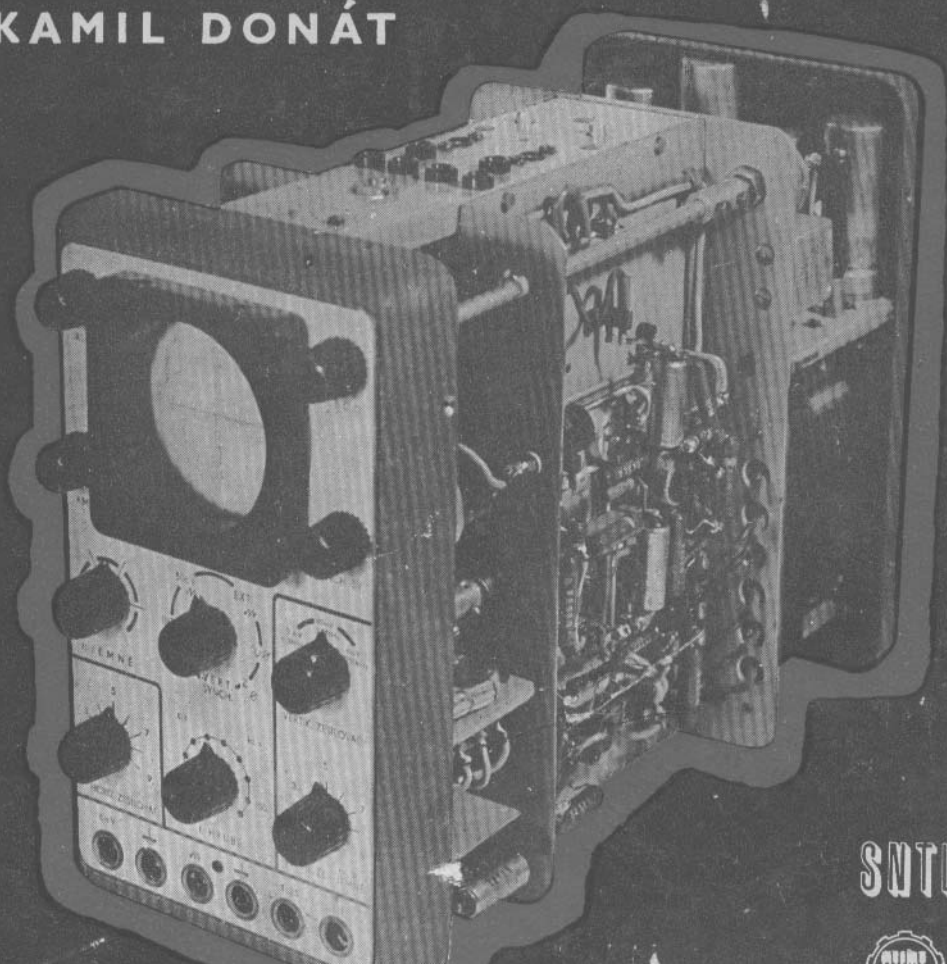


příručka pro konstruktéry radioamatéry

E182
PUPOLAMM

KAMIL DONÁT



SNTL



Kniha popisuje součástky a prvky používané v elektronice, jednotlivé konstrukce, způsoby řešení a zásady při sestavování přístrojů a zařízení. Všímá si též úpravy pracoviště a jeho vhodného vybavení. Všechny kapitoly jsou doplněny řadou kreslených obrázků, fotografií a schémat, které pomáhají názornému pochopení probírané látky. Kniha je určena radioamatérům, konstruktérům a laborantům v průmyslu a vývoji.

Lektor inž. Jaroslav Navrátil

Redakce elektrotechnické literatury — hlavní redaktor inž. dr. Frant. Kašpar

© Kamil Donát, 1961

Předmluva

MAJETEK
Kovopodniku města Brna
BRNO, nám. Družby ná

Elektronika je jedním z odvětví moderní techniky, která prochází neobyčejně prudkým vývojem. Téměř denně se setkáváme s novými objevy, novými konstrukcemi a výrobky v tomto oboru. Také výhled do budoucnosti je neobyčejně příznivý. Vždyť poslední historické úspěchy na poli meziplanetárních raket a družic Země by nebyly uskutečnitelné bez účinné pomoci techniků, pracujících v oboru elektroniky. Neustále vzrůstající zájem z řad mládeže o tento obor techniky dal také podnět k napsání knihy, pojednávající o součástkách jako stavebních prvech radiotechniky, o různých konstrukčních zásadách a způsobech, jimiž se řídíme při návrzích a konstrukci radiotechnických přístrojů.

