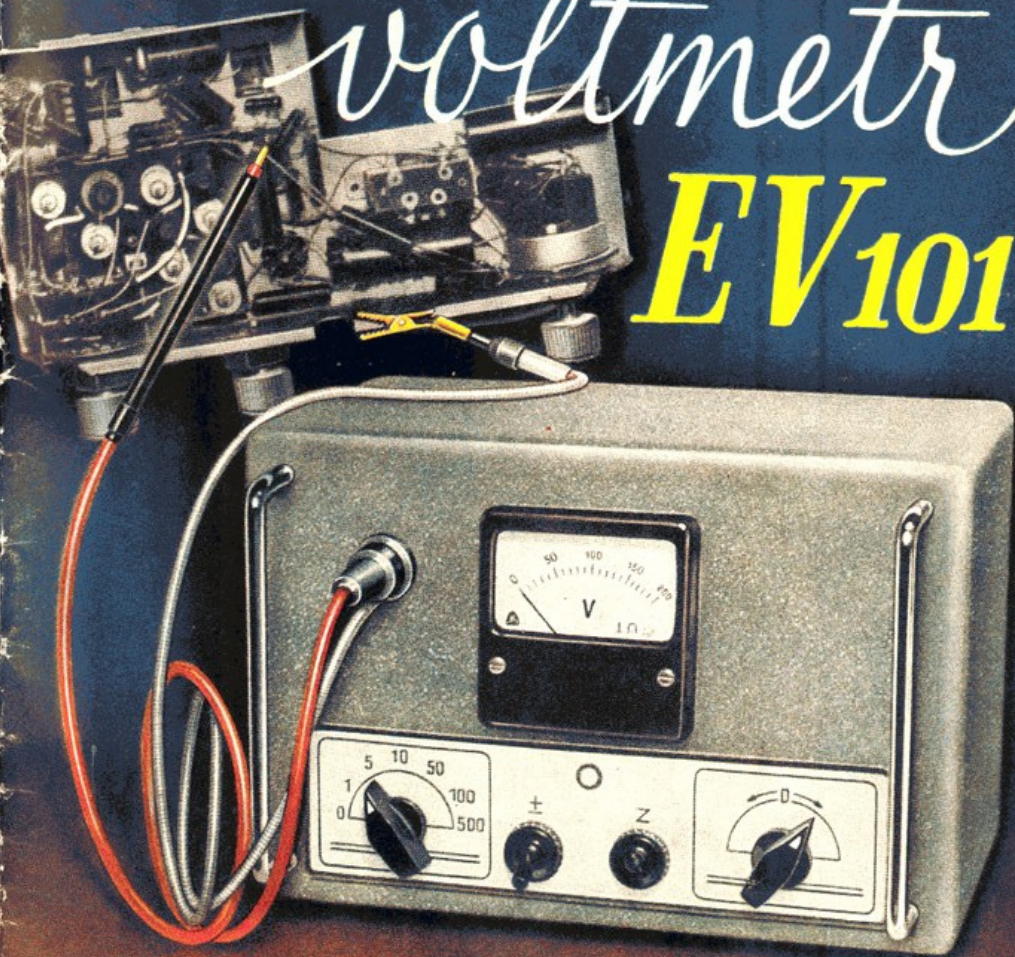


STAVEBNÍ NÁVOD A POPIS

21

ELEKTRONKOVÝ
voltmetr
EV101



PRAŽSKÝ OBCHOD POTŘEBAMI PRO DOMÁCNOST

národní podnik — odštěpný závod č. 51

Prodejna radiotechnického a elektrotechnického zboží

PRAHA II, VÁCLAVSKÉ NÁM. 25

J I N D R A V A N Ě K

EV-101

*Moderní elektronkový voltmetr miniaturní serie,
pro měření stejnosměrných a v. f. střídavých napětí*

**Stavební návod,
propagační a učební pomůcka.**

Svazek 21.

Vydává:

Pražský obchod potřebami pro domácnost

národní podnik – odštěpný závod čís. 51

Prodejna radiotechnického a elektrotechnického zboží

PRAHA II, VÁCLAVSKÉ NÁM. Č. 25

Telefony: 23-16-19, 22-74-09, 22-62-76.

U v o d e m

Měření je prvním předpokladem dobrých výsledků při každé konstrukční práci. Dvojnásobně to platí v elektronice. Podstatou činnosti radioamatérů je vlastně konstruování nejrůznějších elektronických přístrojů, jako přijímačů, zesilovačů a jiných zařízení, čímž získávají cenné zkušenosti.

Při dnešní vysoké vyspělosti našich radioamatérů, jistě žádný z nich nepodceňuje význam měření a dobrých měřicích přístrojů, bez nichž se při své činnosti neobejde. Jistě každý z nich vlastní nějaký univerzální přístroj na měření napětí a proudů stejnosměrných i střídavých, ku př. Avomef (výr. n. p. Metra). Ty tam jsou časy, kdy se spokojil »cejchovaným šroubovákem«. Při své práci však velmi často narazí na nutnost potřeby měření různých jiných elektrických veličin, neb sledování různých dějů, k čemuž je zapotřebí přístrojů speciálních.

Naše nár. podniky uvedly na trh celou řadu takových přístrojů velmi dokonalých, které jsou však určeny hlavně pro měření laboratorní a výrobní. Jejich cena je pro kapsu obyčejného radioamatéra neúnosná. Velká většina domácích pracovníků si proto takové speciální přístroje zhotovuje sama a ta trocha práce a přemýšlení s tím spojená, je na druhé straně bohatě vyvážena radostí z takového vlastnoručně postaveného přístroje.

Abychom tuto práci našim radioamatérům usnadnili, přinášíme jim podrobný popis a návod ku stavbě elektronkového voltmetru. Je to moderní měřicí přístroj s ohledem na účelnost, jednoduchost a široké možnosti použití. Vestavěn je v celokovové skříní malých rozměrů, elegantního vzhledu, která byla navržena jako »typisovaná« i pro další měřicí a pomocné přístroje, které tak získají jednotného vzhledu. Touto »typisací« je též umožněno řazení těchto přístrojů na pracovišti buď vedle sebe, nebo na sebe, podle potřeby. Při konstrukci bylo použito pokud možno normálních a na trhu běžně jsoucích součástí a elektronek.

Elektronkový voltmetr je velmi užitečným, avšak dosud málo rozšířeným pomocníkem v »laboratoři radioamatérové«. Věříme, že touto cestou dojde v řadách našich amatérů k velkému rozšíření, jakého si pro své vlastnosti a mnohostrannou použitelnost plným právem zaslouží.

Jindra Vaněk

Technická data.

Elektronkovým voltmetrem »EV 101« můžeme prováděti následující měření:

- I. **Stejnoseměrná »sss«** napětí od **0** do **500 V** a to v šesti rozsazích: 1 V, 5 V, 10 V, 50 V, 100 V a 500 V. K tomuto účelu používáme normální měrnou hlavici, přičemž vstupní odpor přístroje činí **10 MΩ** na všech rozsazích.
- II. **Vysoká napětí »vvn«** stejnosměrná do **10 000 V**, opět v šesti rozsazích: 20 V, 100 V, 200 V, 1000 V, 2000 V a **10 000 V**. K tomuto účelu používáme zvláštní vysokonapěťovou hlavici, kterou se zvýší vstupní odpor přístroje na **200 MΩ** pro všechny rozsahy. (Při použití této hlavice násobí se údaj rozsahu na přepínači $\times 20$.)
- III. **Střídavá napětí »stš«** vysokofrekvenční »vřf« od **0** do **50 V** a to na prvních čtyřech rozsazích: 1 V, 5 V, 10 V a 50 V. K tomuto účelu používá se speciální vf. hlavice s usměrňující germaniovou diodou, kterou je možno měřiti až do kmitočtů cca **100 Mc/s**. (maximální vf napětí **50 V** jest omezeno průrazným napětím germaniové diody.)

Lineární průběh stupnice.

Přesnost cca $3 - 5 \pm$ z plné výchylky.

Necitlivost vůči kolísání síťového napětí.

Síťové napětí 120 a 220 V, (50 c/s)

Elektronky: **2 × EF—22** a **1 × TE—20**, nebo **5TV—70/6**.

Rozměry: výška skříně 160 mm, (maximálně s gumovými nožkami 172 mm).
 šířka skříně 240 mm,
 hloubka skříně 136 mm, (maximálně s držadly 170 mm).
 váha přístroje 3,4 kg.

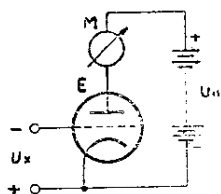
Spotřeba přístroje 10 W.

Rozsahy jsou stanoveny s ohledem na použití měřicího přístroje 200—300 μA (mikroampér) a pro tyto je též předtluštěn panelový štítek. S měřidlem citlivosti 100 μA (mikroampér) lze docílit citlivosti E. V. dvojnásobné takže rozsahy vyjdou poloviční. V dalším popisu je počítáno s rozsahy shora uvedenými a pokud by někdo chtěl použítí eventualití druhé, najde příslušné změny hodnot některých odporů v závorce. Viz tabulku a další text. V případě nutnosti je možno použítí měřidla méně citlivého 0,5—1 mA, čímž se příslušně sníží i citlivost EV.

Princip a zapojení elektronkového voltmetru.

Již název říká, že se jedná o přístroj na měření napětí, pomocí jedné nebo více elektronek. Hlavní výhodou takového přístroje proti normálnímu voltmetru je jeho značně velký vstupní odpor, takže téměř vůbec nezatěžuje měřené obvody. To jest zvláště důležité při měření napětí na velikých odporech, na mřížkách elektronek, v oscilografech a pod., kde již s normálním ručkovým měřidlem nevystačíme.

