosník zhotovíme jako předcházející části. Při ohýbání je třeba upnout do svěráku část širokou 12 mm a nikoliv opačně. Jinak by se posunuly otvory pro potenciometry o tloušťku plechu proti otvorům v zadní stěně skříně a hřídeliky potenciometrů by nebyly v osách děr (č.v. M07).

Pouzdro baterií (č.v. M08) zhotovíme z hliníkového plechu tl. 1 mm. Ohyby I. a II. provedeme tak, že ohyb I. směřuje k nám a ohyb II. od nás. Zbývající dva ohyby

Č.v. M15.



Č.v. M16.

nejsou ostré, ale mají poloměr ohybu rovný poloměru zaoblení monočládku. Tento ohyb provedeme volně rukou na stejnou stranu, kam směřuje ohyb I.

Izolační podložku (č.v. M09) vyrobíme z tvrzeného papíru tl. 0,3 mm. Umístíme ji mezi dnem skříně a základní deskou v místě upevnění zdrojů.

Dotekové pero zhotovíme z pérové mosazi nebo bronzu o tl. 0,5–0,8 mm vystřihnutím podle výkresu č. M10. Otvory vyvrtáme přesně na průměr použitých dutých nýtů, aby mechanické spojení s krytem zdrojů nebo se základní deskou bylo dostatečně pevné. Pera ohybáme za studena a poloměr ohybu volíme větší.

Doteková destička (č.v. M11) je ze stejného materiálu jako dotekové pero. Vystřihneme ji a otvory vrtáme stejně těsné jako u dotekového pera.

Kryt zdrojů (č.v. M12) zhotovíme z odpadu, který zbyl při výrobě základní desky. Jinak stačí každý izolační materiál o dostatečné pevnosti a tl. 2 mm. Otvory vrtáme opět těsně, aby i tato část zaručovala pevné spojení s dotekovým perem.

Nosník přepínačů (č.v. M13) zhotovíme ze zbytků ocelového drátu o průměru 6 mm, ze kterého jsme vyrobili rukojeti.

Upínku svazků vyrobíme z hliníkového plechu podle výkresu č. M14 a ostře ohneme do pravého úhlu asi v jedné třetině délky. Je určena k upevnění svazků, jak je to patrné z fotografií.

Základnu bočniců vyrobíme podle výkresu č. M15 z izolačního materiálu o tl. 2–2,5 mm. Můžeme použít texgumoid nebo podobný materiál.

Měděný blok vyrobíme z kousku odpadové mědi podle výkresu č. M16, kterou nejprve provrtáme a vyzkoušíme, jdou-li do otvorů nasunout tranzistory. Blok slouží k rozvodu tepla mezi oběma tranzistory a proto je třeba jej na ně před připájením nasunout.

4. STAVBA ELEKTRICKÉ ČÁSTI

4.1. Schéma zapojení

Schéma zapojení, jak je uvedeno na obr. 4.1.1., dává celkový přehled součástek přístroje.

Můžeme volit zapojení s hodnotami uvedenými v rozpisce (odst. 4.3.), nebo zjistit zesilovací činitel použitého páru tranzistorů a podle něj vypočítat hodnoty součástek. Odporů v bázích tranzistorů a kolektorové odpory zůstávají stejné pro široký rozptyl parametrů použitých tranzistorů.

Odstupňování rozsahů lze měnit podle individuální potřeby konstruktéra.

V případě, že st rozsahy nelze nastavit potenciometrem P_5 , lze provést v přepínači V_2A tyto změny zapojení:

a) odpojit kondenzátory C_3 a C_4 ,

b) ke každému předradnému odporu zapojenému v přepínači V_2B připojit v sérii, v přepínači V_2A přidavný odpor.

Hodnotu přidavného odporu zjistíme zkusem nebo stanovením rozdílu výchylky ručkového měřidla při měření ss a st veličin.

4.2. Funkce zapojení

Jádrum měřicího přístroje je symetrický tranzistorový zesilovač proudu, v konečné úpravě zapojený se dvěma tranzistory 102 NU 71 se stejným zbytkovým proudem (I_{k0}) a přibližně stejným zesílením. Stejně dobře však vyhovovaly i párované tranzistory 103 NU 70, 104 NU 70 a dokonce i dvojice tranzistorů 101 NU 70. Výměna páru tranzistorů, které splňují požadavek stejného I_{k0} a zesílení (α), ovlivní pouze citlivost přístroje a to přímo úměrně zesilovacímu činiteli použitých tranzistorů.

Jak je patrné ze schématu, přivádí se na báze obou tranzistorů měřené napětí.

Tranzistory tvoří dvě ramena můstku. Aby báze jednoho z tranzistorů nebyla záporná, je na báze obou tranzistorů zavedeno pomocné kladné napětí, které je vždy větší než maximální záporné napětí signálu. Sériové odpory 40 kΩ stabilizují klidový proud bázi. Potenciometr 50 kΩ slouží k nastavení rovnováhy můstku (nula).

Druhá dvě ramena můstku tvoří odpory 2 kΩ v kolektorových obvodech tranzistorů. Je velmi důležité, aby hodnoty těchto dvou odporů byly přesně stejné. Proto je napájíme přes potenciometr 220 Ω, kterým nejen vyrovnáme rozdíly hodnot odporů, ale při spojení bází nakrátko také přesně vyvážíme můstek vzhledem k eventuálním rozdílům parametrů tranzistorů.

Paralelně k druhé větvi můstku je v sérii s potenciometrem 3,3 kΩ připojen přes přepínač mikroampérmetr, který indikuje rovnovážnost obou větví můstku. Potenciometr 3,3 kΩ slouží k jemnému nastavení rozsahu.

Při měření st napětí pracují tranzistory jako střídavý symetrický zesilovač proudu. Zesilený st proud se usměrňuje čtyřmi diodami 3 NN 40 nebo 41 v Graetzově zapojení a přes další potenciometr 3,3 kΩ se přivádí usměrněný proud do mikroampérmetru. Ten má pro měření st veličin zvláštní stupnici.

Tím jsme vysvětlili funkci měřicího zesilovače. Abychom jím mohli měřit v různých rozsazích, musíme zjistit jeho zesílení, protože podle jeho hodnoty můžeme stanovit předřadné odpory pro měření napětí a bočníky pro měření proudů.

V případě, že známe nebo si můžeme změřit zesilovací činitel použitých tranzistorů, vypočítáme proudové zesílení dvojice tranzistorů podle vzorce:

$$A = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

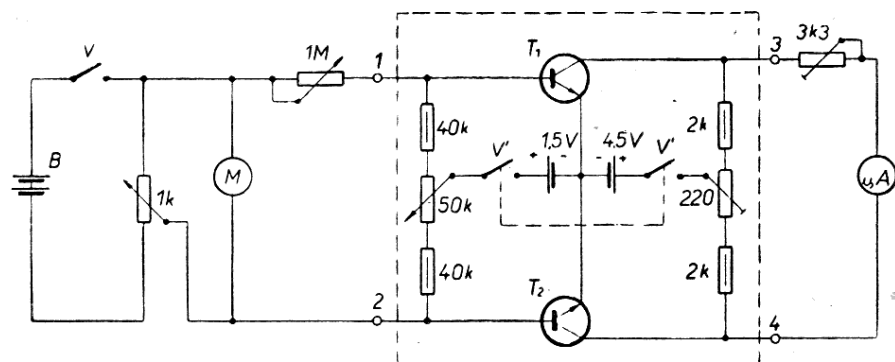
kde A je proudové zesílení dvojice tranzistorů a α je proudový zisk samotného tranzistoru.