Kniha vychází vlastně již ve druhém vydání. První vyšlo ve Svazu pro spolupráci s armádou — Ústřední radioklub v nakladatelství Naše vojsko. Vzhledem k značnému zájmu, s nímž se publikace setkala nejen u členů Svazarmu, nýbrž i u ostatní veřejnosti, bylo rozhodnuto vydat knihu znova a doplnit a rozšířit ji o nejnovější poznatky. I toto vydání je určeno opět především mládeži a všem těm, kteří se chtějí blíže seznámit jak s různými součástkami při výrobě radiotechnických zařízení, tak se základními pravidly konstrukce těchto přístrojů.

Knížka neobsahuje teoretické části, je psána především pro praxi a porozumí jí každý, kdo má i jen základní vědomosti v oboru sdělovací techniky. Je rozdělena na dvě hlavní části. První obsahuje přehled radiotechnických součástek a materiálů, druhá probírá jednotlivé konstrukce a zásady, jež musíme znát při sestavování přístrojů.

Pro lepší názornost jsou popisované konstrukce doplněny řadou obrázků. Příklady mohou sloužit jako vhodné vodítko při vlastní práci a přehledně podávají různé základní způsoby konstrukčního řešení. V příkladech jsou však voleny jednoduché konstrukce a přístroje, protože v radiotechnice platí více než v jiném oboru zásada, že v jednoduchosti je spolehlivost.

Přeji si, aby kniha přinesla užitek všem čtenářům a zájemcům o radio-techniku a příbuzné obory a doplnila vhodně jejich přehled a zkušenosti v tomto směru.

Kamil Donát

V září 1959.

Obsah

Předmluva	5
I. Postup při návrhu elektronického přístroje	11
II. Elektrické a mechanické součástky	15
1. Řady jmenovitých hodnot odporů a kondenzátorů	15
2. Barevné značení odporů a kondenzátorů	16
3. Odpory	18
a) Vrstvové odpory	18
b) Drátové odpory	22
c) Proměnné odpory	26
4. Kondenzátory	34
a) Svitkové kondenzátory	35
b) Elektrolytické kondenzátory	41
c) Slídové kondenzátory	45
d) Krabicové kondenzátory	47
e) Keramické kondenzátory	49
f) Kondenzátory s proměnnou kapacitou	58
5. Cívky a vysokofrekvenční tlumivky	65
a) Vysokofrekvenční cívky	65
b) Ferity	80
c) Cívky s proměnnou indukčností	81
d) Vysokofrekvenční tlumivky	84
e) Zajišťování vinutí a vývodů cívek	87
6. Transformátory a tlumivky se železným jádrem	88
a) Cívková tělíska	89
b) Vinutí transformátoru	89
c) Impregnace, stínění a ochrana vinutí	96
d) Plnění transformátorů	98
e) Upevnění transformátoru	99
f) Vývody transformátoru a jejich barevné značení	100
g) Zkoušení transformátoru	102
h) Teplota transformátoru	102
i) Transformátorové plechy EI	103
7. Vypínače a prepínače	109
a) Vypínače a tlačítka	109
b) Prepínače	110
8. Stykové usměrňovače	115
a) Selenové usměrňovače	116
b) Kuproxidové usměrňovače	124
c) Selenové fotonky	124