V elektronkovém voltmetru využíváme základní vlastnosti elektronky, to jest její schopnosti, přeměňovati velmi malé změny napětí přivedené na mřížku, na velké změny proudu v jejím anodovém obvodu (poměr těchto změn je dán stmosťí po-

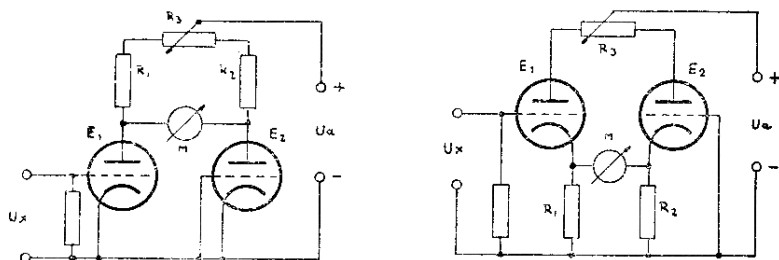


Obr. 1.
Princip zapojení EV
s jednou elektronkou.

užitých elektronky). Nejjednodušší zapojení elektronkového voltmetru znázorňuje schéma na obr. 1. Jest to v podstatě trioda E napájená ze zdroje stejnosměrného anodového napětí U_a , v jejímž anodovém obvodu je zapojen měřicí přístroj M . Přivedeme-li na její mřížku nějaké stejnosměrné napětí U_x , způsobí toto změnu anodového proudu, která se projeví výchylkou měřidla. Jako měřicího přístroje používá se obvykle millampérmetru s otláčivou cívkou. Stupnice elektronkového voltmetru je v rozsahu několika málo voltů přibližně lineární, protože pracovní bod elektronky se pohybuje v rovné části charakteristiky. Napětí potřebné pro plnou výchylku přístroje zvolí se jako základní rozsah a pro vyšší napětí použije se na vstupu odporového děliče.

Nevýhodou takového jednoduchého elektronkového voltmetru s jednou elektronkou je jeho citlivost na změny anodového a žhavicího napětí, které mají vliv na údaj měřidla. Zvláště rušivě se tato nečnost projevuje při napájení přístroje ze sítě, jejíž napětí je kolísavé.

Tento rušivý vliv je možno potlačit několika způsoby, z nichž nevhodnější a nejvíce používané je **kompenzační zapojení můstkové**. Toto je prakticky téměř úplně nezávislé na změnách napájecích napětí a při tom vyniká svou jednoduchostí a spolehlivostí v provozu.



Obr. 2. Princip můstkového zapojení EV se 2 elektronkami.
Obr. 2a - s přístrojem mezi anodami. Obr. 2b - s přístrojem mezi katodami.

Principiální zapojení je na obr. 2. Je to v podstatě vyvážený můstek u kterého však neměříme metodou nulovou, nýbrž výchylkovou. Dvě větve můstku jsou tvořeny stejnými ohmickými odpory R_1 , R_2 , druhé dvě větve pak stejnými elektronkami E_1 , E_2 . Měřicí přístroj M je zapojen v uhlopříčce můstku a napájecí anodové napětí je přivádáno mezi jeho horní a dolní konec. Potenciometr R_3 slouží k vyrovnání malých rozdílů charakteristik elektronek, tudíž k nastavení nulové výchylky měřidla. Odpory R_1 , R_2 , mohou být zapojeny buď v anodách elektronek (obr. 2a), neb v jejich katodách (obr. 2b).

Elektronka E_1 je měřicí, na jejíž mřížku přivádíme měřené napětí U_x , elektronka E_2 je kompenzační a její mřížka má nulový potenciál. Při vyváženém můstku protéká elektronkou E_1 a odporem R_1 právě takový proud, jako elektronkou E_2 a odporem R_2 , takže měřidlo nevykazuje žádnou výchylku. Přivede-li se nyní na mřížku elektrony E_1 nějaké ss. napětí, změní se její anodový proud, čímž se poruší rovnováha můstku a přístroj M ukáže určitou výchylku. Při správných pracovních podmínkách elektronek

jsou změny anodového proudu úměrně změnám měřeného ss. napětí. Stupnice přístroje je úplně lineární.

Kolisání napájecích napětí projevuje se u obou elektronek stejnou měrou, avšak v obráceném smyslu, čímž se jeho účinky vzájemně ruší a proto nemá vliv na údaj měřidla. Měřicí přístroj volí se pokud možno citlivý, **100 až 200 μA** , takže základní rozsah bude **0,5 až 1 V** na plnou výchylku.

Nyní když jsme si vysvětlili podstatu činnosti elektronkového voltmetru, přistoupíme k podrobnému popisu prakticky provedeného přístroje. Úplné schéma je na obr. 3.

Měřené stejnosměrné napětí je přivedeno vstupními svorkami na dělič, složený z přesně odsluhňovaných odporů **R1 až R6**, jímž jsou určeny měřicí rozsahy. Poněvadž základní rozsah přístroje je **1 V** na plnou výchylku měřidla, jsou odpory děliče odsluhňovány tak, aby při jmenovitém napětí jednotlivých rozsahů na vstupu děliče, bylo na jeho výstupní straně napětí právě **1 V**. Celkový odpor děliče jest v našem případě **10 M Ω** , což jest vstupní odpor přístroje, stejný pro všechny měřicí rozsahy. Mezi horním a dolním koncem děliče je kondensátor **C1**, pro odstranění nežádoucích střídavých napětí, jež by mohla způsobiti ev. chyby při měření. Přepínačem **P1** odbírá se příslušná část měřeného napětí a přivádí se na mřížku elektrony **E1**. Dolní konec děliče je spojen s mřížkou kompenzační elektrony **E2** a se středním vývodem potenciometru **P2**.

Elektrony **E1** a **E2** jsou pentody v triodovém zapojení a v jejich anodovém obvodu jsou pracovní odpory **R7, R8**. Mezi jejich horními konci je potenciometr **P1**, jímž se nastavuje nulová poloha měřidla. Jeho střed je připojen na kladný pól anodového napětí. Mezi anodami elektronek je měřicí přístroj s otáčivou cívku. Jeho polarita se přepíná přepínačem **P1**, takže nezáleží na polaritě měřeného napětí.

V katodách obou elektronek jsou odpory **R9, R10**, zavádějící silnou negativní vazbu, kterou je získána značná stabilita přístroje. Jejich střed je přes pevný odpor **R11** a přes proměnný odpor **P3**, spojen se záporným pólem anodového napětí. Těmito odpory, jejichž hodnota je nezvykle vysoká, je získána značná citlivost přístroje. Proměnným odporem nastaví se konečná výchylka měřidla pro základní rozsah.

Mezi kladným a záporným pólem anodového napětí je dělič, složený ze dvou pevných odporů **R12** a **R13** a potenciometru **P2**, kterým se nastaví správné mížkové předpětí elektronek.

Anodové napětí je voleno úmyslně pokud možná malé, aby se zamezilo vzniku mřížkového proudu. V našem případě je cca **60–70 V** a udržováno je malým doutnavkovým stabilisátorem **STV-70,6**, nebo **TE-20 (E3)**. Použití stabilisátoru však není nutné, protože i bez něho je stabilita celého přístroje velmi dobrá. Může býti proto nahrazen odporem cca **20 k Ω** , **2W**, blokováným druhým elektrolytem **8 až 16 μF** .

Napájecí zdroj skládá se z malého síťového transformátoru **Tr**, se sekundárním napětím **200 V stř.** Usměrnění je jednocesné, selenovým usměrňovačem **S**. Filtrace je provedena elektrolytem **C2** a odporem **R14**, který je současně srážecím odporem stabilisátoru. Celková anodová spotřeba elektronek činí cca **2,5 mA**, takže tato jednoduchá filtrace je více nežli dostatečná.

Příslušné síťové napětí nastaví se připájením přívodu na primární straně síťového transformátoru, který je jistěn pojistkou **J**. Síť je zapíná spínačem **V**, a zapnutí je návěstěno kontrolní žárovkou **Z**, zapojenou na žhavicí vinuli **6,3 V**.

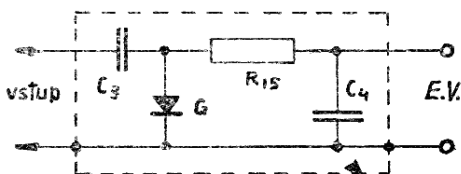
Zapojení patice elektrony **EF-22** zakreslené pod schematem E. V., značí pohled zespodu elektrony.

Takto zapojený přístroj je pouze pro měření napětí stejnosměrných. Při měření střídavých napětí, musí tato býti nejdříve usměrněna. Jelikož v našem případě jde

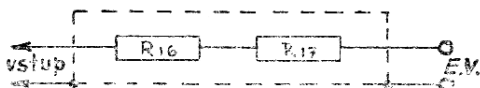
o měření vysokofrekvenčních napětí, použijeme k usměrnění germaniové diody, která je pro daný účel obzvláště vhodná. Má totiž proti normální žhavené diodě několik velkých výhod. Předně jsou to její opravdu miniaturní rozměry, takže může být bez nesnázi umístěna přímo v měrné hlavici. Připojení hlavice ke vstupu E. V. je pak provedeno jednoduchým stíněným kablíkem, protože není zapotřebí žhavicích proudů. Dále odpadá kompenzace náběhového proudu, nutná u diod žhavených. Posléze to je velmi malá kapacita cca 1 pF. , která nám umožňuje měření velmi vysokých kmitočtů, 100 Mc. s i více. Její nevýhodou je poměrně malý měřicí rozsah omezený jejím průrazným napětím, které činí jen několik málo desítek voltů. Poněvadž však v běžné amatérské praxi se zřídka vyskytují vf. napětí vyšších hodnot, nepřichází toto omezení v úvahu. V případě potřeby, lze však před diodu vřadit odporový dělič o příslušném poměru a měřiti napětí libovolně vysoká.