Příklad:

$$A = \frac{0,985}{1 - 0,985} = \frac{985}{15} = 66$$

proudové zesílení dvojice je tedy větší než 60. To znamená, že při použití měřicího přístroje s rozsahem 100 μA , získáme plnou výchylku již při proudu menším než 2 μA .

Znáмым způsobem podle Ohmova zákona zjistíme, že potřebný předřadný odpor pro rozsah 1 V je 500 kΩ. Tím je zároveň určen vstupní odpor celého měřicího přístroje.



Obr. 4.2.1. Zapojení můstku — zjištění R_v

Protože každý nebude mít k dispozici změřené tranzistory, uvádím jednoduchý způsob, kterým je možné pokusně zjistit max. vstupní odpor použitého zesilovače a tím jeho maximální zesílení, ale zároveň i vhodnost použitého páru tranzistorů.

Zvolený pár tranzistorů o nepřesně známých hodnotách zapojíme podle obr. 4.2.1. Na jejich kolektorové odpory připojíme přes potenciometr 3,3 k Ω (zapojený jako reostat) mikroampérmetr. Můstek vyvážíme potenciometrem 50 k Ω a spojíme vývody bází nakrátko. Potom můžeme přesně vyvážit můstek pomocí potenciometru 220 Ω . Jestliže nemůžeme můstek vyvážit, použijeme jiného páru tranzistorů.

V případě, že je můstek dokonale vyvážen, zrušíme spojení bází nakrátko a na jednu z bází připojíme potenciometr 1 M Ω (zapojený jako reostat). Další potenciometr 1 k Ω připojíme přes vypínač V na svorky ss zdroje jako dělič napětí. Nastavíme jej tak, aby napětí mezi jedním z jeho krajních bodů a vývodem běžce bylo 1 V, což zjistíme paralelně připojeným měřidlem, např. Avometem. Reostat v obvodu bází nastavíme na nejvyšší hodnotu a druhý reostat v obvodu mikroampérmetru nastavíme do polohy s nejnižší hodnotou odporu. Paralelně, přes zmíněný reostat 1 M Ω , připojíme zkoušený měřicí můstek do stejných bodů děliče jako pomocné měřidlo. Po zkontrolování polaritý zdroje vzhledem k můstku připojíme vypínačem V dělič ke zdroji. Nejprve zkontrolujeme, zda pomocné měřidlo ukazuje přesně hodnotu 1 V a potom reostatem 1 M Ω nastavíme přesně plnou výchylku mikroampérmetru. Opět zkontrolujeme, zda se nezměnila výchylka pomocného měřidla a v případě, že se tak nestalo, rozepneme vypínač V. Ohmmetrem změříme účinný odpor reostatu 1 M Ω . Zjištěný odpor zaokrouhlíme na nejbližší vyšší hodnotu řady E 12 nebo E 24. Vybraný odpor pak zapojíme do obvodu báze místo reostatu. Po zapojení vypínače V opravíme výchylku mikroampérmetru reostatem 3,3 k Ω zapojeným v jeho obvodu tak, že zmenšíme jeho účinný odpor, aby výchylka přístroje byla stejná, ovšem za předpokladu, že pomocné měřidlo ukazuje výchylku 1 V.

Tím jsme zjistili potřebný předřadný odpor pro rozsah 1 V a zároveň maximální vstupní odpor použitého měřícího zesilovače.

Nyní nám zbývá zjistit shodnost použitých tranzistorů zjištěním linearitý měření. Zapojení celého zařízení zůstává stejné. Postup zjišťování linearitý je shodný s vyhodnocováním průběhu charakteristiký měření ss napětí, který je popsán v oddíle 5.2. Na děliči nastavujeme napětí přesně po 0,1 V a kontrolujeme, zda oba přístroje ukazují stejnou hodnotu. Jestliže ano, pak je použitá dvojice tranzistorů vhodná a můžeme ji bez obav použít pro zapojení do měřícího můstku.

V popsaném zapojení lze měřícího můstku použít jako voltmetr, jestliže do jeho vstupního obvodu zapojíme předřadný odpor vhodný pro příslušný měřicí rozsah.

Pro měření st napětí vřazujeme do obvodu kolektor – mikroampérmetr usměrňovací diody.

Měřicí můstek lze po jednoduché úpravě jeho vstupního obvodu použít i k měření proudů, které se provádí měřením úbytku napětí na bočnicku, kterým protéká měřený proud. Dále zařazujeme do vstupního obvodu malý předřadný odpor, kterým zaokrouhlíme základní napětový rozsah na nejmenší možnou hodnotu. Ta bývá asi 0,05–0,1 V. Prudové rozsahy měníme změnou odporu bočnicku. Použitý symetrický zesilovač má stálou kompenzaci zbytkového proudu kolektoru a proto můžeme volit bočnický o velmi malých hodnotách, což má za následek menší úbytek napětí na bočnicku a také menší vyhřívání bočnicku protékajícím proudem, a tím menší změny specifického odporu vodiče, kterým je tvořen.

Úprava zapojení pro měření odporů: do vstupního obvodu zapojíme v sérii s odpory R_7 až R_{11} a měřenými odpory R_x baterii. Podle zvoleného odporového rozsahu zapojujeme některý z odporů R_7 až R_{11} a měřícím můstkem na nich měříme napětí rovná:

$$U_m = \frac{U_b \cdot R_7 \text{ (až } R_{11})}{(R_x R_7) \text{ (až } R_{11})}$$

při čemž jsme zanedbali proudovou spotřebu můstku a předpokládáme, že U_m je naměřené napětí, U_b je napětí baterie (pozor na jeho správnou polaritu), a R_x je měřený odpor.

Ze vzorce vyplývá, že nekonečně velký odpor R_x nezpůsobí nerovnováhu můstku a proto bude mikroampérmetr ukazovat nulovou výchylku. Při nulovém odporu R_x bude nerovnováha na můstku největší a mikroampérmetr bude ukazovat výchylku odpovídající napětí baterie U_b . Aby byla výchylka mikroampérmetru přesně maximální, jako je tomu u normálních ohmmetrů, je do obvodu kolektor–mikroampérmetr vložen potenciometr P_4 zapojený opět jako reostat. Jím se zároveň kompenzuje i klesající napětí baterie U_b . Stupnice pro měření odporů je společná pro všechny rozsahy, protože odpory R_7 až R_{11} jsou dostatečně menší než součet vstupního odporu voltmetru a účinného odporu reostatu P_4 . Přístroj tím ovšem přestává být vhodný pro měření vysokých odporů.

Ve schématu jsou uvedeny hodnoty odporů vypočítané pro přístroj Metra DHR 5–200 μA a dvojici tranzistorů 102 NU 71 se zesilovacím činitelem α 22. Pro citlivější přístroj nebo dvojici tranzistorů s větším zesilovacím činitelem přepočítáme hodnoty způsobem, který byl uveden na začátku tohoto oddílu.

