

## OBSAH

Křížový zesilovač jako invertor . . . . .	31
Sčítání na log. pravitku . . . . .	34
Použití Hallova zjevu k měření magnetické indukce . . . . .	35
Spájení natvrdo obráceným spalováním . . . . .	35
Elektronové vlny . . . . .	36
Stabilisace proudů a napětí jednoduchými prostředky . . . . .	38
Přemostěný článek T . . . . .	40
Prostý elektronkový voltmetr . . . . .	42
K vyvažování superhetu . . . . .	43
Malá škola radiotechniky, 3. Audion se zpětnou vazbou . . . . .	44
Zesilovač s hodnotným přednesem, IV, síťová část . . . . .	46
Vlastnosti a použití motorků z výprodeje . . . . .	48
O varhanách, II, Fyzikální a technické základy . . . . .	50
Pomůcka pro zaostřování . . . . .	53
Z redakční pošty . . . . .	51
Z redakce; K předchozím číslům; Nové knihy; Obsahy časopisů . . . . .	55
Prodej - koupě - výměna . . . . .	56 a VII

### Chystáme pro vás

Tenké vrstvy a jejich význam v moderní technice • Fantastron, sanatron, sanafant • Náhradní schémata akustických a mechanických obvodů • Můstek na měření impedancí • Výsledky zkoušek celé soupravy zesilovače s hodnotným přednesem • Jednoduchý zesilovač • Motorek-bruska s ohebným hřídelem a příslušenstvím • Malá škola radiotechniky: Výklad činnosti zpětné vazby; antena a uzemnění; dvoulampovka na baterie • O varhanách: hrací stůl a zajímavosti.

### Z obsahu předchozího čísla

Návod y: Úprava stejnosměrných motorků na střídavý proud • Budící stupeň zesilovače s hodnotným přednesem • Malý superhet na oba proudy • Laboratorní přístroj z výprodejněho měřiče • Technické pomůcky pro dílnu a laborator • Amatérské tištěné spoje — Theorie: Mezifrekvenční pásmové filtry • Řešení složitějších obvodů základními vztahy čtyřpólů • Výpočet magnetovacích vnitřů • O varhanách: historický vývoj a umělecký význam.

### Rízení závodní práce rozhlasem

V Sovětském svazu stále větší počet závodů používá pro řízení své práce domácího rozhlasu. Jako nový výrazný příklad této praxe uvádí sovětský měsíčník „Radio“ velkou leningradskou přádelnu a tkalcovnu, pojmenovanou po S. M. Kirovovi. V tomto kombinátě je řízení práce rozhlasové automatizováno. Zvláštní stanice registruje a řídí práci strojů. Radiová stanice byla navržena a zhotovena kolektivem kombinátu. Výrobní výkonnost továrny po instalaci rozhlasového řízení značně stoupla.

### Nový dánský měřič

— fy Helweg Mikelsen má kromě obvyklých stupnic proudů a napětí střídavých i stejnosměrných ještě další, dnes už také skoro obvyklé stupnice pro  $\Omega$  a  $\mu F$ , a dále zatím velmi neobvyklou stupnici pro měření kmitočtů. V inserátu, z něhož čerpáme informaci, není nic o způsobu měření; snad by však bylo možné použít principu kapacitního ohmmetru. — Základní ss rozsah měřiče je 60  $\mu A$  (t. j. 16 600  $\Omega/V$ ) a 60 mV. — Jiný dánský výrobek toho druhu, 33-rozsahový všestranný měřič, pyšní se označením „Jediný přístroj s 10 000  $\Omega/V$ ...“, což by bylo nepravdivou nadsázkou, kdyby nenásledoval doplněk „... pro oba druhy proudů“. Vskutku není běžné, aby st měřič zjevně ventillový měl tak malou spotřebu, zvlášť vzhledem k tomu, že větší kmitočty než 50 c/s. To bohužel v inserátu fy Nordisk Instrumentfabrik není uvedeno. (Radio Ekko, 1/1951.) P.

### Výměna stupnic u přijímačů

K dotazům posluchačů rozhlasu oznamuje n. p. Elektra, že zákazníci, kteří si zakoupili přijímač po 15. březnu 1950 se starou stupnicí vysílacích stanic, mohou se kdykoliv obrátit na nejbližší prodejnu Elektry, a ta ji bezplatně vymění za novou. Dokladem je záruční list s datem nákupu. Majitelé dříve zakoupených přístrojů, pokud se přihlásili k výměně evidenčními listy, vydanými n. p. Elektra po 15. březnu, budou písemně vyzooměni kdy a do které opravy mají svůj přijímač k výměně stupnice zanést. K této organizaci bylo přikročeno proto, aby se výměna mohla běžně zvládnout a aby posluchači rozhlasu své přístroje dlouho nepostrádali. Dodávky nových stupnic z výroby již započaly a postupně budou vyměňovány stupnice nejen na všech přijímačích z výroby n. p. Tesla, počínaje Klasikem a končíc Harmonií, ale i u četných starších přístrojů Telefunken a Philips, jako na příklad Viola, Song, Arie, Eroica a j. Vzhledem k velkému počtu přijímačů je výměna stupnic nemalým úkolem jak pro výrobu, tak i pro opravy n. p. Elektra. e/kp

### Nový automobilový zesilovač.

Na sklonku roku uvedl n. p. Elektra do prodeje nový automobilový zesilovač o výkonu 13 W, který bude zejména sloužit správám a organizacím JZD k zpravodajským a propagačním službám. Zesilovač se může namontovat do každého auta. Napájení je zajištěno automobilovou baterií, takže jej upotřebí hlavně tam, kde není elektrická síť. —ep.

### Přípravy na devátou Vsesvazovou radiovou výstavu

Jako jiná léta i letos se v Kyjevě konají rozsáhlé přípravy k Deváté všesvazové radiové výstavě a koná se předběžná krajská výstava. Budou na ní vystavovány nejlepší konstrukce radioamatérů z kyjevské oblasti. Podle dosavadních zpráv připravili již členové kyjevského Dosarmu četné zajímavé konstrukce. E. E. Kosackij, zámečník zá-

vodu „Rentok“, sestrojil velmi vhodný přenosný bateriový přijímač pro vesnici. Režisér kyjevského divadla hudebních her, Šerman, který je nadšeným radioamatérem, obesílá výstavu skvělým superhetem. Jiný vystavovaný superhet bude od B. Moločnikova, rovněž člena kroužku. Inženýr Margolin dokončuje pro výstavu návrh průmyslového typu krystalového přijímače, aby ještě více byla usnadněna jeho výroba a rozšíření.

Také v Leningradě jsou přípravy k letošní Deváté všesvazové radiové výstavě neobyčejně živé. Zvlášť zajímavé expozity připravili konstruktéři B. Karpov, I. Spirov, L. Kastalskij a jiní. B. Karpov zkonstruoval miniat. transeiver pro spojení na krátké vzdálenosti. L. Kastalskij dokončuje velmi levný bateriový přijímač s dvěma rozsahy pro vesnici. V přijímači bude použito úsporných elektronek z nejmenší t. zv. žaluďové série, dále automatického přepínače pásem a neobyčejně citlivého reproduktoru. Konstruktér A. Samm, kterému na poslední všesvazové výstavě byla udělena cena za televizní přijímač, zabývá se nyní novou podobnou konstrukcí, jež při malém počtu lamp je neobyčejně úsporná.

Jiné televizní přijímače připravují V. Nikolajev a V. Prutkovskij, G. Kostand a několik jiných konstruktérů-experimentátorů se zabývá konstrukcemi, které umožní zavedení rozhlasu do nových oblastí.

### Úspěchy v radiofikaci sovětského venkova

V. Vasiljev, náčelník hlavní správy pro radiofikaci v ministerstvu spojení SSSR, rozepisuje se v měsíčníku „Radio“ podrobně o čestném úkolu, jež mají před sebou radioamatéři ze sovětských měst i vesnic. Radiofikace sovětského venkova učinila v posledních letech velké pokroky a má stále větší podíl na politické a kulturní výchově pracujících vrstev. V roce 1949 byla vyhlášena soutěž radioamatérů při hromadné radiofikaci vesnice a skutečně již v témže roce několik desetitisíců kolchozníků mohlo naslouchat přenosům z Moskvy, Kyjeva a jiných sovětských velkých měst. Úspěchy radioamatérů v této akci byly takové, že ministr SSSR pro spoje, Paurcev, vydal zvláštní pokyny, aby radioamatérům byla v tomto počínání poskytována všemožná pomoc. Pracovníkům spojovacích sítí a zvláštních uzlů bylo uloženo, aby zahájili radiotechnické konsultace. Jsou povinni pracovat alespoň dvakrát týdně večer a odpovídat nejen na technické dotazy radioamatérů, ale poskytovat jim také pomoc při kontrole radiových součástek, lamp, různých zařízení a při uvádění aparatur do chodu. Radioví pracovníci, zaměstnaní v institucích pro spojení, mají se starat o organizaci a pořádání seminářů pro vedoucí pracovníky radiových kroužků na vesnici, aby se mohlo dobře využít rozhlasových přístrojů ve veřejných čítárnách a selských klubech. Kluby Dosarmu, radioamatérské kroužky a také jednotliví radioamatéři se dnes starají v Sovětském svazu o to, aby instalovaná zařízení správně fungovala a aby jich bylo také dobře a účelně využito. V čítárnách a selských klubech jsou dnes desetitisíce stanic pro hromadné používání. Jenom v RSFSR jich bylo v minulém roce přes 50 000. Kolem těchto přístrojů se denně shromažďují desítky a někdy stovky kolchozníků, aby naslouchali hlasu Moskvy, aby vyslechli přednášku nebo zajímavý referát, koncert nebo divadelní představení. Také počet přijímačích přístrojů v domech kolchozníků ovšem stále a rychle roste. V nejbližší době ve všech oblastech Sovětského svazu budou uspořádány měsíční kursy pro výučbu obsluhujícího personálu při kolchozních ústřednách.

Z DOMOVA  
I Z CIZINY

# Křížový zesilovač ako inverter

V čísle 10/1950 tohoto časopisu popísal Ing. Horna křížove viazaný zosilovač ako dokonalý inverter. Úlohou tohoto článku je rozobrať činnosť takéhoto zosilovača a porovnať výsledky s invertorom katodove viazaným, už dávno známym. Ukáže sa, že křížove viazaný zosilovač dovoľuje získať výstupné napätia presne symetrické, kým katodove viazaný sa k tomuto ideálu len blíži. Na druhej strane kým u katodove viazaného invertoru sa dosiahnutá symetria len veľmi málo mení stárnutím elektroniek, u křížove viazaného sa pôvodne nastavená dokonalá symetria značne poruší ak jedna z použitých zosilovateľných elektroniek oproti druhej zostarne, takže je nutno symetriu znova nastavovať.

Odvodenie:

Schéma křížove viazaného zosilovača môžeme pre naše úvahy zjednodušiť a nakresliť náhradné schema ako na obraze 1. Oproti pôvodnému zapojeniu (viď cit. článok) vynechali sme odpory  $820 \Omega$ , ktoré slúžia na vytvorenie predpätia, ich účinok uvážime neskôr. Obe krajné elektronky v pôvodnom zapojení slúžia len ako impedančné transformátory, ktoré dopravujú signál do katod stredných elektroniek. Pre prípad, že zapojenie funguje ako inverter, t. j. signál sa privádza len na jeden zo vstupov, nahradíme jednu krajnú elektronku zdrojom o vnútornom odpore  $R_1$  a napätí naprázdno  $E_1$ , druhú len odporom  $R_1$ . Presnosť symetrie budeme posudzovať z hodnoty pomeru výstupných napätí oboch zosilovateľných stupňov  $V_1$  a  $V_2$ . Pre ideálnu symetriu bude platiť  $E_1/E_2 = 1$ . Napätie na katodách  $V_1$  a  $V_2$  označíme  $e_1$  a  $e_2$ , vnútorné odpory elektroniek  $r_1$  a  $r_2$ , ich strmosti  $S_1$  a  $S_2$ , prieniky  $D_1$  a  $D_2$ .

Pre  $V_1$  platí:

$$I_1 = S_1 [e_2 - e_1 + D_1 (E_1 - e_1)]$$

$$E_1 = -R_1 I_1$$

$$I_1 = S_1 [e_2 - e_1 (1 + D_1)] - I_1 R_1 / r_1$$

$$I_1 = \frac{S_1}{1 + R_1 / r_1} [e_2 - e_1 (1 + D_1)]$$

$$E_1 = -S_1 \frac{R_1 r_1}{R + r_1} [e_2 - e_1 (1 + D_1)]$$

Pre  $V_2$  platí:

$$I_2 = S_2 [e_1 - e_2 + D_2 (E_2 - e_2)]$$

$$E_2 = -R_2 I_2$$

$$I_2 = S_2 [e_1 - e_2 (1 + D_2)] - I_2 R_2 / r_2$$

$$I_2 = \frac{S_2}{1 + \frac{R_2}{r_2}} [e_1 - e_2 (1 + D_2)]$$

$$E_2 = -S_2 \frac{R_2 r_2}{R + r_2} [e_1 - e_2 (1 + D_2)]$$

Je známe, že výraz:

$$S \frac{Rr}{R+r}$$

dáva zisk elektronky v obyčajnom samostatnom zapojení. Nahradíme tento výraz symbolom  $A_1$ , resp.  $A_2$ . Pre presnosť symetrie vychádza:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{A_1}{A_2} \frac{e_1 (1 + D_1) - e_2}{e_1 - e_2 (1 + D_2)}$$

Potenciometrom naznačeným v pôvodnom schemate môžeme nastaviť zosilenia  $A_1$  a  $A_2$  tak, aby pomer  $E_1/E_2$  bol rovný 1, teda symetria bola úplná. (Za predpokladu, že platí  $D_1 \ll 1 \gg D_2$ , bude to splnené pre  $A_1 = A_2$ . Nič menej vidíme, že výraz, udávajúci pomer výstupných napätí, obsahuje pomer ziskov elektroniek  $V_1$  a  $V_2$  v samostatnom asymetrickom zapojení. Medzi  $V_1$  a  $V_2$  niet žiadnej symetrizujúcej vyrovnávajúcej väzby, každá z nich funguje, ako keby bola sama v bežnom asymetrickom zapojení. Ak po počiatočnom nastavení dokonalej symetrie nastane vlivom rozdielného stárnutia medzi ziskmi elektroniek  $V_1$  a  $V_2$  rozdiel  $p\%$ , bude i rozdiel medzi výstupnými napätiami  $p\%$ .

Táto posledná veta zostáva v platnosti i keď budeme počítať s vlivom odporov  $820 \Omega$ , ktoré sme na začiatku úvahy zanedbali. Tieto odpory robia pre každý stupeň samostatnú zápornú zpätnú väzbu, ktorá sice znižuje zisky  $A_1$  a  $A_2$ , ale znižuje aj ich závislosť na vlastnostiach  $V_1$  a  $V_2$ . Tým sa stabilizuje symetria o niečo zlepšiť. Percentuálny rozdiel výstupných napätí bude v tomto prípade rovný percentuálnemu rozdielu ziskov oboch stupňov v asymetrickom, samostatnom zapojení so zápornou zpätnou väzbou vlivom odporu  $820 \Omega$  v katode.

Vyšetríme tie isté vzťahy pre inverter katodove viazaný podľa obraze 2. Tu platí:

$$I_1 = S_1 [-e + D_1 (E_1 - e)]$$

$$E_1 = -R_1 I_1; E_2 = -R_2 I_2; e = R_k (I_1 + I_2)$$

$$I_1 = -S_1 [R_k (I_1 + I_2) (1 + D_1) + D_1 R_1 I_1]$$

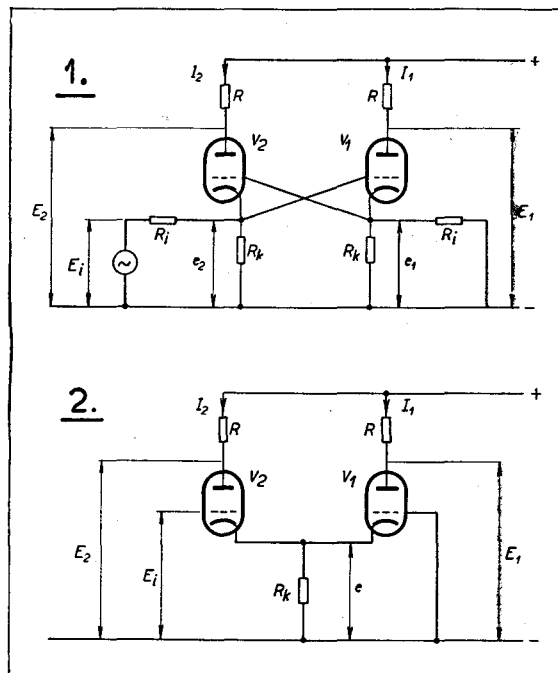
$$I_1 = -\frac{S_1 R_k (1 + D_1)}{1 + R_1 / r_1 + S_1 R_k (1 + D_1)} : I_2$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{S_1 R_k (1 + D_1)}{1 + \frac{R_1}{r_1} + S_1 R_k (1 + D_1)}$$

Výraz pre pomer oboch výstupných napätí neobsahuje žiadnu vlastnosť elektronky  $V_2$ . Presnosť symetrie teda na vlastnostiach  $V_2$  vôbec nezáleží, elektronky  $V_1$  a  $V_2$  by nemusely byť ani rovnakého typu. Ďalej čím lepšie splníme podmienku

$$S_1 R_k (1 + D_1) \gg 1 + R_1 / r_1$$

tým dokonalejšia bude dosiahnutá symetria a tým menej bude závislá i od vlastností elektronky  $V_1$ . Danú podmienku plníme voľbou veľkého  $R_k$ , sme však obmedzení stejnosmerným spádom napätia na odporu  $R_k$ . — Je snádne dosiahnuť také pomery, že pokles strmosti elektronky  $V_1$  na polovinu pôvodnej hodnoty zapríčini zhoršenie symetrie len o niekoľko percent. Ak sa vyžaduje pre špeciálne účely zvlášť dokonalá a stála symetria, nahradí sa  $R_k$  pentodou, ktorá pri prijateľnom spáde napätia poskytuje svoj vnú-



torný odpor radu  $16^6 \text{ Ohm}$ . Okrem toho môžeme i za  $V_1$  a  $V_2$  dosadiť pentody, získame pre danú podmienku výhodný pomer  $R/r_1$  a napájaním stieniacich mriežok zo spoločného, nezablokovaného predradného odporu získame ďalšiu symetrizačnú väzbu.

Záverom je možno konštatovať, že křížove viazaný zosilovač je oprávnený pre presné zariadenia, kde jednak je potrebná ideálna symetria, ale kde nevedí nutnosť občasnej kontroly. Pre zariadenia na malú chybu v symetrii nechúlostivé, ktoré ale majú bežať čo možno spoľahlivo a bez nutnosti kontroly, je výhodnejší katodove viazaný inverter, ktorý okrem toho potrebuje len polovinu elektroniek. Ostatné vlastnosti, uvedené v citovanom článku, hlavne potlačenie rušivých signálov, prichádzajúcich na vstup v rovnakej polarite majú obe zapojenia približne rovnaké.

Ing. T. Hornáček

## Sčítání na log. pravítku

Je málo známo, že na logaritmickém pravítku lze sčítat (i odčítat), v rozporu se školským posudkem, že logaritmy se nehodí k usnadnění sčítání. Použijeme obyčejného označení stupnic:

Pevné základní D, pohyblivé základní C a reciproké na pohyblivé části R (na starších výrobcích nebývá vždy). Ostatní nepotřebujeme.

Na příklad:  $x = 2,6 + 6,5$ . a) Nad menší se sčítaných čísel na stupnici D postavíme jedničku stupnice C. b) Nad větším ze sčítaných na stupnici D čteme jejich poměr na stupnici C [ $p = 2,5$ ]. c) Zpaměti přičteme jedničku a pod výsledkem 3,5 na stupnici C čteme na základní stupnici D výsledek 9,1 =  $2,6 + 6,5 = x$ .

Podrobnější pokyny pro zájemce: Je-li poměr sčítanců 1:10 a větší, musíme násobit 10 i čtení na šoupátku a přičíst opět pouze jedničku. Též je nutno pro poslední úkon často posunout šoupátko zcela vlevo, t. j. nad menšího sčítance postavit 10 pohyblivé stupnice C.

# POUŽITÍ HALLOVA ZJEVU

## k měření magnetické indukce

Za častých Maxwellových byl ustálen názor, že rozdělení proudu v kompaktním vodiči nepodléhá vlivu vnějšího magnetického pole. Neúspěch pokusů objevit nějaký pohyb proudu samotného byl obvykle vysvětlován „nestlačitelností proudového fluida“. Toto vysvětlení však neuspokojovalo E. H. Halla, když pracoval v roce 1879 na universitě Johna Hopkinse v USA; byl toho mínění, že i když nestlačitelné fluidum zcela vyplňuje vodivý materiál, pak by alespoň mohl být zjititelný boční tlak, když ne proud.

Jeho dřívější snahy určit změny v ekvipotenciálních bodech pásového vodiče, způsobené magnetickým polem (obraz 1), byly marné, dokud se na návrh prof. Rowlandů nepokusil pracovat s extrémně tenkými vodiči (zlatá folie na skle). To přineslo kladné výsledky a mohl nyní dokázat, že „boční“ (příčný) proud je úměrný síle magnetického pole. Později byla pozorována na ještě nepřímá úměrnost k síle vodiče. Může tedy být příčná změna vyjádřena vztahem

$$V = R \cdot I \cdot H / t$$

kde  $R$  je t. zv. Hallův koeficient dotyčného materiálu,  $I$  podélný proud v ampérech,  $H$  hustota magnetického toku v gaussích a  $t$  síla vodiče v cm.

Zjev je vysvětlen v soulase s moderními teoriemi vodivosti v jednoduchých kovech (na př. měď nebo stříbro), podle kterých je proud způsoben pohybem elektronů od atomu k atomu vlivem vnějších polí; v elektrickém poli pohybuje se elektron přímočaře, ale počne-li působit magnetické pole příčné k jeho dráze, pak se jeho dráha zakřivuje vlivem magnetických siločar. To způsobuje vznik potenciálního rozdílu na postranních kontaktech. (Obraz 1b.)

V jiných kovech a polovodičích může být polarita Hallova napětí opačného smyslu; ukazuje tak, že „částice“ nesoucí proud, jako by měly kladný náboj. Nemusí to být nutně částice, nýbrž „dírký“ ve struktuře krystalové mřížky, které nejsou dočasně vyplněny elektrony. Pohybuje-li se elektron do neobsazené prázdné strany, zanechá v přilehlé části struktury „dírkou“ a ta může postupovat materiálem, dokud nedosáhne negativního styčného bodu, kde bude opět zaplněna elektronem. Na druhém konci je elektron opět vytržen, takže se zásobování „dírkami“ udržuje.

Hallův zjev je velmi nápadný u germania, a poměr Hallova koeficientu ke specifickému odporu je asi 200násobný proti mědi.

G. L. Pearson ukázal, že zmíněná vlastnost se velmi hodí k měření magnetické hustoty do 20 000 gaussů, a popsal jednoduchý přístroj, obsahující jen 4,5 V baterii, mikroampérmetr a odpory; může být ve spojení s tenkým proužkem germaniového krystalu použit na př. k měření magnetické intenzity v mezeře dynamického reproduktoru.

Zapojení, jehož použil Pearson, je na obraze 2. Pracuje v rozsazích 5, 10 a 20 kilogaussů a čtvrtá poloha přepíná měřící přístroj přes odpor 15 ohmů k nastavení hlavního krystalového proudu na kalibrační značku.

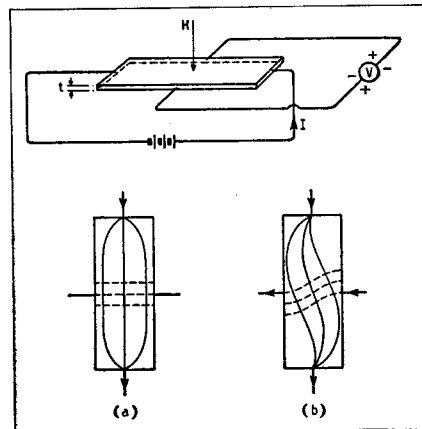
Nulový potenciometr (ve schematu „set zero“) slouží k eliminaci příčného proudu, který vždycky vzniká nemožností připájet postranní přívody do bodů přesně stejných potenciálů.

V Anglii vyrábí podobný přístroj British Thompson Houston: Gaussmetr Typ G. Pětipolohový přepínač poskytuje rozsahy 5, 10 a 25 kG. Germaniový krystal má tvar sondy a je chráněn nemagnetickým obalem vnějších rozměrů  $3,56 \times 0,89 \times 31,7$  mm; delší sondy jsou dodávány na objednávku. Polarita postupujícího pole odpovídá pozitivnímu odečítání na přístroji, je-li respektována značka na sondě. (Wireless World; listopad 1950, str. 415.) M. H.

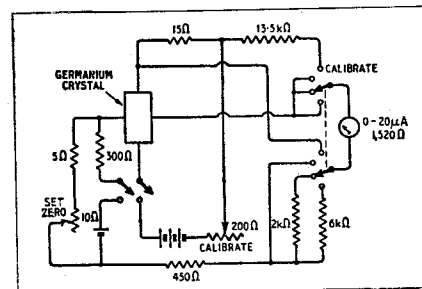
## Spájení natvrdo obráceným spalováním

Pro tvrdé spájení systémů některých speciálních elektronek používá se ponejvíce mědi nebo stříbra. Spájecí pochod probíhá pod ochrannou vodíkovou atmosférou, t. j. kromě plamene je na spoj hnán ještě proud vodíku. Shledalo se však, že povrch pájky zůstane daleko čistší, působí-li vodík na spájené již místo ještě po dobu chlazení.

Bylo tedy využito známého zjevu, předváděného běžně při chemických přednáškách, a to obráceného spalování. Je-li do nádoby (na př. skleněný zvon), naplněné svítivým nebo vodíkem, přiváděn úzkou trubicou vzduch, pak se po zažehnutí spaluje hořlavý plyn tak, že



Obraz 1. Zobrazení Hallova zjevu. Rozdělení proudu (a) bez magnetického pole, (b) při poli kolmém k rovině nákrasu. Příčné ekvipotenciální linie jsou vyznačeny čárkovaně.



Obraz 2. Obvod pro měření síly pole Hallovým zjevem v germaniu.

to vypadá, jako by hořel přiváděný vzduch. Při spájení tímto způsobem se používá místo vzduchu kyslíku, tryskajícího z podobného hořáku, jaký známe v obvyklé svařovací technice.

Zvon, ve kterém se takovéto spájení provádí, je buď skleněný nebo kovový, opatřený průhledovým okénkem. Vodík se do něho vhná trubíci, umístěnou v horní části. Zvon nemá dna a veškeré manipulace se tedy mohou snadno dít zespolu. Kyslíkový hořák, který je uzemněn, vsune se dovnitř a přiblíží k elektrodě Tesla transformátoru. Teprve když jiskra přeskakuje ke špičce hořáku, otevře se kyslíkový kohout. Spájené předměty vnášejí se spodem do zvonu již sesazených, a to na různých sloupečích nebo tyčinkách. Stěny jsou uvnitř v blízkosti pracovního bodu chráněny kovovou sítkou, protože velmi horký a téměř nesvitlivý plamen by mohl způsobit zničení zvonu. Při započetí práce se ve vrcholu srazí pára, avšak po několika minutách, kdy se stěny rozejhřejí, tento zjev ustane a nebrání pohledu dovnitř.

Otevřené dno má být dosti vysoko nad pracovním stolem, aby případně vzplanutí plynu nebo slabá exploze, zavlněná přimíšením vzduchu, v horkém zvonu měly plnou volnost k expanzi. Musí tedy být zabráněno silným vířům u dna právě proto, aby se vodík nemísil se vzduchem.

Zvon je z tvrdého skla, asi 20 cm průměru, 35 cm vysoký a síla stěn je 3 mm. Proti běžné technice spájení natvrdo hořákem je zde ta výhoda, že není naprosto třeba spájecích prostředků ani tavidel. Zvýšenou pozornost je však třeba věnovat tomu, aby se spájeného místa dotýkala jen špička plamene, neboť jen ta má redukční charakter. Vnitřek plamene je oxydační, což je pravým opakem každého jiného plamene, jak je známo z praxe. (Podle „Journal of Scientific Instruments“ 1950/7, s. 207.)