Schema zapojení měrné hlavice s germaniovou diodou je na obr. 4a. Měřené vf. napětí projde oddělovacím kondensátorem C_3 a usměrněno germaniovou diodou G . Usměrněné napětí jde přes odpor R_{15} na vyhlazovací kondensátor C_4 a odtud je vedeno stíněným kablíkem na vstup elektronkového voltmetru.

V některých případech je nutné měřiti ss. napětí několika tisíců voltů, ku př. v televizních přijímačích, osciloskopech a podobně. Tomuto účelu slouží vysokonapěťová měřicí hlavice pro měření ss. napětí až do 10000 V. V hlavici jsou dva nebo více odporů zapojených v serii. Jejich celková hodnota dává se vstupním odporem E. V. dělič napětí o poměru 1:20. Ještě samozřejmé, že tato hlavice musí být velmi dobře izolována, aby nemohlo dojiti k úrazu. Její schema je na obr. 4b.



Obr. 4a - Schema VF měrné hlavice s germaniovou diodou.



Obr. 4b - Schema měrné hlavice pro vysoké ss. napětí.

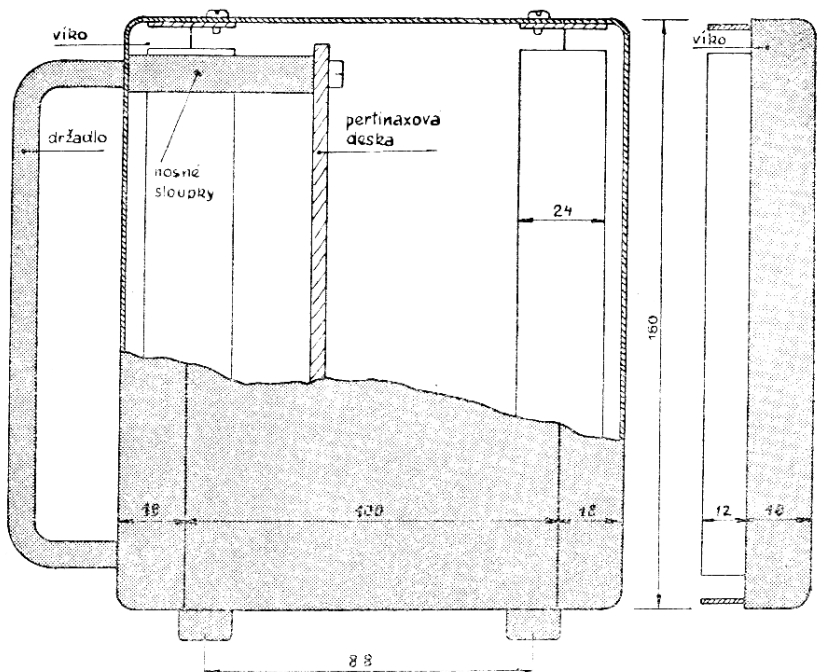
Použitá součásti.

Celokovová skříňka s příslušenstvím, tvoří vlastně »kabát« celého přístroje. Její konstrukce a uspořádání je zcela nové. Byla navržena jako standardní pro tento, i další měřicí a pomocné přístroje.

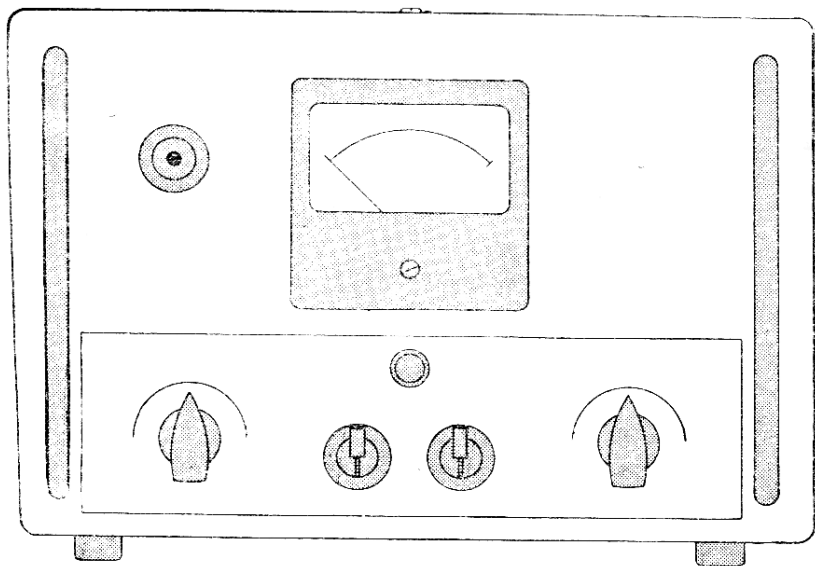
Celkové rozměry jsou $160 \times 240 \times 136 \text{ mm.}$ Je řešena velmi účelně a výrobně jednoduše. Sestává ze tří částí a to; ze dvou vík, a jednoduchého pláště. Její celková sestava je na obr. 5.

Víka mají čelní rozměr $160 \times 240 \text{ mm,}$ hloubku 18 mm. Jsou zhotovena ze železného plechu 1 mm, hrany jsou zaobleny a v rozích do kulata svařeny. Uvnitř každého víka jsou na všech čtyřech stranách přibodovány plechy vyčnívající 12 mm, sloužící k zasunutí do pláště a k vymezení polohy pláště. Plášť je rovněž ze žel. plechu 1 mm, jeho hrany mají radius odpovídající zaoblení vík. Na spodní straně je svařen. Složená skříňka je sešroubována šroubky M3. Dva na vrchní straně a čtyři na straně dolní. Spodními šroubky jsou současně drženy gumové nožky.

Čelní strana skříň obr. 11. je opatřena dvěma kovovými držadly k přenášení přístroje. Toto uspořádání je účelnější, nežli obvyklá držadla na svrchní straně, protože



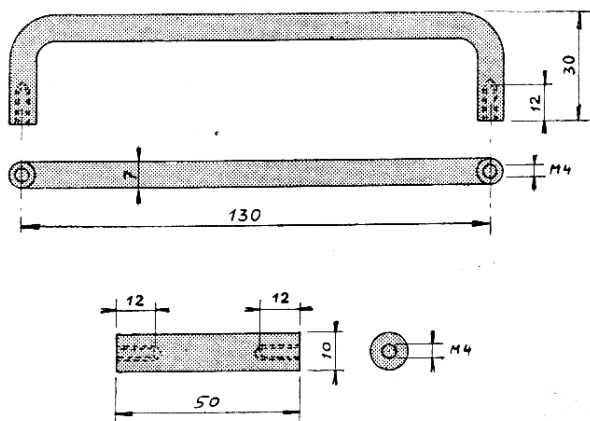
Obr. 5. Sestava skříně.



Obr. 11. Čelná deska s měřidlem a knoflíky.

umožňují skládání přístrojů na sebe. To zvláště ocení ti amatéři, kteří mají pracovní prostor omezen.

Uvnitř skříňe místo obvyklého chasis, jest rovnoběžně s čelní stěnou umístěna nosná deska. Na této jsou pak upevněny všechny potřebné součástky. Je zhotovena z pertinaxu 4 mm a má rozměry 148×228 mm. Nesena jest čtyřmi kovovými sloupky délky 50 mm, opatřenými oboustranně závitem M4. Tyto sloupky současně jako matice pro svorníčky M4, k připevnění držadel. Výkres držadel a nosných sloupeků je na obrázku 6.



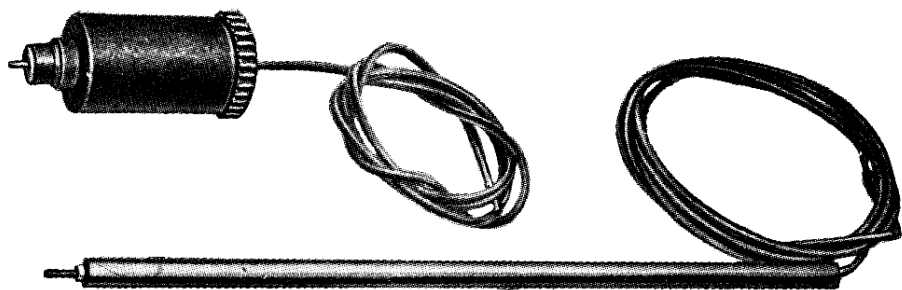
Obr. 6. Držadlo a nosný sloupek.

Zkušenější amatér mající potřebná zařízení, zhotoví si skříňku sám, jinak výrobu svěří řemeslníkovi, který mu ji opatří příslušnými otvory dle výkresu na obr.7. V hornější polovině čelní stěny vlevo, je otvor pro vstupní přípojku a uprostřed pro měřicí přístroj. Tyto otvory řídí se použitými součástkami, o kterých bude dále pojednáno. Ve spodní polovině jsou dva otvory 6,5 mm pro průchod osy přepínače **Př. 1** a osy potenciometru **P1**. Dále dva otvory 12 mm pro přepínač **Př. 2**, vypínač sítě **V** a otvor 8 mm pro čočku kontrolní žárovky. Po levé a pravé straně pak dvojice otvorů 4,2 mm pro připevnění držadel, jejichž rozteč činí 130 mm. Zadní víko dole uprostřed je opatřeno otvorem pro průchodku síťové šňůry a řadami větracích otvorů v libovolném uspořádání.