9. Polovodiče	125
a) Polovodičové diody	125
b) Polovodičové triody — tranzistory	134
c) Krystalové tetrody	137
d) Termistory	139
e) Zacházení a práce s polovodičovými součástkami	140
10. Elektronky	143
11. Konstruční keramika	148
12. Mikrofony	149
13. Reproduktory	151
a) Kruhové reproduktory	151
b) Eliptické reproduktory	153
c) Reproduktory pro speciální použití a reproduktorové soustavy	153
14. Ručkové měřicí přístroje	157
15. Napájecí zdroje	160
a) Suché články — baterie	160
b) Akumulátory	164
16. Křemenné krystalové výbrusy	166
17. Propojovací koncovky a lišty	169
a) Mikrofonní a přístrojové koncovky	169
b) Propojovací lišty	171
18. Různý elektrický a mechanický materiál	172
a) Svorkovnice	173
b) Voliče napětí	175
c) Držáky pojistek	175
d) Doutnavky, žárovky a objímky	176
e) Zdíčky a svorky	179
f) Knoflíky	180
g) Relé	183
h) Vibrační měniče, polarizovaná relé	185
i) Drobné mechanické součástky	187
III. Všeobecné zásady konstrukčních prací	194
1. Rozložení součástí	194
2. Stínění v radiotechnických přístrojích	199
a) Stínění vodičů	200
b) Stínění součástek	201
c) Stínění obvodů jako celků	206
3. Spojování do uzlu a vedení zemnicích spojů	207
a) Spojování do uzlu	208
b) Vedení zemnicích spojů	211
4. Krátké spoje — minimální kapacita	211
5. Větrání v radiotechnickém přístroji	216
a) Rozložení součástek se zřetelem na chlazení	217
b) Větrací otvory v kostře	218
c) Větrání s nuceným oběhem vzduchu	220
d) Větrací otvory ve skříní	220
IV. Různé druhy konstrukcí radiotechnických přístrojů	222
1. Zkušební konstrukce	222
2. Konstrukce přístroje na základní kostru	225
3. Čelní panel jako nosná kostra	228

4. Nosná kostra rovnoběžná s čelním panelem	230
5. Základní kostra tvaru L nebo T	233
6. Konstrukce přístroje mezi dvěma hlavními panely	235
7. Panelové konstrukce	238
8. Úzké dlouhé kostry	245
9. Stavební jednotky	248
10. Dělené komůrkové konstrukce	251
11. Konstrukce přenosných zařízení	252
12. Konstrukce speciálních elektronických zařízení	253
13. Panely přístrojů	254
14. Zadní stěny přístrojů	255
15. Jednotná kovová skříň pro elektronické přístroje	255
V. Zapojovací technika a zapojování přístrojů	267
1. Zapojování bez montážních a zapojovacích pomůcek	267
2. Montážní destičky s pájecími očky	270
3. Montážní pertinaxové můstky s pájecími očky	272
4. Montážní keramické můstky	275
5. Bakelitové montážní můstky	277
6. Montážní izolační kolíčky	278
7. Zapojovací materiál	280
8. Zapojování radiotechnických přístrojů	284
9. Pájení v radiotechnice	287
10. Svazkování vodičů	290
11. Označování součástek	293
12. Plošné spoje	294
VI. Úprava pracoviště a technologie radioamatérských prací	297
1. Uložení materiálu	298
2. Nástroje a nářadí pro radiotechnické práce	290
3. Udržování přístrojů	303
4. Mechanické práce v radiotechnice	304
5. Základní izolační hmoty používané v radiotechnice	300
6. Používání speciálních hmot a lepidel	314
7. Přístrojové štítky	317
8. Odpružení součástek a přístrojů	321
9. Přístrojové držáky	322
10. Vzhledové úpravy přístrojů	323
a) Povrchová úprava hliníku a jeho slitin	324
b) Povrchová úprava ocelových předmětů	326
c) Povrchová úprava kovů lakováním	330
d) Povrchová úprava dřeva	333
Závěr	334

I. Postup při návrhu elektronického přístroje

Rozhodneme-li se zhotovit nějaký přístroj, je třeba, abychom si plánovitě rozdělili práci na několik etap. Nejprve musíme studovat příslušnou literaturu, abychom vhodně doplnili své vědomosti. Po prostudování úkolu zvolíme nejvhodnější elektrické řešení a zapojení a konstrukci přístroje. Již během studia sledujeme různé obměny a zapojení přístrojů, porovnáváme a posuzujeme je někdy sami, někdy se zkušenějším pracovníkem, až se rozhodneme pro jedno nebo dvě nejlépe vyhovující zapojení. Tato zapojení pak přizpůsobíme nebo podle potřeby upravíme a upravená zapojení překreslíme.