Důkaz je prostý:  $x = a + b$ ; poměr  $b : a = p$ , pak  $b = p \cdot a$  a dále  $x = a + p \cdot a = a(p + 1)$ . Sčítání jsme tedy převedli na násobení a snadné přičítání jedné.

Způsob se po obměně velmi dobře uplatní v elektrotechnické práci. Příklady to objasní:

1. Hledáme výsledný odpor dvou paralelních větví 7,7 Ω a 1,7 Ω. a) Nad větší z obou, t. j. nad 7,7 na D, postavíme jedničku stupnice R; b) nad 1,7 na D čteme na R poměr 4,53; c) přidáme 1 a vlásek indexu nastavíme na 5,53 na R, a na základní stupnici D čteme výsledek 1,39 Ω.

2. Pro návrh výstupního transformátoru potřebujeme znát odpor elektrony paralelně se zatěžovací impedancí, na př. 50 kΩ a 7 kΩ.

a) nad 5 na stupnici D postavíme 10 reciproké stupnice R;

b) nad 7 na stupnici D čteme na R poměr 7,15;

c) přidáme jedničku a pod 8,15 na R čteme na základní stupnici D výsledek 6,14 kΩ.

3. Kondensátory 30 pF a 500 pF v serii:

a) nad 5 na D postavíme 1 reciproké stupnice R;

b) nad 3 na D čteme poměr  $1,66 \times 10$  (povr, 10X větší);

c) přičteme jedničku a pod 17,6 (ve skutečnosti 1,76) na R čteme na základní stupnici výsledek 28,3 pF.

Provedení pokusů ukáže, oč je (při ovládnutí) postup rychlejší než obvyklý: odpadá sčítání a místo dvojnásobu až trojnásobu zbude jediný. Václav S a m e k.

## 1N56

Sylvania uvedla na trh novou krystalovou diodu 1N56, která má nahradit kuproxové a selenové usměrňovače pro měřící přístroje. Dioda má již při napětí + 0,25 V vnitřní odpor menší než 250 ohmů a při napětí + 1 V vnitřní odpor 50 ohmů. Při záporném napětí - 30 V protéká jí méně než 300 μA. Pro velmi přesné přístroje a fázové diskriminátory dodává jmenovaný závod pod označením 1N76 čtyři shodné diody 1N56, uzavřené v kovovém krytu s oktalovou patkou. (Electronics, Oct. 50, str. 61.)

# ELEKTRONOVÉ VLNY

## Difrakce elektronů a její použití pro výzkum materiálu

Dr. Josef KUBA,  
Ocelářský výzkumný ústav, Praha

O vzduší veškerého vývoje fyziky za posledních třicet let vystihli dobře Maurice a Louis de Broglie. Napsali, že je to boj mezi vlnovou a korpuskulární (částicovou) teorií. Než se budeme blíže zabývat vlastnostmi a použitím elektronových vln, všimneme si jejich původu. —

Začneme u světla. První představu o podstatě světla poskytla Newtonova emanace, vlnová teorie. Podle ní ze svítícího zdroje vyletují světelná tělíška, která se pohybují všemi směry, odrážejí se od povrchu předmětů a když vniknou do našeho oka, způsobují vjem vidění; některé úkazy, na př. interference světla, vznik spektra a j., však nebylo možné touto teorií vysvětlit. Byla tedy nahrazena teorií vlnovou (Huygens-Fresnel), kterou pak Maxwell zdokonalil na elektromagnetickou teorii světla. Ta dlouho a dobře sloužila; ale fotoelektrický zjev přivedl fyziky k poznání, že ani s elektromagnetickými vlnami u světla nevystačíme, i když spolehlivě vysvětlují většinu optických jevů. A tak jsme u Alberta Einsteina (ovšem jen do jisté míry) svědky návratu k staré představě Newtonových světelných tělíšek, na která se v poslední době téměř zapomnělo. —

Theorie světla tedy prodělala vývoj od korpuskulární (částičkové) k vlnám, a nakonec se vrátila k oběma představám. Po těchto zkušenostech se dalo čekat, že také dosavadní teorie látky bude prodělávat změny. Z počátku nejasně, později však stále zřetelněji se rýsovaly souvislosti mezi představou elementárních částic a představou vln. Francouzský teoretik Louis de Broglie (1924) přišel na myšlenku doplnit korpuskulární představu látky, jak ji známe ze všech dosavadních prací, názorem novým, do té doby neznámým, totiž vlnovou teorií látky. Stačilo několik desetiletí a vytvořil se hluboký rozdíl mezi fyzikou dneška a včerejška. —

Podle de Broglieho musíme ke každé pohybující se částice látky nebo záření přiřadit vlnu, jejíž délka  $\lambda$  je dána vztahem

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

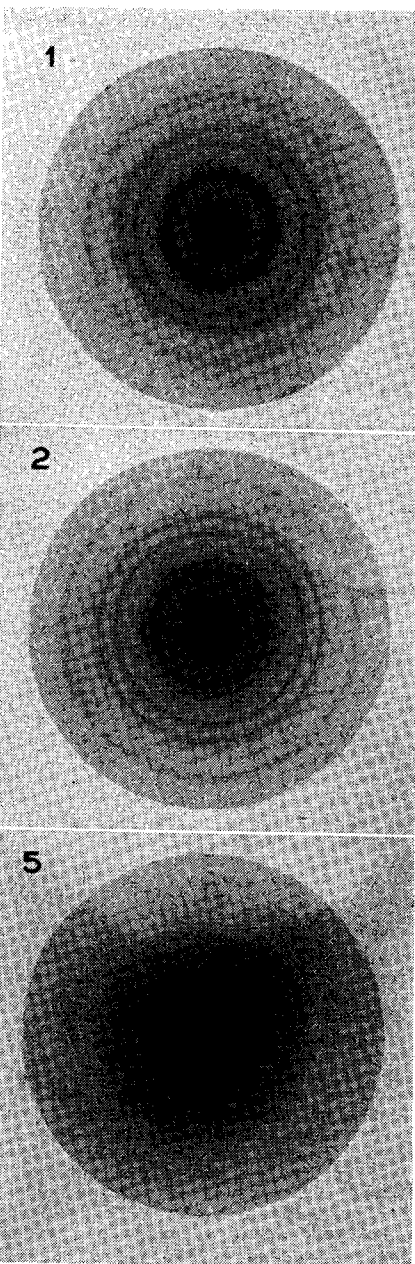
$h$  je Planckova konstanta (účinné kvantum =  $6,62 \cdot 10^{-27}$  erg/sec),  $m$  je masa pohybující se částice a  $v$  je rychlost jejího pohybu. Tím byl položen základ t. zv. vlnové mechanice, která se přičiněním Schrödingerovým (1925) a Diracovým stala znamenitou pomůckou pro teorii stavby atomů, molekul a spekter. — Vlnění, které je spjata s pohybující se částicí, se šíří

Všechny vědní obory prošly v uplynulém půlstoletí neuvěřitelným vývojem; u fyziky můžeme však mluvit o skutečné revoluci. Objevy těchto let naprosto změnilý názor na složení hmoty a na její vlastnosti. Stačí připomenout Einsteinovu teorii relativity; vlnovou mechaniku; objev positronu, a konečně uvolnění atomové energie. Pokrok novodobé fyziky se také projevuje novými přístroji a metodami, které jako majáky prozřídily temnoty čekající dosud na lidské poznání. Jsou to mimo jiné: Wilsonova mlžná komora, v níž můžeme pozorovat a i fotografovat dráhy subatomických částic; elektronový mikroskop s difraktografem; cyklotron a atomový reaktor, jejichž význam nemusíme dále dokládat. — Chceme alespoň zběžně načrtnout jeden z úseků moderní fyziky, totiž „světlo“, které tvoří letící elektrony, a jeho praktický význam. Vysvětlit přístupně podstatu nových objevů tohoto oboru není snadné. Fyzika a zvláště vlnová mechanika je oborem obtížným; vyžaduje množství odborných znalostí a často se názory fyzikovy podstatně liší od názorů vžitých a dosud běžných.

vzhledem ke zvolenému předmětu rychlostí  $u$ , kde

$$u = \frac{c^2}{v}$$

$c$  je rychlost světla a  $v$  je rychlost částice



vzhledem k danému předmětu. Amplituda těchto vln pro každý okamžik a místo představuje vlastně četnost projevů částice v onom okamžiku a místě. —

Je-li tato představa o vlnách, které doprovázejí letící částici, správná, pak se můžeme o existenci těchto vln přesvědčit pokusem. Nejlepším důkazem by bylo zjištění zjevu, který známe u paprsků X, t. zv. ohybový zjev. —

Krátce po objevu paprsků X začali fyzikové pátrat po jejich podstatě. Sám Röntgen je považoval za vlnění, ale tehdejšími prostředky se nepodařilo dokázat jejich vlnový charakter. I nejjemnější mřížky, určené k ohybu světla, byly příliš hrubé. Až roku 1912 Max V. Laue s Knippingem použili k rozkladu přirozené mřížky, jakou tvoří atomy v krystalech, a dostali skutečně rozklad a ohyb paprsků X. Tím byly současně potvrzeny dvě teorie:

- teorie o geometrickém uspořádání atomů v krystalech (Hauy, Bravais),
- teorie o vlnovém charakteru Röntgenových paprsků.

Krystal je tedy pravidelné mřížkovi s atomy na zcela určitých místech, a ty jsou od sebe vzdáleny řádově  $10^{-8}$  cm. Tato vzdálenost se má k 1 cm jako 1 cm ke vzdálenosti Praha—Řím.

Obyčejné světlo se nehodilo k průzkumu struktury krystalů, protože jeho jediná poměrně dlouhá vlna zasáhla najednou tisíce atomů, tvořících krystalovou mříž; proto nemohl nastat ohybový zjev. Teprve při užití velmi krátkovlnného „světla“, jehož vlnová délka není větší než vzdálenost dvou sousedních atomů, můžeme pozorovat očekávaný ohyb. A právě Laue tužil v paprscích „X“ ono krátkovlnné „světlo“. Uzounkou štěrbínou pouštěl tenký svazek paprsků na destičku krystalu síly 0,5 mm, a za ní umístil fotografickou desku. Po vyvolání se skutečně na desce objevily pravidelné uspořádané temné skvrny. Z takto vzniklého geometrického obrazce se dá soudit na zákony, podle nichž jsou uspořádány atomy krystalu. —

Vraťme se k elektronům. Je-li představa o vlnách, příslušejících pohybujícím se částicám, správná, musíme je pozorovat také u elektronových paprsků, tedy u proudu elektronů, letících takovou rychlostí  $v$ , že vlnová délka  $\lambda$  příslušných vln se rovná

Obraz 1, 2, 5. Difraktogramy zlata, mědi a hliníku při téměř napětí 45 kV, získané průchodem elektronových vln tenkou vrstvou vyšetřovaného kovu.

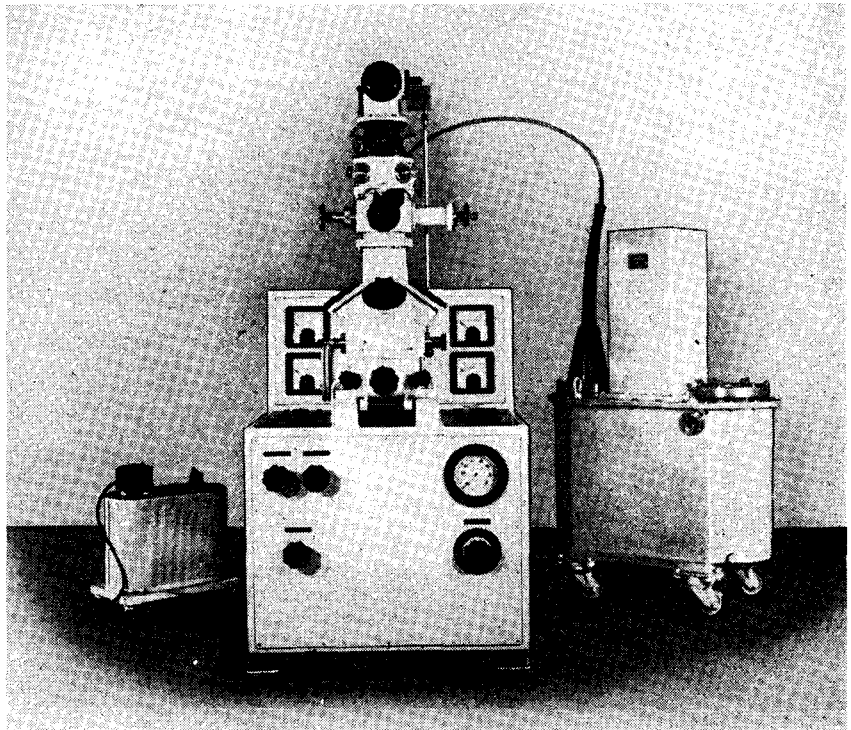
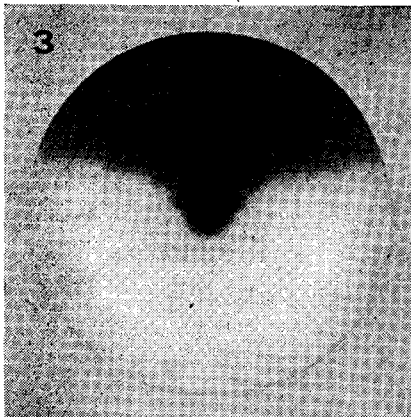
Na protější straně: Obraz 3. Odrazový difraktogram mědi při 45 kV.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Právě tak jako vlny paprsků X, nemůžeme přímo pozorovat ani vlny elektronové, ale můžeme zjišťovat na př. jejich ohybové zjevy. Abychom získali vlny, které by měly řádově podobnou velikost jako paprsky X, tedy  $10^{-7}$  až  $10^{-10}$  cm, musí elektrony letět rychlostí  $10^8$  až  $10^{10}$  cm/sec. Těchto rychlostí snadno dosáhneme v elektrickém poli o napětí od 10 do 100 000 voltů. —

Experimentální důkaz se podařil r. 1927 fysikům L. H. Germerovi a G. Davissonovi, kteří galvanometrem zjišťovali intenzitu odražených elektronů v závislosti na směru. Znamenitým doplňkem jejich práce jsou pokusy G. P. Thomsona. Nechal procházet svazek rychlých elektronů (20 a 30 kV) tenkými foliemi zlata, slídy a pod. Na fotografické desce pak dostal ohybové zjevy (kroužky), velmi podobné kroužkům při ohybu paprsků X. Byl to vlastně první elektronový difraktogram v pravém smyslu slova (obraz 1). Uprostřed je neostřá difusní skvrna (je to obraz stopy elektronového svazku, který prošel folií, kolem jsou soustředné kroužky, zcela podobné Debye-Scherrerovým kroužkům. Zmenšíme-li trochu napětí na katodové obrazovce, vznikne podobný obrazec, jen s kroužky poněkud roztaženými od středu. Vždy však zůstává konstantní součin z průměru každého z kroužků a druhé odmocniny napětí. Tento experimentální důkaz ověřil teorii de Broglieovu a potvrdil správnost vlnové teorie hmoty. —

Od r. 1927 existuje tedy nová metoda výzkumníků: ohyb elektronů, nebo, jak se říká, „elektronová difrakce“. Není to metoda samostatná; je to spíše vhodný doplněk strukturální analýzy paprsků X. Je zvláště cenná pro výzkum extrémně tenkých filmů a povrchových vrstev, kde nelze použít paprsků X pro jejich velkou pronikavost. Na rozdíl od nich jsou elektrony látkami mohutně pohlcovány, takže lze skutečně studovat jen povrch nebo velmi tenkou povrchovou vrstvičku asi 20 Å. Pro studium struktury pod povrchem jsou pak výhodné paprsky X. — V poslední době byla difrakce elektronů s úspěchem použita ke studiu zplodin chemických reakcí oxidových vrstev na povrchu kovů. Je možno studovat krystalovou strukturu kovů a slitin, připravených rozličnými způsoby; sledovat změny mřížky, způsobené rozdílnými druhy příprav (katodické nebo termické naprašování; elektrolysa; válcování; tažení; žhání atd.), nebo rozličnou úpravou



Obraz 4. Difraktograf s transformátorem a s usměrňovačem.

povrchu (leštění; leptání, oxidace; nitrádování atd.). —

Protože příprava vhodných tenkých vrstviček dělá někdy značné potíže, vznikla vedle první metody průchodové (transmisní) ještě metoda druhá, odrazová (tangentciální), kde lze použít libovolného vzorku. Při této metodě dopadá svazek elektronů pod velmi malým úhlem (1 až 2°) na připravený povrch materiálu, a na fotografické desce vznikají podobné, ale poloviční obrazce jako při průchodu. Srovnání umožňuje difraktogram mědi, získaný při průchodu (obraz 2), kdy byla měď katodicky naprášena na tenkou kolodiovou blanku; na obraze 3 je difraktogram, získaný tangentciální metodou na vyleštěném a naleptaném povrchu měděného válečku. — Úprava povrchu vyžaduje velkou péči, zejména musí být dbáno dokonalého odmaštění. Stačí tuková vrstvička několika Å (1 Angström =  $10^{-8}$  cm), třeba jen lehký dotyk ruky, a ohybové zjevy okamžitě zmizí. — Při použití urychlujícího napětí  $V$  několika tisíc voltů je pak podle zákona o zachování energie:

$$2m v^2 = \frac{eV}{300}$$

Z tohoto vztahu plyne, že délka elektronových vln

$$\lambda = \sqrt{\frac{150}{V}} \text{ Å}$$

Nesmíme však zanedbat korekce, plynoucí z teorie relativity, a klidovou masu musíme nahradit masou, příslušející rychlosti  $v$ , pro kterou platí známý Einsteinův vztah

$$m_v = \sqrt{\frac{m_0}{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

kde  $c$  je rychlost světla. Zavedením této korekce a dosazením hodnot  $e$ ,  $h$ ,  $m$  změni

se vztah pro vlnovou délku elektronových vln na výraz:

$$\lambda = \frac{150}{V} \frac{1}{\sqrt{1 + 9,836 \cdot 10^{-7} V}} \text{ Å}$$

Ten udává vlnovou délku elektronových vln, přiřazených k elektronu, urychlenému průchodem elektrickým polem o napětí  $V$ . Následující tabulka ukazuje závislost vlnové délky na napětí.

$V$	$\lambda \text{ Å}$
150	1
10000	0,1227
30000	0,0697
50000	0,0536
70000	0,0447

Protože je nejvýhodnější pracovat s difraktografem při napětí 30 až 70 kV, je používaná vlnová délka rovna 0,1 až 0,05 vlnové délky röntgenového záření obvykle používaného.

Intenzita ohybového zjevu je v poměru k témuž zjevu u paprsků X značně větší. Expozice při fotografování činí několik vteřin, proti hodinovým expozicím u röntgenové mikrostruktury. Dokonce můžeme elektronovou difrakci pozorovat na stínítku, a to velmi zřetelně. Za určitých úprav lze tedy sledovat i průběh změn na materiálu během zkoušky (zahřívání, oxidace a pod.).

Dnes existuje řada přístrojů pro ohyb elektronových vln (difraktografů). Jako příklad uvedeme přístroj, s kterým autor pracuje. Je to difraktograf fy Trüb, Täuber z Curychu, obraz 4. Stejnoseměrné napětí až 50 kV se získává z transformátoru a usměrňovače (na pravé části obrázku, za difraktografem). Toto napětí se vede na „studenou“ katodu, u které se vpuštěm

# STABILISACE PROUDU A NAPĚTÍ jednoduchými způsoby

V některých případech, hlavně v měřicí technice, je nutno stabilisovat napětí anebo proudy. Je známa řada způsobů, jak tento úkol vyřešit. Některá zapojení se hodí jen pro stejnosměrný, jiná jen pro střídavý proud; konečně jsou zapojení, kterými můžeme stabilisovat jak stejnosměrný, tak střídavý proud. V tomto článku se zmíníme o dvou způsobech stabilisace napětí a proudů, z nichž jednoho lze použít pro střídavý proud, druhého pro střídavý i stejnosměrný proud.

Stejnoseměrný i střídavý proud je možno nejjednodušeji stabilisovat t. zv. variátorem. Je to v principu odpor, tvořený slabým železným drátem, který je umístěn ve vodíkové atmosféře. Takto upravený odpor má tu vlastnost, že jím protéká přibližně konstantní proud v dosti značném rozmezí napětí. Variátorů se běžně používá pro stabilisaci žhavicích proudů měřicích přístrojů a také pro omezení počátečních žhavicích proudů u některých typů univer-

sálních přijímačů. Variátory jsou vyráběny pro různá napětí, ale běžné typy (na př. výrobky Philips) jsou většinou pro jmenovitý proud 200 mA. Výrobky jiných firem jsou u nás vzácné.

Chceme-li stabilisovat jiný proud než ten, pro něž je variátor určen, použijeme vhodného transformátoru, kterým přizpůsobíme buď spotřebič anebo variátor; obé je v podstatě totéž (obraz 1a, 1b). Transformátor musí mít v obou případech značnou indukčnost, aby magnetisační proud byl zanedbatelný v poměru k proudu činnému. Uvažujeme nejprve zapojení podle obrázku 1a. Proud variátoru necht je  $i_V$ , proud spotřebiče  $i_R$ . Převod transformátoru je dán poměrem proudů:

$$p = i_R / i_V$$

Pro daný případ je impedance transformátoru, převedená na primární stranu,  $R'_Z = R_Z p^2$ . Úbytek napětí na transformátoru má hodnotu  $R_Z \cdot i_R \cdot p$ . Střední napětí zdroje je pro daný případ vyjádřeno součtem

$$U_V + R_Z \cdot i_R \cdot p$$

kde  $U_V$  je střední pracovní napětí variátoru.

Aby byl proud  $i_R$  správně stabilisován a nebyl shuntován proměnnou indukčností transformátoru, má být reaktance primárního vinutí  $\omega L \geq 10R'_Z$ . V tomto případě vzniká chyba zanedbatelná. Platí to ovšem jen tehdy, je-li  $R_Z$  reálné, což je ve většině případů splněno.

U zapojení podle obrázku 1b jsou poměry podobné. Převod je dán rovněž poměrem proudů, jako v případě prvém. Úbytek na transformátoru je  $U_V/p$ . Střední napětí zdroje je dáno výrazem:

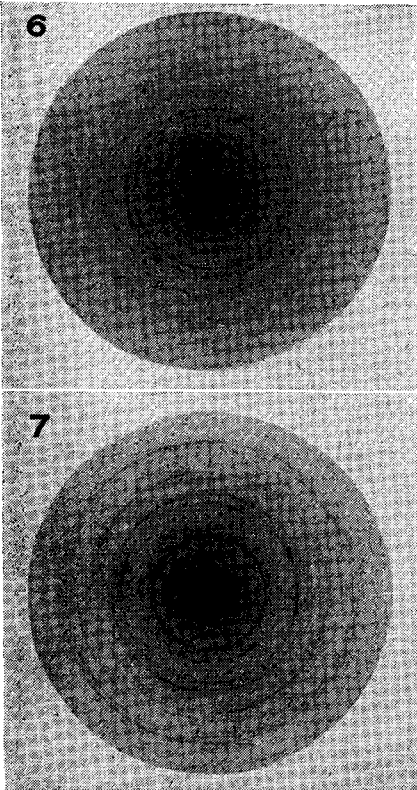
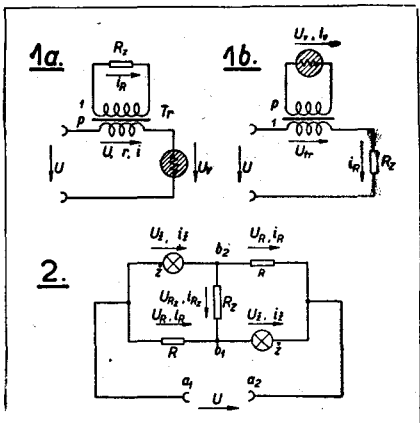
$$U = R_Z i_R + U_V/p$$

Variátorem můžeme v krajních případech stabilisovat i napětí; použijeme úbytku na odporu, protékáném stabilisovaným proudem. Vnitřní odpor zdroje je pak roven velikosti zvoleného spádového odporu.

Velkou výhodou variátoru je to, že prakticky nemění tvar křivky střídavého proudu, že nevznikají vyšší harmonické. V některých případech to má rozhodující význam.

**Obrázek 1.** Přizpůsobení variátoru a spotřebiče transformátorem.

**Obrázek 2.** Můstkový stabilisátor s žárovkami.



**Obrázek 6, 7.** Difraktogramy vizmutu a antimonu (průchodní).

ventilem dosahuje potřebného stupně vakua. Zbylé ionty jsou elektrickým polem urychlovány, bombardují katodu, a tak vzniká sekundární emise elektronů, které se zase pohybují k anodě a jsou urychlovány tímž elektrickým polem. Odcloněný úzký svazek elektronů vstupuje do prostoru o vysokém vakuu; kondensatorová magnetická čočka jej soustředí a usměrní před dopadem na preparát.

V difraktografu je ještě jedna magnetická čočka, která má pomocný úkol, zvětšit 100krát studovanou část vzorku, když to je potřeba, podobně jako u elektronového mikroskopu.

Preparát se vkládá pomocí speciálního vakuového nosníku do prostoru mezi obě čočky, a to tak, že je možno vzorku vyměňovat bez porušení vakua. Tak je tomu jen při metodě na průchod. Při odrazové metodě, za použití universální hlavice, umožňující pohyb vzorku ve všech směrech, musí se při každé výměně vzorku čerpat celý prostor difraktografu. A právě tato metoda je v technické praxi nejčastější. Při úpravě vzorku se často až desetkrát zkouší nejvhodnější doba leptání nebo čištění, a každé čerpání trvá alespoň půl hodiny, takže práce je dosti zdlouhavá. Fotografické desky nebo filmy se vkládají do speciální kasety v dolní části přístroje, a to rovněž ve vysokém vakuu. Třemi pozorovacími okénky lze sledovat ohybové zjevy na fluorescenčním stínítku a po jeho odklopení se sledovaný zjev nafotografuje. Některé difraktografy jsou vybaveny ještě zahřívacím zařízením, leštícím přístrojem a pod., takže je možno plynule a bez výmětů pozorovaného vzorku přímo na stínítku sledovat průběh žhání, leštění (zaběhávání pístů) a jiných pochodů.

Pro informaci je reprodukováno několik původních difraktogramů velmi tenkých vrstviček kovů, katodicky naprášených na extrémně tenké kolodiové blance, zachycené na jemné měděné síťce (0,1 mm). Při vývojových pracích byl dobře patrný vliv tloušťky nanesené vrstvy na kvalitu difraktogramu. Vrstvičky měly sílu do 20 až 100 atomů.

Připojené snímky ukazují, jak lze z difraktografu usuzovat na uspořádání atomů v krystalu. Na obraze 1, 2, 5 jsou zachyceny difraktogramy tří různých kovů se stejným uspořádáním atomů v mřížce, ale s rozličnými parametry (vzdálenosti sousedních atomů): měď s parametrem 3,607 Å, zlato 4,070 Å, hliník 4,041 Å. Všechny krystalují v krychlové soustavě plošně centrované. Soustava kroužků je na všech třech snímcích stejná, jen průměry se zmenšují tou měrou, jak vzrůstá velikost atomu. Na první pohled je vidět mezi kroužky mědi a zlata a po změření je patrný rozdíl mezi zlatem a hliníkem. Podstatně se od těchto difraktogramů liší obrazy vizmutu (obraz 6) a antimonu (obraz 7), které oba krystalují v šesterečné soustavě (arsenový typ). Temné skvrny u antimonu představují odrazy na velkých krystalových plochách (vláknitá struktura). Uvedené snímky byly exponovány přímo na zvětšovacím papíru, předeem vysušeném na leštičce. To bylo nutné, aby se zkrátila čerpací doba, neboť plynné produkty papíru dlouho porušovaly vysoké vakuum difraktografu. Jsou to tedy původní elektronové difraktogramy a ne kopie desek, jak bylo dosud v literatuře zvykem.