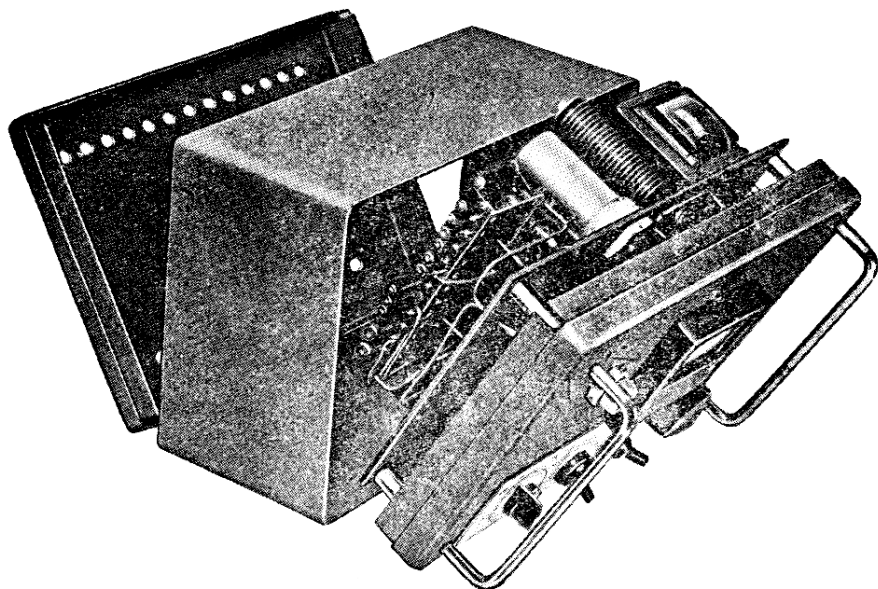
Takto připravenou skříňku necháme olakovati, nebo nastříkati šedým krystalovým lakem. Kovová držadla necháme ochromovati. Nosné sloupky napustíme tak, že je na elektrickém neb plynovém vaříči zahřejeme, až dostanou modrou barvu. Potom je ponoříme do lněného oleje.

Výkres na obr. 8 udává potřebné rozměry a údaje pro úpravu základní pertinaxové desky. Menší otvory jednoduše vyvrtáme, větší pro elektronky, elektrolyt a žárovku vyřízneme buď vykružovacím nožem nebo lupenkovou pilkou. Hrany, jakož i okraje holových otvorů očistíme, zbrousíme jemným smirkem a nařeme lněným olejem.

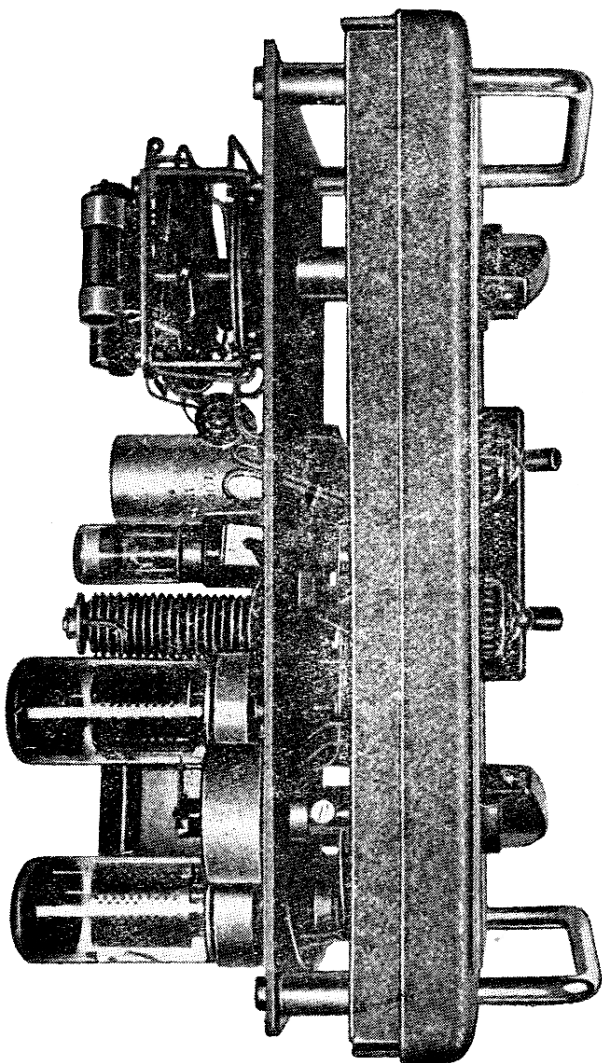
Další součástky jsou již vesměs tovární výroby. Nejdůležitější z nich je ručkový měřicí přístroj **M** s otočnou cívku, citlivosti 100 až 300 μA . Při citlivosti 100 μA je základní rozsah E. V. 0,5 V, při 200 μA až 300 μA pak 1 V. Podle použité citlivosti budou se řídit hodnoty některých odporů, což je uvedeno v tabulce hodnot. Na tvaru a rozměrech měřidla celkem nezáleží, pokud se nám do přístroje vejde. Použi-



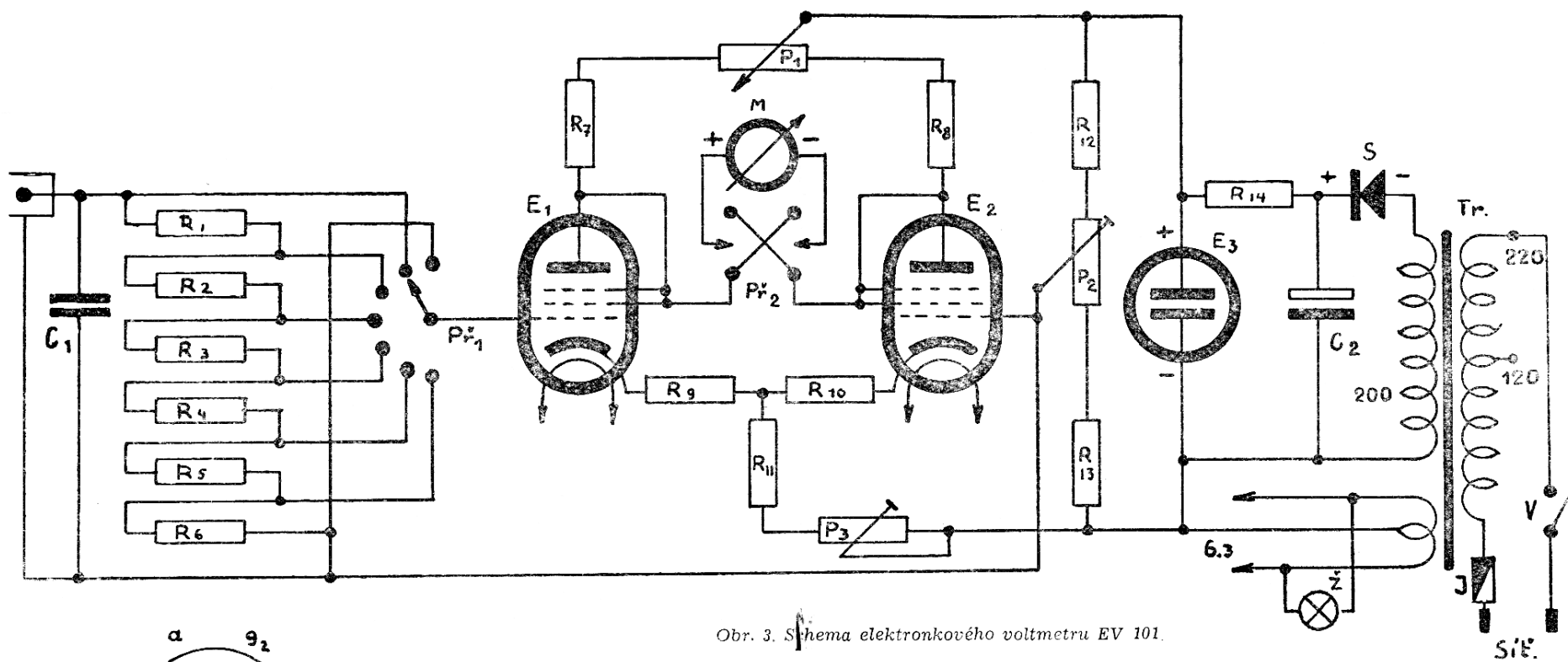
*Měrné hlavice.
Nahoře Vj. hlavice s germaniovou diodou. — Dole hlavice vysokonapěťová.*



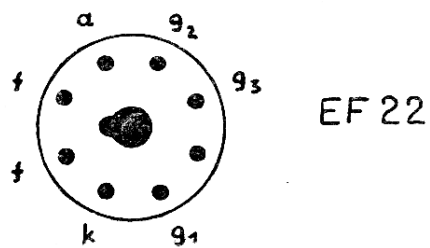
Elektronkový voltmetr EV 101 — Pohled na otevřený přístroj.