4.3. Rozpiska materiálu a montáž přístroje

Kondenzátory:

| | | | |
|----|--------|--------------|-------|
| C1 | TC 922 | 20 μF | 6 V |
| C2 | TC 922 | 20 μF | 6 V |
| C3 | TC 180 | 0,68 μF | 100 V |
| C4 | TC 182 | 3k3 pF | 250 V |
| C5 | TC 180 | 1 μF | 100 V |

Odporů:

| | | | |
|-----|--------|------------------|-------|
| R1 | TR 116 | M 1 | 1 W |
| R2 | TR 116 | M 5 | 1 W |
| R3 | TR 116 | 2 M 5 | 1 W |
| R4 | TR 116 | 10 M | 1 W |
| R5 | TR 116 | 2 \times 10 M | 1 W |
| | | 5 M | |
| R6 | TR 116 | 10 \times 10 M | 1 W |
| R7 | TR 116 | 10 | 1 W |
| R8 | TR 116 | 100 | 1 W |
| R9 | TR 116 | 1 k | 1 W |
| R10 | TR 116 | 10 k | 1 W |
| R11 | TR 116 | M 1 | 1 W |
| R12 | TR 116 | 20 | 1 W |
| R13 | | 4 | |
| R14 | | 1 | |
| R15 | | J 4 | |
| R16 | | J 1 | |
| R17 | TR 116 | 10 k | 1 W |
| R18 | TR 115 | 40 k | 0,5 W |
| R19 | TR 115 | 40 k | 0,5 W |
| R20 | TR 115 | 2 k | 0,5 W |
| R21 | TR 115 | 2 k | 0,5 W |

Potenciometry:

| | | | |
|----|-------------|--------|-------------|
| P1 | WN 695 09 | 50 k/N | s vypínačem |
| P2 | TP 680 11/E | 220 | |
| P3 | TP 680 11/E | 3k3 | |
| P4 | TP 180 | 25 k/N | |
| P5 | TP 680 11/E | 3k3 | |

Tranzistory:

| | | |
|----|-----------|----------|
| T1 | 102 NU 71 | párované |
| T2 | 102 NU 71 | |

Diody:

D1 – D4 4×OA 7 nebo 4×3 NN 41

Zdroje:

| | | | |
|----|----------------|---------|-------|
| B1 | monočlánek | typ 140 | 1,5 V |
| B2 | monočlánek | typ 140 | 1,5 V |
| B3 | plochá baterie | typ 201 | 4,5 V |

Měřicí přístroje:

| | | |
|----|-------------|-----------------|
| M1 | Metra DHR 5 | 100–200 μ A |
|----|-------------|-----------------|

Přepínače:

| | | |
|----|--------|--------------------------------------|
| V1 | PJ 364 | vln. přepínače ÚSVD Jiskra Pardubice |
| V2 | PJ 364 | |

Konektory:

| | | |
|---------|------------|-----------------------|
| K1 – K2 | 2PK 180 01 | třípólové Tesla Sonet |
|---------|------------|-----------------------|

Všechny součástky uvedené v rozpisce materiálu obdržíte ve specializovaných prodejnách radiotechnického zboží nebo ve vyhrazených radioamatérských prodejnách. Místo uvedených typů součástek můžeme se stejným úspěchem použít součástky podobné.

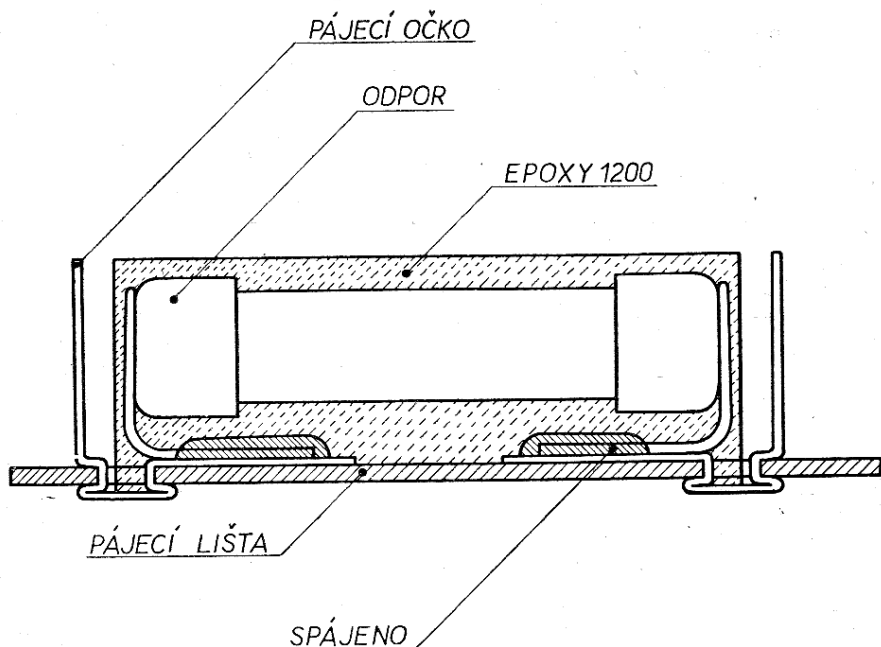
Také konektory můžeme zaměnit za levnější svorky nebo zdičky tam, kde nevyžadujeme přesnost při měření vyšších kmitočtů.

Mezi kupovaný materiál patří ještě ovládací knoflíky, které si každý vybere podle svého vkusu, letovací lišty ÚSVD Jiskra a pryskyřice Epoxy 1200.

Montáž přístroje

Před započítím montáže univerzálního tranzistorového měřicího přístroje si zkontrolujeme, zda máme k dispozici všechny kupované i vyráběné díly. Skříň přístroje a kryt nastříkáme nebo jinak povrchově upravíme. Prototyp přístroje byl například nastříkán kladívkovým modrým lakem a okraje krytu skříně, které nebyly v šířce asi 20 mm nastříkané, byly vyleštěné.

Na základní desku přišroubujeme nosník potenciometrů, dále pérové doteky pro zdroje, dotekové desky pro zdroje a čtyři šrouby $M3 \times 45$ mm. Před nasunutím základní desky do skříně přístroje zamontujeme potenciometry 3k3 do krajních otvorů nosníku a potenciometr 220Ω doprostřed. Dále nasuneme do příslušných otvorů úpinky svazků tak, aby po zamontování desky byla jejich kratší ramena mezi základní



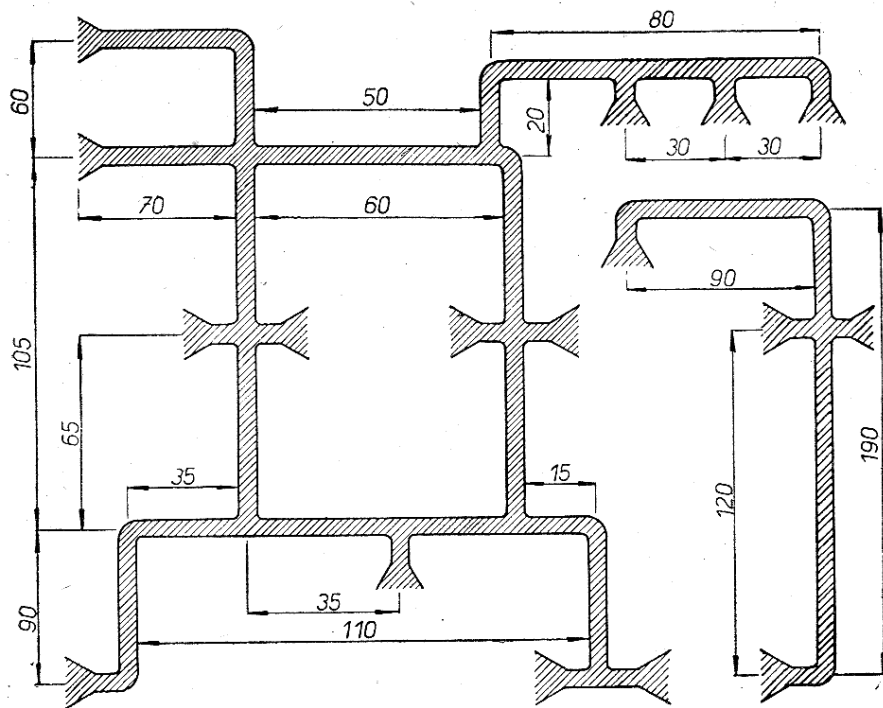
Obr. 4.3.1. Uchycení součástí na pájecí liště

deskou a dnem přístrojové skříně. Potom můžeme vložit základní desku do skříně přístroje a upevnit ji k ní čtyřmi šrouby M3. Kuželové hlavy těchto šroubů a jejich okolí odmastíme a natřeme pryskyřicí Epoxy 1200. Na tyto plochy přilepíme plstěné podložky č.v. M05.