Práce s difraktografem vyžaduje velkou trpělivost při přípravě vzorku, a někdy dostaneme správnou difrakci až po několika denních zkouškách. To platí zejména u tangenciální metody, kde dosud neexistují předpisy nebo návody k úpravě rozličných druhů povrchu.

Autor děkuje vedení Výzkumného oce-  
lářského ústavu při gen. řed. Čs. hutí  
v Praze za dovolení pracovat na jejich dif-  
raktografu a uveřejnit některé výsledky.

Protože používáme transformátorů, je možné popsanými způsoby stabilisovat pouze střídavé proudy. Pro stejnosměrné proudy je nutno použít vhodného variátoru. Jde-li o stabilisaci menšího proudu než je jmenovitý proud variátoru, lze spotřebič vhodně shuntovat. V takovém případě pochopitelně značně stoupají ztráty a zapojení je velmi neekonomické.

Velmi snadno se dá stabilisovat napětí i proud zařízením podle obrázku 2. Je to antisymetrické můstkové zapojení, kde jsou v protilehlých větvích zařazeny stejné odpory a žárovky. V příčné větvi je pak zapojen spotřebič  $R_Z$ . V uvedeném zapojení se využívá změny odporu žárovky v závislosti na protékáném proudu. Se stoupajícím proudem stoupá také odpor žárovky; je to patrné z obrázku 3, kde je zakreslena závislost napětí a odporu žárovky na protékajícím proudu. Způsob, jakým zapojení působí, lze vysvětlit takto: stoupá-li napětí zdroje, stoupá také proud, tekoucí větvemi můstku, a ten způsobí vzestup napětí na odporu i žárovce. Protože však s rostoucím proudem roste také odpor žárovky, je vzestup napětí na jejich svorkách větší než na svorkách odporu. Napětí na příčné větvi můstku je dáno rozdílem spádů napětí na žárovce a odporu. Vhodnou volbou velikosti odporu  $R$  lze dosáhnout toho, že napětí na příčné větvi (mezi body  $b_1, b_2$ ) je v určitém rozmezí  $U$  konstantní.

Pro můstek na obr. 2 platí:

$$U_{RZ} = U_R - U_Z = i_{RZ} \cdot R_Z \quad (1)$$

$$i_{RZ} = i_Z - i_R \quad (2)$$

Při tom pro napětí na vstupních svorkách můstku platí:

$$U = U_Z + U_R \quad (3)$$

Celkový proud zdroje je

$$i = i_R + i_Z \quad (4)$$

Nejnázřejší je možno vyšetřit poměry v uvedeném zapojení grafickou metodou. Postup řešení je znázorněn na obrázku 4. V diagramu máme zakreslenou závislost napětí na proudu žárovky (křivka  $U_Z$ ). Načteme na křivce oblast, kde se charakteristika blíží nejvíce přímce. Čím je tato oblast delší, tím je větší regulační rozpětí. Na obrázku 4 je označen vhodný bod písmenem  $a$ . V tomto zvoleném bodě vedme tečnu  $T$ , která má pokud možno ve velkém rozmezí nahradit charakteristiku žárovky. Nyní vedeme počátkem souřadného systému o přímku  $R$ , rovnoběžnou s touto tečnou. Tato přímka určuje závislost napětí na proudu pomocného odporu  $R$ ; jeho velikost vypočteme jako poměr napětí a proudu pro libovolný bod přímky  $R$ .

Předpokládejme nyní, že odpor  $R_Z$  je nekonečně veliký (chod naprázdno) a větvi můstku protéká proud, odpovídající

zvolenému bodu  $a$ . Tomuto proudu odpovídá napětí na žárovce, dané úsečkou  $ac$ , na odporu pak je dán spád délkou  $bc$ . Rozdíl těchto dvou hodnot — vzorec (1) — odpovídá napětí naprázdno mezi body  $b_1, b_2$ . Je to délka úsečky  $ab$ . Napětí zdroje udává součet úbytku na odporu  $R$  a na žárovce (3).

Uvažme nyní, že svorky  $b_1, b_2$  jsou spojeny do zkratu. V tomto případě musí být napětí na odporu i žárovce stejné. V obrázku 4 znázorníme tuto skutečnost tím, že bodem  $a$  vedeme přímku rovnoběžnou s vodorovnou souřadnou osou. Průsečík této přímky s charakteristikou  $R$  (bod  $d$ ) udává proud, který v tomto případě teče odporem  $R$ . Rozdíl proudu žárovky a odporu určuje hledaný proud nakrátko, jehož hodnota je dána úsečkou  $ad$ . Napětí zdroje je opět dáno součtem dílčích úbytků na odporu a žárovce. V tomto případě je to dvojnásobek napětí na žárovce (anebo odporu).

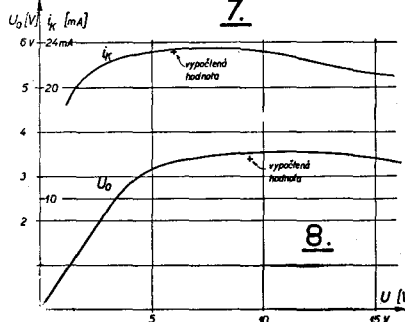
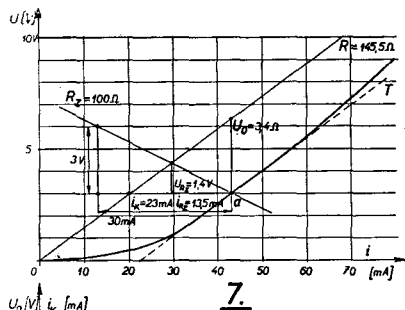
Uvedeným způsobem jsme určili proud nakrátko a napětí naprázdno, což umožňuje stanovit proud i napětí při zatížení libovolnou impedancí. Podíl napětí naprázdno a proudu nakrátko udává vnitřní odpor mezi body  $b_1, b_2$ . Velikost tohoto odporu je, jak ukazuje obrázek 4, rovna právě odporu  $R$ .

Náhradní schéma zapojení se zřetelem k bodům  $b_1, b_2$  je na obrázku 5. Proud a napětí na výstupních svorkách je dáno známými výrazy:

$$i = U_0 / (R_i + R_Z);$$

$$U = U_0 \cdot R_Z / (R_i + R_Z)$$

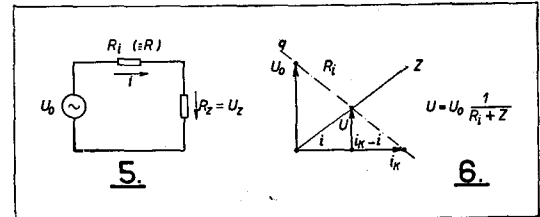
které je možno velmi pohodlně řešit gra-



Obrázek 7 a 8. Grafické řešení a zjištění charakteristiky stabilisátoru podle příkladu v textu.

Obrázek 3. Charakteristika žárovky.

Obrázek 4. Vysvětlení grafické konstrukce stabilizačního schématu.



Obrázek 5. Náhradní schéma stabilisátoru podle obrázku 2, se zřetelem k výstupním svorkám  $b_1, b_2$ . — Obrázek 6. Grafické stanovení výstupního napětí.

ficky pro libovolné reálné  $R_Z$ . Postup je tento: na souřadné osy nanese délky, odpovídající napětí naprázdno  $U_0$  a proudu nakrátko  $i_k$  (obr. 6 a 7). Spojíme koncové body úseček  $U_0$  a  $i_k$  přímkou  $q$ . Vedeme-li počátkem přímky  $Z$ , znázorňující závislost  $U = i R_Z$ , protne spojnici  $q$  v bodě  $a$ , pro který platí:

$$U = i R_Z = (i_k - i) R_i$$

Upravíme-li tento výraz a dosadíme-li za  $i_k \cdot R = U_0$ .

$$i R_Z = i_k R_i - i R_i = U_0 - i R_i,$$

dostaneme známý výraz

$$i = U_0 / R_i + R_Z$$

Tak jsme dokázali, že průsečík  $a$  udává napětí i proud na zatěžovacím odporu  $R_Z$ .

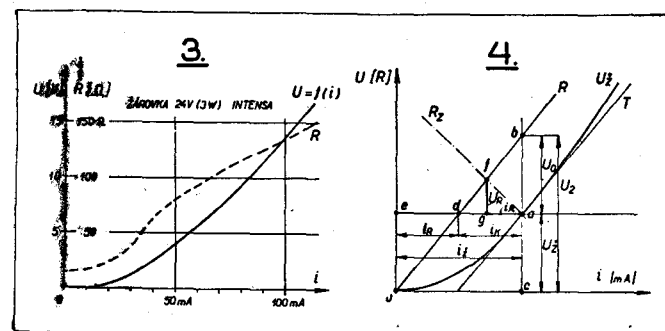
Zavedeme tuto jednoduchou konstrukci do obrázku 4. Můžeme pak jednoduše odečíst napětí i proud pro libovolné zatížení reálným odporem  $R_Z$ . Příslušné hodnoty jsou zakresleny v diagramu a odpovídají vzorcům (1) až (4).

Abyste bylo možno stanovit závislost proudu anebo napětí  $U_{RZ}$  na napětí napájecím  $U$ , je nutno provést popsanou konstrukci pro celou řadu bodů. Napětí zdroje je, jak bylo uvedeno, dáno součtem napětí na žárovce a na odporu  $R$ .

Pro názornost uvedeme příklad. Použijeme žárovky fy Intensa na 24 V, 3W, jejichž křivky byly uvedeny na obrázku 3. Je nutno vyhledat žárovky s pokud možná stejnou charakteristikou. Řešení je provedeno na obrázku 7. Nejprve zvolíme střed regulační oblasti, bod  $a$ . Sestrojíme v něm některou přibližnou metodu tečnu, se kterou vedeme počátkem rovnoběžku, která udává přímo hodnotu odporu  $R$ . Jeho velikost určíme z podílu  $U/i$  v libovolném bodě této přímky. V našem případě je  $R = 145,5 \Omega$ . Z diagramu odečteme proud nakrátko  $i_k$  a napětí naprázdno  $U_0$ . Zatěžovací odpor  $R_Z$  nechť má hodnotu 100 ohmů. Zakreslíme jej do obrázku nejlépe tak, že zvolíme určitý proud (na př. 30 mA) a pro něj stanovíme úbytek  $R \cdot i$ . V našem případě jsou to 3 V. Tyto hodnoty zakreslíme do diagramu a sestrojíme přímku, odpovídající odporu  $R_Z$ . Pak můžeme přímo odečíst napětí  $U_{RZ} = 1,4$  V a proud  $i_{RZ} = 13,5$  mA. Pro kontrolu byl sestaven můstek a byl změřen průběh napětí naprázdno i proudu nakrátko jako funkce napájecího napětí. Výsledky měření (obraz 8) se dobře shodují s vypočtenými hodnotami. Malé odchylky jsou způsobeny tím, že použité žárovky nebyly naprosto stejné.

Velkou výhodou popísaného můstkového zapojení je, že lze jednoduchými prostředky stabilisovat v dosti velkém rozmezí jak proud, tak i napětí.

Ing. Dr. Aleš BOLESLAV



# PŘEMOSTĚNÝ ČLÁNEK T

Ing. O. A. HORNA

*Selektivní obvody bez elektrických obdob pružnosti a hmoty (jimiž jsou, jak známo, kapacita a indukčnost), jsou stále častějším základem tónových generátorů a speciálních filtrů. Toto pojednání obsahuje řešení velmi výhodného článku R-C, a to s hlediska konstrukce stabilních tónových generátorů s velmi širokým kmitočtovým rozsahem.*

Rozvoj elektroakustických zařízení a nadzvukových aparátů vytváří stále vyšší a speciálnější požadavky na přístroj z nejpotřebnějších pro nf a ultrazvukovou techniku, na tónový generátor. Musí mít stabilní kmitočet, značný kmitočtový rozsah od řádu 1 c/s do 1 Mc/s, malý obsah harmonický ve výstupním napětí (pod 1 %). Přitom má být poměrně jednoduchý a levný.

## Podstata tónových generátorů.

Běžné tónové generátory jsou založeny na dvou principech: 1. záznějový, 2. R-C. V záznějovém se používá k získání nf kmitočtu rozdílu (záznějí) dvou kmitočtů vf (100 až 500 kc/s). Po pečlivém vývoji vznikly spolehlivé a oblíbené přístroje tohoto druhu. Jsou však složité, stabilita u malých kmitočtů není nejlepší a kmitočtový rozsah je principem omezen na rozpětí asi 1:1000.

Oscilátory R-C využívají vlastností některých čtyřpólů z odporů a kapacit, které mají pro určitý kmitočet selektivní fázové posunutí 0 nebo 180°. Zapojením takového členu do obvodu pozitivní nebo negativní zpětné vazby je možno rozkmitat nf zesilovač na kmitočet, pro který je fázový posun roven 0 nebo 180°. Oscilátory R-C jsou co do kmitočtu stabilní, poměrně i jednoduché a mají značný rozsah kmitočtu. Problémem zůstává stálost výstupního napětí a jeho obsah harmonických, protože činitel jakosti obvodu je malý.

## LC-RC

V oscilátoru s rezonančním obvodem LC působí spolu dvě složky. Napětí na obvodu LC je v rezonanci Q-krát větší (Q je činitel jakosti) než při kmitočtu dostatečně vzdáleném od resonance, a fázový posun při rezonanci je nula. Proto mohou oscilátory LC používat k udržení stálosti velikosti oscilačního napětí jednoduchého členu RC (mřížkový blok), který spolu s usměrňujícím účinkem pracovní mřížky nastaví záporné předpětí na takovou hodnotu, aby oscilační napětí bylo konstantní. Vzniklé skreslení je potlačeno tím, že jakostní obvod LC má pro vyšší harmonické velmi malou impedanci a odfiltruje vyšší harmonické. Rovněž nároky na fázovou čistotu zesilovače, na jehož výstup je obvod LC připojen, nejsou přísné. Většinou postačí jediná elektronka a celý obvod je poměrně jednoduchý. Veliké jakostní indukčnosti a ladící kapacity jsou však obtížné, vyloučily by použití magnetického železa, a je pak velmi těžké jít pod kmitočty asi 20 kc/s. Pak je nutno použít buď záznějové úpravy, nebo oscilátorů RC.

Z nejstarších typů je oscilátor RC na obraze 2. Vstup a výstup zesilovače je spojen přes kaskádní čtyřpól tak, že vzniká pozitivní zpětná vazba. Je-li zisk

zesilovače přesně roven útlumu čtyřpólu v bodě, kdy fázové posunutí je 180° (obraz 1), vzniknou v obvodu stabilní oscilace, protože však křivka fázového posunu probíhá místem  $f/f_0$  velmi táhle, mohou malá fázová posunutí v zesilovači značně ovlivnit kmitočet oscilátoru. Křivka zesílení  $e_2/e_1$  nemá také v místě  $\varphi = 180^\circ$  rezonanční vrchol, naopak zisk článku RC stoupá k větším kmitočtům, takže samotný čtyřpól nepotlačuje vyšší harmonické. To znamená, že zesilovač musí mít omezování amplitudy navrženo tak, aby nevznikalo skreslení; fázové posunutí v použitelném oboru musí být zanedbatelné a skreslení zesilovače nepatrné. Další nevýhodou je, že při změně kmitočtu je nutno současně řídit tři ladící prvky (odpory, kondensátory), a to přesně souběžně, jinak útlum čtyřpólu vzroste až po případě vysadí oscilace. Pro tyto nevýhody se pro generátory laděné plynule zapojení podle 2. dnes jen zřídka používá.

Výhodnější je Wienův můstek, jehož zapojení v oscilátoru je na obraze 4 a fázová charakteristika ( $\varphi$ ) i rezonanční křivka ( $e_2/e_1$ ) na obraze 3. Křivka zesílení má rezonanční vrchol. Činitel jakosti je však asi 0,3, čili požadavky na zesilovač jsou skoro stejně přísné, jako v předcházejícím případě. K ladění je však potřeba jen dvou členů a útlum čtyřpólu je jen  $K=3$  (proti  $K=29$  u předcházejícího případu), takže požadavky na zesilovač lze snáze splnit. Proto se tohoto zapojení často používá pro jednoduché tónové generátory až do 50 kc/s.

Nejvýhodnější je však tak zv. dvojitý čtyřpól T, který zcela potlačuje kritický kmitočet, čili má odpovídající činitel jakosti  $Q = \infty$ . S tímto článkem byly sestaveny oscilátory, které mají obsah harmonických menší než 0,1 % a rozsah až 100 kc/s. Bohužel při změně kmitočtu

nutno současně měnit tři prvky kapacitní (nebo odporové), jak vyplývá ze dvou podmínek pro kritický kmitočet  $f_0$ . To je obtížné a proto oscilátory tohoto typu nemají plynulou změnu kmitočtu, ale přepíná se několik kmitočtů stabilních.

## Jednoduchý článek T.

Během války byly prozkoumány vlastnosti přemostěného čtyřpólu T, jehož schema je na obraze 8. Článek má pro konstrukci oscilátorů (a nf filtrů) několik podstatných výhod. Jeho kritický kmitočet se řídí jen dvěma členy (při stejném útlumu), fázová změna probíhá v okolí kritického kmitočtu  $f_0$  značně rychle (obraz 6) a má poměrně ostrý rezonanční vrchol (obraz 7), jehož velikost (činitel jakosti Q) lze v širokých mezích řídit poměrem odporů  $R_1/R_2$ . Kmitočtový rozsah, který je možno pohodlně obsáhnout, je asi 10 c/s až 5 Mc/s. V zesilovači stačí dvě elektronky a jednoduchý žárovkový omezovač (variátor), při čemž výstupní napětí je konstantní s přesností  $\pm 10\%$  a obsah harmonických menší než 0,2 %.

## Odvození vlastností.

Pro posouzení přemostěného článku T potřebujeme znát jeho základní vlastnosti: 1. jeho kritický kmitočet  $f_0$  (při kterém je fázový posun nula); 2. jeho útlum  $e_2/e_1$  při kmitočtu  $f_0$  nebo 3. jeho činitel jakosti Q.

Abychom odvození zjednodušili, provedeme nejprve transformaci hvězdy (C-C-R2) na odpovídající trojúhelník ( $Z_{12}$ - $Z_{13}$ - $Z_{23}$ ) na obraze 9. Pro další výpočet nás budou zajímat pouze  $Z_{12}$  a  $Z_{23}$ , které vypočteme z transformačního vzorce.

$$Z_{12} = -X(X + j2R_2)/R_2 = -X \cdot Z/R_2 \quad (1)$$

$$Z_{23} = -j(X + j \cdot 2R_2) = -j \cdot Z \quad (2)$$

kde

$$Z = X + j \cdot 2R_2; \quad -j \cdot X = 1/j\omega C; \quad j = \sqrt{-1}$$

Zisk nebo útlum článku je dán poměrem  $e_2/e_1$ . Za předpokladu, že generátor má nulový vnitřní odpor a že na svorky  $e_2$  není připojen žádný odpor zatěžovací (zesilovač má nekonečný vstupní odpor), je možno tento poměr vyjádřit

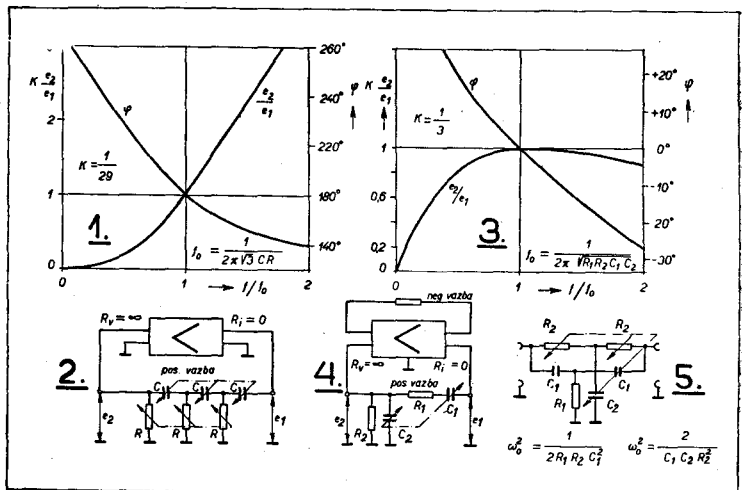
$$e_2/e_1 = Z_{23}/(Z_{12}||R_1 + Z_{23}) \quad (3)$$

kde

$$Z_{12}||R_1 = Z_{12} \cdot R_1/(Z_{12} + R_1)$$

Obraz 1 až 4. Zapojení a charakteristiky posouváče fáze a Wienova můstku.

Obraz 5. Dvojitý článek T; vzorce pro výpočet.





Pro další výpočet bude výhodnější pracovat s poměrem  $e_1/e_2$ , který je po dosazení z (1) a (2) do (3) dán výrazem

$$\frac{e_1}{e_2} = 1 - j \frac{X \cdot R_1}{R_1 R_2 - XZ} \quad (4)$$

Po dosazení za  $Z$ , úpravě a rozdělení reálných a imaginárních členů je poměr  $e_1/e_2$  dán výrazem

$$e_1/e_2 = 1 + A/C - jB/C = \alpha - j\beta \quad (5)$$

kde

$$\alpha = 1 + A/C \quad \beta = B/C$$

$$A = 2X^2 R_1 R_2 \quad B = X \cdot R_1 (R_1 R_2 - X^2)$$

$$C = (R_1 R_2 - X^2) + 4X^2 R_2$$

Fázové natočení pro libovolný kmitočet (libovolnou velikost kapacitance  $X$ ) je dán výrazem

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{B}{A + C}$$

Má-li být fázové natočení nula čili  $\varphi = 0$ , musí se  $\operatorname{tg} \varphi = 0$ . Tento případ může nastat, když  $B = 0$  nebo když  $A + C = \infty$  (nekonečno).  $A + C$  může být nekonečno, když je nekonečno  $X$ , čili když kmitočet  $\omega = 2\pi f = 0$ . Tato podmínka nastává jen pro ss proud a nemá tedy pro funkci článku  $T$  významu.  $B$  se rovná nule, buď když člen

$$X \cdot R_1 = 0, \quad (7) \text{ nebo } R_1 R_2 - X^2 = 0. \quad (8)$$

Podmínka (7) je splněna, když  $X = 0$  (protože  $R_1$  je ohmický odpor, jehož velikost se s kmitočtem nemění), čili když odpor kondensátoru je nulový, což nastává při nekonečně velkém kmitočtu. V tom případě však již zesilovač má zisk nulový, takže se na nekonečně velkém kmitočtu nemůže rozkmitat a proto je i tato podmínka pro nás bez významu. Podmínka (8) je splněna, když

$$f_0 = 1/2 \cdot \pi \cdot C \sqrt{R_1 R_2}; \quad (9)$$

Vzorec (9) tedy udává vztah mezi  $C$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  a kritickým kmitočtem  $f_0$ , při kterém nastává nulový fázový posun. Můžeme jej proto nazvat vzorcem rezonančním. Poměr  $e_1/e_2$  při kritickém kmitočtu  $f_0$  udává činitel jakosti obvodu:

$$Q = [e_1/e_2]_{f=f_0} = 1 + \frac{R_1}{2R_2} \quad (10)$$

a útlum čtyřpólu při kritickém (rezonančním) kmitočtu  $f_0$  je

$$Z = 1/Q = 2R_2/(R_1 + 2R_2) \quad (11)$$

Ze vzorců (10) (11) vidíme, že zvětšováním poměru  $R_1/R_2$  je možno zvětšit  $Q$  (rezonanční vrchol) a že tím současně stoupá útlum čtyřpólu pro  $f_0$ , což je, jak uvidíme, velmi výhodné.

Obraz 10, 11. Zjednodušené schéma a úplné schéma s hodnotami pro tónový generátor s přemostěným článkem  $T$ . — Obraz 12. Tabulka hodnot pro přemostěný článek  $T$  a žádané rozsahy generátoru.

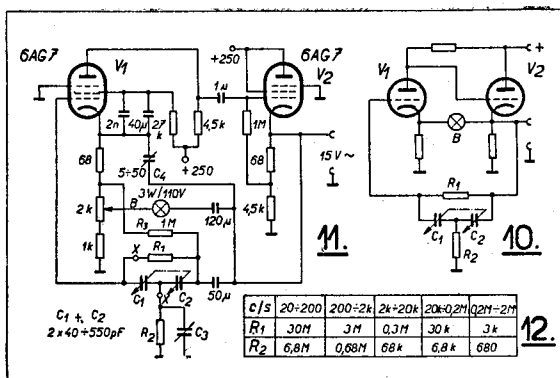
### Praktické provedení oscilátoru.

Principiální schéma oscilátoru s přemostěným článkem  $T$  je na obraze 10. Elektronka  $V_1$  tvoří napěťový zesilovač;  $V_2$  je zapojena jako zesilovač s uzemněnou anodou a transformuje značnou impedanci anodového obvodu na asi 1/strmost, čili asi 100  $\Omega$ . Tím je splněna jedna podmínka správné funkce článku  $T$ , že totiž musí být napájen ze zdroje s velmi malým vnitřním odporem.

Mezi kathodami  $V_1$  a  $V_2$  je zapojen odpor  $B$  (žárovka), který způsobuje pozitivní zpětnou vazbu dostatečně velikou, aby se zesilovač při odpojení článku  $T$  rozkmital na libovolném kmitočtu, daném nějakou časovou konstantou v obvodu zesilovače. Připojením článku  $T$  mezi výstup a mřížku  $V_1$  zavede se do obvodu značná negativní vazba, která je nejmenší pro kmitočet  $f_0$  (obraz 7).

Při vhodné volbě poměru kladné vazby přes  $B$  a záporné vazby přes článek  $T$  (útlumu článku) je možné dosáhnout toho, že zesilovač se rozkmitá na kritickém kmitočtu  $f_0$ . Žárovka  $B$  působí jako stabilizátor vnitřních poměrů v zesilovači (a rovněž výstupního napětí). Stoupne-li oscilační napětí, protéká žárovkou  $B$  větší proud a její odpor stoupne. Tím se zmenší zpětná vazba tak, že oscilační napětí poklesne na původní hodnotu.

Úplné zapojení oscilátoru je na obraze 11. Elektronky 6AG7 jsou strmé televizní pentody ( $S = 11 \text{ mA/V}$ ), kterým se blíží naše EBL21. Obvod pozitivní zpětné vazby tvoří žárovka 3 W/110 V (obyčejná osvětlovací). Kondensátorem  $C_4$  se zavádí při největších kmitočtech další pozitivní zpětná vazba, která koriguje zisk a fázové poměry zesilovače při těch kmitočtech, při kterých se již uplatňují rozptylové kapacity. Odpor  $R_3$  tvoří svod mřížky na vhodnou odbočku kathodového odporu a je připojen na článek  $T$  tak, že nezatěžuje jeho výstupní svorky. Tím je splněna druhá podmínka, že totiž článek  $T$  nemá být na výstupu zatížen. Kondensátorem  $C_3$  (ten je připojen pevně



k jednotlivým odporům  $R_2$ . viz tabulku 12) se nastavuje u nejvyšších rozsahů počáteční kmitočet tak, aby jedna stupnice platila pro všechny rozsahy. Kmitočtový rozsah je 20 c/s až 2 Mc/s ( $R_1$  a  $R_2$  se přepínají v místech, označených ve schématu 11 písmenem  $X$ ). Výstupní napětí 15 Veff, výstupní impedance menší než 100  $\Omega$ . Stabilita napětí uvnitř rozsahu i mezi rozsahy asi  $\pm 10$  procent a obsah harmonických menší než 0,2 % pro kmitočty 200 c/s až 0,2 Mc/s, v okrajových rozsazích stoupá až na 1 %. K ladění stačí obyčejný duál, který ovšem musí být dobře izolován od kostry přístroje a také stíněn.

### Závěr.

Jednoduchý článek  $T$  se dobře hodí pro tónové generátory s širokým rozsahem. Jeho výhodné vlastnosti umožňují stavbu jednoduchých a stabilních přístrojů s malým skreslením. Ladí se jen dvěma členy (na př. duálem  $2 \times 550 \text{ pF}$ ). Nastavení není choulostivé na jejich přesný souběh (ten ovlivňuje jen průběh stupnice kmitočtů). Podobného zapojení, jaké je naznačeno na obraze 10, bylo by také možné použít pro selektivní nf filtr nebo rezonanční obvod.