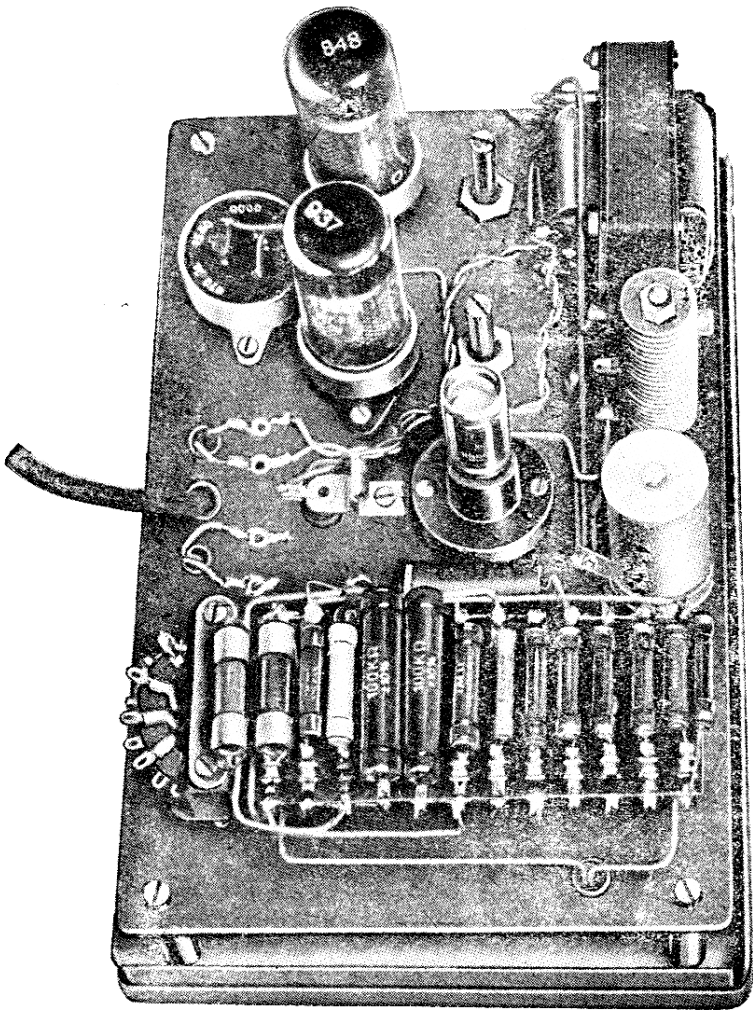


Elektronkový voltmetr EV 101 — Ponled se strany.



Obr. 3. Schéma elektronového voltmetru EV 101.





Elektronkový voltmetr EV 101 — Pohled na montážní desku

jeme takový, který máme k dispozici. Na našem vzorku bylo použito čtvercového přístroje Meira rozměru 70×70 mm, citlivosti 200 μA pro pinou výchylku.

Připojka měřících hlavíc je obecná jakých se používá pro připojování mikrofonních kabelů, nebo stíněných anien (Kapa). Může však být zcela jednoduše použita dvou normálních přístrojových svorek.

Elektronky **E1 - E2** jsou běžné klíčové pentody **EF 22**, které jsou v přístroji zapojeny jako triody.

Odpor vstupního děliče **R1 až R6** budou buď vybrané s 1% tolerancí, neb upravené dle popsaným způsobem. Kondensátor **C1** musí snést nejméně 1000 V ss, na dobré jakosti jeho dielektrika velmi záleží.

Prepinač **Pf 1** vstupního děliče je normální vlnový typu TA, pro náš účel si jej však musíme upravit. Rozebereme jej a na vyjmuté západkové ruziči vypilujeme výčnělek zarážky, jako zoubek další polohy. Ze středního otočného pertinaxového kotoučku vyjmeleme opatrně kličickami dva zalisované doteky a ponecháme pouze jeden. Po této úpravě složíme prepinač opět dohromady, nastavíme zarážku a sešroubujeme.

Prepinač **Pf. 2** je páčkový, dvoupólový s centrálním upevněním. Stejněho typu je i síťový vypínač **V**.

Potenciometry **P1 až P3** jsou vrstevové s lineárním průběhem, výrobek n. p. Tesla, menšího provedení.

Ostatní odpory **R7 až R14** jsou vrstevové pro zatížení 0,5 až 2 W, (dle tabulky) a plně vyhoví s tolerancí 5—10%.

Síťový transformátor **Tr** má primární vinutí pro 120 a 220 V. Sekundární vinutí má napětí 200 V/40 mA. Zhavicí vinutí je 6,3 V/1 A. Selenový usměrňovač **S** je malý typ pro 200 V/30 mA. Kondensátor **C2** je elektrolyt 16 μF ; 350 V. Stabilizační výbojka **E3** je typu **STV-70/6** s bajonetovou patičí, nebo **TE 20** se závitěm E 27.

Germaniová dioda **G** je výrobek Tesla, typ **3NN40** (označená žlutým proužkem).

Montáž a zapojování.

Nejdříve připravíme základní pertinaxovou desku, na kterou si namontujeme všechny příslušné součástky. Na obr. 9 a 10 jsou montážní plánky desky, na nichž je patrné umístění součástek na přední i zadní straně.

Z předu jsou vpravo nahoře našroubovány potenciometry **P2 a P3** tak, že jejich osy směřují do zadní části přístroje. Nad nimi je pertinaxová lišta se spájecími očky, na které jsou připájeny odpory **R7 až R14**. Lišta je chycena dvěma šroubky **M3** na kterých jsou navlečeny distanční trubičky cca 15 mm.

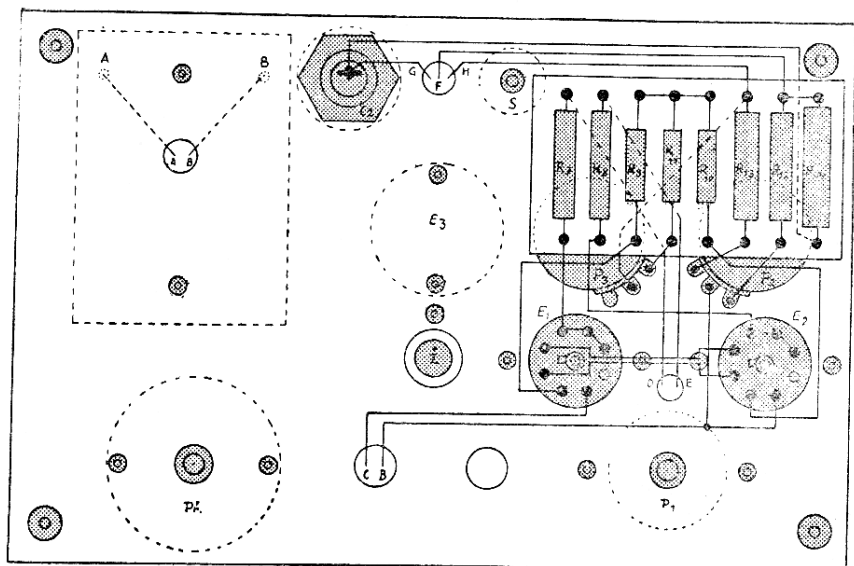
Ze zadu na desce je vlevo nahoře síťový transformátor **Tr**, pod kterým vyčnívají osy potenciometrů **P2 - P3**. Pod nimi doleji jsou objímky elektroněk **E1 - E2**, natočené klíčovým zářezem doprava. Zcela dole, je potenciometr **P1**, jehož osa směřuje dopředu a prochází otvorem v čelní stěně skříňky.

Nahoře uprostřed je selenový usměrňovač **S** připevněný centrálním šroubem. Po jeho pravé straně je elyt **C2**. Doleji je objímka stabilizační výbojky **E3**, pod kterou je objímka kontrolní žárovky **Z**. Tato je nasunuta na úhelníčku 10×10 mm, který je přichycen šroubkem **M3** nad otvorem 14 mm. U dolního okraje je přichytka přívodní šňůry, která prochází levým otvorem k síťovému vypínači **V**.

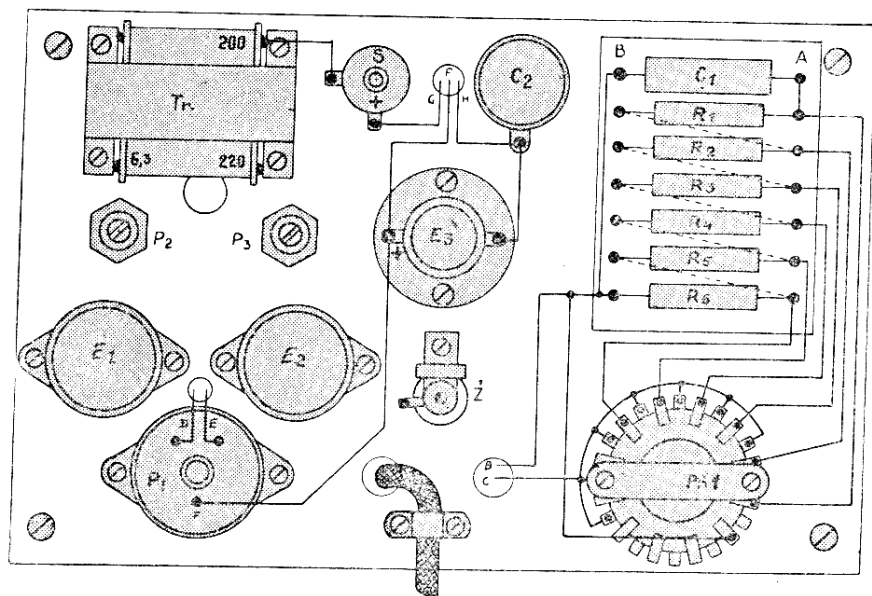
Vpravo nahoře je druhá pertinaxová lišta s odpory **R1 až R6** vstupního děliče i kondensátorem **C1**. Vpravo dole je prepinač vstupního děliče, jehož osa opět prochází otvorem v čelní stěně skříňky.

K drátování není třeba zvláštních připomínek. Až na přívody síťového transformátoru a kontrolní žárovky, jsou všechny spoje vyznačeny na montážních pláncích. Zapojení samo je tak jednoduché, že je téměř vyloučeno udělati nějakou chybu.

Zapojujeme měděným cínovaným drátem nejlépe s igelitovou izolací. K pájení používáme pouze kalafuny. I ta nejlepší pasta je totiž vždy částečně kyselá a tvoří škod-



Obr. 9. Montážní zapojovací plánek základní desky (pohled zepředu).