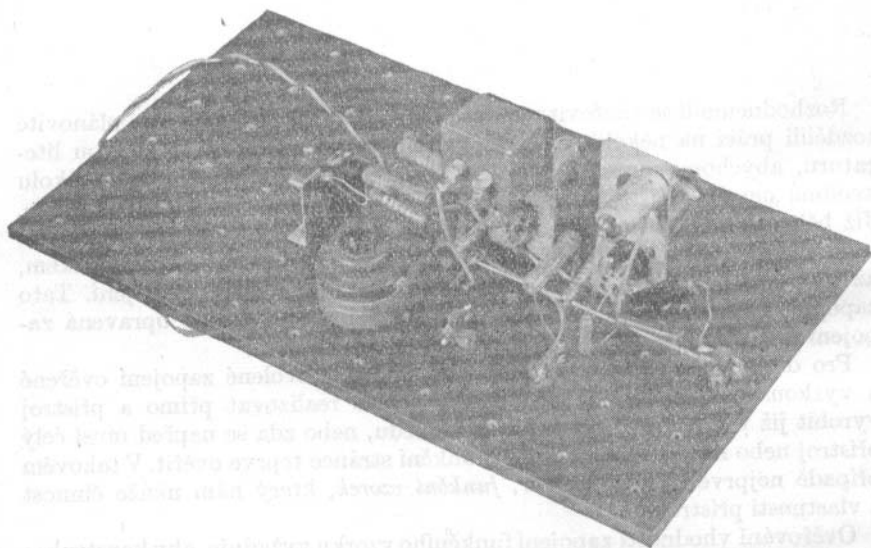
Pro další postup je důležité, do jaké míry je zvolené zapojení ověřené a vyzkoušené, abychom rozhodli, zda je lze realizovat přímo a přístroj vyrobit již v konečném provedení a vzhledu, nebo zda se napřed musí celý přístroj nebo některé jeho části po funkční stránce teprve ověřit. V takovém případě nejprve zhotovíme tzv. *funkční vzorek*, který nám ukáže činnost a vlastnosti přístroje.

Ověřování vhodnosti zapojení funkčního vzorku vyžaduje, aby konstrukce řešení byla „pružná“, umožňovala snadné zásahy do zapojení, výměnu součástek a pod. Proto se funkční vzorek sestavuje obvykle na *montážní desce*, buď izolační, nebo kovové. V tomto stadiu, kdy ověřujeme nejen vhodnost zapojení, ale i volbu součástek a funkci zařízení, nastává vlastní vývojová činnost. To je řada prací potřebných k vyřešení přístroje, a to od návrhu až k zhotovení správně pracujícího vzorku nebo prototypu, podle kterého potom sestrojíme vlastní přístroj. Přitom si ověříme nejen konečnou funkci zařízení, ale zjistíme též, zda jsme zvolili pro přístroj realizovatelné podmínky a požadavky, nebude-li např. zařízení příliš složité, výrobně značně náročné a tím i drahé. Tato práce vyžaduje různé úpravy a změny v zapojení, které se znovu prakticky ověřují a zjišťuje se vhodnost pro dané použití. Předpokladem úspěšné práce je ovšem pečlivý návrh na základě technických úvah a přesné příslušné výpočty.

Vzhledem k úvahám a postupu při návrhu a zhotovení přístroje má tato práce několik dílčích úkolů:

předběžný návrh se zřetelem na funkci přístroje,
výpočet podkladů, potřebných pro konečný návrh přístroje,

konečný návrh pro funkční vzorek přístroje, popř. pro definitivní řešení, jde-li o vyzkoušené zapojení, zhotovení funkčního vzorku (odpadá u vyzkoušených zařízení), zkoušení, měření a úpravy na funkčním vzorku na základě porovnání s vy počítanými a předpokládanými výsledky,



Obr. 1. Funkční vzorek sestavený na montážní desce

návrh konečného provedení jak po elektrické, tak po mechanické stránce (výkresy), konečné zhotovení přístroje, zkoušky a měření konečného provedení, dokumentace.

Všechny tyto úkoly je třeba vhodně rozvrhnout podle složitosti a rozsahu. Některé úkoly jsou složitější a rozsáhlejší, jiné jednodušší. Pracím, které jsou pro nás nesnadné, musíme věnovat více času, pracím, s nimiž máme již větší zkušenosti, věnujeme méně času. Pokud jde o funkční vzorek, je vhodné jeho sestavení na montážní desce. Na obr. 1 je funkční vzorek elektronického zařízení, sestaveného na montážní desce. Na obrázku je patrné nejen rozložení součástí na desce, ale i vhodné umístění všech úhelníků, napájecích svorkovnic, vstupních a výstupních svorek a ovládacích prvků, což umožňuje ověřit činnost i provedení potřebných měření, podle