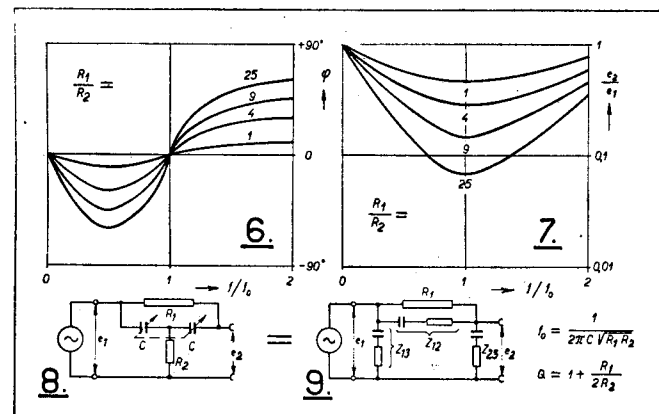
### Prameny:

1. P. M. Honell, Bridged-T Measurement of High Resistances at Radio Frequencies, Proc. I. R. E., Febr. 1940.
2. P. B. Sulzer, Wide-Range R-C Oscillator, Electronics, Sept. 50, str. 88.
3. General Radio Catalog L (1948), str. 116 až 121.
4. „Cathode Ray“, RC Oscillators, Wireless World, Sept. 50, str. 331 až 334.
5. Ing. T. Horňák, Dvojitě a přemostěný článek  $T$ , Elektronik, únor 1949, str. 29.

### Škola pomáhá při radiofakci vesnice

Jak oznamuje moskevský měsíčník „Radio“, sovět kyjevského radioklubu se rozhodl pomáhat při radiofakci perejaslavskochmelnického rayonu. Ve dvou vesnicích již byla vykonána velká práce. Je zajímavé, že při tom vynikající úlohu hrála školní mládež. Ve vesnici Studeniki bylo rozhlásově instruováno 28 žáků, kteří potom zhotovili a umístili v domech kolchozníků 75 krystalových přijímačů. Zvláště dobře pracovali mladí radioamatéři: žák páté třídy Aleksej Ševela a komsomolci Nikolaj Cymbal a Ivan Kozeleckij. Během školního kursu postavili 11 radiových přijímačů. Kromě toho si členové kroužku připravili všechny potřebný materiál pro vybudování nové školní ústředny, která bude napájet 10—12 místních stanic. Aby ústředna mohla samostatně pracovat, žáci se již postarali o zvláštní přívod elektrického proudu. Ve vesnici Kozlově při této akci bylo postaveno 35 přijímačů.

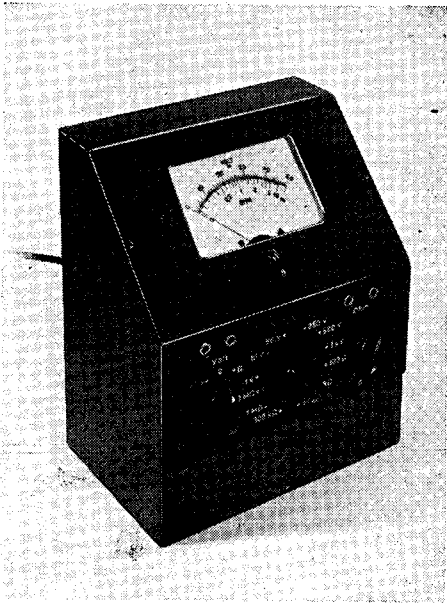
Obraz 6, 7. Fázová a napěťová charakteristika přemostěného článku  $T$ . — Obraz 8. Přemostěný článek  $T$  a obraz 9, ekvivalentní článek  $\pi$ , se vzorcem pro výpočet.



# PROSTÝ ELEKTRONKOVÝ VOLTMETR

## na stejnosměrné napětí

Josef VOSÁHLO, Ostrova



Nenákladný a podstatou i konstrukcí velmi jednoduchý přístroj měří napětí od 0,05 do 1000 V prakticky bez proudu, a odpory od 5 Ω do 200 MΩ. Pro každý obor činnosti stačí jedna stupnice: lineární pro napětí, a pro odpory přibližně logaritmická, s užitečným rozsahem přes dvě dekády.

Pro měření ss napětí na velkých odporech, na př. mřížkové obvody elektronek, musí být vstupní odpor měřícího přístroje dostatečně veliký, prakticky nekonečný, aby nezatežoval zkoušený obvod a tím nezpůsobil nesprávný odečet. Tuto podmínku splňuje voltmetr elektronkový. V našem přístroji je použito elektronky, zapojené jako katodový zesilovač; při vhodné úpravě a vhodném předpětí dává pro ss napětí úplně rovnoměrné výchylky, takže vyhoví původní stupnici použitého měřidla, odpadne cejchování a zbuďte jen snadná adjustace. — Pro měření odporů do 100 MΩ stačí doplnit přístroj příslušnými normály a upravit přepínač. V časopise Radio & Television News, srpen 1949, byl návod, který

jsem upravil pro naše poměry. Podstatu funkce voltmetru i ohmmetru objasňují zjednodušená schemata.

**Zapojení.** Elektronka UBL 21 pracuje jako katodový zesilovač. Ve vstupu jsou odpory  $R_2$  až  $R_7$  s malou tolerancí, pro měření napětí; stejně přesné odpory  $R_8$  až  $R_{13}$  jsou pro jednotlivé rozsahy při měření odporů. Ochranný odpor  $R_{11}$  je zabudován do dotykového hrotu a jeho hodnota nerozhoduje. Rozsahy přepínáme dvoupólovým přepínačem se šesti polohami  $K, L$ . Rozsahy napětí 1; 10, 50; 250; 500; 1000 V; pro odpory jsou hodnoty 100 Ω; 1 kΩ; 10 kΩ; 100 kΩ; 1 MΩ; 10 MΩ uprostřed stupnice a každý rozsah v použitelném oboru 0,1 ÷ 10. — Článek 1,5 V, kterého používáme jako zdroje napětí pro měření odporů, je připojen záporným pólem na kostru. Elektronka má žhavení 55 V/0,1A. Toto napětí zároveň usměrňujeme selénovým usměrňovačem (do 30 mA), je vyhlazeno elektrolýtem  $2 \times 32 \mu\text{F}/250 \text{ V}$  a použito pro anodový obvod elektronky.

V můstkovém zapojení jsou dva druhy potenciometrů:  $P_1$  je pro nastavení nuly;  $P_2$  řídí citlivost přístroje pro napětí,  $P_3$  pro odpory.

$P_2$  nastavíme jednou provždy.  $P_3$  občas korigujeme podle toho, jak kleslo napětí použitého článku 1,5 V. Přepínač ABCD je výrobek Philips TA, jehož kontakty jsou upraveny podle zapojení (4 × 3).

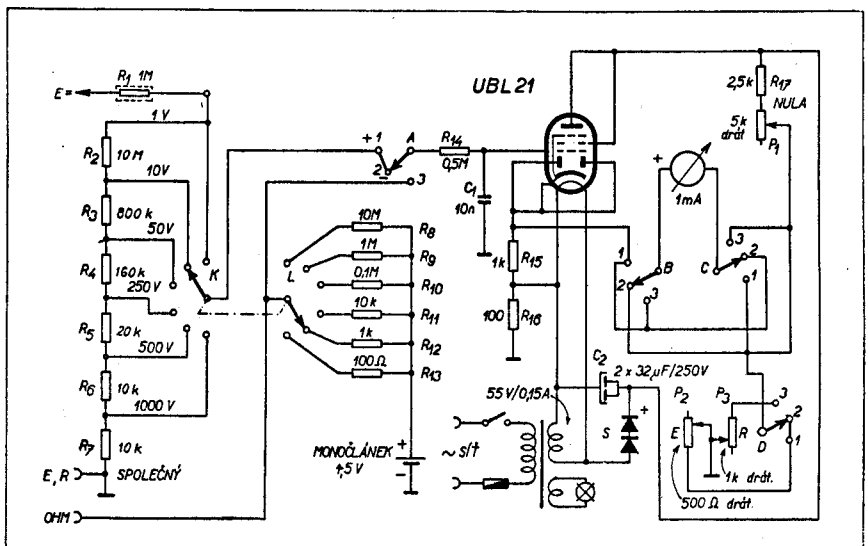
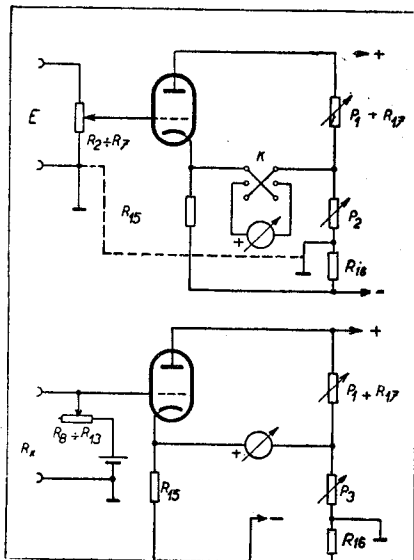
**Montáž.** Přístroj je zamontován ve skřínce vhodné velikosti. Vlevo je přepínač pro změnu polarisace a pro přepnutí při měření odporů (A až D). Uprostřed je pře-

řepínač rozsahů  $K - L$ , vpravo je korekční potenciometr  $P_1$ , nad ním zdířky pro připojení měřeného odporu. „Živé“ zdířky musí být dobře izolovány trolitulem a pod. Vlastní měřící přístroj má mechanickou korekci nahoře. Na zadní straně kostry jsou potenciometry  $P_2$  a  $P_3$  (citlivost). Síťový transformátor je malý; stačí plechy velikosti výstupního traťoru.

**Cejchování.** 1. **Odpory.** Stupnici pro měření odporů si musíme sami nakreslit. Vlevo je nula, vpravo je ∞; je to výhodné při odečítání. Čím je větší odpor, tím je větší výchylka vpravo. Přístroj zapojíme na síť a přepneme na př. na rozsah 100 ohmů.  $P_3$  nastavíme tak, až ručka ukáže na konec stupnice ∞. Spojíme zdířky  $R$  nakrátko, a  $P_1$  nastavíme nulu na počátku stupnice; potom odstraníme krátké spojení a opravíme  $P_3$  na konec stupnice. To opakujeme tak dlouho, až dosáhneme souhlasu na obou koncích stupnice, která je předkreslena pro napětí. Polohu  $P_1$  si označíme čárkou,  $P_3$  nastavíme šroubovákem, který vložíme do zářezu ve hřídeli. Na svorky  $R$  připojíme pomocný odpor proměnlivý v rozsahu 0 až 1000 ohmů. Postupně nastavujeme a nějak kontrolujeme jeho hodnotu, a podle výchylek ručky současně kreslíme stupnici. Asi uprostřed bude 1 (t. j.  $1 \times 100 = 100$ ), asi v desetínách od konců bude 0,1 a 10 ( $\times 100 \Omega$ ). Stupnice bude platit i pro ostatní rozsahy, jsou-li odpory  $R_8$  až  $R_{13}$  přesné.

2. **Napětí.** Přístrojem lze měřit ss napětí asi od 0,05 do 1000 V v šesti rozsazích. Pro měření většího napětí (televise) musíme si udělat oddělenou, dobře izolovanou sondu s děličem napětí, na př. 1 : 10. K cejchování napětí použijeme článku 1,5 V, potenciometru 1000 ohmů a pomocného, pokud lze přesného voltmetru. Přepneme na 1 V,  $P_2$  nastavíme šroubovákem asi na poloviční hodnotu. Po vyžhavení elektronky opravíme výchylku na nulu potenciome-

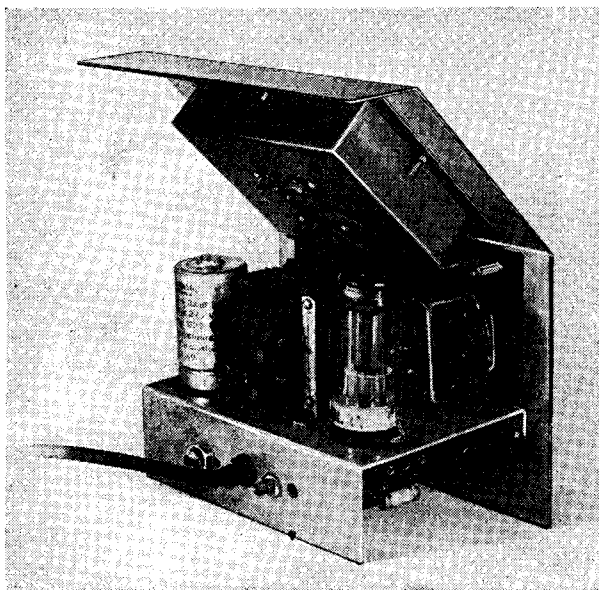
Vlevo nahoře: podstata zapojení přístroje v činnosti voltmetru. — Pod tím podstata činnosti ohmmetru; využívá toho, že voltmetr má nulový odběr z měřeného obvodu. — Vpravo úplně zapojení přístroje s vepsanými hodnotami součástek.



trem P1. Na svorky E přivedeme napětí 1 V (přes potenciometr) a opravíme polohu P2. Postup opakujeme, až 0 V a 1 V souhlasí se začátkem a koncem stupnice. Poté kontrolujeme průběh po celé stupnici. Kdyby se objevily rozdíly v průběhu předtíštěné stupnice, zvolíme jinou polohu P2 a postup od začátku opakujeme. Konečnou polohu P1 pro měření napětí si opět označíme. Přepínáme-li na E nebo R, musíme P1 nastavit na tyto rysky. Bylo by sice možné použití dvou nulových korekcí (pro E a R), pak by však musel mít přepínač A až D 5 řad a tři polohy. Použitý miliampérmetr má rozsah 1 mA. Vestavíme třeba vhodný výprodejní do obdélníkové krabičky z měděného plechu a ručku prodloužíme, aby stupnice byla delší, jak to popisuje článek v č. 1, 1951, str. 24. — Protože používáme poměrně robustního měřiče se základním rozsahem 1 mA, a přístroj bude vždy v téže poloze, není zapotřebí takové opatrnosti při vyvažování a volbě lehké ručky. Můžeme také použít přístroje v původním krytu; použijeme-li však úpravy na snímku, utěsníme měřicí systém důkladně, aby do něho nemohl vnikat prach.

Ačkoli přístroj je poměrně jednoduchý, je spolehlivý a na kolísání síťového napětí jeho údaj téměř nezávisí. Lze jím spolehlivě měřit na př. napětí na mřížce, a to tak, že jeden pól připojíme na „živý“ konec katody, druhý přímo na mřížku. Se zřetelem k hodnotě mřížkového odporu lze stanovit skutečné předpětí a zjistit na př., zdali vazební kondensátor propouští kladné napětí ss a tím ruší předpětí. Dále je možno měřit napětí na velkých odporech, na př. na stínících mřížkách, anodách a pod., a symetrickým vstupem i napětí pro vyrovnání úniku a pod. Hodnoty velkých odporů lze snadno zjistit, jestliže jejich jeden konec odpojíme a tím přerušíme ev. řetěz dalších odporů. Mimo to lze zjišťovat svodový odpor na kondensátoru do hodnoty 100 MΩ, ev. i větší.

I když takový přístroj není obvyklým doplňkem méně bohaté dílny, je záhodno, aby se jím stal, neboť za cenu o málo větší než stojí elektronka, usměrňovač a prostý síťový trafor, získáváme voltmetr a ohmmetr, jaké by v jiných úpravách stály několikrát sobek ceny.



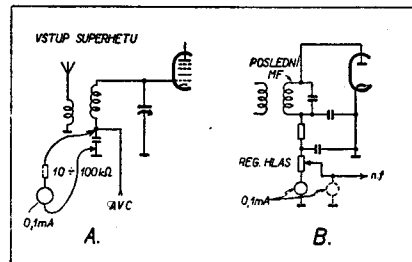
Vnitřek elektronkového voltmetru. Na kostce vlevo dvojitý ellyt, síťový trafor, elektronka; dále přepínač polarity a V/Ω. V krytu pod šikmou stěnou je vestaven přístroj, upravený z výprodejního, na př. podobně, jako v předchozím čísle t. 1. na str. 25.

## K VYVAŽOVÁNÍ SUPERHETU

Pro získání přesného souběhu mezi vstupním a oscilátorovým ladícím okruhem superhetu je nutno znát průběh stupnice, resp. její rozsah a polohu t. zv. kmitočtu 1 shody. Spolehlivosti hotové stupnice smíme věřit jen v některých případech, a i to je omezeno příliš širokými značkami stanic na stupnici. Dále mají starší přístroje stupnici, která dnes neplatí, a tabulky kmitočtů z oné doby nejsou vždy na dosah. Konečně mnohý aparát, zejména nový, stupnici dosud nemá. — Musíme tedy průběh stupnice hledat podle vstupního obvodu. Činíme to obvykle vyřazením oscilátoru a sledováním resonance buď ssací metodou (která však citelně rozlaďuje při otevřeném ladícím kondensátoru), nebo kontrolou anodového proudu nebo napětí stínící mřížky některé elektronky, zasažené automatickým řízením pokud lze blízko příslušného obvodu. Tento druhý způsob sice nerozlaďuje vstupní obvod, má však jiné slabiny. Přerušování anodového obvodu (vždy až za mf obvodem, tedy těsně u +) je pracné; měření napětí stínící mřížky je ztížené jednak tím, že nezřídka je napájeno více mřížek z jednoho odporu a všechny nereagují stejně, jednak tím, že změny napětí jsou malé v poměru ke značné klidové hodnotě, a konečně starší přístroje mají mřížky napájeny z děliče více méně tvrdého, a pak je kontrola nemožná.

Velmi vhodný způsob kontroly rozsahu a zjištění polohy ladícího diálu při souběhových kmitočtech i na krátkých vlnách je vyznačen na obrázku a. K dekupačnímu kondensátoru toho ladícího okruhu, který má na průběh stupnice největší vliv (oscilátor je vyřazen, tedy buď vstupní nebo druhý, u směšovače, má-li přístroj ladící pásmový filtr nebo vf stupeň), připojíme citlivý miliampérmetr s plnou odchylkou při 0,1 mA. Citlivější je lepší; v nouzi stačí i menší, ale vždy je výhodné, můžeme-li mu předřadit pokud lze velký odpor, aby dekupační kondensátor v obvodu nebyl spojen nakrátko a okruh byl málo tlumen. Velmi vhodný je ss elektronkový voltmetr. Pak zavádíme do anteny vf signál a při resonanci ukáže mAmetr zřetelnou, ostrou výchylku, kterou snadno nastavíme na maximum. Stanovíme pak souběhové body velmi ostře. — Výklad činnosti: Obvod působí jako mřížkový detektor, neboť mřížka má v klidu předpětí nula; nucený signál je řídicí mřížkou usměrněn a protlačuje mřížkovým obvodem proud, který ukáže mAmetr. Při resonanci je maximum tím zřetelnější, čím méně je obvod tlumen, t. j. čím větší je odpor mAmetru.

Téhož způsobu můžeme použít k vyvažování celého přístroje místo výstupního měřiče způsobem podle obrázku b. Buď spojíme mAmetr do serie se svodem diody



— obvyčejně to je regulátor hlasitosti — nebo jej dáme paralelně mezi běžec regulátoru a jeho dolní konec; pak můžeme navíc řídit citlivost přístroje. Metoda tu už byla popsána, ale čtenáři jí sotva rozsáhleji používali, protože málokdo měl vhodný citlivý mAmetr. Z výprodeje, a zejména úpravou podle E 1/1951, str. 25, získáme však vhodný aparát poměrně snadno. Několik praktických zkoušek potvrdilo, jak způsob velmi usnadňuje vyvažování. Abychom úplně využili jeho přesnosti, musíme ovšem mít i možnost superhet přesně doladit, t. j. zapojení musí mít nastavitelný padding a všechny trimry a doladovací jádra. P.

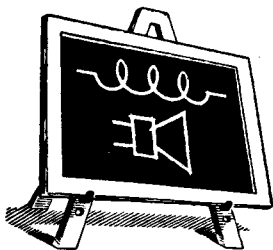
## Kopirovací stroj s magnetofonem

R. R. Perron popisuje v loňském listopadovém č. Electronics stroj, který dovoluje kopirovat na př. tvar vačky nebo jiný složitý obrys s použitím magnetofonové „paměti“. Kopirovaný předmět se pomalu otáčí a jeho obrys sleduje citlivá páčka, která natáčí diferenciální kondensátor v multivibrátoru. Tím se mění délka pozitivního pulsu v poměru k celkové délce jednoho cyklu, a tento proměnný průběh se zaznamenává na magnetofon s nekonečným pasem. Snímací hlava reaguje na střední hodnotu průběhu, takže když jsou kladná a záporná část cyklu stejně dlouhá, je střední hodnota nula. Mění-li se poloha citlivé páčky, mění se i uvedený poměr, a snímací část přístroje reaguje souhlasným a přesně definovaným pohybem kopirovacího nástroje. Šířkové modulace pulsů se používá proto, aby několikeré použití pásky nemělo vliv na přesnost obrysu. Přístroj pracuje velmi přesně a pásky s „pamětí“ je možno mnohokrát použít.

## Krystaly se svrchními tóny

Je dlouho známo, že křemenový výbrus může kmitat nejenom na jisté nejhlubší frekvenci, kterou označujeme jako základní, nýbrž i na jejích lichých násobcích. Označení „harmonické“ není přesné, neboť ty sice snadno z krystalového oscilátoru získáme elektricky, ale krystal sám tvoří především jen liché členy řady a ještě jen přibližně celistvé násobky. Vznikají tak, jako by byl původní výbrus složen z n samostatně kmitajících vrstev, kde n je řád svrchního kmitočtu, a protože krajní vrstvy mají opačné náboje, musí mít i opačný pohyb a celkový počet vrstev musí být lichý. V prostých obvodech se podaří dosáhnout nejvyšší třetího násobku základního kmitočtu, ve speciálních obvodech až 29. násobku, t. j. s výbrusem 10 Mc až 290 Mc/s.

Speciální obvod má vf pentodu 6AK5 jako zesilovač, v anodovém obvodu má okruh naladěný na žádaný kmitočec a vázaný transformátorem se zatěžovacím odporem nebo s výstupem. Paralelně ke krystalu je rovněž ladící okruh, paralelně L + C, laděný také na žádaný kmitočec. Obvod připouští použití jako kmitočtové modulovaný budič s kmitočtem rovným přímo střední hodnotě nosné vlny. (Electronics, listopad 1950, str. 88.)



# Malá ŠKOLA RADIOTECHNIKY

## 3. AUDION se zpětnou vazbou

Zesilovač na baterie, s jednou elektronkou, který jsme si postavili minule, nikoho nepřekvapil výkonem, neboť až na větší hlasitost dokázal jen o málo víc než krystalka. Těm z nás, kdo s elektronkou pracují po prvé, umožnil ovládnout práci s ní na nejprostším přístroji, s nejmenším nebezpečím neúspěchu; byl také příležitostí, abychom „na vlastní uši“ poznali hlavní, základní úkol elektronky, totiž zesilování. Hlavně proto jsme jej stavěli.

Abychom zachytili víc než několik nejbližších vysilačů, musíme činnost elektronky rozšířit i na demodulaci, kterou u předchozích přístrojů zastával krystalový detektor. S tím se proto rozloučíme a nahradíme jej elektronkou. Ale ani to by nestačilo proměnit jednolampovku v přístroj opravdu citlivý. K tomu je potřeba ještě zpětné vazby. Dnešní stať bude tedy pojednávat o detekci (demodulaci) elektronkou, o zpětné vazbě (zatím jen prakticky) a o nejjednodušším dálkovém přijímači, který oběho využívá.

### 3.1. Co je nosná vlna, éter, modulace.

Kdybychom mohli vidět část elektromagnetické vlny, jak ji vysílá kterákoliv stanice při vysílání pořadu, viděli bychom zhruba obrázek 9a. Ony husté vlnky představují nosnou vlnu, totiž tu, jejíž délku nebo jejíž kmitočet udáváme při určování polohy vysilače na stupnici. To je vlna o vysokém kmitočtu; můžeme si ji představit jako vlny na vodě, jenže vlny elektromagnetické rozechvívají zatím neznámou látku éter, který je nositelem elektromagnetických vln všeho druhu. — Také světlo a teplo jsou elektromagnetické vlny, a protože ty se šíří nejenom některými pevnými hmotami (sklo; dřevo; kovy), ale i dokonalým vzduchoprázdňem (vakuum) v žárovkách, a dokonce mezihvězdným prostorem, usuzujeme z toho, že ona domnělá látka, éter, se vyskytuje prostě všude. Její rozvlnění přenáší elektrickou, tepelnou i světelnou energii na značné vzdálenosti za podmínek sice různých pro ten onen druh záření, ale v podstatě nepříliš odlišných.

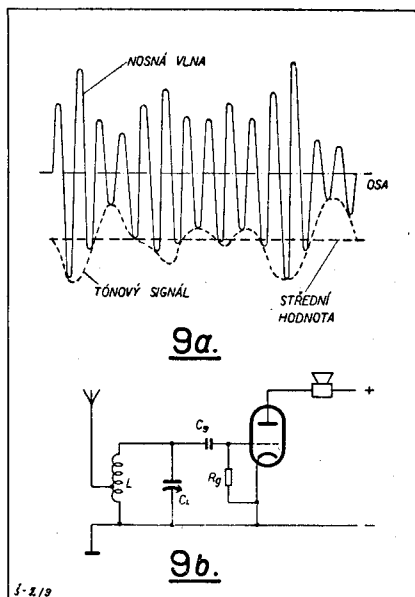
### 3.2. Šíření vln.

Hodně stručně řečeno: dlouhé rozhlasové vlny, nad 1000 m nebo pod 300 kc/s, se dobře přizpůsobují zemskému povrchu, ale mají dosah omezen na několik set km. — Střední rozhlasové vlny, 100 až 1000 metrů délky nebo kmitočtu 3000 až 300 kilocykly za vt. se vyznačují tím, že za soumraku a tmy putují nejen po povrchu Země, ale i odrazy od svrchních vrstev atmosféry, které v různých výškách obalují Zemi jako slupky. Proto večer zachytíme na středních vlnách mnohem více pořadů než za světla. — Vlny krátké nebo dekametrové, 10 až 100 m, 30 000 až 3000 kc/s, putují už skoro výlučně svrchními vrstvami atmosféry na vzdálenosti mnoha tisíc kilometrů,

kdežto vlna přízemní má dosah nepatrný, obyčejně zanedbatelný. Vlny metrové, 1 až 10 m, 300 000 až 30 000 kc/s, se už blíží svými vlastnostmi světlu, t. j. šíří se přímočaře, jen na dohled vysílací anteny. Vlny ještě kratší dají se soustřeďovat reflektory podobně jako světlo do velmi úzkých svazků, a to je podstatou jejich použití v zv. Hertzových kabelech, radaru a j.

### 3.3. Modulace.

Ony jemné vlnky na obrázku 9a nejsou však stále stejné, nýbrž jejich velikost se mění. Říkáme, že nosná vlna je modulována tónovým signálem. Kdybychom totiž onen průběh, vyznačený čárkovaně, s nosné vlny sejmuli, dostali bychom elektrický obraz vysílaného pořadu, či krátce tónový signál, který bychom mohli zavést do sluchátka nebo do reproduktoru a slyšeli bychom po-



J. Z. 19

Obrázek 9a. Tak by se asi jevila nosná vlna nějakého vysilače, modulovaná tónovým pořadem, kdybychom ji mohli vidět. Její jednotlivé vlnky mění svou výšku podle průběhu tónového napětí, a to souměrně na obě strany. — Obrázek 9b. Zapojení t. zv. mřížkového detektoru, v němž elektronka demoduluje signál, a také zesiluje jeho tónovou složku.

Obrázek 10. Schema přijímače s jedinou elektronkou, která pracuje jako mřížkový detektor se zpětnou vazbou.