Obr. 10. Montážní zapojovací plánek základní desky (pohled zezadu).

livé svody, které by se mohly hlavně na vstupním děliči nepěkně projevit. Poněvadž v celém přístroji není choulolistivých spojů, můžeme si dovolit pro pěkný vzhled tyto upravit do úhů. Další rovnoběžné spoje vyrovnáme a event. je můžeme reznou nití svázati. Kontrolní žárovku připojíme ohebným dvoupramenným kablíkem, abychom ji mohli v případě výměny snadno vyjmouti.

Takto si zapojíme celý přístroj až na odpory **R1** až **R6** vstupního děliče. Tyto musíme nejdříve upravit dále uvedeným způsobem a na destičku je připájíme až úplně naposledy. Zatím si provisorně mezi řídicí mřížky obou elektronek připájíme odpor cca 10 MΩ a od každé vyvedeme kousek kablíku pro připojení zkušebního napětí.

Po skončení zapojování můžeme již přístroj předběžně vyzkoušet. Připájíme provisorně sířovou šňůru přímo na primár sířového transformátoru a zapojíme ji do sítě. Nyní se sít. voltmetrem přesvědčíme, zda na žhavicích nožkách elektronek máme napětí 6,3 V, a mezi středem žhaverá a minus pólem selenu 200 V sít. Stejnoseměrným voltmetrem pak musíme na elektrolytu **C2** naměřiti cca 240 V. Poté zašroubujeme stabilizační výbojku a na jejích svorkách naměříme (dle použitého typu) 60 až 70 V ss.

Je-li až poúud všechno v pořádku, vypneme sířový přívod, a dvěma delšími dráty připojíme provisorně měřidlo mezi anody obou elektronek bez ohledu na jeho polaritu. Potom zasuneme obě elektrony **EF 22** do objímek, potenciometry **P 1** a **P 2** nastavíme přibližně na střed a přístroj opět připojíme do sítě. Během vyžhávání elektronek bude se ručka měřidla pohybovat nejprve jedním, pak druhým směrem, až se ustálí v některém bodě stupnice. Po vyžhání oláčíme potenciometry **P 1** na obě strany, při čemž se nám bude souhlasně vychylovati ručka měřidla. Tufo nastavíme do nulové polohy. Nyní k vývodům mřížek zkusíme připojiti nějaké malé ss. napětí, třeba jeden článek suché baterie, kterým při správné polaritě musíme docíliti výhytku ručky přes celou stupnici. Tímto postupem jsme si ověřili správnost zapojení a můžeme přikročiti k dalšímu.

Na přední stěnu přístroje namontujeme definitivně měřidlo, přívodní svorky, vypínač **Př. 2** a vypínač sítě **V**. K těmto součástkám připájíme na očka potřebné přívodní dráty, které zatím necháme volné. Pak nasadíme držadla do příslušných otvorů v panelu a z druhé strany je pevně přitáhneme nosnými sloupky se závitěm M4. K těmto pak pomocí šroubků M4 připevníme pertinaxovou nosnou desku se zapojenými součástkami. Před jejím přišroubováním musíme však připájetí přívody od vypínače **Př. 2** k anodovým nožkám na objímkách elektronek. Po přišroubování provlékneme přívody od vstupních svorek otvorem pod destičku děliče a připájíme je k očkům značeným **A** a **B**, obr. 10. Nakonec provlékneme otvorem sířovou šňůru, připevníme ji přichytkou a konce připájíme na očka sířového vypínače. Druhé konce od sířového vypínače provlékneme otvorem pod síř transformátorem a připájíme k primáru.

Tím jsme hotovi s montáží a zapojováním, a dáme se do nejdůležitější práce, do nastavování a cejchování přístroje.

Nastavení a cejchování.

Před započelím práce nastavíme si nejprve mechanicky nulovou polohu měřidla pomocí šroubovácku, korekčním šroubkem na čelní stěně. Potom zapojíme přívodní šňůru do sítě, zapneme sířový vypínač a necháme elektrony vyžhavit. Je dobře, nechat přístroj před nastavováním zapnutý alespoň 20 minut.

Po vyžhání pokusíme se nastavit elektricky nulovou polohu měřidla, které nyní bude ukazovati nějakou výhytku. Za ideální shody poměrů větvi mřížku, měla by tato býti uprostřed dráhy potenciometru **P 1**. Nestáči-li nám k docelení rovnáhy celá jeho dráha, zkusíme vzájemně zaměnit elektrony **E1** a **E2**. Když ani to nepomůže, zjistíme ku které straně je potenciometr vytočen nejbliže k nulové poloze měřidla. Na této straně pak zaměníme pracovní anodový odpor příslušné elektrony buď za menší, neb odpor druhé elektrony za větší. Tufo úpravu provedeme tak, abychom rovnovážný stav měli přibližně ve střední poloze potenciometru.

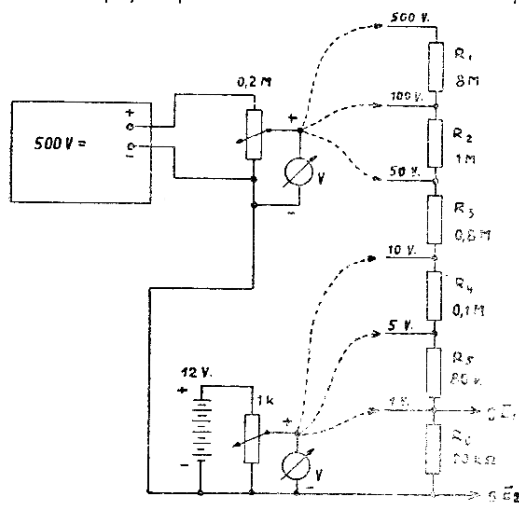
Nyní si předběžně nastavíme pracovní bod elektronek potenciometrem **P2**. Mezi

mřížkami elektronek máme stále zapojen odpor cca $10\text{ M}\Omega$ místo vstupního děliče a jejich přívody vyvedeny z přístroje. Po nastavení nulové polohy spojíme vzájemně obě mřížky, čímž se nám zpravidla poruší rovnováha přístroje. Otáčíme opatrně potenciometrem **P2**, až opět získáme nulovou výchylku. Po rozpojení mřížek nám tato opět uteče a musíme ji vyrovnatí potenc. **P1**. Poté opět mřížky spojíme a nastavujeme potenciometrem **P2**. Rozdíly výchylky jsou stále menší. Tuto operaci provádíme tak dlouho až sepnutí neb rozepnutí mřížek nebude mít již žádného vlivu na nastavení nulové polohy.

Další prací bude nastavení citlivosti přístroje, to jest jeho základního rozsahu. K tomu potřebujeme zdroj malého ss. napětí cca $1,5$ až 2 V , potenciometr 50 až 100Ω a měřicí přístroj na kterém můžeme přesně odečísti 1 Volt (Avomet). Výstup z potenciometru zapojíme na kontrolní vollmetr a současně na obě mřížky elektronek E. V. Nyní si potenciometrem nastavíme přesně 1 Volt a potenciometrem **P3** v katódách elektronek nastavíme plnou výchylku měřidla E. V. Po odpojení měřeného napětí má se ručka vrátití opět do nulové polohy. Nestane-li se tak, musíme provést korekci nuly znovu potenciometrem **P1**, ev. nastavení prac. bodu potenc. **P2**. Nastavení všech tří potenciometrů **P1**, **P2** a **P3** několikrát opakujeme, až docílíme žádaného výsledku. Vyžaduje to sice dávku trpělivosti, ale není to tak hrozné jak se na první pohled zdá. Osy potenciometrů **P2** a **P3** po definitivním nastavení zajistíme zakápnutím lakem.

Cejchování rozsahů je omezeno již jen na úpravu odporů vstupního děliče a přesnost přístroje závisí na přesném dodržení vzájemných poměrů jednotlivých stupňů. Ideální by bylo použití přesných odporů s tolerancí $0,5$ až 1% , které však nejsou běžně k dosažení a proto si vypomůžeme jinak.

K tomu účelu potřebujeme jeden zdroj ss. napětí cca 12 V , nejlépe akumulátor a druhý zdroj, který bude mít přes 500 V ss, nejlépe eliminátor. Dále potřebujeme univerzální měřicí přístroj (Avomet), na kterém můžeme přesně odečísti všechna napětí od 1 V do 500 V ss. a odporový dělič pro nastavení potřebných napětí. Pro nízkovoltový zdroj použijeme drátový potenciometr 1000Ω a pro vysokovoltový zdroj, dobrý vrstvý potenciometr $200 - 500\text{ k}\Omega$ s lineárním průběhem. Pomocí prvního zdroje nastavíme rozsahy: 1 V , 5 V , 10 V , s druhým zdrojem pak 50 V , 100 V a 500 V . Zapojení potřebné k nastavování rozsahů je na obr. 12. Postupujeme takto:



Obr. 12. Schema zařízení pro cejchování děliče.

Odpojíme provisorní odpor mezi mřížkami elektronek a na jeho místo zapojíme základní odpor děliče, **R6** hodnoty $20\text{ k}\Omega/5\%$. Zapneme E. V., necháme důkladně vyžhavení elektrony a provedeme případnou korekci nuly (**P1**). Potom pomocí kontrolního přístroje nastavíme opět napětí 1 V , přičemž nám ručka měřidla E. V. ukáže výchylku na poslední dílek stupnice vpravo. Pak odpojíme zdroj od mřížky **E1** a mezi ní a zdroj zapojíme odpor **R5** hodnoty $80\text{ k}\Omega$. Jsou-li odpory **R5** a **R6** přesné, byl by jejich poměr $1:4$ a nastavením napětí zdroje na 5 V , dostali bychom opět plnou výchylku. Je-li výchylka větší, znamená to, že odpor **R5** má menší hodnotu, naopak je-li menší má hodnotu vyšší.