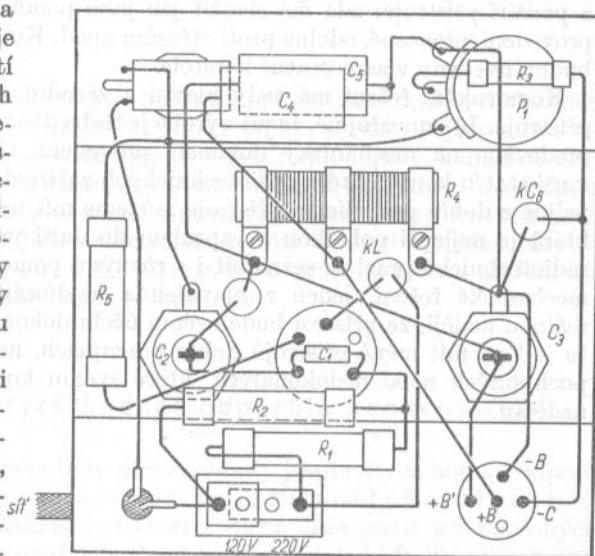
kterých se rozhodne buď pro úpravy, nebo definitivní zapojení. Uvedeného „prkénkového“ provedení funkčního vzorku si ještě blíže všimneme v kapitole o různých druzích konstrukcí radiotechnických přístrojů.

Pro další práci a orientaci se někdy kreslí tzv. *zapojovací plánek*, mezi pracovníky v radiotechnice běžně zvaný jen *zapojovačka*. To je na rozdíl od schématu přístroje plánek propojení jednotlivých součástek vodiči, tak jak budou ve skutečnosti

vedeny a kladeny. Na zapojovacím plánu je tedy rozmístění součástí a vedení jednotlivých zapojovacích vodičů, jejichž poloha nebo umístění jsou u radiotechnických přístrojů často velmi choulostivé. Zapojovací plánek je mnohdy opomíjen, avšak měl by být skutečně nedílnou částí konstrukce přístroje, neboť na něm si předem nakreslíme rozmístění součástek, záchytných pájecích oček, svorkovnic, natočení objímek elektronek se zřetelem na přívody k mřížce, anodě aj. Jak takový zapojovací článek vypadá, vidíme na obr. 2.

Z něho jistě můžeme dobře posoudit jeho užitečnost. Z obrázku je patrné, že při kreslení tohoto zapojovacího plánu provádíme současně rozmísťování součástek na kostře, volíme vhodné vedení spojů apod. Užitečnost je tedy nesporná, nedejme se proto odradit jistou obtížností a složitostí. Ostatně mnohdy postačí nakreslit tímto způsobem alespoň hlavní část, např. vstupní obvody, a nemusíme se zdržovat třeba kreslením transformátoru a napájecí části.

Z toho vyplývá, že spojovací článek se má kreslit zároveň s návrhem mechanického řešení přístroje, aby se všechny poznatky a požadavky mohly včas zahrnout do vlastní konstrukce. Jde o stanovení přesného rozmístění otvorů pro různé součástky, záchytná očka, pertinaxové lišty nebo jiné montážní pomůcky. Zapojovací plánek ušetří mnoho starostí a vyplatí se vždy ne snad proto, že bez něho bychom přístroj neuměli zapojit, ale proto,



Obr. 2. Zapojovací plánek — zapojovačka

že si jednotlivé spoje můžeme dobře promyslet a potom je vést skutečně účelně a vhodně se zřetelem na zásady správného zapojování, na vhodnost krátkých spojů apod. Tím si později při uvádění do chodu ušetříme zbytečné obtíže a starosti s odstraněním nejrůznějších nedokonalostí přístroje. Doporučuji proto ještě jednou: nezapomínejte sestavovat zapojovací plánek!

Konečné konstrukci elektrického i mechanického provedení přístroje je třeba věnovat náležitou péči. Je nutno volit vhodné provedení vzhledem k účelu a použití přístroje: zda má sloužit jen jako pomůcka nebo jako dokonalé provedení, přenosné, odolné proti otřesům apod. Konstrukce různých druhů budou uvedeny v samostatné kapitole.