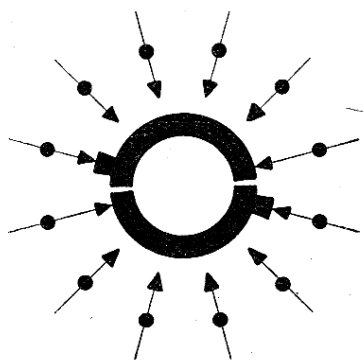
Vlnové přepínače musíme před zamontováním upravit po mechanické i elektrické stránce. Elektrická funkce je zřejmá ze schématu. Mechanicky musíme přepínač především zmenšit. Zkrátíme proto distanční trubky mezi jednotlivými díly na 6 mm. Distanční trubky mezi upínací částí a vlastními deskami přepínače zkrátíme na 8 mm. Stahovací šrouby přepínače zkrátíme na 33 mm, při čemž patřičně prořízneme jejich závit. Při smontování našroubujeme do nosníku přepínačů (M13) asi do poloviny jeho délky stahovací šroub, navlékneme na něj postupně všechny součásti přepínače a dotáhneme maticí M3. Do druhé poloviny závitu nosníku přepínače zašroubujeme šroub M3×5, kterým připevníme přepínač k čelní části skříně.

Po zabudování přepínačů přišroubujeme čelní desku přístroje. Tu drží čtyři šrouby M4, které zároveň přitahují rukojeti vyrobené podle č.v. M06. Mezi rukojetmi a čelní deskou z plexi jsou niklované podložky.

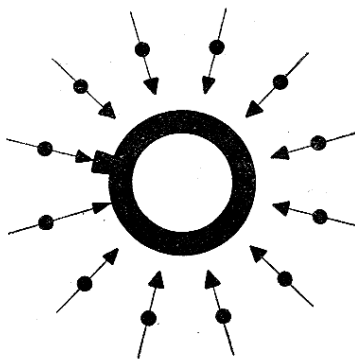
Dále upevníme na čelní desce oba konektory a potenciometry. Potenciometr 50 k/N, který slouží k nulování a je umístěn na pravé polovině čelní desky, zajistíme proti otáčení vypilováním rovné plošky na jeho obvodu do hloubky asi 1 mm. Ta se bude po zamontování opírat o ohnutý okraj skříně a nedovolí, aby se potenciometr otáčel.



Obr. 4.3.2. Svazková forma.



PŘEPÍNAČ FUNKCÍ
 V_1



PŘEPÍNAČ ROZSAHŮ
 V_2

Obr. 4.3.3. Úprava přepínačů

Na zadní stěnu skříňe připevníme pouzdro zdrojů, a to buď dutými nýtky, nebo šroubky M3.

Odpor vyladěné podle odst. 5.1. připájíme na letovací lišty a zalijeme pryskyřicí Epoxy 1200. Vývody odporů a očka pájecí lišty ohneme podle obr. 4.3.1. a vzájemně spájíme. Pájecí lišty rozřežeme tak, aby každý díl obsahoval devět párů pájecích oček. Mezi vnější a vnitřní ramena oček vložíme asi 11 mm široký pásek z hliníkového plechu tloušťky 0,5 až 1 mm a dáme mu tvar podle fotografie na zadní straně obálky. Mezery mezi plechem a pájecí lištou zakápneme. Potom celou skupinu součástek zalijeme pryskyřicí. Po zatvrdnutí odstraníme hliníkový pásek a povrch upravíme. Do přečnávajících okrajů vyvrtáme otvory pro šroub M3. Zalití epoxydovou pryskyřicí má mimo ochranných vlastností také tu výhodu, že po nahřátí pryskyřice můžeme vadnou součástku nožem odkrojit i s pryskyřicí, vyměnit a znovu zalít.

Spoje součástek jsou uspořádány ve svazcích podle obr. 4.3.2. Popis výroby svazkové formy je podrobně rozveden v článku s. Loudy v č. 8/1963 Amatérského rádia.

Kreslení stupnice

Po připájení všech spojů a vložení zdrojů připojíme mikroampérmetr, u kterého jsme předem odstranili přední kryt. Přístroj připojíme na zdroj st napětí podle obr. 5.1.2. a pomocným potenciometrem nastavujeme st napětí po 0,1 V. Každou výchylku ukazatele přesně zaznamenáme na bílý podklad stupnice. Tím dostaneme průběh stupnice pro st napětí a tu můžeme zvětšenou a ofotografovanou nalepit na původní stupnici. Měřením odporové dekady získáme stejným způsobem průběh stupnice pro měření odporu.

Zhotovení bočniců

Na základní pertinaxovou desku, kterou jsme vyrobili podle č.v. M15, přinýtujeme jedno- nebo dvojkřídlá letovací očka. Desku připevníme k přístroji dvěma šrouby M3×45, jež jsou patrný z fotografie. K pájecím očkům připájíme příslušné spojení a tím máme vše připraveno pro vkládání bočniců.

Pro nejmenší rozsah byl jako bočnik použit odpor 100Ω z druhého rozsahu pro měření odporů. Bočnik pro druhý rozsah tvoří jednowattový odpor TR 116 nebo podobný o hodnotě 20Ω. Odpor připájíme na dva delší prozatímní vývody, aby jej bylo možno doladovat pohodlně mimo přístroj. Přístroj zapojíme podle obr. 5.1.3. a potenciometrem P nastavíme proud v okruhu tak, aby pomocné měřidlo ukazovalo přesně 5 mA. Ukazuje-li náš měřicí přístroj přesně stejnou hodnotu, je odpor bočniku správný. V opačném případě musíme jeho hodnotu upravit, abychom dosáhli přesné plné výchylky (5 mA) ukazatele tranzistorového měřicího přístroje.

Další odpory (bočnky) si vyrobíme sami, protože by bylo obtížné je získat v těch hodnotách, které potřebujeme. K výrobě bočniců je nevhodnější manganinový drát, protože má nepatrnou závislost specifického odporu na teplotě. Jinak však dobře poslouží i jiný odporový materiál.

Pro proudový rozsah 100 mA uděláme bočnik z drátu o Ø 0,6 mm a pro další proudové rozsahy použijeme drátu o Ø 0,9–1,2 mm. Drát bočniců nestáčíme do spirály, protože by se při vyšších frekvencích uplatňovala indukční složka odporu, ale ohýbáme jej meandrovitě, jak je to patrné z fotografií.

Přesné hodnoty odporů bočniců získáme způsobem popsáným v odd. 5.1.

Uspořádání ostatních součástek na pájecích lištách je nejlépe vidět z fotografií a proto je popis jen stručný.

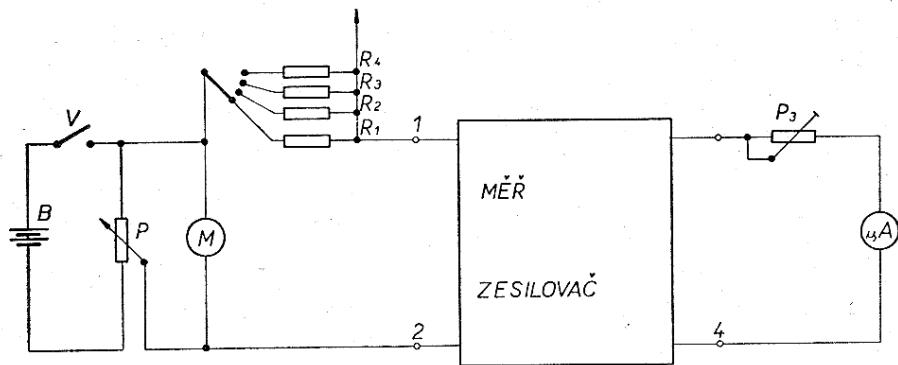
Drátové bočnky nezaléváme pryskyřicí, ale ponecháváme je volné, aby byly dobře chlazeny. Z téhož důvodu upravíme vývody bočniců tak, aby byly co nejvýše nad základní pertinaxovou deskou.