Nyní buď vyhledáme z většího počtu odporů vyhovující, nebo si tento upravíme. Potřebujeme-li hodnotu vyšší, docílíme toho opatrným proškrcnutím odporové vrstvy za stálé kontroly údaje E. V. Potřebujeme-li naopak hodnotu nižší, přidáváme opět za stálé kontroly paralelně k odporu **R5** odpory vysokých hodnot, až docílíme výchylky ručky přesně na poslední dílek stupnice. Tím máme nastaven druhý rozsah a přejdeme na následující, 10 V. Připojíme další odpor **R4** hodnoty 100 k Ω , který nám s odporem **R5** má dále vůči odporu **R6** poměr 180 k Ω : 20 k Ω , to jest 9 : 1. Napětí zdroje nastavíme přesně na 10 V a odpor **R4** upravíme opět uvedeným způsobem. Pro další rozsahy použijeme již vysokovoltového zdroje a postupujeme stejným způsobem. Máme-li k dispozici zdroj s menším napětím nežli 500 V, nastavujeme poslední rozsah na střed stupnice při napětí 250 V. Podobně si můžeme vypomoci i při jiných rozsazích. Je zřejmé, že celkový odpor děliče tímto způsobem zhotoveného, nebude přesně 10 M Ω , což však není na závadu, protože přesnost měření záleží na poměrech jednotlivých odporů a ne na jejich absolutní hodnotě.

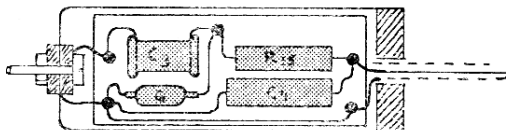
Takto upravené odpory připájíme nyní ve správném pořadí na perlinaxovou desičku v přístroji. Ještě jednou si překontrolujeme, zda nám všechny rozsahy souhlasí a to nyní tak, že zkušební napětí kontrolované Avometem, přivedeme na vstup E. V. a rozsahy budeme měnití přepínačem. Současně si ověříme linearitu stupnice při různých napětích. Tím máme přístroj hotový, nasuneme plášť uzavřeme zadním víkem a sešroubujeme.

Přední stěnu opatříme lištěným štítkem obr. 13 a chráníme nejlépe pruhem plexiskla, které je přitlačeno maticemi vypínačů. Na osičky přepínače a potenciometru připevníme šipkové knoflíky a nastavíme do správné polohy.

Měřicí hlavice (sondy).

Jsou to celkem tři a to:

- I. pro měření ss. napětí od 1 V do 500 V.
 - II. pro měření ss. napětí do 10 kV ($\times 20$)
 - III. pro měření stř. napětí od 1 V do 50 V vř.
- I. Normální hlavice sestává se z měděného hrotu \varnothing 4 mm, délky asi 120 mm, spojeného s vnitřním vodičem stíněného kablíku. Měděný hrot je v izolační trubičce přes kterou je navlečen stínící plášť kablíku tvořící druhý vodič. Délka stíněného kablíku je asi 50 cm a celý je navlečen do ohebné izolační trubičky \varnothing 5 mm. Samotná hlavice je ještě přes stínění též izolována a vyčnívá pouze konec hrotu délky asi 4 mm. Za hlavičkou je ku stínicímu plášti připájen ohebný káblíček, opatřený krokosvorkou. Druhý konec stíněného kablíku je opatřen buď příslušným konektorem, nebo dvěma banánky.
 - II. Vysokonapěťová hlavice je zhotovena z kvalitní perlinaxové trubky \varnothing cca 10 mm, délky cca 220 mm. V trubici jsou dva vysokohmové odpory o celkové hodnotě 190 M Ω , tvořící se vstupním odporem E. V. 10 M Ω , dělič poměru 19 : 1. Hlavice je vpředu opatřena opět dotykovým hrotem a na zadní straně, stíněným přívodem k přístroji s koncovkou.
 - III. V. F. střídavá hlavice je zhotovena z hliníkového pouzdra starého elektrolytického kondensátoru, \varnothing cca 26 mm, délky cca 70 mm. Uvnitř pouzdra je desička ze superperlinaxu síly 1,5 mm, opatřená očky k připájení germaniové diody, kondensátorků **C3**, **C4** a odporu **R15**. V přední stěně je trolitulová průchodka, kterou je proveden mosazný šroubek se závitem M3, upravený jako dotykový hrot. V zadním konci je zátk a z izolačního materiálu zkrz kterou prochází stíněný kablík opět opatřený příslušnou koncovkou. Stínící vodič je spojen s hliníkovým pouzdrem a opatřen krátkým kablíkem ukončeným krokosvorkou. Vnitřní uspořádání sondy je vidět z nákresu na obr. 14.



Obr. 14. Montážní pláněk VF hlavice s germaniovou diodou.

Používání elektronkového voltmetru.

Vlastní měření tímto přístrojem je stejně jednoduché, jako normálním universálním voltmetrem.

Před měřením, necháme přístroj zapnutý asi 10 minut a po jeho zahřátí nastavíme ručku měřidla do nulové polohy potenciometrem vpravo dole. Necháme-li přístroj zapnutý mimo měření, nebo při výměně hlavice, mějme vždy přepínač rozsahů nastaven na 0. Chráníme tím citlivé měřidlo před ev. poškozením. Při měření neznámých napětí, začínáme vždy od nejvyššího rozsahu. Při měření v přístrojích, kde je na kostře kladný pól (ku př. v osciloskopech), změním polaritu pouhým přepnutím přepínače **Př. 2**, bez přehazování přívodů měrného dotyku.

Podle druhu měření které hodláme provádět, volíme příslušnou hlavici, kterou připojíme k přístroji a to:

- I. Normální hlavice používáme při měření ss. napětí 0 až 500 V, při čemž údaj přepínače rozsahů jest $\times 1$.
- II. Vysokonapěťové hlavice používáme pro měření ss. napětí nad 500 V až do 10 kV, nebo též pro měření ss. napětí nižších, kde však potřebujeme zvlášť vysoký vstupní odpor (200 M Ω). Údaj přepínače rozsahů je $\times 20$.
- III. V f. diodové hlavice používáme pro měření střídavých napětí 0 — 50 V, kmitočtů až 100 Mc/s. Používáme pouze poloh přepínače 1 V, 5 V, 10 V a 50 V, při čemž je údaj přepínače $\times 1$.

Použití elektronkového voltmetru v elektronice je velmi mnohostranné a jeho podrobné popisování je již mimo rámec této brožury. Zájemci je naleznou v příslušné odborné literatuře.

Literatura.

Ing. Zdeněk Tuček - Sladčování superhetů, RNDr. Jindřich Forejt a Ing. Dr. Josef Němec - Praktická elektronika, Ing. Dr. Josef Stránský - Vysokofrekvenční měření, Josef Horák - Elektronické měření, Elektronik, Sdělovací technika, Slaboproudý obzor, Amatérské radio a jiné.

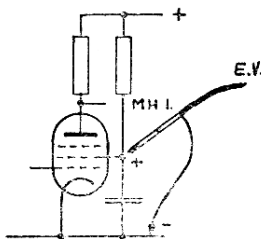
Naměřená napětí a proudy:

Měření byla provedena přístrojem Avomet. Všechna napětí měřena proti minus pólu elektrolytu, kondensátoru C2.

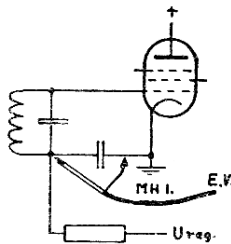
Střídavé napětí na sekundáru síťového traťá	206 V stř.
napětí na plus pólu elektrolytu C2	234 V ss,
napětí na anodách elektronek E1, E2	56 V ss,
napětí na středě potenciometru P2	32 V ss,
napětí na katodách elektronek E1, E2	30 V ss,
napětí na stabilizační výbojce E3	75 V ss,
anodový proud elektronek E1, E2, společný	2,3 mA ss,
příčný proud stabilisátoru E3	3,6 mA ss,
proud tekoucí děličem R12, R13, P2	1,1 mA ss,
spotřeba přístroje ze sítě 220 V/50 c/s.	10 W.

Pro informaci je na obr. 15 uvedeno několik praktických příkladů základních měření tímto elektronkovým voltmetrem.

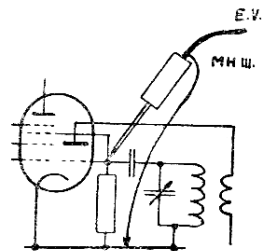
- a) Měření ss. napětí na slinici mřížky v f. pentody za velikým odporem. (Měřicí hlavice stejnosměrná, rozsah 100 až 500 V.)
- b) Měření řídicího napětí v f. pentody (samočinné řízení hlasitosti.) Toto bývá —2 až —25 V.
- c) Měření v f. napětí oscilátoru v superhetu. (Měřicí hlavice s germaniovou diodou — rozsah 5, 10 až 50 V.)
- d) Měření vysokého napětí zdroje napájecího obrazovku v televizním přijímači. (Hlavice vysokonapěťová, rozsah 500 V, $\times 20$.)
- e) Měření resonance L/C v f. obvodu. Obvod je napájen z v. f. generátoru přes kondensátor kapacity cca 1 — 3 pF. (Hlavice s germaniovou diodou — rozsah 5 až 10 V.) Resonance se projeví při určitém kmitočtu max. výchylkou ručky měřidla.



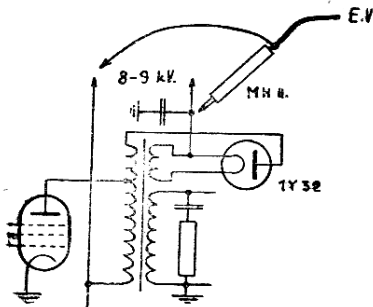
Obr. 15a - Měření napětí slinici mřížky (G_2) VF pentody.