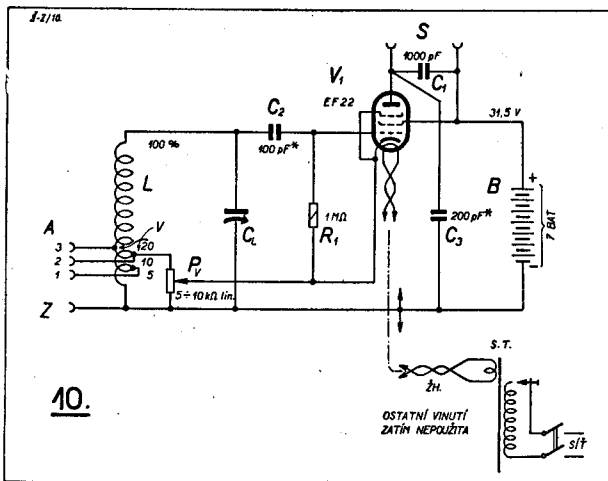
řad. Toto sejmnutí je právě úkolem demodulace, a ta je nutná, neboť kdybychom do sluchátka zavedli vlnu tak, jak ji antena zachytí a vysokofrekvenční část přijímače zesílí, pak by membrána chtěla sledovat ony jemné vlnky. Každému jejich zvětšení, na př. vzhůru, přísluší přibližně stejné zvětšení dolů, takže ubohá těžká membrána by zůstala v klidu, podobně jako příslovečný Buridanův osel, který měl jednu otýpku sena vlevo a druhou vpravo své cesty. Proto je nutná demodulace, která by prostě jednu otýpku zakryla, tak aby se membrána pohybovala jen podle jedné strany modulované vlny.

### 3.4. Detektor.

Snadno si představíme demodulaci detektorem. To je přístroj, který propouští jen kladné půlvlny, kdežto záporné zadržuje, takže z obrázku 9a zbude na př. jen dolní část od osy souměrnosti. Takovou vlastnost má krystalový detektor, který už známe. Je to v podstatě elektrický usměrňovač; podobných používáme také k získání stejnosměrného proudu z proudu střídavého. Stejnou schopnost mají i elektronky s dvěma elektrodami: žhavou katodou a studenou anodou; proud může téci jen od anody ke katodě, opačně nikoli. Takové elektronky se jmenují diody a použijeme brzy jedné z nich k výrobě stejnosměrného anodového proudu z proudu střídavého, až totiž v „Malé škole“ dojdeme k přístrojům výlučně síťovým.

### 3.5. Detekce mřížková.

Pro náš záměr vyhoví zapojení, které je velmi zjednodušeně vytiženo obrázkem 9b. Signál z anteny je vyladěn ladicím okruhem  $L, C_1$ , a působí přes kondensátor  $C_g$  na řídicí mřížku elektronky. Druhý pol ladicího okruhu je spojen s katodou. Na ladicím okruhu se po vyladění objeví napětí tak, jak je znázorňuje obrázek 9a. Je-li na horním pólu obvodu kladná půlvlna, je i mřížka proti katodě kladná a propouští proud, takže kladná půlvlna jako by byla spojena nakrátko, odříznuta. Když naopak v následující půlperiodě nosné vlny přijde na mřížku půlvlna záporná, nemůže mezi mřížkou a katodou protékat proud a záporná půlvlna nabije kondensátor  $C_g$ . Tento kondensátor se ovšem může vybijet přes odpor  $R_g$ , zemní spoj a cívku, které obvod uzavírají k druhému polepu  $C_g$ . Každá záporná půlvlna však náboj obnoví a doplní,



10.

takže na řídicí mřížku trvale působí jisté záporné napětí, úměrné velikosti signálu, který byl zachycen antenou a vyladěn ladícím obvodem.

Protože však amplituda modulované nosné vlny kolísá v rytmu tónové modulace, jak připomíná obraz 9a, kolísá i toto předpětí řídicí mřížky. Tím jsme provedli demodulaci: na mřížce elektronky v zapojení 9b působí vedle stejnosměrného předpětí, úměrného střední hodnotě polovice průběhu signálu, ještě střídavé napětí stejného průběhu jako je tónová modulace nosné vlny, a to je to, čeho jsme chtěli demodulací dosáhnout: to je demodulační detekcí, kterou jmenujeme detekce mřížková.

### 3.6. Detekce diodou.

Téhož výsledku dosáhneme, jestliže místo kathody a mřížky nějaké elektronky s více elektrodami (triody, pentody) použijeme kathody a anody elektronky s dvěma elektrodami čili diody. Detekce diodou používáme u velkých přijímačů, superhetů. — Popsaný způsob modulace, při němž se tónové napětí projevuje změnami amplitudy čili výšky vln průběhu vlny nosné, jmenujeme modulací amplitudovou. Je to nejběžnější způsob modulace. Může se však místo amplitudy měnit i rytmu tónových napětí také kmitočet nosné vlny, a to je zatím málo používaná modulace kmitočtová nebo frekvenční.

### 3.7. Detektor — zesilovač.

Mřížková detekce obvodem podle 9b dovoluje využít i zesilovacího účinku elektronky. Uvažme, že na její řídicí mřížce je střídavé napětí, souhlasného průběhu jako tónové napětí, které tvoří pořad rozhlasového vysíláče. Kromě něho má mřížka ještě záporné předpětí. To je však případ, který už známe: elektronka je připravena působit jako zesilovač, a v jejím anodovém či výstupním obvodu (viz odstavec 2.1 v předchozím čísle t. l.) vznikne zesílený tónový proud, který můžeme využít v reproduktoru. Mřížkový detektor, obvod na obraze 9b, je tedy nejcitlivějším detektorem, protože jednak dovede demodulovat i velmi malé signály a ještě jejich tónovou část zesílí. Má ovšem zase nevýhodu v tom, že skresluje signály velmi silné; právě proto se u větších přijímačů používá k detekci diody. — Připomeňme ještě — budeme to brzy potřebovat — že náš obvod zesiluje i napětí vysokofrekvenční, které na mřížce zbylo. —

Tím jsme tedy splnili první část svého záměru, vysvětlili jsme si totiž demodulaci i celkovou činnost elektronky včetně zesilování. Mohli bychom také přestavět svůj ba-

snímek popisovaného přístroje; knoflík potenciometru  $P_V$  je zakryt dlouhovlnnou cívkou, která stojí mezi cívkami pro delší a kratší rozsah krátkých vln. Postavení cívky a elektronky bylo už pozmeněno ve smyslu odstavce 2, 4, v předchozí stati.

teriový zesilovač podle kapitoly 2 na audion podle zapojení na obraze 9b prostou náhradou detektoru kondensátorem  $C_2$  z obrázku 7 a 8, který by byl zapojen od mřížky elektronky ke statoru ladícího kondensátoru místo k zemnímu vodiči. Detektor přitom vůbec odpadne. Přesvědčíme se tak, že audion je snad o něco citlivější než zesilovač s krystalovým přijímačem, ale rozdíl není podstatný.

### 3.8. Audion se zpětnou vazbou.

Proveďme hned další pokus a pozmeníme zapojení podle obrázků 10 a 11. Změn je velmi málo a nových součástí také. Předně potřebujeme t. zv.

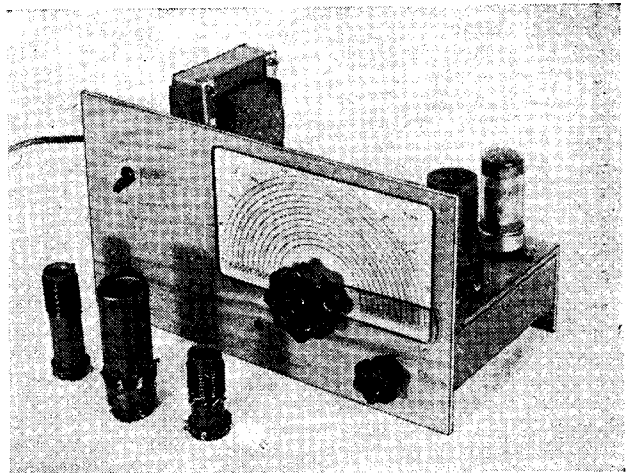
potenciometr  $P_V$  s lineárním průběhem odporu, s plnou hodnotou odporu 5000 až 10 000 ohmů; můžeme použít kterékoli hodnoty mezi uvedenými dvěma, podle toho, jaký potenciometr se nám podaří získat; v nouzi může mít i 2000  $\Omega$ , nebo také 20 000  $\Omega$ , nejnáze se však pracuje s hodnotou 5000  $\Omega = 5$  kilohmů (k $\Omega$ ). Vzhled udává kresba na obraze 11;

kondensátor  $C_3$ , slídový nebo keramický s kapacitou 200 pikofaradů, zcela podobný kondensátoru  $C_2$ , který už máme.

Všecko ostatní zůstává z dřívějšíka. V zapojení provedeme tyto úpravy: Předně nahradíme detektor kondensátorem  $C_2$ , jak jsme už psali. — Potenciometr  $P_V$  zapojíme krajními vývody mezi vývod „0“ a „10“ na objímce výměnné cívky. Kathodu elektronky i s dním koncem odporu  $R_1$  odpojme od zemního vodiče a připojíme je na střední vývod potenciometru, který je spojen s pohyblivým dotykem na potenciometru; jmenujeme jej běžec. Mezi anodu elektronky a zemní vodič zapojíme kondensátor  $C_3$ . Tím jsou úpravy skončeny.

### 3.9. Pokusy.

K přístroji připojíme baterii a vyžháváme elektronku připojením sítě a zapnutím



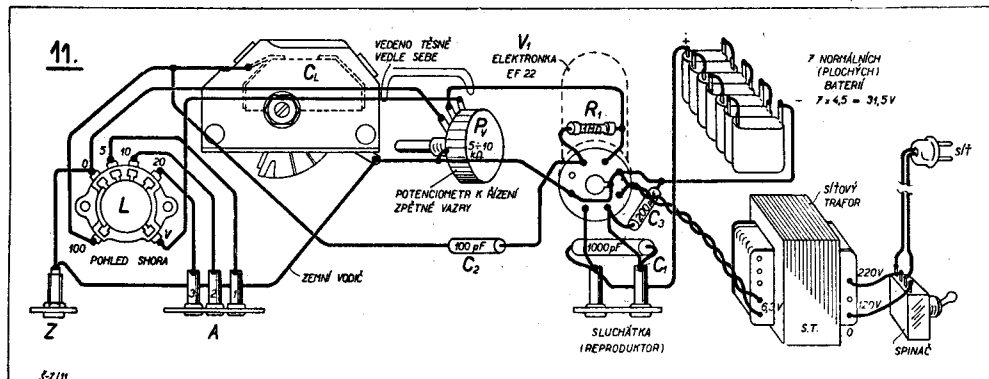
síťového spínače. Připojíme také do zdíčky 1 antenu a uzemnění, do objímky zasuneme cívku středních vln, se 100 závity. Potenciometr  $P_V$ , který je upevněn na levní desce přístroje v připravené díře v levém dolním rohu, vytočíme otáčením doleva, při čemž ještě jednou prohlédneme, zda jsme vývody  $P_V$  zapojili přesně tak, jak to ukazuje plánek 11. Nasadíme sluchátka nebo připojíme reproduktor.

Když teď ladíme, nezjistíme rozdíl proti svému audionu původní úpravy ani proti krystalce se zesilovačem, až snad na malíčko větší selektivnost. Vyladíme některý vysíláč; můžeme si ovšem vybrat jen z těch několika, které zachytíme, ale nemusí to být právě nejsilnější.

Teď nastává chvíle napětí: otáčejme zvolna knoflíkem  $P_V$  z krajní polohy směrem vpravo. Z počátku nepozorujeme nic. Od jisté polohy však začne zřetelně a stále rychleji stoupat hlasitost, až bude značně větší než původně. Při dalším otáčení hlasitost ještě mírně poroste, ale pak najednou pořad zeslábne nebo zmizí a místo něho uslyšíme piskavý tón. — Zkusíme-li poté ladit, bude se výška pískání měnit i v jisté poloze bude tón nejhlubší nebo skoro zmizí, a na obě strany od této polohy ladícího kondensátoru jeho výška poroste až do neslyšitelnosti. Nastavíme si hbitě onen nejhlubší tón a pootočíme knoflíkem zpětné vazby  $P_V$  jen o tolik zpět, aby hvizd nebo bublání právě zmizelo. Tím opět uslyšíme pořad vyladěného vysíláče, a to velmi silně. Máme jej také přesně vyladěný; pootočíme-li ladícím knoflíkem jen málo stranou, hlasitost klesne na doklad toho, že v oné poloze bylo vyladění nejlepší.

Můžeme se pokusit o zachycení také jiných vysíláčů slabších, které jsme zatím vyladit nedokázali. K tomu cíli pootočíme  $P_V$  zase jen o tolik doprava, až se ozve hvizd, a pozorně otáčejme ladícím knoflíkem. Na některém místě stupnice uslyšíme opět klouzavý hvizd, silnější nebo slabší. Nastavíme jej na nejhlubší tón, pootočíme

Obraz 11. Spojovací plánek přístroje podle snímku a schématu 10. Podobá se předchozímu zesilovači; chybí detektor a přibyl obvod zpětné vazby, která dává přístroji citlivost.



velmi pozorně  $P_V$  o tolik doleva, až hvízd zmizí. Pak buď uslyšíme pořad, byl-li vybraný vysílač dosti silný, nebo neuslyšíme nic, třeba jsme předtím hvízd slyšeli docela zřetelně; to je tenkrát, když zachycený signál je příliš slabý. S venkovní antenou vždy a zvláště večer, s antenou náhražkovou aspoň večer však jistě najdeme na stupnici několik vysílačů dosti vzdálených. Tím jsme dospěli k přijímači podstatně výkonějším než na jaké jsme byli dosud zvyklí.

### 3.10. Úpravy cívek.

Možná že zjistíme, že hvízdání nastává u našeho přístroje už při velmi krátkém pootočení  $P_V$  z krajní levé polohy doprava (kdyby naopak bez hvízdání byla krajní poloha pravá, zaměníme připoje krajních plíšků na  $P_V$ ). To značí, že odbočka na cívce, kterou jsme označili ve schématu i plánu písmenem V, je příliš vzdálena od odbočky „0“, či od dolního konce cívky. Pak přejdeme z původně použité odbočky „10“ na odbočku „5“. Ten přechod děláme tak, že u cívky zrušíme vývod „50“, jehož nadále nebudeme používat, a na volný dotyk patky zavedeme spoj od příslušného kolíčku patky. Na objímce použijeme pak vývodu V k připojení podle schématu, horního konce  $P_V$ , toho, k němuž běžec dospěje při otáčení doprava. — Přechodem na „5“ by se naopak mohlo stát, že v některé poloze ladicího kondensátoru, zejména na  $C_L$  skoro uzavřeném, by k dosažení hvízdů nestačilo ani úplné vytočení  $P_V$  doprava. To by zase byla odbočka příliš dole. Pak prostě vyvedeme pro zpětnou vazbu odbočku samostatnou, někde mezi „5“ a „10“, kterou si vyzkoušíme. Ve většině případů vyhoví odbočka „5“, ovšem jenom u cívky pro střední vlny.

### 3.11. Nezbytná opatření.

Než popíšeme další úpravy a pokusy, připomeňme čtenářům, že zajímavé hvízdání ve sluchátkách nebo reproduktoru mohou s námi poslouchat i okolní majitelé rozhlasových přístrojů. Může se to stát zejména když poslouchají onen vysílač, o jehož vyladění s pomocí hvízdů se právě pokoušíme, za druhé když i my používáme venkovní anteny. Proto především laďme hbitě, pokud lze s nejmenším hvízdáním. Za druhé použijeme náhražkové anteny, neboť její vysílací dosah je malý. Konečně také používejme jen dolní odbočky pro připojení anteny, tedy oné, která má na schématu číslo 1 a vede k odbočce „5“ a jen když na této odbočce je příjem příliš slabý, použijeme vyšší. Později si polohu jednou vyladěných stanic vyznačíme na papírové stupnici a naučíme se ladit je bez hvízdání, pozorným utažením zpětné vazby (knoflík  $P_V$ ) jen tak, aby přijímač měl sice největší citlivost, ale právě ještě nehvízdal.

### 3.12. Ostatní rozsahy.

Ke svému přístroji máme ještě jednu cívku pro vlny dlouhé a dvě cívky pro rozsahy krátkých vln. Větší z nich jsme si udělali už u krystalky a má celkem 20 závitů. Jako odbočku V pro zpětnou vazbu jsme u svého přístroje vyzkoušeli 6. závit od konce „0“, tedy odbočku na „30“ procentech celkového počtu závitů. Vývody anteny jsou na 1., 2. a 4. závitě, jinak je cívka zcela podle obrázku 4 (Elektronik, č. 12/1950). — Podobnou cívku pro rozsah 6 až 20 Mc/s, t. j. 15 až 50 metrů vlnové délky

získáme, navineme-li na kostru stejnou jako předchozí celkem 10 závitů měděného drátu průměru 1 mm (smaltovaný), vinuto s rovnoměrnými mezerami, takže vinutí je dlouhé asi 20 mm. Odbočky pro antenu budou na polovině 1. závitě od konce „0“, na 1. závitě a na 2. závitě, pro zpětnou vazbu vyhověla odbočka na konci 2. závitě.

Ukáže-li se, že vazba nechce v některé poloze ladicího kondensátoru nasazovat, zkusme předně antenu připojit do nižší odbočky anteny, tedy do zdířky 2 nebo 1. Tím uvolníme vazbu s antenou a zmenšíme útlum, kterým antena působí na ladicí obvod. Je to zákrok vhodný zejména při anteně dlouhé, která zvláště na krátkých vlnách má být velmi volně vázána s ladicím obvodem. Kdyby to nestačilo, zkusíme teprve přeložit odbočku V směrem ke konci 100. Tím totiž zesílíme zpětnou vazbu; dbejme však toho, abychom vždycky měli odbočku V pokud lze dole, u konce „0“.

Při pokusech zjistíme předně, že nastavení  $P_V$  značně kolísá s laděním, zejména na krátkých vlnách. Při otevřeném ladicím kondensátoru (u kratších vln) nasazuje obyčejně pískot brzy, naopak při zavřeném  $C_L$ . Někdy se vyskytnou i při ladění prudké změny nastavení. Obyčejně je působí vlastnosti anteny, a vždy je aspoň zčásti odstraníme, použijeme-li volnější vazby s antenou, t. j. připojíme-li ji do zdířky 1, nejvýše 2. Při otáčení  $P_V$  se ozývá šramot ve sluchátkách nebo v reproduktoru, zvláště není-li dotyk běžce na odporovou vrstvu dokonalý. Obyčejně šramot snadno sneseme; vyskytuje se jenom při manipulaci s  $P_V$  a příště si ukážeme, jak i tuto malou nesnáž odstranit. — Nepravdivostí ve zpětné vazbě na krátkých vlnách může také působit nevhodné vedení přívodů k  $P_V$ . Jak je doporučeno na obrázku 11, veďme je pokud lze vždy těsně u sebe, ale ne zkroucené; tím by kapacita příliš vzrostla.

### 3.13. Ladění na krátkých vlnách.

Je podobné jako na vlnách středních, ale obtížnější, protože vysílač je tu mnohem více a jsou těsněji u sebe. Zde zejména oceníme jemný ladicí převod, který jsme si udělali, a který byl téměř zbytečný u krystalky a u přístrojů bez zpětné vazby. Také se teď ukáže skutečný příjem; zatím co jsme dříve stěží vyladili srozumitelný pořad, zachytíme jich teď nadbytek, zejména ovšem s dobrou antenou a se sluchátky. Kdo je nemá a musí používat reproduktoru, nebude příjemem nijak ohlušen a musí se spokojit s poslechem jen silných vysílačů. (Později však i on bude uspokojen, jakmile totiž rozšíříme svou jednolampovku o další stupeň, což bude v příští stati.) — Poznáme také, co je únik. Některé pořady na krátkých vlnách budou totiž pomalu nebo rychleji kolísat v hlasitosti, a doregulování zpětné vazby nepostačí to vyrovnat. Zjev zavinují nepravdivosti v šíření krátkých vln, a omezíme jeho nepříjemný důsledek tím, že použijeme dobré anteny nebo si prostě najdeme pořad silnější, úniku čili fadingu méně vydaný.

### 3.14. Cívka pro dlouhé vlny.

Bude zase stejná jako ta, kterou jsme popsali v odstavci 1.8 v loňském 12. č. t. 1. Pro zpětnou vazbu upravíme odbočku na 15. závitě; nám se osvědčila a úprava snad nebude nezbytná. Kdyby však nutná byla, postupujeme způsobem podle odstavce 3.12. (Dokončení na protější straně.)

# Návrh a stavba

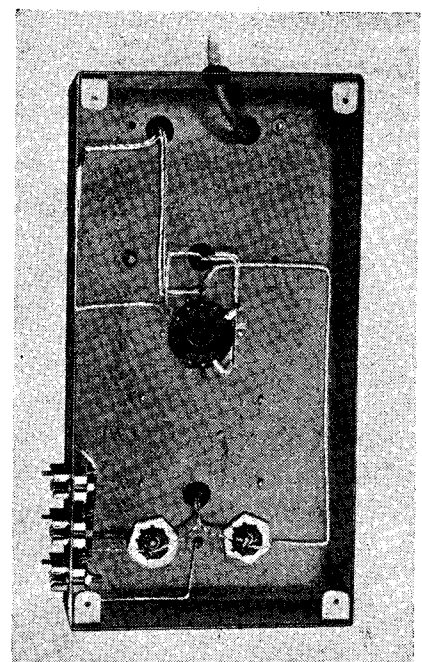
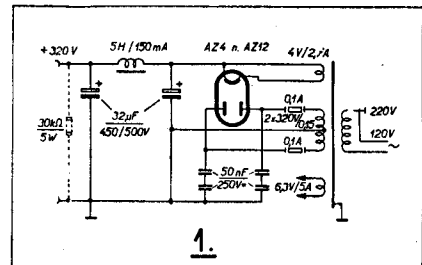
## Část čtvrtá

Zapojení na obrázku 1 je běžné: síťový transformátor s obvyklými vývody napájí jednak všechny žhavicí obvody, jednak dvojcestnou usměrňovací elektronku typu AZ 12, za níž je zařazen obvyklý filtr C, L, C na celkový dodávaný proud. V obvodech anody usměrňovací elektronky jsou jemné pojistky na ochranu před zkratem, ale v našem přístroji zatím chybí. Protože aparatura bude mít rozhlasový adaptor, jsou paralelně k vinutí  $2 \times 320$  V kondensátory 25 nF, které utlumí vř projevů náhlých přerušení proudu při usměrňování na rozptylové indukčnosti transformátoru. Kondensátor, zkoušené na trojnásobek maximální hodnoty napětí, t. j. 1500 V, jsme neměli; použili jsme proto dvou kondensátorů 50 nF v seri, určených pro 250 V ss provozních. Sřídavé napětí na nich se rozdělí v poměru kapacit; ty jsou prakticky shodné, budou tedy i kondensátory stejně namáhány, a to bezpečně pod dovolenou hodnotou.

### Výpočty a data součástí.

Síťový transformátor. Jádru

**Obrázek 1.** Zapojení síťové části s hodnotami součástek. — Pod tím pohled pod kostru (síťový transformátor nahoře); tlumicí kondensátory 50 + 50 nF zatím chybí.



# zesilovače s hodnotným přednesem

## Síťová část

průřezu  $2,8 \times 5,5 \text{ cm}^2 = 15,4 \text{ cm}^2$ ; okénko pro vinutí  $2,0 \times 6,0 \text{ cm}^2 = 12 \text{ cm}^2$ . — Počet závitů na volt,  $n_1 = 45/15,4 = 2,92$ . — Výpočet podle *Kammerlohera* (RA č. 3—4/1944, str. 13). Žádané ss napětí  $E = 305 \text{ V}$ . — Max. ss proud:  $0,125 \text{ A}$ . — Zátěž  $R_a = 305 : 0,125 = 2440 \Omega$ . Vnitřní odpor pro AZ4 odhadnut:  $R_i = 300 \Omega$ . — Počet cest: 2. — Potřebné ef. napětí na usměrňovače:  $325 \text{ V}$ . — Účinnost: 0,75. — Eff. proud v jedné větvi usměrňovače:  $0,5 \times 305 \times 0,125/325 \times 0,75 = 0,068 \text{ A}$ . — Výkon pro usměrňovač  $305 \times 0,125/0,75 = 51 \text{ W}$ . — Zbytkové napětí 10,5 V max., 7,5 V eff. — Výkon pro žhavení usměrňovačky:  $4,0 \times 2,2 = 8,4 \text{ W}$ . — Výkon pro žhavení zesilovačích elektronek:  $6,3 \text{ V} \times 5 \text{ A} = 31,5 \text{ W}$ .

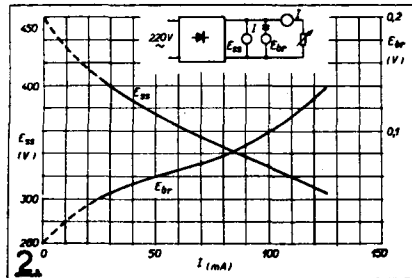
Celkový výkon traforu:  $51 + 8,4 + 31,5 = 91 \text{ W}$ . Příkon traforu:  $91/0,75 = 120 \text{ VA}$ . — Primární proud pro 120 V:  $120 \text{ W}/120 \text{ V} = 1 \text{ A}$ ; pro 220 V:  $120 : 220 = 0,55 \text{ A}$ .

Data pro výrobu (jádro viz nahře): 120 V: 346 záv. drátu 0,65 až 0,7 mm, Cu smalt. — K tomu 100 V: 288 záv. 0,5 až 0,55 mm. —  $2 \times 325 \text{ V} : 2 \times 980 \text{ záv.}, 0,2 \text{ mm}$ . — 4 V.: 13 záv., 1,2 mm. — 6,3 V: 20 záv., 1,6 mm. — Transformátor je poměrně bohatě vyměřen, zejména také magneticky (poměrně malé B), tak aby neměl značné rozptylové pole.

Síťová tlumivka: 5 H, 125 mA, odpor pod 100  $\Omega$ . Výpočet podle Hannova diagramu, RA 1942, č. 9, str. 167. — Jádro průřez  $2,8 \times 3,0 \text{ cm}^2 = 8,4 \text{ cm}^2$ . — Okénko =  $1,4 \times 4,2 \text{ cm}^2 = 5,88 \text{ cm}^2$ . — Plechy dvoudílné (bezodpadový řez, z výprodeje). — Vinutí: 2000 záv. drátu 0,3 mm, smalt, prokládáno po 400 závitů. — Vzduchová mezera celkem 0,33 mm; papírová vložka 0,15 mm. — Kontrola indukčnosti na můstku při zanedbatelném sycení:  $L = 5,3 \text{ H}$ . — Ohmický odpor, měřený ss můstkem: 80  $\Omega$ .

### Konstrukce.

Kostra má stejný půdorys jako u obou předchozích částí a shoduje se povšechně s kostrou koncového stupně (viz výkres v E č. 11/1960, str. 261), otvory na horní

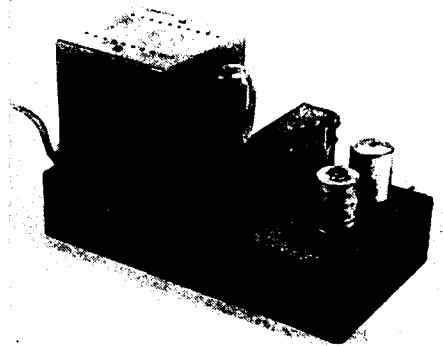


straně jsou ovšem jiné. Rozdělení součástí ukazují snímky. Síťový trafo a tlumivku zakryjeme vzhlednými kryty; u síťového transformátoru nezapomeneme na ventilaci. Na boční stěně jsou tři čtyřpólové zástrčky pro připojení napájecích přístrojů: koncového stupně, budicího stupně a rozhlasového adaptoru. Upravili jsme pro ten účel výprodejní spojovací lišty, ale mohou tu být jakékoli jiné zástrčky, i svorky nebo zdířky. Síťová šňůra je zavedena otvorem na úzké straně; protože vypínač bude jinde, není na něj na kostře pamatováno. Vodiče s poměrně vysokým napětím izolujeme raději dvojnásobně: použijeme spojovacího drátu s textilní napouštěnou izolací, a ještě textilní špagety. Průchody kostrou zajišťme ještě třetí špagetou, nebo lépe isolační průchodkou. — Kostra má zesopdu zákryt z plechu a gumové nožky podobně jako ostatní přístroje.