5. CEJCHOVÁNÍ PŘÍSTROJE

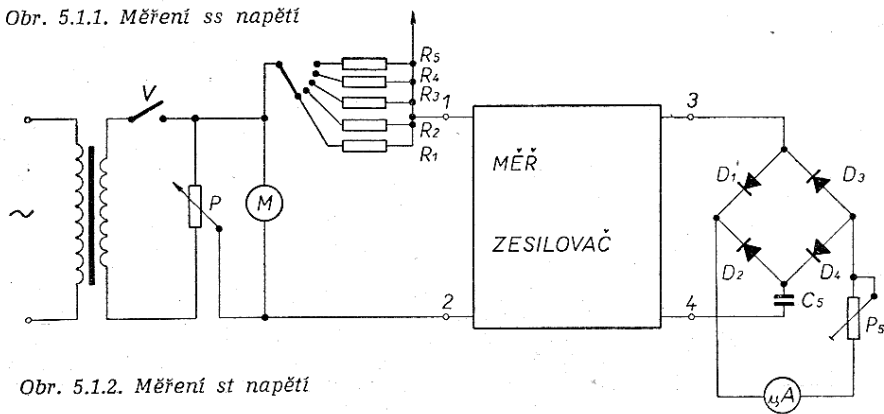
5.1. Nastavení základních rozsahů

Základní rozsahy ss a st napětí nastavujeme pomocí předřadných odporů. Jednotlivé odpory R_1 – R_4 , jejichž hodnoty jsme pro použitou dvojici tranzistorů zjistili podle odd. 4.2. musí být přesné. Jak toho dosáhneme, aniž bychom museli kupovat přesné jednoprocenní odpory? Velmi jednoduše! Jistě si každý povšiml, že v rozpisce jsou tyto odpory označeny jako jednowattové, třebaže jimi procházejí jen velmi malé proudy. Jednowattové odpory byly zvoleny proto, že jsou dostatečně velké a dají se mechanicky upravit – doladit.

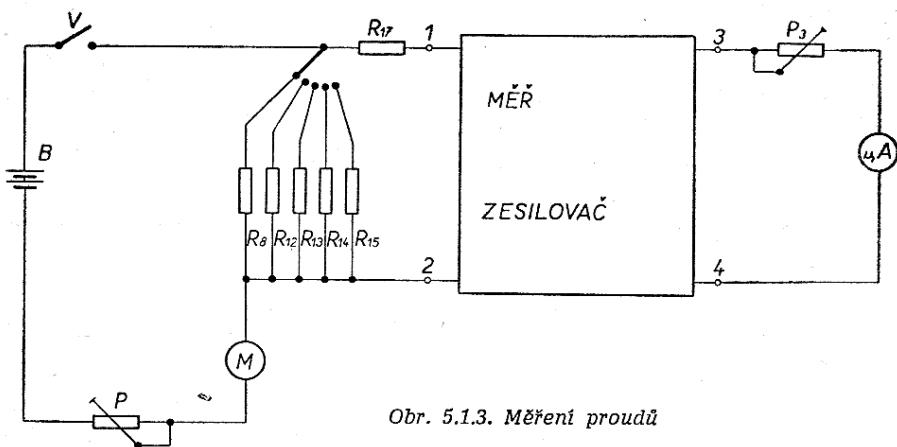
Doladěním rozumíme zvýšení hodnoty menšího odporu na hodnotu požadovanou. Prakticky postupujeme tím způsobem, že opatrně sloupneme část ochranné lakové vrstvy a obnažíme vlastní uhlíkovou odporovou vrstvu. Potom jehlovým pilníčkem nebo lépe jemným smirkovým plátnem nalepeným na zápalku opatrně zeslabujeme odporovou vrstvu ve směru spirály, čímž zároveň zvyšujeme odpor, až dosáhneme přesné požadované hodnoty. Seškrábaný uhlíkový prášek musíme pečlivě odstraňovat, aby nezkrusoval měření odporu.



Obr. 5.1.1. Měření ss napětí



Obr. 5.1.2. Měření st napětí



Obr. 5.1.3. Měření proudů

Při nastavování základních rozsahů postupujeme od odporu R_1 , který použijeme bez doladování.

Přístroj přepneme na měření ss napětí, přepínačem rozsahů nastavíme rozsah 1 V a pečlivě nastavíme nulu přístroje. Potenciometr P_3 nastavíme na plnou hodnotu a na vstupní svorky připojíme tvrdý zdroj ss napětí a pomocné měřidlo (podle obr. 5.1.1.). Potenciometr P nastavíme do takové polohy, aby pomocné měřidlo (Avomet) ukazovalo přesně výchylku 1 V. Protože vlastní spotřeba cejchovaného měřicího přístroje je zanedbatelná, je i na svorkách přístroje napětí 1 V. Pomocí potenciometru P_3 nastavíme na měřicím přístroji plnou výchylku. Po odpojení přístroje zkontrolujeme polohu nuly. Došlo-li k posuvu, pak celý proces opakujeme.

Pro druhý rozsah použijeme odpor R_2 , který však bude mít hodnotu asi o jeden stupeň menší, než jsme vypočítali. Na vstupní svorky přístroje připojíme opět zdroj a pomocné měřidlo. Potenciometrem P_3 nesmíme pohnout. Přepínač rozsahů nastavíme do druhé polohy a potenciometrem P nastavíme na pomocném měřidle přesně 5 V bez ohledu na to, že ručka přístroje má výchylku až „za roh“. Potom, dříve popsaným způsobem, ladíme odpor R_2 , až ručka přístroje ukazuje přesně plnou výchylku. Po odepnutí zdroje opět zkontrolujeme polohu nuly.

Třetí a další rozsahy nastavíme stejným způsobem. Po přesném vyladění zakápneme obnaženou odporovou vrstvu nitrolakem a po zaschnutí připájíme na pájecí lištu a zalijeme pryskyřicí Epoxy 1200, podle odd. 4.3.

Rozsahy pro st napětí tvoří stejné předřadné odpory. Případnou odchylku v rozsazích vyrovnáme potenciometrem P_5 .

Proudové rozsahy určíme přesným nastavením bočnickových odporů, při čemž dbáme na to, aby pro proudové i napěťové rozsahy platily stejné stupnice na měřicím přístroji. Bočníky pro první dva proudové rozsahy, tj. 1 mA a 5 mA, jsou opět jednovattové odpory typu TR 116, doladěné dříve popsaným způsobem. Další bočníky, vyrobené podle odd. 4.3., doladíme na přesné hodnoty prodloužením nebo zkrácením jejich délky.

Cejchujeme opět pomocí proudového zdroje ss a st, potenciometru a pomocného měřidla (Avomet), zapojených na vstupní svorky přístroje podle obr. 5.1.3. Přístroj nastavíme na měření ss nebo st proudů. Druhým přepínačem nastavíme rozsah 1 mA a vynulujeme potenciometrem P . Dále připojíme zdroj a potenciometrem P nastavíme proud 1 mA, který indikuje pomocné měřidlo. Potom ladíme popsaným způsobem

odpor R_8 , až oba přístroje ukazují stejnou hodnotu. Po odpojení zdroje zkontrolujeme polohu nuly.