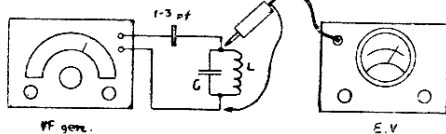
Obr. 15b - Měření předpětí (AVC) samočinného řízení hlasitosti.



Obr. 15c - Měření VF napětí oscilátoru.



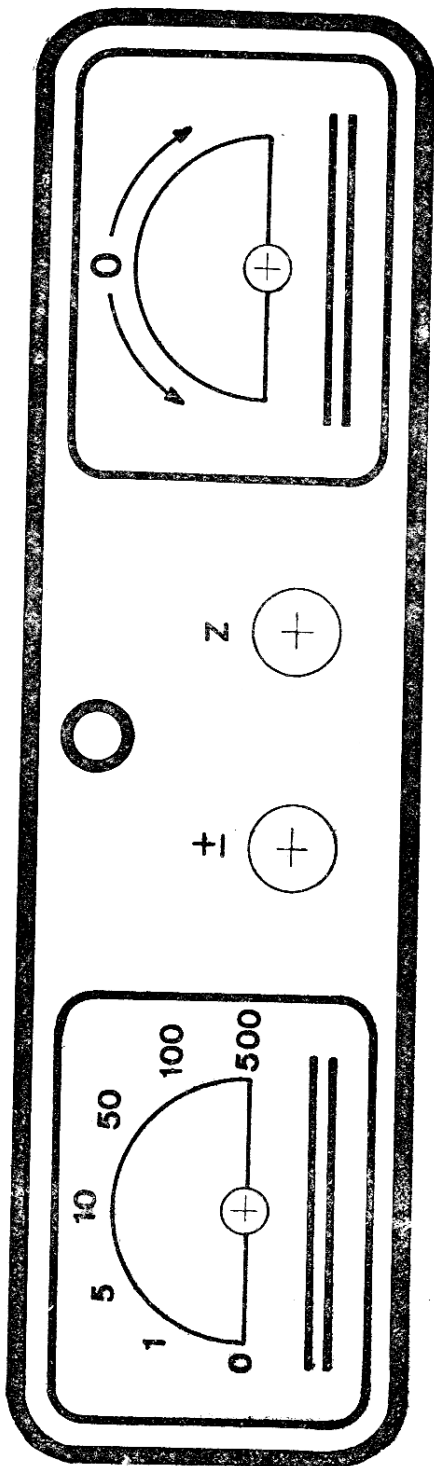
Obr. 15d - Měření vysokého ss. napětí zdroje pro obrazovku.



Obr. 15e - Zjišťování resonance L. C. VF obvodu

Seznam a hodnoty součástek na schématu.

C 1	20,000 pF/1500 V	Př. 1	přepínač TA upravený
C 2	16 μ F/350 V	Př. 2	páčkový přepínač 2 pólový
R 1	8 M Ω /1 W	V	páčkový vypínač 2 pólový
R 2	1 M Ω /1 W	E 1 a E 2	vl. pentody 6F 22
R 3	800 k Ω /1 W	E 3	stabilizační výbojka TE 20, neb STV 70 6
R 4	100 k Ω /1 W	Ž	žárovka stupnicová, 6,3 V/0,3 A
R 5	80 k Ω /1 W	S	selenový usměrňovač 200 V/0,03 A
R 6	20 k Ω /1 W	Tr.	síťový transformátor 120/220 V, sec. 200 V/30 mA - 6,3 V/1 A
R 7	10 k Ω /1 W	M	měřicí přístroj s otočnou cívkou
R 8	10 k Ω /1 W		
R 9	500 Ω /1 W (2 k Ω /1 W)		
R 10	500 Ω /1 W (2 k Ω /1 W)		
R 11	15 k Ω /1 W (20 k Ω /1 W)		
R 12	40 k Ω /1 W		
R 13	30 k Ω /1 W		
R 14	50 k Ω /2 W		
P 1	potenc. 5 k Ω /lin.		
P 2	" 10 k Ω /lin.		
P 3	" 10 k Ω /lin.		
		Měřicí hlavice:	
		C 3	5000 pF/500 V - keram.
		C 4	1000 pF/250 V - keram.
		R 15	1 M Ω /0,5 W
		R 16	100 M Ω /1 W
		R 17	90 M Ω /1 W
		G	germaniová dioda Tesla 3NN 40 (Philips OA-50)



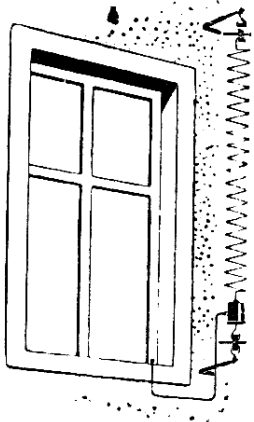
Panelový štítek (nalepte na tuhý papír, přestříknete průhledným lakem, neb potáhněte celulozovou fólií).

Poslech rozhlasu

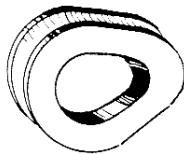
bez anteny nebo s antenou?

Čím je lepší antena, tím je i příjem silnější a čistší, a i ten nejmodernější přístroj není nikdy dokonalý bez anteny!

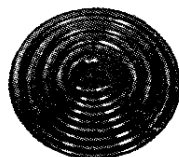
antena spirálová \varnothing 12 mm (nataž. cca 2 m dl.)	3,50
antena spirálová \varnothing 20 mm (nataž. cca 3 m dl.)	4,10
antena spirálová \varnothing 30 mm (nataž. cca 4 m dl.)	7,80
automobilová antena vysouvací	140,—
antena venkovní (lanko) se 4 izolátory, 15 m dl.	10,50
antenní bleskojistka	4,60
antenní lanko pocínované, svazek 25 m	7,50



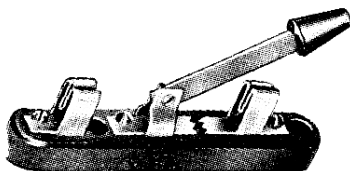
**Antenní izolátor
porcelánový**
(vajíčko) 35 x 25 mm
Kčs —,28



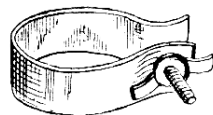
**Upevňovací izolátor
pro pokojovou antenu**
Kčs —,40



**Antenní izolátor
taliřový**
Kčs —,70



Antenní přepínač páčkový Kčs 2,90



Upevňovací prstenec (svorka)
na vodivodní kohout pro připojení
uzemňovacího drátu Kčs —,70



»Změna cen vyhrazena«

PRAŽSKÝ OBCHOD POTŘEBAMI PRO DOMÁCNOST

národní podnik — oddělný závod č. 51

Prodejna radiotechnického a elektrotechnického zboží

PRAHA II, VÁCLAVSKÉ NÁMĚSTÍ 25

Telefony: 23-16-19, 22-62-76, 22-74-09

Stavební návody, propagační a učební pomůcky.

- 3 DUODYN — dvouelektronkový univerzální přijímač síťový**
Napájení ze sítě. Vícemřížkové elektronky.
- 5 SONORETA RV 12**
Trpasličí rozhlas. přijímač pro krátké a střední vlny s 2 elektronkami RV 12 P 2000.
- 6 SONORETA 21**
Trpasličí rozhlasový přijímač pro krátké a střední vlny s 1 elektronkou ECH 21 nebo UCH 21.
- 7 SUPER I - 01**
Malý standardní 3 - 1elektronkový superhet. Základy činnosti superhetů.
- 9 NF 2**
2elektronkový univerzální přijímač.
- 10 NÁHRADNÍ ELEKTRONKY**
Porovnávací tabulky různých výrobků. Náhrada starých druhů s údaji změn v zapojení a hodnotách.
- 11 SUPER 254 E**
Malý standardní 3 - 2elektronkový superhet (s magickým okem).
- 12 OSCILÁTOR**
Signální generátor pro sladování přijímačů a vysokofrekvenční měření. Rozsah 20 až 2000 m. Modulace nf, kmitočtem.
- 13 ALFA**
Výkonný 3 + 2elektronkový superhet (s magickým okem).
- 14 DIPENTON**
2 + 1elektronkový přijímač se síťovým transformátorem a 3 vlnovými rozsahy.
- 15 MÍR**
Malý, 4 + 1elektronkový superhet s miniaturními elektronkami a 3 vlnovými rozsahy.
- 16 MINIATURNÍ ELEKTRONKY**
obrazovky, stabilizátory, urdoxy, variátory, fotony.
- 17 MINIBAT**
4elektronkový superhet pro provoz z vestavěných baterií.
- 18 TRIODYN**
3 + 1elektronkový jednoobvodový přijímač síťový s miniaturními elektronkami a vf. stupněm.
- 19 EXPOMAT - elektronický časový spínač**
Přístroj pro automatické exponování světlem při fotografickém zvětšování a kopírování.
- 20 GERMANIOVÉ DIODY**
v teorii a praxi
- 21 ELEKTRONKOVÝ VOLTMETR EV 101**

Objednávky brožur vyřizujeme pouze na dobírku.

Cena za 1 sešit Kčs 2,—

V zásobovacím podniku státního obchodu vydává

Pražský obchod potřebami pro domácnost

národní podnik - odštěpný závod č. 51

Prodejna radiotechnického a elektrotechnického zboží

PRAHA II, VÁCLAVSKÉ NÁMĚSTÍ 25

Telefony: 23-16-19, 22-74-09, 22-62-76.