Na kostře je trafo, elektronka, tlumivka a oba elyt. kondensátory. Použijeme druhu pro napětí 450 V, aby nebylo nebezpečí jejich probití, když se přímo žhavená AZ4 vyžhavi poměrně rychle, ale nažhavování nepřímou žhavených elektronek zesilovačích trvá déle a tím se pozdí i jejich odběr. — Pod kostrou jsou drobné kondensátory pro odstranění vf, po případě destička s pojistkami, a zátěžný odpor vyznačený čárkovaně, který zabraňuje trvalým odběrem asi 14 mA stoupnutí napětí nad 420 V, když jde usměrňovač naprázdno. Můžeme jej vynechat, když jsou připojeny na přístroj všechny odběry, tedy i rozhlasový adaptor.

Nahře obraz 2. Ss napětí a bruchivé napětí v závislosti na odebraném proudu. — Vedle sestavený přístroj.

Pohled na síťový přístroj se strany čtyřpólových zásuvek pro přívodní kabely jednotlivých částí. Vzadu síť. trafo bez krytu, před ním usměrňovací elektronka, dále síťová tlumivka a v nejchladnější části dva elyty.



### Výsledky měření.

Kromě zkoušky provozem, kde se napájecí přístroj osvědčil, měřili jsme na hotovém přístroji některé hodnoty podle připraveného diagramu. Bylo to stejnosměrné napětí v závislosti na odběru proudu. Při 100 mA činí asi 330 V, při 125 mA 305 V. Je to více než kolik se obvykle připouští pro EBL 21, ale získáme tak podstatně větší výkon, i když zachováme přípustnou anodovou ztrátu omezením anodového proudu na 30, ev. 27 mA, a podle dosavadních zkušeností není pokles životnosti příliš citelný. — Bručivé napětí jsme měřili na výstupu zesilovače elektronkovým voltmetrem, a bylo v dobrém shodě s hodnotou, vypočtenou při návrhu usměrňovače a zmenšenou útlumem ve filtru (RA, č. 11—12/1944—45, str. 64). Pro 100 c/s, to je kmitočet střídavého zbytku při dvoucestném usměrnění a pro indukčnost tlumivky 5 henry je kapacita pro resonanci 0,5  $\mu\text{F}$ . Použitých 32  $\mu\text{F}$  je 64krát větší, přibližně tolik činí i útlum, takže bruchivé napětí na prvním elytu, 7,5 V, klesne na 7,5 V : 64 = 0,117 V. Změřili jsme 0,14 V.

Příští stať věnujeme výsledkům měření zesilovače a připravujeme jakostní rozhlasový adaptor.

## Malá škola radiotechniky

(Dokončení s předchozí strany.)

Cívka má rozsah 0,15 až 0,37 Mc/s, t. j. 800 až 2000 metrů vlnové délky. — Zde zjistíme naopak ladění velmi snadné a vysilačů poměrně málo.

Máme teď hodně námětů k pokusům i příležitost k zajímavým pozorováním. Není snad nutno, abychom je všechny vypisovali: pozorný pracovník je většinou objeví sám, a také sám z nich dovede čerpat poučení. Pokud se později objeví účelnost připomenout některé pozorování, které můžeme provést už teď, upozorníme na ně dodatečně, a vždycky bude snadné si je zapamatovat. — Zůstáváme zatím čtenářům dlužni vysvětlení, jaký to byl zákrok a jaký účinek má použití potenciometru  $P_v$ , které způsobily tak znamenité zvětšení možnosti našeho přijímače. To je právě zpětná vazba, a její vysvětlení odložíme na příště, kdy také krátce popíšeme antenu a uzemnění, dvě důležité pomůcky dobrého přijímače, a rozšíříme náš přístroj na dvoulampovku. Bude stále ještě s bateriemi, ale její přednes bude už tak hlasitý, že postačí pro reproduktor.

# Vlastnosti a použití motorků z výprodeje

*K článku, který byl téměř námětu věnován v předchozím čísle, připojíme nejprve několik doplňujících informací, které jsme získali z dalších pokusů o využití motorků. Dále uvedeme přehled vlastností některých výprodejních motorků, abychom zájemcům usnadnili výběr a použití. Článek uzavírá několik praktických poznámek o úpravě motorků pro použití, o vhodných převodech a o účelné regulaci otáček.*

Abychom dosáhli z výprodejního motoru plného výkonu a pokud lze tvrdých otáček při zachování původního vinutí kotvy, je účelné upravovat motorek pro totéž napětí, pro jaké byl původně určen, nebo pro mírně větší. To je věta, kterou doplňujeme informace v předchozím článku, s tím vysvětlením, že pro větší napětí můžeme motorek navinout jen tenkrát, když stačí stejný výkon při menším točivém momentu a větších otáčkách. Napětí o málo větší než původních zpravidla 24 voltů můžeme volit ze tří důvodů: předně protože vinutí magnetu, původně paralelně, je nyní v serii s kotvou, a napětí pro motorek smí být větší o úbytek na magnetu. Za druhé používáme proudů střídavého, k úbytku ohmického přístupuje tedy ještě úbytek na indukčnosti magnetu. Konečně malá odchylka, až snad o polovici směrem vzhůru, nevádí a způsobí jen mírný vzestup otáček a výkonu.

Nezbytnost upravit motorek na původní napětí se ukázala, když jsme motorku použili pro jistý účel, kde výkon, určený podle rozměrů kotvy, právě taktak stačil. Pokusíme se o názorné vysvětlení. Mějme motorek, který pracuje svým jmenovitým výkonem při jmenovitém napětí. Zvětšíme-li napětí  $n$ -krát, musí se kotva točit  $n$ -krát rychleji, aby podle známého vztahu

$$e = B \cdot l \cdot v \cdot 10^{-6}$$

(volty; gaussy; cm/s)

vytvořila také  $n$ -krát větší protielektromotorickou sílu. Kdyby motorek měl mít týž točivý moment jako původně, tekl by jím i stejný proud (ten závisí jen na točivém momentu). Výkon by však byl  $n$ -krát větší (je roven součinu z otáček a momentu), a stejně příkon. (Úvahu provádíme za zjednodušujících předpokladů, že účinnost je 100 %.) Motorek však obyčejně nesnese značnější zvětšení otáček; kuličková ložiska hlučí, hřeje, rotor se chvěje a jeho části jsou značně namáhány odstředivou silou, přímo úměrnou druhé mocnině otáček. — Zvětšíme-li počet závitů na magnetu za přiměřeného zmenšení průřezu drátu, zůstane síce magnetický tok týž, ale motorek snese jen menší proud, jinak by totiž vinutí magnetu bylo přetíženo. Tak dospíváme k situaci, že točivý moment motoru je úměrně menší, ale otáčky zůstávají. Takový motorek by tedy měl prakticky týž výkon jako původně, neboť zvětšení otáček je vyváženo zmenšením momentu. Také to je nepraktické, protože jednak zvětšené otáčky strojek nadměru namáhají, a vyžadují také větších, nákladných, hlučících a výkon ujdávajících převodů. Proto tedy všude, kde to jde, převijíme motorek na 30 až 40 voltů, a opatříme si k němu reduktor s napětím pokud lze odstupňovaným, abychom mohli úsporně měnit otáčky. Reduktor dělejme s odděleným primárem od sekundáru, tedy ne jako autotransformátor, nýbrž třeba podle návodu na reduktor k elektroakustické

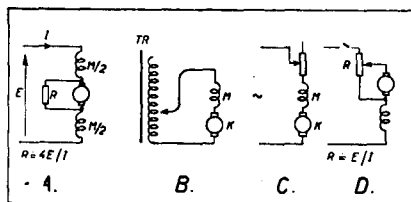
práce v loňském čísle 7, str. 163. Další výhodou bude i to, že izolace motorku nebude příliš namáhána; když se nám „podaří“ při ukládání magnetové cívky prodřít ovinutí a cívka bude mít zkrat na kostru, nebude přeče motorek životu nebezpečný, jako by byl v takovém případě a v přímém spojení se sítí. —

Rozebrali a prohlédli jsme několik výprodejních strojů, které se za čas sešly v redakčním skladišti, a uvedeme jejich vlastnosti v připojené tabulce. — Jistě je ve výprodeji výběr mnohem větší než který předkládáme; některé motorky se také vyskytují v úpravách s odchylkami, někdy dosti významnými. Naši čtenáři jistě pochopí, že je časové, prostorové a také finančně nemožno vědět o výprodejním materiálu všecko; proto jsou i naše informace omezeny. I tak snad prospějí v případech, které jsme tu nemohli zaznamenat. — Stejně nemůžeme zaručit, že uváděné motorky budou v prodeji v době, kdy toto číslo vyšlo.

**Poznámky k tabulce.** Čísla se shodují s označením na snímcích.

Před rozebíráním kteréhokoli motoru vytáhneme kartáčky!

1. Malý motorek, který má vyvedeny kartáčky i magnety na samostatných kolíčkách zástrčky. Pouhým spojením magnetu do serie s kotvou získáme motorek asi pro 100 až 120 V, ale s poměrně měkkými otáčkami.



Různé způsoby regulace motorků: A — odpor paralelně ke kotvě pro omezení otáček naprázdno, B — regulační transformátor, C — seriový odpor, D — zapojení s paralelním obvodem pro lepší chod při malých otáčkách.

Strojky podle čísel tabulky: 1 — malý motorek s převodem, 2 — motorek „s vyvedenými konci“, 3 — nabíjecí dynamo s klikou, převody s relikty.

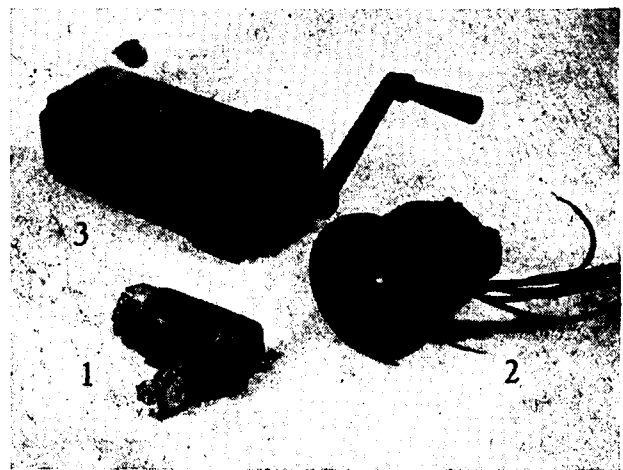
Zapojíme-li vinutí magnetových cívek paralelně a tuto dvojici teprve do serie s kotvou (obraz 2b; E 1/51, str. 15), vyjde motorek pro 40 až 60 voltů. Přepojení je u některých úprav ztíženo tím, že spojka mezi cívkami je poněkud nepřístupná, na zadní straně magnetu. Dokonalý ozubený převod velmi do pomala dává velmi značný moment při dobré účinnosti. Hodí se na př. pro závitovez a p.

Rozebírání: výšroubujeme dva šrouby, které drží převodovou skříň; uvolníme pastorek hřídele motoru a převod sejmeme. — Uvolníme šrouby, které drží víko u kartáčků, po sejmutí jde kotva ven i s ložisky.

2. Motorek střední velikosti, výborně použitelný; v prodeji byl ve trojí obměně, z nichž jedna byla velmi těžko rozebratelná; byla to ta, které chyběly zapuštěné matice šroubů v přírubě, na straně hřídele. Veliký odpor budících cívek je nápadný a nezdá se příslušet derivačnímu buzení z 24 V; naopak kotva je zjevně pro 24 V. — Dvě ozubená kola jsou na hřídeli naražena a zakolíkována, takže jsme nejdnou museli menší kolo rozmíznout, abychom je dostali dolů. Po přestavbě jsme motorku tohoto druhu použili v několika přístrojích. Pro 40 V st ovineme magnety cívkami po 80 záv. drátu 1 mm; jsou spojeny v serii. Pro 120 V se hodí drát 0,5 mm, 300 záv., ale ve smyslu úvodní části motorek slaběji táhne a příliš rychle se točí. —

Rozebírání: Uvolníme matky, zapuštěné v přírubě (je k tomu potřeba trubkový klíč z dosti tenké trubky); vysuneme kartáčky a sejmeme víko s nimi. Vyrážíme kolíky a stáhneme ozubená kolečka s hřídele. Pak jde kotva ven i s ložisky, která jsou ve víkách „utěsněna“ pérovým páskem (planšetou) s jemným zviněním. — Plechová kostra magnetu je snýtována, takže vzniká závit nakrátko asi přes polovici průřezu.

3. a 5. Nabíjecí dynamo, prodávané buď v krytu, s klikou, krásnými převody a soustavou relé, nebo samostatně. Na vnější ploše krytu najdeme na dvou místech proti sobě dvě dvojice šroubů, které drží magnetové nástavky a jsou zřetelným dokladem, že strojek má magnetovou kostru masivní. Nehodí se z toho důvodu pro střídavý proud, ale přesto tak byl používán ve známých amatérských vrtačkách, které byly před časem v prodeji. Jejich chod, zahřívání a velmi malý výkon při měkkých otáčkách však potvrzují omezenou použitelnost. Napájení





bylo možné přes transformátor s napětím asi 10 V.

4. Seriový motorek; pracuje při 25 až 35 V bez převinutí. Přívody bývají označovány čísly 1, 2, 3. Napájíme přes svorku 2, a buď 1 nebo 3; podle toho se motorek točí jedním nebo druhým směrem. Paralelní nebo seriové spojení magnetových cívek je možné pro rozebrání motoru a přepojení.

6. Velký motor, seriový, pro 110 V ss. Má šest vývodů ve třech dvojicích: Ja; Ka; A; B; Kb; Ib. Pro 120 V střídavých je vhodné spojit magnetové cívy paralelně, což se stane spojením vývodů Ja+B+Ib a dále Ka+Kb. Síť připojíme na volnou svorku A a na dvojici Ka+Kb. Změna smyslu otáček: zaměníme připojení A, B. Motorek má velmi klidný chod a důkladnou konstrukci, ale poněkud hůře se rozebírá, protože ložiska jsou na hřídeli nasazena těsně a nedají se vysunout, jako u menších motorků. — Rozebírání: sejmeme ochranný plech s víka kartáčků. Odšroubujeme kryty předního i zadního ložiska. Uvolníme šrouby, které drží víka motoru. Potom s použitím lehkých úderů kladiva přes dřevo nebo mosaznou tyč sejmeme víka a vyjmeme kotvu i s ložisky.

#### Poznámky k použití.

Nepočítejte s tím, že výprodejní motoroky mají bez výjimky ložiska v dobrém stavu. Opak je pravda: nejmenší, téměř běžná závada je ztuhlý, znehodnocený tuk v ložiskách. Proto je vymyjeme trichlorethylenem a znovu naplníme hodnotnou vaselinou. Pozor, aby do nich nepřišla pilina! — Některá ložiska však jsou i vybíhaná nebo rezivá a pak je musíme ošetřit důkladněji; není-li možné nahradit je novými, smíme motoruku použít jen pro lehký pohon.

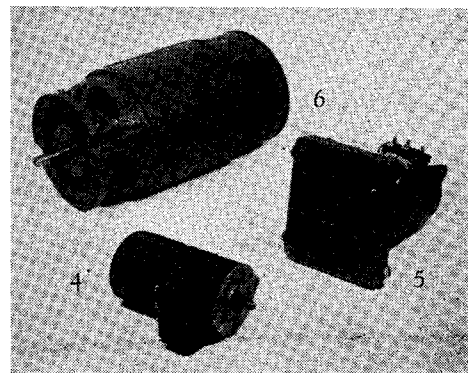
Velká část motorků má kostru magnetu složenou z plechů a proto se hodí pro naše přestavby. Výrobci však používali plechů z důvodů výrobních a nepočítali s napájením střídavým. Proto jsou některé magnety snýtovány tak, že nýty uzavírají značnou část průřezu více méně dokonalým závitem nakrátko. U stejnosměrného proudu to ne-

vadí, ale u střídavého je to vážnou závadou. Není vždy nutné, ale někdy je účelné jeden ze dvou kritických nýtů odstranit. Stane se to nejlépe tím, že roznýtanou hlavu pozorně odbrousíme a nýt pak vyrazíme. Zdá se rychlejší nýt prostě vyvrtat, ale jednak procházející vrták nadělá na okrajích plechů břity a spojí je opět dost důkladně nakrátko, za druhé se mechanickým namáháním při vrtání plechy deformují, a po sestavení v nich třeba kotva dřevu. (Pak ji musíme nepatrně osoustružit při upnutí mezi důlky hřídele.) — Není-li možné stahovací nýt postrádat, nahradíme jej nýtem nebo svorníkem s izolovanými hlavami; ve styčných místech prochází totiž nejvíce proud; proto tam vložíme podložku ze slidy nebo pertinaxu. — Upravujeme-li motorek na síťové napětí, kontrolujeme izolaci citlivým ohmmetrem nebo megmetrem jednak hned, jednak po delší době použití; v tom případě také důkladně ovijeme vyměňované cívy magnetu, a po případě mírně spilujeme ony ostré hrany nástavků a magnetů, přes které cívy přetahujeme nebo na nich cívy sedí, a dosedací plochy ovíjeme izolační páskou.

#### Převody; regulace.

Nejvhodnějším převodem pro rychloběžný motorek jsou řemenové kotoučky a pásek ze strojní tkanice (tkaný řemen; popruh; šňůra; méně vhodný je kožený řemenek ať plochý nebo kulatý, protože jeho ohebnost je malá). — Také ozubené převody jsou dobré, mají výbornou účinnost a žádný skluz, zato však hlučí, zejména mají-li kola ozubení rovné, nikoli šikmé. — Převod třecí, s gumou a kovem, je sice jednoduchý a výrobně snadný, dává malé rozměry a připouští značný převod, připravíme se však na značnou ztrátu energie v něm a na malou životnost gumového obložení. Účelnější je použít gumového obložení na velkém kotouči; na malém se příliš rychle ohřívá a brzy se opotřebuje.

Nechceme-li, aby motorek naprázdno „utekl“ k příliš velkým otáčkám, použijeme odpor, připojeného paralelně ke kotvě, podle obrázku A. Odpor má spotřebovat asi



Další strojky podle tabulky: 4 — malý seriový motorek, 5 — samotné dynamo ze strojky č. 3; 6 — seriový motor na 110 V ss.

čtvrtinu příkonu motoru a musí být podle toho vyměřen:  $R = 4E/I$ ;  $W = E \cdot I/4$ , kde  $E$ ,  $I$  jsou napětí motoru a jeho proud při plném zatížení. Regulace otáček je nejúčelnější z traťorů s vyvedenými odbočkami a přepínačem, napětí proměnné asi od polovice jmenovitého, počet stupňů podle žádané jemnosti regulace (B). — Seriový odpor podle obrázku C je sice běžně používán, ale není zvlášť vhodný: při větším odporu (t. j. žádáme-li malé otáčky) je proud magnetem omezen a motorek netáhne. Barkhausen navrhl zapojení podle obrázku D, kde magnet dostává trvale aspoň ten proud, který propouští celý odpor regulátoru. Tím se dá motorek řídit od několika set otáček za min. až do plné hodnoty při zachování podstatného točivého momentu i při pomalém chodu. Odpor má být zhruba  $R = E/I$ ,  $E$  a  $I$  jsou hodnoty při plném zatížení motoru.

Redakce a několik jejích přátel vyzkoušelo upravené motorky na řadě přístrojů, zčásti velmi „neelektronických“, a když byly odstraněny počáteční překážky, byly výsledky velmi dobré. Z těchto prací vzešly také prve uvedené zkušenosti. P.

#### Oprava otočného kondensátoru

Důležitou součástí v elektronických zařízeních je otočný kondensátor, ať jednoduchý nebo vícenásobný. Použijeme-li kondensátoru s malými mezerami, pak i nepatrný náraz může průběh kapacity značně ovlivnit. Nejhorší případ nastane po delším používání otočného kondensátoru, jehož osový tlak je zachycen kuličkou, zajištěnou v postranici pájkou. Ta se vydře a tlakem pérových kontaktů se hřídel rotoru posune dozadu. Tím výsledná kapacita uzavřeného kondensátoru podstatně stoupne, takže se značně poruší cejchování, nedojde-li ke zkratu. U superhetů se tato závada projeví posunutím stanic směrem k otevřené poloze kondensátoru a zeslabením příjmu při uzavřeném kondensátoru. Chceme-li použít kondensátoru tohoto provedení, doporučuje se před cejchováním nahradit pájku stavěcím šroubkem a kontrolní matkou. Šroubek ocelový s důlkem. Šroubek zajistíme ještě barvou. Musíme-li v přijímači použít porušeného kondensátoru v původním provedení, nahřejeme pájku, šroubovákem posuneme osu rotoru vlevo a pájku necháme vychladnout. Posuneme ji poněkud více, poněvadž se po vychladnutí trochu vrátí.

J. Vosáhl, Ostrava

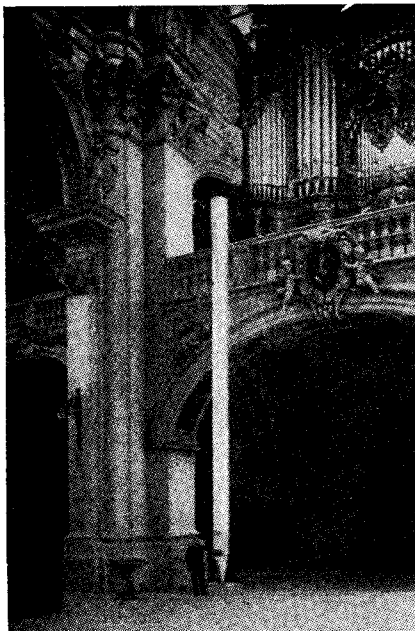
	Typové číslo; popis (údaje v uvozovkách jsou na štítku strojky; další vysvětlení v textu)	Odpor ( $\Omega$ )		Počet lamel	Rotor (cm)		Výkon (W) při 6000 ot/min.
		jedné cív. magn.	mezi protějšími lamelami		D	l	
1	„Kursmotor“ $\varnothing 56 \times 130$ mm, s připojeným vícenásob. ozubeným převodem do pomala	50	0,5	9	2,5	1,9	21,5
2	„Gerät - Nr: 127-298 A“ s dvěma ozub. koly na hřídeli, šest vývodů: kartáčky a obě budící cívy samostatně. Přírubová úprava	2000	0,5	24	4,35	3,2	109
3 5	Dynamo 4V/4A ev. spřívody a s klikou a se soustavou relé. Masivní magnety; pro úpravu na st. proud se nehodí ale je tak používána (magn. cívy paralelně; 15 V).	3	0,7	15	4,0	3,0	85
4	„Motor 25/25 h2k, jmenovité napětí 25 V; výkon 25 wattů po 10 min.“ seriový motor; pro 25 až 35 V st nepotřebuje úpravy	2,5	2	18	2,5	3,0	34
6	„Motor G/Mot VNC 3. - 110 V; 3500 ot/min.“ Seriový motor, pro 120 V st paralelně spojit, magnetové cívy. Přírubová úprava	4,5	2,5	34	6,0	6,2	400

# O VARHANÁCH

Část druhá:

FYSIKÁLNÍ A TECHNICKÉ ZÁKLADY

Jiří Reinberger



Obraz 4. Subkontra C dvaatřicetistopové píšťaly principálu (pedál, s  $16\frac{1}{2}$  kmitu za vt.) z varhan v Pasově. Délku píšťaly, asi 11,5 m, je možno posoudit z porovnání s postavou vedle ní.

Dnes pojednáme o technické stránce varhan. Je rozsáhlá a rozmanitá, ať už si všimáme jediné nástroje, nebo sledujeme početné obměny, jimiž technické rozřešili tyž úkol, nebo konečně studujeme vývoj varhan od vzniku podnes. Z toho všeho vybereme jen věci podstatné, aby z nich čtenář poznal, jak jsou varhany sestaveny a jak pracují.

Varhany se skládají z píšťal, které jsou jejich zvukovým vybavením, dále z t. zv. vzdušnice, měchu a ventilátoru se spojovacími kanály, a konečně z hracího stolu, kde je soustředěno ovládání varhan, a z traktury, která spojuje hrací stůl s ostatními částmi varhan. Skříň varhan tvoří vnější orámování nástroje; k technice vlastně už nepatří a u moderních nástrojů často chybí. Spojení jednotlivých částí vyznačuje zjednodušeně obrázek 1.

Ponechme zatím stranou víceméně nedokonalé náhražky varhan, totiž nástroje bez píšťal (jazýčkové varhany, t. j. větší harmonium s jazýčky bez ozvučen a varhany elektronické) a prohlédneme si nejprve píšťaly. Jejich dvojitý princip ukazuje obrázek 2. Je to píšťala retná (labiální) a jazýčková.

Fyzikálně akustická podstata píšťaly retné je známa. Vháněný vzduch prochází spodní část píšťaly, nohou, a dospívá k t. zv. jádru. Je to plechová nebo dřevěná destička, uložená příčně, a tvoří s dolním labiem ve stěně píšťaly jádrovou šterbinu. Zúžením průřezu prochází vzduch prudceji a nárazem na horní labium vytvoří slabý tón neurčité výšky, slyšitelný jako šum. Z něho vybere ozvučná píšťala, t. j. její část nad jádrem, právě ten tón, na nějž je svou délkou naladěna, a slaběji také jeho vyšší harmonické, které určují barvu. Výška tónu se přesně nastaví ladicím zařízením na horním konci píšťaly. Je to buď ladicí plech (obraz 2), nebo prstenec, nebo ladicí závitky, t. j. profižnutí horního okraje píšťaly tak, aby svinutím nebo rozvinutím vznik-

lého pruhu bylo lze regulovat délku ozvučny. Píšťaly nahoře uzavřené, kterým se říká „kryté“, ladíme zátkou, jež píšťalu uzavírá.

Píšťala jazýčková je založena zcela jinak. Tón tvoří a co do výšky částečně určuje pružný kovový jazýček, který je horním okrajem upevněn na destičce kovové nebo potažené koží. Pod ním je otvor buď nepatrně větší nebo naopak menší než jazýček. Vzduch, který proudí nohou, uvede jazýček do relaxačního kmitání s jasně vyjádřeným základním kmitočtem a početnými harmonickými. Ladí se drátem, který zkracuje nebo prodlužuje volnou část jazýčku. Připojená ozvučna, často naladěná odchylně od přesné resonance se základním kmitočtem, dodává tónu jeho charakter a rovněž působí na výšku tónu.

Když jsme poznali rozdíly podstaty obou druhů píšťal, vraťme se k píšťalám labiální, a všimněme si podrobněji vlivu ozvučny na tón. U píšťaly otevřené vzniká u labií i u horního otevřeného konce kmitná stojatá vzduchová vlny; přibližně uprostřed délky píšťaly je uzel. V píšťale otevřené se tedy vytvoří půl vlny, a vztah mezi kmitočtem základního tónu  $f$  a délkou píšťaly  $l$  můžeme vyjádřit vzorcem

$$f = c/2l,$$

kde  $c$  je rychlost zvuku ve vzduchu, zhruba 340 m/vt. Podle toho dává píšťala o délce 10,5 metru tón o kmitočtu  $340 : 21 = 16,2$  kmitu za vt., t. j. subkontra C. — Vzorec v této podobě není přesný; kmitny vznikají o něco pod labiem a nad horním otvorem (korekce závisí na mensuře); rychlost vzduchu v píšťale je menší než ve volném prostoru (tření o stěny; vedení a předávání tepla stěnám). To všechno způsobuje, že skutečná délka píšťaly je menší než hodnota  $l$  v uvedeném vzorci. Ještě to je důležité, že otevřená píšťala může vytvářet úplnou řadu harmonických tónů, tedy 1., 2., 3., 4., 5. atd. Proto je zvuk otevřených píšťal plnější a lesklejší než u zavřených.

V píšťalách, které jsou nahoře uzavřeny, vzniká opět u labia kmitná, ale na uzavřeném konci uzel, neboť právě zátko nebo klobouček nedovoluje vzduchu, aby kmital. V délce píšťaly pak vzniká jen čtvrt stojaté vlny, takže kmitočet tónu je dán vztahem:

Obraz 1. Zjednodušené schéma varhan. Místo ventilátoru s elektrickým pohonem mají starší úpravy čerpací měch na spodu měchu hlavního.