U drátových bočníků pro další rozsahy postupujeme tak, že kratší konec bočníku připájíme k očku na jedné straně základny bočníku a druhý konec lehce připájíme k protějším očku. Potom nastavíme potenciometrem P potřebný proud. Prozatímni spoj druhého konce bočníku ohřejeme pájkou a pinzetou pomalu posunujeme drát bočníku za stálého ohřívání spoje směrem ke konci, až měřicí přístroj ukáže plnou výchylku. Po vychladnutí spoje zbytek drátu opatrně odstříháme.

Rozsah pro měření odporů začneme cejchovat od odporu R_8 , který je společný pro měření proudů a odporů. Protože byl již vyladěn, nebudeme v žádném případě jeho hodnotu měnit. Přepínač rozsahů nastavíme do polohy 10, tj. na druhý rozsah, a přepínač funkcí nastavíme na měření odporů. Potenciometr P_4 nastavíme na nejvyšší hodnotu a vstupní svorky měřicího přístroje spojíme nakrátko. Protože v tomto případě má přístroj ukazovat nulový odpor, nastavíme potenciometrem P_4 maximální výchylku. Po rozpojení svorek musí přístroj ukazovat nulovou výchylku, tj. nekonečně velký odpor.

Cejchování stupnice provedeme pomocí odporové dekády Tesla nebo podobných odporových normalů. Další rozsahy cejchujeme již jen pro jednu hodnotu odporu a to tak, že pro každý následující rozsah použijeme odpor o hodnotě $10\times$ vyšší. Mezi jednotlivými měřeními kontrolujeme polohu nuly.

Cejchováním všech rozsahů a funkcí dosáhneme prakticky stejné přesnosti přístroje, jakou mělo pomocné měřidlo. Přesnost tranzistorového měřicího přístroje záleží tedy na pomocném měřidle a na pečlivosti, s jakou jsme upravili bočníky a předřadné odpory.

Abychom mohli maximálně využít přesnosti přístroje, je výhodné zachytit graficky linearitu měření, tepelnou závislost, příp. frekvenční závislost měření.

5.2. Hodnocení hlavních charakteristik přístroje

Grafické znázornění závislostí mezi proudem procházejícím mikroampérmetrem a napětím přiváděným na vstupní svorky přístroje je výhodné nejen z hlediska přesnosti měření, ale také proto, že dodává uživateli pocit jistoty.

K vymezení charakteristiky uvedených závislostí použijeme obyčejný milimetrový papír. Nejprve na něj zakreslíme základní osy podle obr. 5.2.1., potom rozdělíme vodorovnou osu tak, aby její dělení odpovídalo dělení stupnice přístroje a svislou osu rozdělíme podle zvolených rozsahů měřicího přístroje (obr. 5.2.1.). Graf bude tím přesnější, čím většího měřítka použijeme. Průběh charakteristiky zjistíme zapojením podle obr. 5.1.1. Potenciometrem P nastavujeme napětí např. po 0,1 V, 0,5 V, 1 V atd. a porovnáváme je s hodnotou, kterou ukazuje tranzistorový měřicí přístroj. Zjištěné hodnoty pak vyhledáme na příslušných osách a stanovíme jejich průsečíky (obr. 5.2.1.). Vyšetříme tím řadu bodů, které nám po spojení určí křivku charakteristiky přístroje pro měření ss napětí.

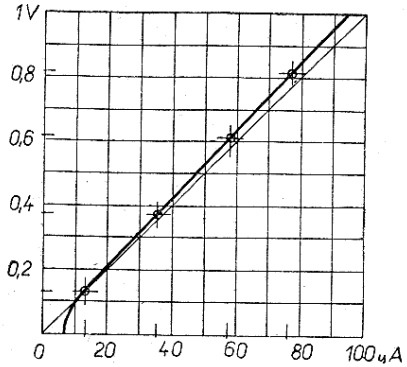
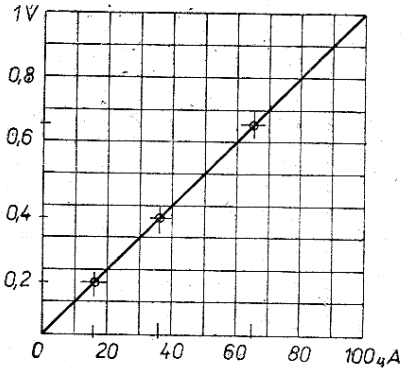
Charakteristiku pro měření st napětí (obr. 5.2.2.) zjistíme stejným způsobem, pouze v zapojení vyměníme ss zdroj za zdroj st.

Charakteristiku pro měření ss a st proudů vyšetříme stejným způsobem. Přístroj však musíme připojit na proudový zdroj podle obr. 5.1.3.

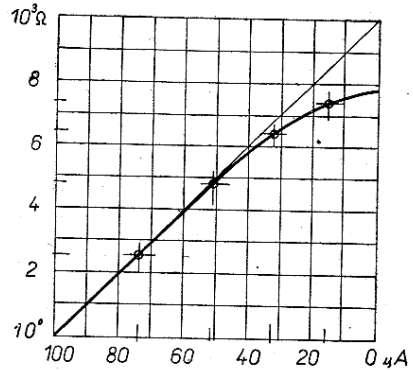
Podobně můžeme zjistit charakteristiku měření odporů (obr. 5.2.3.).

Ze zjištěných charakteristik na obr. 5.2.1. až 5.2.3. jsou jasně vidět průběhy stupnic pro jednotlivé veličiny. Stupnice ss je lineární, kdežto ostatní dvě stupnice, st a stupnice odporů, jsou nelineární.

Při zjišťování průběhu frekvenční charakteristiky budeme postupovat obdobně jako v předešlých případech. Na logaritmický papír vyneseme na svislou osu poměry



Obr. 5.2.1 5.2.3 Charakteristiky přístroje



skutečných a měřených veličin v procentech a na vodorovnou osu vyneseme kmitočty v Hz (obr. 5.2.4.).

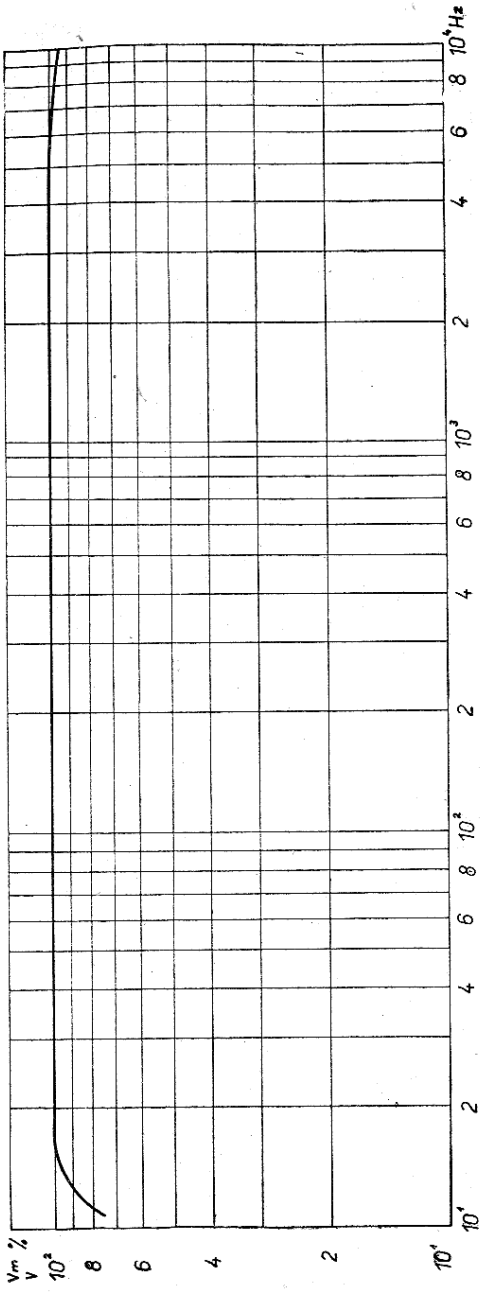
Na vstupní svorky měřicího přístroje připojíme generátor kmitočtů do 20 kHz a nf voltmetr podle obr. 5.2.5. Na nf voltmetru čteme skutečné napětí a na našem měřicím přístroji napětí měřené. Poměr těchto napětí vyjádřený v % zanášíme do grafu a postupně měníme kmitočty generátoru podle hodnot zvolených na vodorovné ose. Obvyklým zjištěním průsečíků kolmic spuštěných na obě osy dostaneme kmitočtovou charakteristiku zhotoveného přístroje.

Všechny uvedené charakteristiky je možno zjistit i pro různé pracovní teploty. Protože však při správném výběru tranzistorů zaručuje přístroj postačující tepelnou kompenzaci v širokém rozsahu teplot, není toto opatření nutné.

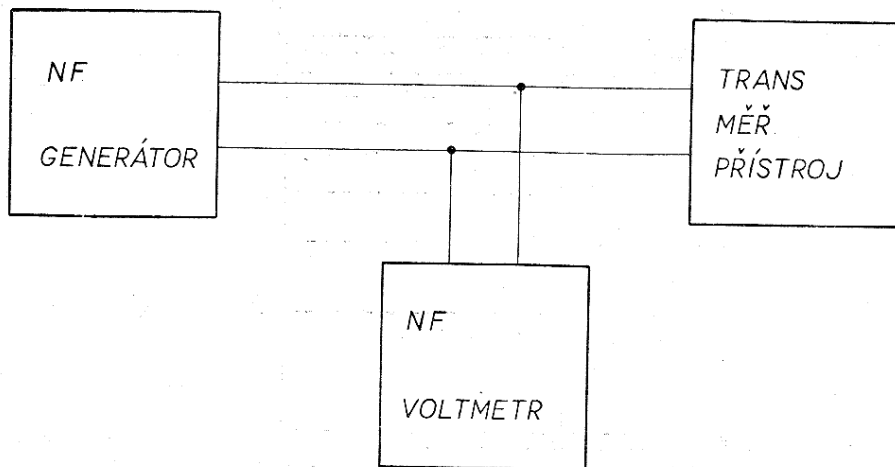
6. MĚŘENÍ

6.1. Měřicí sondy

Pro ss proudy a napětí a pro měření odporů vyrobíme měřicí sondu připájením bílé dvojlinky na konektor Tesla „Sonet“. Po připájení dvojlinku opatrně roztrhneme asi do dvou třetin celkové délky a oba konce opatříme měřicími hroty.



Obr. 5.2.4. Frekvenční charakteristika přístroje



Obr. 5.2.5. Měření frekvenční charakteristiky

Sondu pro měření st veličin vyrobíme stejným způsobem, pouze místo dvojlinky použijeme koaxiální kablík. Pláštové vedení koaxiálu vyvedeme jednopramenným kablíkem k měřicímu hrotu, který vždy přikládáme na kostru měřeného přístroje.

6.2. Měření

V celém návodu jsem zdůrazňoval přesné a pečlivé provedení měřicího přístroje. Tato přesnost a pečlivost je však nutná i při měření samém.

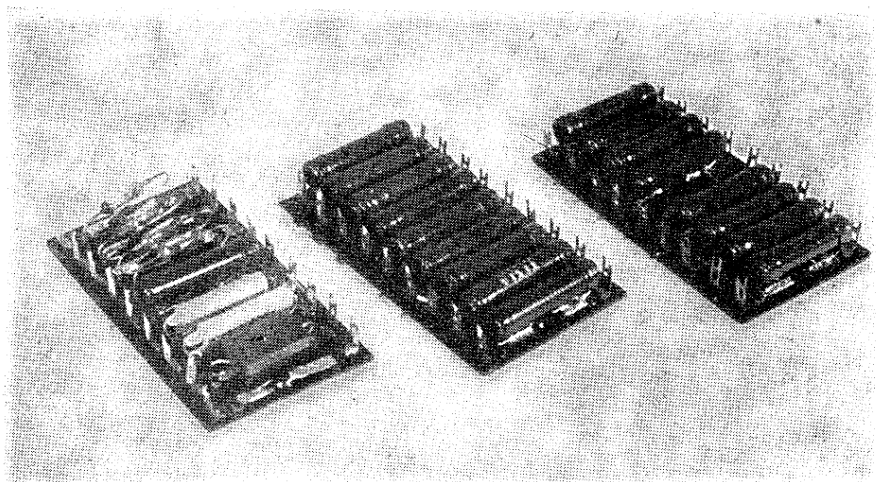
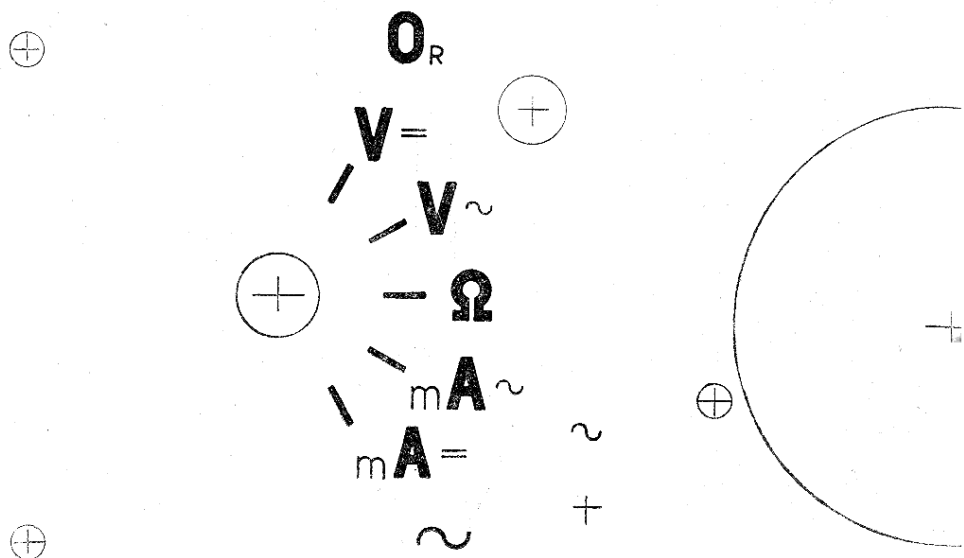
Podrobný popis metodiky měření je uveden v knize Krejčí-Kábele: „Elektrotechnické měřicí přístroje a měření“.

Závěrem lze říci, že právě měření dává přehledný obraz o elektronických dějích a je proto jedním z nejdůležitějších oborů elektrotechniky. Každý začínající elektrotechnik by měl proto věnovat měření značný zájem a nepouštět se do složitějších prací, dokud techniku měření plně nezvládl.