Na protější straně obraz 2. Dvojitý druh píšťal: retná (labiální) a jazýčková.

$$f = c/4l,$$

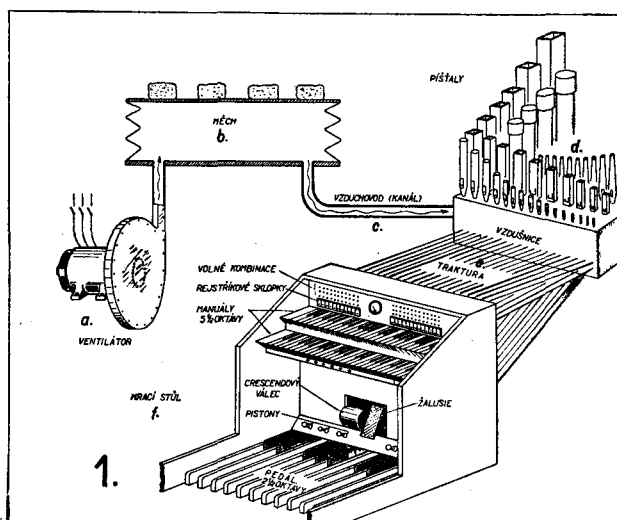
je tedy při téže délce poloviční; tón je o oktávu nižší než u píšťaly otevřené. Subkontra C by tedy potřebovala krytou píšťalu délky jen asi 5,25 m. Kromě toho může krytá píšťala stálého průřezu vydávat jen 1., 3., 5. atd. harmonický tón, tedy jen liché násobky kmitočtu tónu základního, a jeho barva je proto chudší. Tato neúplnost harmonické řady plyne z podmínky, že v kryté píšťale může vznikat jen lichý počet čtvrtvln, na jedné straně s kmitnou a na druhé s uzlem (u zátky nebo kloboučku).

Složitěji utvářené ozvučny mají v fyzikálního hlediska různé nepravidelnosti. Nebudeme se jimi zabývat podrobně, uvedeme jen výsledek.

Základní barvu tónu varhan tvoří rejstřík zvaný principál, složený z píšťal podobných obrázku 3a. Je zpravidla poměrně úzce mensurován, má sám dosti početnou řadu alikvotních tónů a zní tedy jasně, často až tvrdě, i když ne pronikavě. Platí to zejména o alikvotních principálových rejstřících (oktáva, kvinta atd.). Jsou ovšem také principály širše mensurované s hlasem měkčím (flétnový; italský). — Aby i poměrně úzké píšťaly zněly dosti silně, dělají se u nich širší labia a vyšší výřez (mezera mezi spodním a horním labiem), a používá se vyššího tlaku vzduchu. — K principálovému sboru patří i *mixtura*, víceřadé rejstříky, totiž soubor nejvyšších alikvotních tónů varhan. Píšťaly principálu jsou z kovu nebo ze dřeva.

Příkladem píšťaly nahoře uzavřené je *kryt* nebo *kvintadena* (obraz 3b). Z důvodů, které jsme uvedli dříve, a také širším mensurováním vzniká u krytů tón měkčív, barvou kontrastující s principálem. — *Kvintadena* je kryt jasnějšího zabarvení, u něhož vyniká třetí tón harmonické řady, t. j. kvinta druhého oktávy. Tím získává píšťala příznačný nosově znějící tón; dělá se z kovu nebo ze dřeva (obraz 3g).

Flétna špičatá (obraz 3c) je příkladem



pišťaly s konickou, nahoru sbíhavou ozvučnou. Na rozdíl od flétnového hlasu obyčejného s tónem kulatým (blízkým sinusovému) má špičatá flétna tón poněkud smykavý. — Flétna trubcová, po případě i kryt trubcový (obraz 3d) je široce měnsurovaná pišťala polokrytá; v uzavíracím kloboučku je vsazena úzká trubička. Tato úprava dává tón měkký, slabý, méně jasný než u otevřené flétny; délka ozvučny pro týž tón je poloviční, jako u krytá.

Na obrázku 3e je ukázka kryté pišťaly barokního rejstříku, zvaného *copula*. Má na ozvučné nasazen kuželový, nahoru sbíhavý nástavec, barva tónu je tmná, mnohem měkčí a méně jasná než u otevřené flétny. — Flétna dřevěná s měkkým, plným tónem (obraz 3f): zvláště při široké měnsure kontrastuje svým tmným tónem s ostatními druhy fléten, které mají, zejména jsou-li z kovu, jasný, perlivý zvuk.

Vedle mensury, která je hlavním činitelem, má na barvu tónu labiálních pišťal vliv i materiál, z něhož jsou vyrobeny. Dřevo dává vždy tón měkčí, tupější (stěny tlumí vyšší harmonické), podobně cín a olovo; zinek u větších pišťal, nebo i měď, poskytují tón tvrdší, někdy i mírně drsný. Také síla stěny působí na barvu tónu. — Existují také velké pišťaly nejlubších hlasů z betonu (64 stop; sub-subkontra C). Ozvučna nemusí být přímá; u velikých pišťal, které by se do daného prostoru nevesly, se jednou i dvakrát lomí.

Také jazyčkové hlasy, jimž se věnujeme nyní, můžeme podle konstrukce dělit na rejstříky s dlouhými, polovičními a krátkými ozvučnami. Na obrázku 3h je *trompeta* nebo o oktávu nižší *pozoun*. Mají dlouhé, nahoru rozbíhavé ozvučny z kovu nebo ze dřeva u spodních oktáv pozounu. Jejich zvuk je lesklý, tvrdý a vyniká nad ostatní jazyčkové hlasy. — Poloviční ozvučnu válcovou mají rejstříky *dulcian* (3i) a *roh křivý* (3j). Jsou to příznačné sólové rejstříky barokních varhan; mají poměrně slabý, lehce nasáhlý tón, jehož zabarvení se dosahuje mimo jiné také částečným krytím ozvučny.

Šalmaj (obraz 3k) zní jako kulatější, slaběji intonovaná trumpeta. Charakteristická, teprve nahoře rozšířená ozvučna dodává tónu lehce drsné, ale příjemné zabarvení. Je rovněž poloviční délky na rozdíl od *trompety*. — Do skupiny jazyčků se zcela krát-

kými ozvučnami patří na př. *trompetový regál* (3l), velmi ostře, až řezavě znějící barokní rejstřík, dále *medvědí pišťala* (Bärpfeife; 3m), jejíž zajímavě utvářená ozvučna činí tón tmným a zastřeným, a konečně *sordun* (3n), který se staví v nejlubších polohách v pedále. Jeho zvuk se ovšem silou ani leskem nemůže rovnat pozounu, už proto, že ozvučna je krátká a částečně krytá.

Délka ozvučen u jazyčkových hlasů může z jeho bohatého spektra vyšších harmonických vybírat a podporovat tóny nižší nebo vyšší a tím ovlivňovat barvu. —

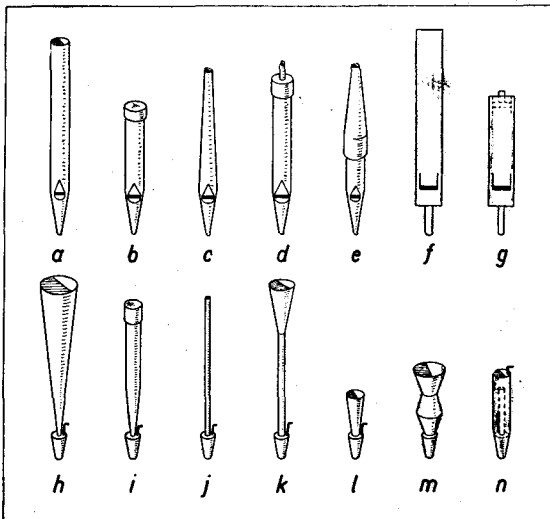
Podle barvy můžeme dělit varhanové rejstříky retné na tyto skupiny:

1. *Principály* a jejich alikvoty jednoduché i víceřadé (*mixtury*).
2. *Flétny* a jejich alikvoty jednoduché i víceřadé (na př. *kornet*).
3. *Kryty*.
4. *Hlasy smykavé*, které nejsou zastoupeny na obrázku 3. Jsou velmi úzce měnsurovány a napodobují hlasy orchestru (viola, gamba atd.). — K labiálním hlasům přistupují —
5. *Jazyčkové hlasy*, buď k podepření plného zvuku (na př. *trompeta*), nebo k sólové hře (*roh křivý*; *hoboj*). — To je rozdělení podle barvy a síly.

Dalším dělítkem je t. zv. *stopová výška hlasu*. Je to délka otevřené pišťaly nejlubšího tónu rejstříku, vyjádřená v anglických stopách ('), kterážto míra se podnes udržela v evropském varhanářství. Čtenář si snad vzpomene na zmínku o otevřené pišťale délky 10,5 m, hrající subkontra C (16 1/8 c/s); a tato délka jsou právě 32 stopy. Zní o dvě oktávy hlouběji než normální velké C osmistopové pišťaly. Osmistopovou polohu jmenujeme základní; její jednočárkované *a'* je totožné s t. zv. *komorním a* v orchestru, které má 435 kmitů za vt. Nejdelší otevřené pišťaly základních hlasů jsou tedy dlouhé osm stop, t. j. asi 2,6 m, a dávají tón C, 64 1/2 kmitů za vt. Ostatní pišťaly osmistopové tónové řady jsou ovšem kratší a kratší, jak to odpovídá rostoucí výšce tónu. Kryty mají ovšem pro týž tón délku poloviční; jejich „osmistopová“ řada začíná proto pišťalou o délce 4 stopy.

Vycházíme-li ze základní polohy, pak směrem dolů znějí o oktávu níže hlasy *šestnáctistopové*, o dvě oktávy výše, *dvoustopové* o dvě oktávy výše, *jednostopové* o tři oktávy výše. Těchto hlasů se obvykle nepoužívá samostatně, nýbrž ve spojení s polohou základní, osmistopovou, k dodání lesku.

Pyramidální výstavba rejstříků používá však i hlasů v poměru kvintovému, a to již od 10 2/3 stopy (to je třetina z 32' a 3/5 z 16'; poměr délek pišťal a tedy kmitočtů tónů 2 : 3 určuje hudební interval kvintu), až po 1 1/2 stopy (o kvintu výše než hlas dvoustopový). Připomeňme, že rejstřík 10 3/5' s 16' dává t. zv. akustický bas 32stopový. Znějí-li totiž příslušné tóny obou hlasů současně, tvoří 2. a 3. člen harmonické řady, a sluch sám si k nim dotváří tón základní, první, tedy tón, který značíme jako 32-stopový. V tomto časopise jste četli o syn-



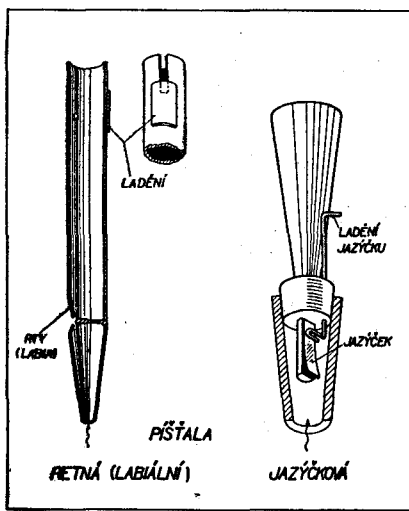
Obraz 3. Nejběžnější tvary ozvučen varhaních pišťal. V horní řadě jsou pišťaly retné, v dolní řadě pišťaly jazyčkové.

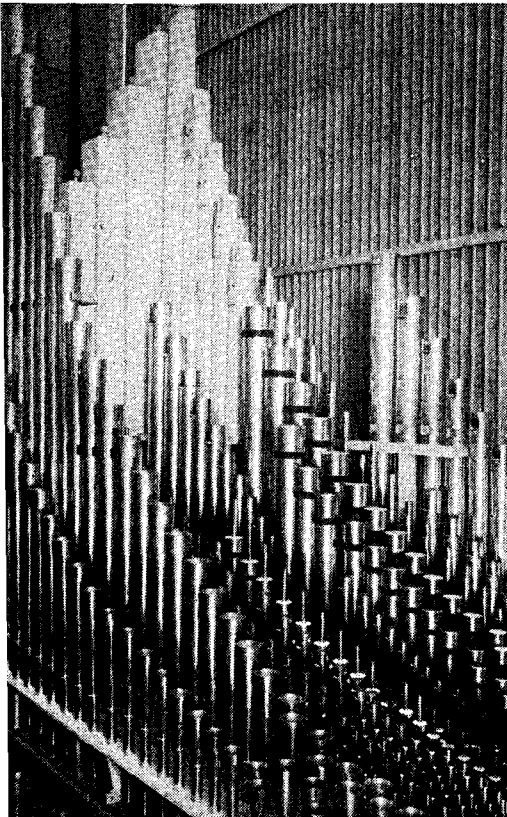
thetických basech, vytvořených tóny vyššími; zde je týž princip v technice varhan.

V menší míře se používá také poměru kmitočtů 4. a 5. tónu harmonické řady, velké tercie. To vede k hlasu 6 3/5 stopy (jsou to 3/4 z 8'), až po 4/5, a zřídka kdy také septimy (1/2) a nony (1/3). — Všecky tyto alikvoty se staví jako jednoduché řady v mensure od úzké až do nejširší podle toho, zda mají znít se základním hlasem principálovým nebo s flétnami, po případě s kryty. Vedle toho se používá alikvotních hlasů víceřadých, které mají jen vyšší polohy. To jsou v principálové skupině *mixtury* až s deseti řadami. Samostatně jich nelze použít, nýbrž jen se základním hlasem, jemuž dodávají lesk, a charakteristiku svou repetiči; psali jsme o tom už v prvním článku. Nejvyšší řada takové mixtury má hlas mnohem vyšší než alikvotní řady jednořadé; horní hranici oktávy je 1/16' a u kvinty 1/12'. Víceřadé alikvoty u hlasů flétnových obsahují většinou terci, nejsou do takových výšek jako mixtury principálové, mají jen 5 až 6 řad a repetuje jen nejvyšší poloha. Jmenují se na př. *kornet*, *sesquialtera*, *tercian* a p.

Také u jazyčkových hlasů se staví řady různé stopové délky, od 32stopového kontrapozounu až po dvoustopovou šalmaj (v pedálu — v manuálu jsou ovšem jen hlasy nejvyšší čtyřstopové). Nejvyšší tóny dvoustopového rejstříku mají však v rozsahu 1 1/2 oktávy pišťaly retné, protože tak vysoko znějící pišťaly jazyčkové nelze vyrobit. Alikvotní řady jazyčků se staví jen výjimečně (a to kvinta 5/3 stopy u největších varhan), protože svrchních tónů je nadbytek i v jediné pišťale, a jak je z podstaty zřejmé, jazyčková pišťala se rozladuje mnohem více než retná s ostrou resonancí křivkou volně vázaného resonátoru, takže by při použití více řad bylo nebezpečí rozladění.

Zopakujeme tedy, že varhany mají jednak základní hlasy, retné a jazykové; jejich barvu doplňují hlasy alikvotní, vyšší o oktávu, duodecimu, druhou oktávu, tercii druhé oktávy atd., a hlasy víceřadé. To je to, co bychom v elektroakustice mohli nazvat „libozvučné skreslování tónu“. Jak je možno základní hlasy sdružovat na jediný





Obraz 5. Vnitřní uspořádání píšťal hlavního manuálu varhan v Thalwillu u Curychu (výrobek švýcarské fy Kuhn). Pečlivě vypracované píšťaly jsou výhradně z cínového materiálu a dřeva. Jazýčkové hlasy vpředu, za nimi labiální.

manuál a doplňovat alikvotními řadami podle záměru skladatelova nebo varhaníkovy, o tom pojednáme příště v souvislosti s hracím stolem. — Po stránce technologické jsou píšťaly ne vždy malým problémem. Volba materiálu a přesné vypracování jsou pro jakost tónu nesmírně důležité. Ukázka krásně vypracovaných píšťal je na obraze 5.

Vzdušnice je skříň, na níž jsou nasazeny píšťaly. Měch do ní vhání vzduch stálého tlaku několik desítek až několik set mm vodního sloupce, a je tu zařízení, které umožňuje, aby po stisknutí klávesy na hracím stole zazněl příslušný tón, a to buď

kteréhokoli rejstříku samotného nebo několika, po případě všech rejstříků najednou. To je t. zv. *zařízení tónové a rejstříkové*, jehož podstatnou částí jsou ventily; vzdušnice v principu dělíme na dva druhy: *vzdušnice s kancelou tónovou a s kancelou rejstříkovou*.

Prototypem první úpravy je *vzdušnice zásuvková*, obraz 6. Skládá se ze vzduchojemu na spodní části skříň, trvale naplněného vzduchem z měchu. Nad ním je vlastní vzdušnicová skříň, rozdělená v tolik přihrádek (mrřížin), kolik tónů obsahuje klaviatura, na níž je vzdušnice připojena. Přihrádky mají v horní desce otvory pro píšťaly a ve spodní desce *ventily*, t. j. lišty, které lze mechanismem spojeným s klávesou, sklopit tak, že vzduch ze vzduchojemu vnikne do příslušné přihrádky. — Kdyby nebylo rejstříkového zařízení, hrály by nyní všechny píšťaly příslušného tónu, nasazené na přihrádce. Aby bylo možno nechat zaznívat rejstříky samostatně, je v horní stěně vzdušnice pod každou řadou píšťal jednoho rejstříku t. zv. *zásuvka*, t. j. posuvná lišta s otvory, které se přesně kryjí s otvory pro píšťaly. Pak rejstřík může hrát; zasuneme-li však onu lištu poněkud, přikryje svými plnými částmi otvory ve stěně vzdušnice, a celý rejstřík je vyřazen.

*Vzdušnice kuželové* (obraz 7) je konstruována na principu kancely rejstříkové. Tím rozumíme skříňku pro každý rejstřík oddělenou, která má zařízení pro přívod vzduchu z měchu (rejstříkový ventil) a dále kuželové ventily tónové, které vpouštějí vzduch do jednotlivých píšťal. Tónové ventily příslušných tónů všech rejstříků jsou ovládány najednou stisknutím klávesy; zaznívají ovšem jen píšťaly těch rejstříků, jejichž kancely jsou naplněny vzduchem, t. j. jejich rejstříkový ventil je otevřen. Rejstříkové kancely jsou spojeny na jednom rámu tak, že vzniká vzdušnice o příslušném počtu rejstříků. Každá rejstříková kancela má ovšem samostatný přívod vzdu-

chu. — U víceřadých rejstříků je v horní desce vzdušnice zase jen jeden otvor, od něhož se vede vzduch k jednotlivým píšťalám kanálky v t. zv. píšťalnici.

To jsou jen věci podstatné; je velmi mnoho úprav, obměn a kombinací, jak v popsaných mechanismech, tak zejména v řízení, které může být mechanické, pneumatické, elektrické nebo i kombinované. Popis by vydal celou knihu. —

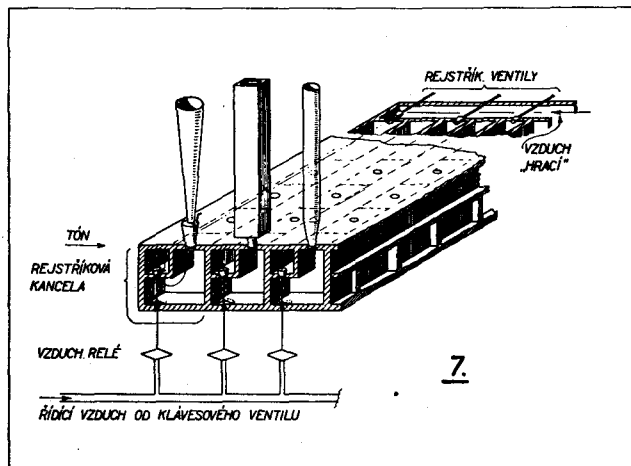
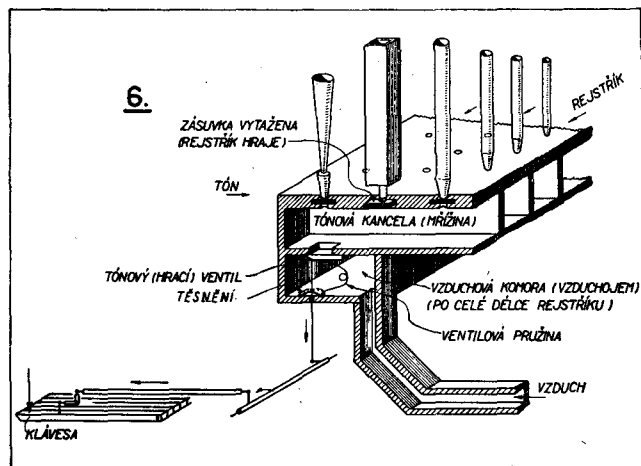
Měchy mají u dnešních varhan převážně funkci vyrovnávací, regulační, tak jako velké elektrolytické kondensátory v napájecím obvodu radiových přístrojů. Původní úprava měchu klínového (větší měch kovárský) je dnes opuštěna a používá se měchů s deskami rovnoběžnými, jako na obraze 1. Horní a dolní deska jsou vzduchotěsně spojeny koží, složenou v záhyby, a stlačovány závažím nebo pery, takže mohou dodávat vzduch stálého tlaku. Musí tu být ovšem pojistný ventil, který zabráni přeplnění nebo roztržení měchu přetlakem.

S výjimkou měchu čerpacího mají měchy ve varhanách ten účel, aby předně udržovaly potřebný tlak, aby přizpůsobovaly příbližně stálou dodávku vzduchu kolísavé spotřebě, a konečně aby vyloučily kolísání tlaku, ať je působí zařízení čerpací nebo jiné vlivy. — Otázka tlaku je také velmi závažná pro ozev a charakteristiku zvuku varhan. Ve století 17. a 18. se používalo výlučně tlaků nízkých, nejvýše 75 mm vodního sloupce, a to ještě rozdílného pro každou vzdušnici. Doba romantická tlak zvěšila až na 100 mm, a ve 20. století se došlo až k monstrosnímu tlaku 600 mm (t. zv. vysokotlaké rejstříky). Důsledky byly neblahé. Zatím co při nízkém tlaku znějí píšťaly přirozeně, nenásilně a ušlechtilé, vysoký tlak má za následek tvrdé nasazení tónu, ostrý, násilný zvuk a povšechně hrubou intonaci varhan. Proto se v posledních desetiletích vracíme k tlaku nízkému, kde varhany neznějí sice tak pronikavě, ale mnohem ušlechtilěji. —

Spojovací kanály jsou vcelku běžným problémem aerodynamickým. Musí být správně vyměřeny, nepřiliš dlouhé a úzké, povlovně ohýbané a ovšem těsné, aby nenastávaly ztráty v tlaku a množství vzduchu. Na dokonalé konstrukci spojovacích kanálů do zanedlané míry závisí zvuková krása varhan v plenu.

Čerpacím zařízením rozumíme ventilátor nebo dřívě čerpací měch, jehož se dodnes používá tam, kde není elektrický

Obraz 6. Zjednodušené schema zásuvkové vzdušnice (kancela tónová) s trakturou čistě mechanickou. Z píšťal téhož tónu u všech rejstříků dostávají vzduch a hrají jen ty, jejichž zásuvka je povytažena. — Obraz 7. Kuželové vzdušnice (kancela rejstříková) s trakturou pneumatickou. Tónové ventily téhož tónu všech rejstříků se otvírají současně stisknutím příslušné klávesy, hraje však jen ten, jehož rejstříková kancela dostává vzduch, t. j. po otevření příslušného rejstříkového ventilu.



## Pomůcka pro zaostřování

Zaostřování u zvětšovacího přístroje fotografického je zvláště obtížné, je-li negativ příliš krytý, neostrý, nebo není-li promítnutý obraz z nějaké jiné příčiny dost výrazný. Vypomáháme si tu, jak je známo, lupou, ale potíží je v tom, že se musíme dívat hodně se strany, jinak si obrázek zablouháme hlavou. Šikmý pohled připouští však jen lupa s poměrně dlouhým ohniskem, která tedy zvětšuje málo a mnoho nám nepomůže. — Před časem byla v prodeji zaostřovací pomůcka tak jednoduchá, že jsme ji hravě napodobili a přesvědčili jsme se tím o její účelnosti. Jednoduchý stojánek, zrcátko a lupa v úpravě, kterou náš snímek dokonale popisuje, dovoluje zaostřit negativ temný, až do neprůhlednosti, a to i v temné komoře s velmi jasným světlem.

Podstatu vylučuje výkres. Bod  $a$  negativu se promítá zvětšovací přístrojem do bodu  $A$  na zvětšovací ploše. Paprskům, které k němu směřují, dáme do cesty zrcátko, skloněné od vodorovné roviny o úhel  $\alpha$ . Zrcátko vytvoří skutečný, ale neviditelný obraz bodu  $A$  v bodě  $A'$ ; pouhým okem bychom jej viděli, kdybychom do téhož místa vložili desku z matného skla. To by mnoho nepomohlo, je-li obrázek temný a není-li možné dívat se na něj hodně zblízka. Dáme-li však před něj lupu, která značně zvětšuje, uvidíme obrázek velmi přesně, a to i tenkrát, když stínítko — matnice — chybí.

Stojánek našeho přístroje byl ulit z hliníku podle dřevěného modelu, ale můžeme jej udělat i z plechu nebo jen z dřeva. Lupu s ohniskovou délkou asi 3 cm, tedy zvětšující asi 10krát, jsme získali z rozbitého expozimetru justofot, dokonce už s vhodným tubusem, který stíní postranní světlo. Její úkol zastane jakákoli spojná čočka s uvedenými vlastnostmi; optické závody mají na př. brýlová skla s 30 až 40 dioptriemi, která se nám hodí, nebo běžné lupy v držátkách. Tubus upravíme třeba z pertinaxové trubky a upevníme na tyčinku, pro niž je ve stojánku otvor se stavěcím šroubkem, abychom přístroj mohli nastavit. Zrcátko je obyčejné nebo broušené, kruhové nebo čtvercové, asi 50 x 50 milimetrů. — Při stavbě si dobře prohlédneme výkres, který obsahuje všechno podstatné. Zrcátko je od vodorovné roviny skloněno o úhel  $\alpha$ , na našem přístroji je to asi 25°, ale přesná hodnota není důležitá; jde jen o to, abychom obrázek vhodně odchýlili z cesty paprsků. Osa tubusu a tedy lupy se pak od vodorovné osy odchyluje přesně o úhel  $2\alpha$  a směřuje do středu zrcátka. Lupa sama

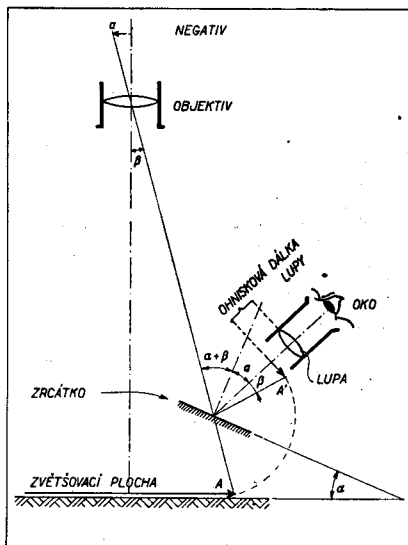
proud. Ventilátor nassává vzduch a dodává jej buď do zásobního měchu (který jej rozvádí do regulačních měchů pro jednotlivé vzdušnice), nebo u menších strojů přímo do měchů regulačních. Výkon ventilátoru musí být takový, aby tlak nekolísal ani při plných akordech v plenu, kdy spotřeba vzduchu je největší. Ventilátor bývá umístěn blízko varhan, a zásadně má nassávat vzduch z prostoru, kde varhany stojí, nebo aspoň stejné teploty, jaká v onom prostoru je. Jinak je nebezpečí, že ladění bude kolísat podle rozdílné teploty vzduchu a na ni závislé rychlosti zvuku. — Místo ventilátoru se dříve používalo čerpacího měchu, a to klínového. Jeho horní deska přiléhala přímo na spodek měchu zásobního, který byl v tomto případě nezbytný. Uváděl se v činnost zpravidla šlapáním na trámec spojený s dolní deskou; proto klínová forma, která je nejvhodnější pro tento způsob pohonu. (Dokončení.)



je od zrcátka vzdálena o výšku středu zrcátka nad zvětšovací plochou, a k tomu ještě přistupuje její ohnisková délka. Lupa je posuvná, abychom ji mohli přesně nastavit, a to učiníme takto:

Jako zaostřovací negativ vezměme nějaký nepotřebný, hodně tmavý. Vyryjeme do něho holičí čepkou síť velmi ostrých čar, pokud lze křížem. Negativ vložíme do zvětšovacího přístroje, nastavíme asi tak velký obrázek, jaký se nám vyskytuje při nejmenších zvětšeníích, a zaostříme co možná nejpřesněji obyčejným způsobem, třeba s lupou. Pak vložíme na zvětšovací plochu stojánek, a lupu posuneme tak, až vidíme v ní zcela ostrý obrázek. (Vedle hlavního obrazu čáry vidíme dva slabší, vedlejší, vzniklé odrazem na horní straně skla zrcátka.) Už přitom se přesvědčíme, jak výkonná je pomůcka; nejenom že nám prozradí, zda čepka řezala skutečně ostře, nebo zda skoro mikroskopicky želatinu vytrhávala, ale ukáže velmi jasně i zrno negativního materiálu, i když byl vyvoláván obvyklou jemnozrnnou vývojkou. Podle toho můžeme zaostřovat nejpřesněji, a při plném otevření zvětšovacího objektivu si zkusíme, jak malý pohyb zaostřovacího šroubu už zrno rozmaže, a jak je tedy zaostřování citlivé.