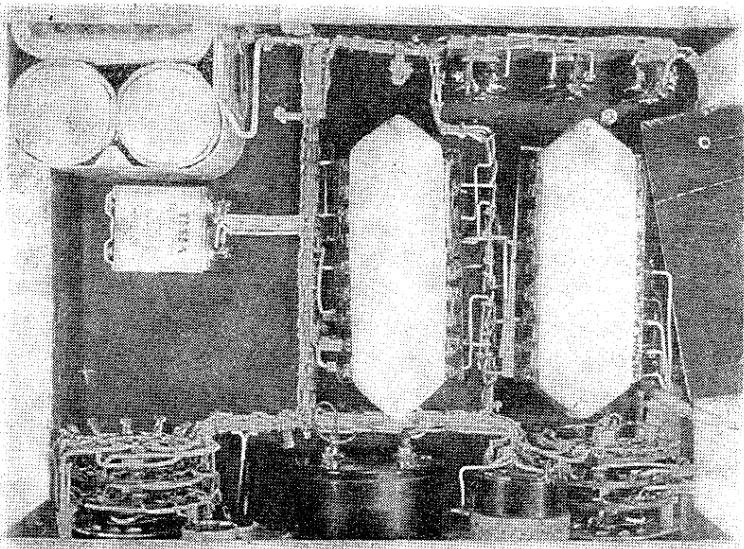
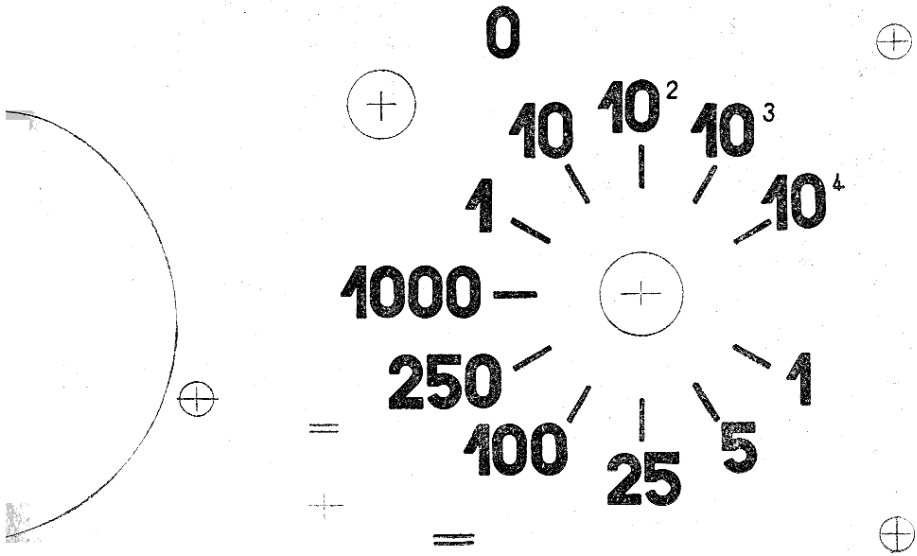
Proto přeji všem konstruktérům popsaného univerzálního měřicího přístroje hodně úspěchu při jeho stavbě a hlavně při jeho používání.

OBSAH

| | |
|---|----|
| Určení měřicího přístroje | 3 |
| Technická data přístroje | 4 |
| Stavba mechanické části | 5 |
| Stavba elektrické části | 12 |
| Rozpiska materiálu a montáž přístroje | 16 |
| Cejchování přístroje | 20 |
| Měření | 24 |



Uspořádání součástek na pájecích lištách



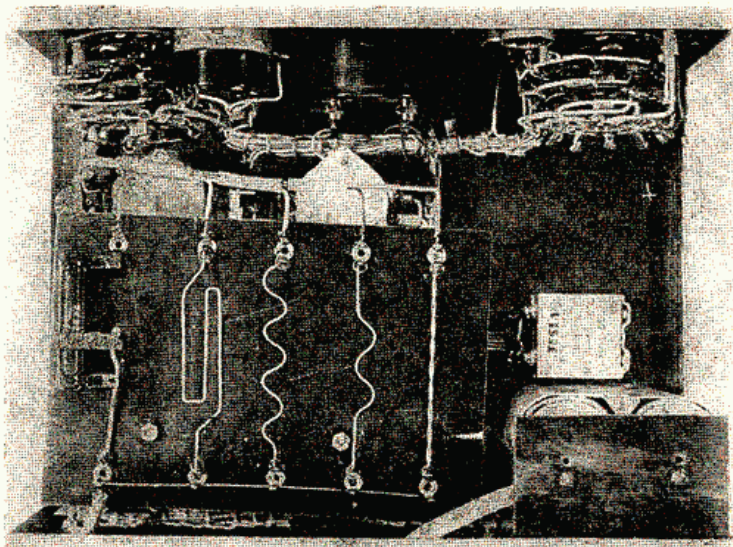
Pohled dovnitř přístroje před zabudováním základny bočniců a krytů zdrojů

Stavební návody pro radioamatéry

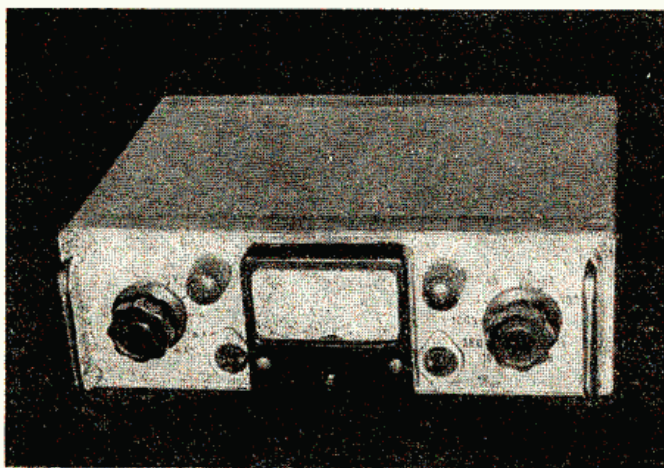
- 1 KRYSTALOVÝ PŘIJÍMAČ.
- 2 MONODYN B. 1-elektronkový přijímač na baterie.
- 3 DUODYN. 2-elektronkový přijímač síťový.
- 5 SONORETA RV 12. Trpasličí rozhlas 2-elektronkový.
- 6 SONORETA 21. Trpasličí přijímač 1-elektronkový.
- 7 SUPER I – 01. Malý standardní superhet.
- 8 DIVERSON. Moderní superhet.
- 9 NF 2. 2-elektronkový univerzální přijímač.
- 10 NÁHRADNÍ ELEKTRONKY. Porovnávací tabulky.
- 11 SUPER 254 E. Malý superhet.
- 12 OSCILÁTOR. Pro vf měření.
- 13 ALFA. Výkonný superhet.
- 14 DIPENTON. 2 + 1-elektronkový přijímač.
- 15 MÍR. Malý, 4 + 1-elektronkový superhet.
- 16 MINIATURNÍ ELEKTRONKY.
- 17 MINIBAT. 4-elektronkový superhet.
- 18 TRIODYN. 3 + 1-jednoobvodový přijímač.
- 19 EXPOMAT. Elektronkový časový spínač.
- 20 GERMANIOVÉ DIODY v teorii a praxi.
- 21 ELEKTRONKOVÝ VOLTMETR EV 101.
- 22 TRANSINA. Kabelový tranzistorový přijímač.
- 23 VIBRATON. Elektronické vibrato ke kytarě.
- 24 TRANSIWATT, předzesilovač pro Hi-Fi – 1. část.
- 25 TRANSIWATT, výkonový zesilovač – 2. část.
- 26 TRANSIWATT STEREO, kompletní zesilovací souprava – 3. část.
- 27 STEREOSONIC, souprava pro stereofonní desky.
- 28 RIVIERA, horské slunce.
- 29 MINIATURNÍ VENTILÁTOR na baterie a síť.
- 30 AVANTIC – zesilovací aparatura pro věrný přenos.
- 31 TRANSIWATT Minor – zesilovač pro stereofonní sluchátka.
- 32 CERTUS – nabíječ akumulátorů.

Neuvedená čísla jsou rozebrána.

Cena za 1 sešit Kčs 2,-.



Pohled dovnitř po dokončení stavby.



Univerzální tranzistorový měřicí přístroj

Objednávky brožur vyřizujeme pouze na dobírku.
 Brožurky obdržíte v pražských prodejnách radiosoučástek
 Václavské nám. 25 • Žitná 7 (Radioamatér) • Na poříčí 45
 • Jindřižská 12

Cena Kčs 2,-