Vysvětlení citlivosti je snadné: soustava lupa — objektiv tvoří vlastně mikroskop, jímž prohlížíme negativ. Je-li zvětšení objektivu na př. 5 x a lupy 10 x, je celkové zvětšení 50 x, a to už stačí na velmi přesné zaostření. *Josef Šimr, Děčín*



## Z REDAKČNÍ POŠTY

### Ještě nezvyklá porucha

Děkuji za vysvětlení nezvyklé poruchy v RA 11, str. 266. Pokles napětí má opravdu škodlivý vliv na činnost oscilátoru a vř kmitů vysadí. Celek pak vypadá, že přijímač hraje jen v určité hodiny. Ale má to háček.

Chtěl jsem vědět, jak velká emise triody ještě musí být, aby oscilátor pracoval ještě tak, tak. Vyzádal jsem si proto dotyčnou ECH11, abych ji dal vyzkoušet. Přitom jsem si musel vyslechnout nářky majitele aparátu. Stěžoval si na velké množství poruch, které byly zesilovány tak silně, že pomalu přehlušovaly příjem. Sám jsem si to při zkoušce ověřil.

Elektronku jsem vyzkoušel na novém měřidle a zjistil jsem, že trioda má 50% emise, zatím co hexodový systém dokonce 80%. Tento poměr mne vedl k závěru, že v zapojení není něco v pořádku. Byl bych spíše věřil, že hexodový systém bude více vyčerpán, protože je více namáhán.

Vzal jsem si z domu měřidlo a šel jsem si ověřit hodnoty a zapojení. Při činnosti radia jsem zjistil, že mřížkový proud oscilátoru už není konstantní (závisí na hodnotě, C'), ale že se neustále mění v rytmu poruch. Oscilátor sice nevysazoval, ale dával naději, že tak brzy učíní.

Podíval jsem se na tlumicí odpor v anodě oscilátoru, ale když jsem uviděl toleranci 2% a solidně velký odpor, chtěl jsem upustit od přechzení jeho hodnoty. Nedalo mi to však, a tu jsem zjistil nezvykle malou hodnotu 22 kilohmů. Ihned jsem jej nahradil novým a byl jsem velmi překvapen. Přijímač hrál normálně a poruchy zázrakem vymizely. Také zkouška mřížkového proudu oscilátoru potvrdila, že proud je už konstantní. Druhé překvapení jsem zažil, když jsem měřil hodnotu odporu. Měl s bídou 18 kilohmů.

Závěr je jasný. Pokles síťového napětí měl velkou odezvu na anodě oscilátoru důsledkem malého odporu. Napětí se prudce měnilo a dávalo vznik silným poruchám. Velké napětí na anodě oscilátoru mělo za následek rychlého opotřebování elektronky. Malý tlumicí odpor nedával možnost snadnému naskočení oscilací.

V době velkého zatížení sítě napětí stále klesalo a oscilátor vysadil. Vysazení umožnil zase příliš malý tlumicí odpor.

*František Jelínek,  
Bystřice pod Hostýnem*

### Nezvyklá zpětná vazba

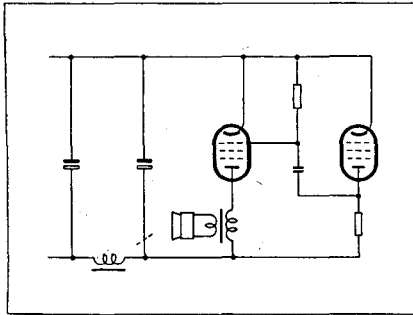
Před nedávnem se mi dostal do rukou běžný přijímač německé výroby. Byla to dvoulampovka se zpětnou vazbou a s buzeným reproduktorem. Přijímač nehrál. Po otevření skřínky jsem zjistil, že je uvolněna čepička detekční elektronky AF3. Chybu jsem opravil (pro zajímavost: Při opravování jsem původní čepičku někam založil a musil jsem ji nahradit patkou žárovky do baterky — a tato improvizace úplně vyhovuje), dvoulampovka sice začala hrát, ale velmi slabě. Přednes však byl ku podivu věrný, ovšem poněkud hlouběji zabarvený. Hledal jsem chybu v elektronkách, reproduktoru, cívkové soupravě, vazebních prvcích, ale marně. Všechna napětí byla normální, alespoň jsem ani žárovku, ani doutnavkovou zkoušečku žádnou odchylku nezjistil. Případ vypadal úplně beznadějně. Ale na chybu jsem přece přišel. Poruchu způsobil odtržený přívod k plus-pólu druhého filtračního elektrolytu, viz náčrtek. Nepřišel jsem na to hned, poněvadž vadné místo bylo skryto za odporovou destičkou a přívodní drát byl vlastní pružností tláčen k okysličené vývodní ploše. Po odstranění poruchy se přijímač zase rozehrál v plné síle.

Theoreticky si tuto chybu vysvětlují vznikem mohutné záporné zpětné vazby průchem emisního proudu detekční i koncové elektronky společným odporem, zde budícím vinutím reproduktoru. Je zajímavé, že pro dostatečnou filtraci stačil jeden elektrolyt, a že při odpojení druhého nevtrčel přijímač zbytkovým střídavým napětím.

Uvádím ještě náčrtek chybného obvodu.

Je možné, že se podobná porucha vyskytne častěji, proto Vám o ní podávám zprávu.

Milan Staněk, Kovářova 210, Město Žďár.



### Rozdělení kapacit v napájecím filtru

S použitím elementárních vzorců pro filtrační účinek v obyčejném filtru C-L-C pro usměrněný napájecí proud nalezl jsem vztah:

$$E_2 = 1,5 \cdot I \cdot 10^6 / \omega^2 C_1 \cdot C_2 \cdot L$$

kde  $E_2$  je brucivé napětí na 2. kondensátoru (za tlumivkou, postup od usměrňovačky),  $I$  je odebraný proud v mA;  $\omega$  je kruhový kmitočet střídavého zbytku, u dvojcenného, pro nějž platí uvedený vzorec, činí 628; pro jednocestný mění se faktor 1,5 v hodnotu 4 a  $\omega = 314$ ;  $C_1$  a  $C_2$  jsou kapacity v  $\mu\text{F}$  prvního a druhého filtračního kondensátoru filtru, počínajíc od usměrňovačky;  $L$  je indukčnost síť. tlumivky v henry. Uvedený vzorec platí za týchž předpokladů, jako zjednodušené vzorce pro filtr L-C, t. j. rezonanční kmitočet soustavy L-C<sub>2</sub> musí být značně menší než je kmitočet střídavého zbytku.

Brucivé napětí je pro dané  $I$ ,  $L$ , nejmenší (a tedy filtrační účinek největší), je-li součin  $C_1 \cdot C_2$  největší. Protože s mikrofarady šetříme, dosáhneme z jejich určitého celkového počtu nejlepší filtraci tenkrát, bude-li  $C_1 = C_2$ . To vede na př. k požadavku vyměnit nebo doplnit na plnou kapacitu vždy ten z obou kondensátorů filtru, který více poklesl (vypařováním elektrolytu; stárnutím). Zvlášť důležité je řídit se pravidlem stejných kapacit při používání kondensátorů papírových, ne elyťů. Tam totiž jsou  $\mu\text{F}$  nákladné a rozměrné, voliváme je poměrně těsně, a zisk ze šetření uvedeného zásady může být podstatný.

(Pisatel této zprávy opomněl uvést své jméno na příspěvku.)

### Kombinovaná zpětná vazba

V zapojení zesilovače s kombinovanou zpětnou vazbou, v Elektroniku 11/1950, od inž. O. Hornu, vynechaný je křídlový odpor 1,5 k $\Omega$  pro prvou 6SN7 v převodě neg. zp. vazby od sek. výstupního transformátoru. — Výstupní transformátor má jadro asi 4 cm<sup>2</sup>. Koncové elektronky sú asi 8W pentody (typu EL2), ostatně nf triody (typ AC2), prvá elektronka může být aj pentoda. Předpätie — 1,5 V sa najjednoduchšie získá zo suchého článku 1,5 V.

Intermodulačné skreslenie asi 2 % proti 40 % u běžných zesilovačov. Pre náhradu elektróniek inými typmi treba však prekontrolovať obvody zptných väzieb.

Do jubilejného ročníku, i do ďalších, mnoho úspechov praje

Ambróz Š k r o v á n e k, posl. el. inž., Bratislava

## PŘIJÍMAČ

s věrným přednesem a větší citlivostí

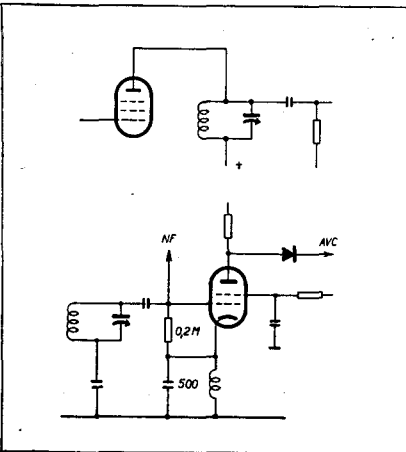
V Elektroniku č. 9 1950 jste uveřejnili pěkný návod na přijímač s věrným přednesem. Udělal jsem si jej s určitými změnami (vynechána ní část), jako rozhlasový doplněk ke gramofonnímu zesilovači. Postrádal jsem však citlivost svého dřívějšího zpětnovazebního audionu; proto jsem vyzkoušel zapojení, které zachovává výhody diodové detekce a širokého přenášeného pásma, má však možnost odtlumení anodového obvodu v elektronky zpětnou vazbou a tím zvětšení citlivosti. Předkládám vám je k posouzení se zjednodušeným i úplným schématem.

Podstata. Signál z anteny je zesílen vř stupněm s laděnou anodou. Anodový obvod je mřížkovým obvodem detekční elektronky, zapojené jako zpětnovazební audion. Nř napětí se však neodbírá s anody, nýbrž s mřížky. Tím jsou výhody diodové detekce zachovány, resp. rušivý vřiv anodové detekce vyloučen.

Pokusil jsem se sestavit zapojení s jedinou sruženou elektronkou ECH21 (heptoda na vř, trioda na det.), avšak zpětná vazba nasazovala tvrdě a lepila se, heptoda nebyla stabilní.

Použil jsem tedy na detekci staré EF9. Praveděpodobně vyhoví každá vř pentoda, která je schopna v potřebném kmitočtovém rozsahu kmitat. Na vř stupni jsem ponechal ECH21 (trioda zapojena jako dioda).

Zpětná vazba je Colpitts podle Vašeho návodu, avšak řízení napětím stínící mřížky, aby nerozlaďovala. Je vlastně způsobována triodovou funkcí EF9 (střín. mřížka jako anoda).

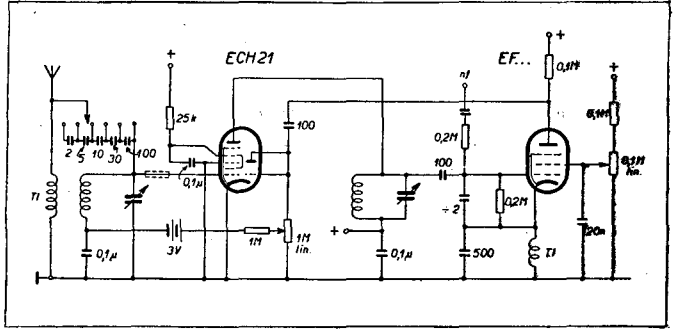


Zesíleného vř napětí na anodě EF9 bylo použito k AVC. Usměrnění obstarává triodový systém ECH21. Stupeň AVC je možno řídit potenciometrem 1 M $\Omega$ . Protože není možno získávat předpětí pro vř elektronku katodovým odporem ani úbytkem napětí na jiném odporu, aby dioda neměla předpětí, použil jsem dvou suchých článků (malá válcová baterie 3 V).

Zapojení vyhovuje. Vypnutím zpětné vazby je možno přejít k širokému pásmu, žádoucím pro dobrý přednes, podle mého názoru lepší než u běžných superhetů. Jediné AVC by měla být účinnější. Ivo V o r l í č e k, Praha VII

### Vakuum nebo termická emise?

Před časem jsem si opravoval přijímač Philips - 516. Byla v něm vadná koncová elektronka EBL 1. Zakoupená nová elektronka hrála zprvu dobře, po pěti minutách začala však



skreslovat. Při hledání příčiny této nové poruchy bylo naměřeno na řídicí mřížce 11 V kladného napětí. Podezření na svod vazebního kondensátoru bylo neoprávněné: kladné napětí zůstalo i při odpojení onoho kondensátoru. Elektronku jsem vrátil prodejci jako vadnou. Vyměněná elektronka měla touz chybu, napětí bylo jen +5 V. Další výměna se mi teprve nevyplatila, dostal jsem elektronku, která měla 16 V kladného napětí. Vrátil jsem ji už nešel a začal jsem uvažovat o příčině.

Kdyby to byla chyba isolační, na předklad mezi G1 a G2, pak by se projevovavla hned po zapnutí. To se však nestalo. Další možnosti jsou ještě tři, a to:

Možnost sekundární emise řídicí mřížky; ta by však nebyla pravděpodobně tak velká, neboť napětí na řídicí mřížce bylo měřeno voltmetrem na rozsahu 150 V a jeho vnitřní odpor byl 1000 ohmů na volt, což je 150 000  $\Omega$ . Proud voltmetrem při měření u první elektronky byl přibližně 73  $\mu\text{A}$ , u druhé 33  $\mu\text{A}$ , a u třetí byl největší, 106  $\mu\text{A}$ . Možnost sekundární emise tedy odpadá. Zbyly další dvě možnosti — neobdobré vakuum nebo termická emise řídicí mřížky.

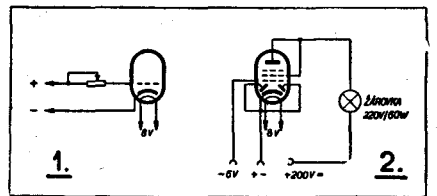
Příklad jsem se k vakuu a pokusil jsem se opravit je „zahořováním“, které popisoval inž. Luptánek v Elektroniku, č. 12/1949, str. 270. Výsledek byl slabý. Naměřil jsem jen 14 voltů. Proto jsem onu elektronku riskoval a provedl jsem tento pokus.

Onu nešťastnou EBL 1 jsem vyndal z přijímače a na patce jsem zapojil jen žhavení. Toto však dostávalo napětí 8 V místo 6,3 V. Na řídicí mřížku jsem přivedl přes potenciometr 1000  $\Omega$  kladné napětí, jehož minus pól byl připojen na katodu, obraz 1. Velikost přiváděného napětí jsem zvětšoval tak dlouho, až se první mřížka rozpálila do jasné červeného žáru. Doba žhavení byla asi 15 vteřin, v které jsem getr této opravované elektronky zahřával plynovým kahanem. Po vychladnutí jsem postup opakovav, načež při zkoušce v přijímači jsem naměřil 6 V.

Toto byl již velký úspěch; zkusil jsem pak opět ji „zahořovat“ a to tak, že jsem spojil G2 s A, v jejímž okruhu byla žárovka 60 W/220 V. Napětí na anodě 200 V, řídicí mřížka dostávala minus 6 V. Obě diody byly spojeny s katodou. Délka zahořování byla asi 10 hodin. Na žhavení bylo rovněž 8 voltů. Zapojení obraz 2.

Při měření v přijímači se potýraná elektronka ukázala vyléčená, bez vady. Zprvu jsem pochyboval o její životnosti, ale ani to nevyšlo. Běží totiž v onom přijímači již rok a půl, a je stále dobrá.

Po stránce fyzikální vysvětlují si závalu tím, že při montáži elektronky se dostala emisní pasta z katody na řídicí mřížku. Při zahřátí katody se ohřeje i mřížka a začne slabě emitovat. Tím se záporné předpětí vyrovná nebo









# Jednota

SPOTŘEBNÍ DRUŽSTVO, JESENÍK

může posloužit *bohatým výběrem*

*radiosoučástek a elektromateriálu*

*ze závodů jež likviduje*

NA POŽADÁNÍ ZAŠLEME SKLADNÝ SEZNAM A CENÍK

1184

P R I J M E S E větší počet radio - elektromechaniků - elektroinženýrů - vývojářů - konstruktérů - kresličů - vyšších a nižších průmyslováků. Ubytování pro svobodné zajištění. Nab. p. zn.: „Východní Čechy S 1338“ na Propag. Praha I./566.

1185

Vym. UKW přij. i schema FuG16 rozs. 7-8 m, el. RL12P35, LD1, RL2, 4T1, RL2, 4P2, LG4, RV2, 4H300, SD1A za př. MWEC, Torn Eb, el. gramomotor, el. RD2, 4Ta, RV12P3000, 1LNS, RL12T1, RL2, 4P3, RG12D300, Ra roč. 1938-40. Jos. Otta, Tovačov, Široká 90. 1576

(150), trial 500 (100), trial 500 (200) teleg. klíč Ryska (100), kuprox 120 V/60 mA (180), 2krát 11pól. prep. (po 80). R. Vítkovič, Prešov. pošt. schr. 37. 1555

Koup. lampy pro bater. přijim. Nora KDD1, 2x KF4. Karel Pošta, Nová Ves 18., p. Háje u Duchcova. 1556

Prod. RVP2001, RV2, 4P700, 25A66, 6F7, 6E5, 6K7, 6A8G, RV2P800, RV8P800, RG12D2, RV12P4000, AF7 (4 160), WGL2, 4a (250), Inž. J. Svátek, Praha VI, Libušina 5. 1557

Prod. VA-metr, 3, 30, 300, 600, V-ss. 30, 60, 300, 600, V-stř. 30, 60, 300, 600, mA-ohmmetr do 20 KΩ, amat. (800) M. Bouček, Praha XVIII, 275. 1558

Prod. RA roč. 1941, 42, 45, 46, 47, 48 orig. váz. a roč. 49, 50 brož. Vše nové (1250). Kettner, Znojmo, Zborovská 14. 1559

Prod. autorad. (8000) souč. na autorad. (1800), Oscilogr. (10 000). K. Mihula, Píerov, Bratrská 7. 1560

Prod. soupr. Eфона 460 (800), el. EF12, 9, EL3 (200), ECH4, EB11, 2x UCH21, UBL21 (250), EDD11, EFM11 (220), EM11 (170), AZ11, 1, UY01 (80), 2x P2000, 2x RG12D60 (90), amer. 12Q 7G (150). Potř. mA s rozs. 0-1 mA, n. vym. za fotoap. na film. L. Kempný, Ostrava I., Jurečkova 1. 1561

Prod. el. 2x LD2 (150), 2x RL2T2 (50), LG1 (100), 2x RV2P800 (100), RL2, 4P2 (150), ECH11 (160), AM1 (110), PV200 (600, 100), 2x sluch. 4000 Ω (80), 300 mAmetr, tep. (300), 2x sel. usm. 220 (60, 180). R. Stichaer, Pardubice, Schulhofova 824. 1562

Prod. adapter na přizpůsob. bater. přij. na síť s vlast. dobíj. 1,2-2V akku s připín. na 3 pol. (1200) a někol. trafo pro ultrason. pračku 120V-24V-100W v zapoj. dva za sebou 240V-24V paral.-200 W v Ia proved. Kus (250). J. Kopecký, Ústí n. Orli. 1563

Prod. 16 uF 500V (60), 4uF (30), 0,5 uF, olej Bosch 12KV (80), Tropiko (500) 50 000 p. ks3 lad. kond. kalit. frez. 120p. a 4x20p (100) vymbr. 120v. (600), tr. k vymbr. (100), sada civ. pro autorad. nenavin. 2x MF 1vs. los (180). K. Kováč, Olomouc, Běláda, Libušina 41. 1564

Koup. el. motorek do gramofonu, třeba i starší. Jos. Klimeš, inv. Domov přestárlých, Albrechtice u Týniště n. Orli. 1565

Koup. RE074 ser. 3 k. 164 d, 1 k. Zavádil, Rychnov n. N. 1566

Teleskop. anteny mírové 4 m dl., dural (250). Dodá Němeček, Písek 92. 1567

Prod. soupr. Torotor 10-20-40-80 m m. f. civk. záz. ssc a kond. nové (1250), diod. Vac. tube voltm. 3-300 V, ss a stř. 15c-20Mc (10 000) nový. Ol. Kutal, Chrudim III/454. 1568

Za el. KK2, KF3, KF4, KBC1, KDD1, KC3 dám. elim. n. kuff. zkouš. el. HF35, n. koup. Zd. Bezík, Trnová 49 u Doupy. 1569

Koup. E444, prod. RV12P4000 v orig. obalu (á 90). Mráz, Praha XI, Žerotinova 59. 1570

Prod. reprod. Telef. L 301/1 buz. výst. 1000, 500, 140 ohm. imp. kmit. 8 ohm 20 W pro místnost, terén kino, foto na pož. (5000). T. Ruiner, Mikulov. 1571

Koup. gramomotor k Křížk GM n. reklamní téže znač. (za 1700 neb 1200) - nutně. Indráček Jan, Praha XVI, Mozartova 7. 1572

Koup. lampy RES964, E443H, E449, RENS 1234, RENS1254, E449, potenciometr 1 MΩ a vypínačem. Jos. Folprecht, Dolní Bousov 231. 1573

Prod. 6x RL2P3 (180), EBC3, STV280 (40), KDD1 (150), 6K7, 12K7, 6C5V, 89, 43, 6A7 (100), AB2, EB11, CB1, 6H6, LG1 (65), 4x MF trafo 48 Kc (120), 2x 120KC (80), trial 3x500 cm (130), 4x NF trafo 1:3 (70), tlumiv. 200MA (150). Vl. Novotný, Chomutov, Husova 9. 1574

Prod. transformátor a elektromagn. k elektroakust. pracce dle RA č. 7/1950 (500). Václav Malý, Kladno IV, Vzorné sídliště č. 1. 1575

Prod. RL2, 4P3, RL2, 4P2, RL2, 4T1, RV2, 4P700 (á 150), RL12P35 (240), 4671 λ > 35 cm (120). J. Tříška, Rychnov nad Kn. 640. 1577

Prod. motor 24V/12A s převody (400), lib. oktant (800), nabíj. dynamo 4V/4A (250) mf trafo 468 KHz /á 100), trafo 120/220, 2x 300V/120 MA, m 4, 6, 3V (250). F. Láber, Bratislava, Vajnorská 2d. 1578

Prod. „Emila“ pro 10 m, dv. směš. osaz. 7xP4000, 1xP2001 (3000), k. n. zásuv. s kabel. (100), náhr. P4000 (150), hl. vanič. (40), Thyr. 5A (1000). L. Votava, Brno 29, Vrbi 35. 1579

Prod. P2000 (100), RL12T2, T15, P4000 (80), EK2 (200), EL2, UCH21 (180), EBL1 (130), E438, B2046, B2043, CF3, B240 (70), koax. 70Ω (25-m). G. Fišer, Praha-Spořilov, Jihozáp. III, čp. 1166/23, tel. 90066. 1580

Prod. EZ6 s konvertorem na 28 Mc (5000), 2x RL12P35 (á 200). O. Veselý, Praha XII, Korunní 76. 1581

Koup. měř. příst. kt. má spotř. 1 mA pro celou výchylku. Přepín. Philips TA el. 6A5G, skříně pro měř. míst. RxC dle El. čís. 10/1950. Přep. dvoupól. pětípól. J. Líma, Gottwaldov, Štefanikova 458. 1582

Koup. 2x KDD, výměn. AF7, EFM11, DL121, DF21, RV12P4000, RL12P35, rot. měn. F. Iša, Brno, Tržní 6. 1583

Koup. LB8 (DG7-2). J. Peter, Pazderna 22 u Frýdku. 1584

Koup. synchr. gramomotor, RV2, 4PH5 n. jiné bat. el. miniat. lad. kond. a duál J. Příbyl, Č. Velenice, tř. Čs. legií 325. 1585

Mám 2 bat. univ. radia Nora, projekt. Siemens 16mm mnoho filmů. Leiš, Č. Budějovice, Riegrova 3. 1586

Před. kufr. přij. osad. 5 nov. el. serie K, vyžadující menšiu opravu (2000). Kúpim bezv. prenosny sup. na bat. i sieť. Ing. Zbornák, Smolník 121. 1587

Sonoreta bez skříně (1700), kond. otoč. vzduch. duál Philips (260), kond. ot. jedn. 2ks. (á 150), kr. stř. dl. repro Ø 120 (300). St. Skalický, Praha XIX, Set. Nazdar 642/7. 1588

Prod. 2x0518 /600, 630), EM11 (160), EL12 (265). Boh. Pospíšil, Brno, Hlávka 8/10. 1589

Koup. el. gramomot. RV24P700, AF7, DF21, DF22, DL21. B. Pavelka, VPŠP, Hranice. 1590

Prod. MWEK (7500) a Rasa spec. ukv. přij. (9000). Ing. M. Mráček, Praha XVI, Na Březině 9. 1591

Prod. Avomet (4000). Zb. Kozmák, Praha XVI, Nad Koulikou 2047. 1592

Ruším radioamatérství, nap. co potřeb. z různ. nepoužit. i spec. radiolamp a souč., vzhled. pro stavbu KV a UKV přístrojů. Známku na odpov. Jos. Roth, Písek, Na Spravedlnosti 20. 1593

Prodávám a kupuji starší čis. Elektronika, Masopust, Praha II, Palackého nám., stánek novín. 1594

Prod. nový 20W zesil. Primafoon z hud. skř. 200 Ohm. výst. (6600), 3n, šuple, bez elekt. (800), M. Kovařík, Brno, Soudní Ia. 1595

Prod. dvě pentody RCA T-828. Vhodné jako ideal. B-modul n. nízkofrekv. zesil. o stříd. výk. 300 W. Těž výbor. pentoda pro PA až do 50 Mc. An. ztráta 80 W. Těž jednotl. (á 1600). Ant. Kocian, Olomouc II, Pitsburská 14. 1596

Kúpim přesnou univers. hlavu prům. 70 mm (60-80 mm), třífel. n. čtyřfel. Inž. M. Pacák, Charkovská 3, Praha-Vršovice. 1597z

Dám el. RGQ 7,5/0,6, RG62, 1875, LS50, RS241. Potřeb. RG45 neb RG52, 1876, DG7-2, DG3-2, plyn. triodu, 2 tužk. usm. 053/50. Známku na odpověď. Nabídněte I. G. Michalík, Návsí 386, Těšínsko. 1598

Kúp. nové ECH3, EFM1, VCL11; M. Kováč, priem. škola strojn., Banská Bystrica. 1599

Koup. knihu Československé přijímače, elektr. DCH11, DF11, DAE11, DL11, DL21, KDD1, KC3. Ant. Štemberk, Křemence 9, Nechvalice u Sedčian. 1600

Prod. autoradio (6000), velký super (5000), malý super (3500), vice P2000 (120), P2001 (200), LV5 (1500), LV13 (250), RL12T15 (190), AF100 (220), LD1 (250), LD2 (250), RL12P35 (350), příp. spodky tank. šuple 3 m (3000), buz. rep. s trsf. 12 (300). Závada, Králův Dvůr 123. 1599