Konstrukční řešení má tedy hlavní a zásadní vliv na konečný vzhled přístroje. Je samozřejmé, že při výrobě je třeba dbát kromě pěkného vzhledu především na mechanicky dokonalé provedení. Oba tyto požadavky se musí stát u konstruktéra radiotechnických zařízení samozřejmostí, protože jedině z dobře pracujícího přístroje můžeme mít nejen užitek, ale i radost, která je nejlepší pobídkou a vzpruhou do další práce. Proto je třeba při radiotechnické práci se seznámit i s různými pomocnými pracemi, aby již mechanické řešení, jeden z hlavních a nejdůležitějších činitelů, dávalo reálnou naději, že přístroj bude svému účelu dokonale sloužit. Pamatujme, že je lépe mít méně přístrojů dobře pracujících, než mnoho nejrůznějších, pochybných nebo nedokonalých, které svému konstruktérovi nikdy čest nedělají.



II. Elektrické a mechanické součástky

Při konstrukci radiotechnických přístrojů potřebujeme mnoho základních součástek, které vhodně spojeny vytvoří určitý přístroj s jistou funkcí. Základními součástkami — *elektrickými* — jsou např. odpory, kondenzátory, potenciometry, cívky, přepínače, elektronky apod. K základním součástkám je však nutno počítat též *mechanické* součástky, umožňující spojení vlastních součástí. Jsou to např. objímky elektronek, svorkovnice, zdířky, úhelníčky aj. Vidíme, že součástky jsou velmi rozmanité, a proto si těchto základních „kamenů“ přístroje všimneme poněkud blíže.

1. Řady jmenovitých hodnot odporů a kondenzátorů

Československou normou byly převzaty řady jmenovitých hodnot odporů a kapacit, platných pro rozsah od 10Ω do $10 \text{ M}\Omega$ a od 1 pF až $0,1 \mu\text{F}$ s tolerancí $\pm 5\%$ a větší. Základ řad tvoří zvolená čísla podle geometrických řad, kde podíl dvou sousedních členů je vždy stejný. Řady se označují písmenem E a číslicí, určující počet členů v jedné dekádě. Čs. norma pojednává o třech základních řadách, které odpovídají mezinárodním normám IEC. Od dřívější řady, označené R10, se dnes upouští a přechází se na některou z řad E24, E12 nebo E6. Přehled hodnot dekády pro tyto řady ukazuje tabulka na str. 16.

Podle těchto řad se označují odpory a kondenzátory svými hodnotami, a to tak, že jednotky se značí písmenem J, desítky a stovky se udávají přímo číselnou hodnotou, tisíce se značí písmenem k, statisíce M před číslicemi, udávajícími číselnou hodnotu a milion se značí písmenem M za číslicemi. Podle toho označení odporu 3200Ω bude $3\text{k}2$, odpor $320\,000 \Omega$ označíme $\text{M}32$ a hodnotu $3,2 \text{ M}\Omega$ označíme znakem $3\text{M}2$. Podobně je tomu i při označení kondenzátorů. Kapacitu $0,1 \mu\text{F}$ značíme $\text{M}1$, kapacitu 100 pF samotným číslem 100 bez písmenného znaku a hodnotu např. $6,4 \text{ pF}$ značkou $6\text{J}4$. Před označení hodnoty přijde vždy vlastní znak, označující druh odporu nebo kondenzátoru: $\text{TC}210 \text{ k}\Omega$, $\text{TC}102 \text{ k}\Omega$, $\text{TR}110 \text{ M}\Omega$ aj.

E24	E12	E6	R10
1,0	1,0	1,0	1,0
1,1			
1,2	1,2		1,25
1,3			
1,5	1,5	1,5	
1,6			1,6
1,8	1,8		
2,0			2,0
2,2	2,2	2,2	
2,4			2,5
2,7	2,7		
3,0			
3,3	3,3	3,3	3,2
3,6			
3,9	3,9		4,0
4,3			
4,7	4,7	4,7	5,0
5,1			
5,6	5,6		
6,2			6,4
6,8	6,8	6,8	
7,5			8,0
8,2	8,2		
9,1			
10,0	10,0	10,0	10,0

2. Barevné značení odporů a kondenzátorů

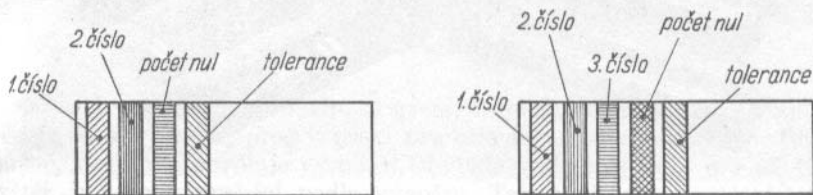
V zahraničí se barevné označení odporů a kondenzátorů mnohými firmami již léta užívá, kdežto u nás se zatím setkáváme s označováním hodnot pomocí barev dosti málo. Potřeba tohoto způsobu značení se však jeví u miniaturních kondenzátorů a odporů. Protože miniaturizace dává oprávněné předpoklady častějšího používání barevného označování i našich součástek, uvádíme způsob, kterého se používá k vyjádření jmenovité hodnoty odporu nebo kondenzátoru, popř. jejich tolerance. Barvy značí:

černá	0	zelená	5
hnědá	1	modrá	6
červená	2	fialová	7
oranžová	3	šedá	8
žlutá	4	bílá	9

K značení tolerance se užívá těchto barev:

černá	± 20 %	bílá (stříbrná)	± 10 %
zelená (zlatá)	± 5 %	červená	± 2 %
hnědá	± 1 %		

Odporů a kondenzátorů se značí buď barevnými proužky řazenými vedle sebe, nebo barevnými tečkami užívanými hlavně na drobných součástkách, jako např. na keramických kondenzátorech. Barevné proužky nebo tečky se umísťují zleva doprava, popř. ve smyslu otáčení hodinových ručiček, jde-li o plochou kruhovou součástku. Číselnou velikost nebo hodnotu odporu či kapacity vyjadřují obvykle první tři proužky nebo tečky. První dvě barevné značky udávají číslice, třetí značka počet nul, následující za prvními dvěma číslicemi. Pokud je k vyjádření přesné hodnoty potřeba tří čísel, je značka udávající počet nul až na čtvrtém místě.

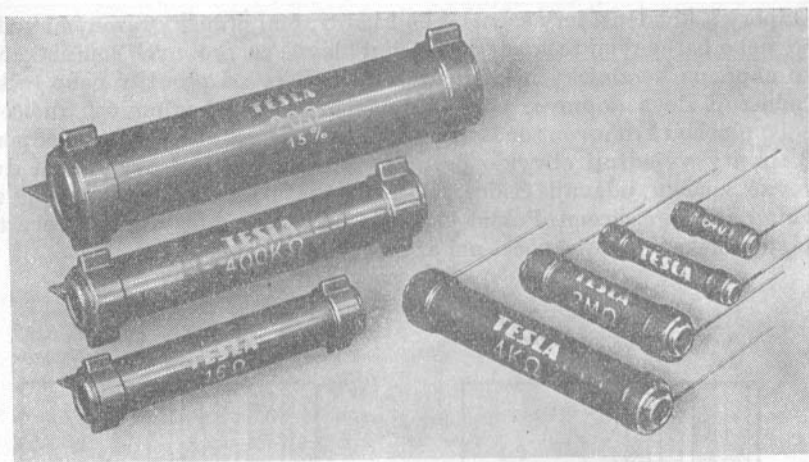


Obr. 3. Barevné označení odporů

Za označením hodnoty následuje vyjádření tolerance, pro kterou jsou opět určeny různé barvy. Tolerance $\pm 10\%$ a $\pm 5\%$ se dříve označovala barvou stříbrnou a zlatou, nyní se užívá též barvy bílé pro toleranci $\pm 10\%$ a zelené pro $\pm 5\%$. Na obr. 3 jsou příklady barevného označení součástek. Pro snazší pochopení uvádíme opět příklad:

- První proužek zelený, druhý černý, třetí žlutý, čtvrtý černý. Hodnota součástky je $500\,000 \pm 20\%$.
- První proužek modrý, druhý oranžový, třetí šedý, čtvrtý hnědý, pátý červený. Hodnota $6380 \pm 2\%$.
- První proužek oranžový, druhý červený, třetí černý, čtvrtý hnědý. Hodnota $32 \pm 1\%$.

Pro kondenzátory je vypracován nejen způsob značení hodnot a tolerance pomocí barev, ale i teplotní závislosti a provozního napětí. Protože se tohoto způsobu v praxi zatím téměř neužívá, neuvádím ho již také proto, že je dosti komplikovaný, a může celkem snadno dojít k chybnému čtení hodnoty a ostatních parametrů, takže není vyloučena eventuální změna ve způsobu značení. To ovšem neznamená, že by se barevného značení u kondenzátorů nepoužívalo. Užívá se ho, avšak většinou jen k označení hodnot a tolerancí.



Obr. 4. Hmotové odpory TR101 až TR203

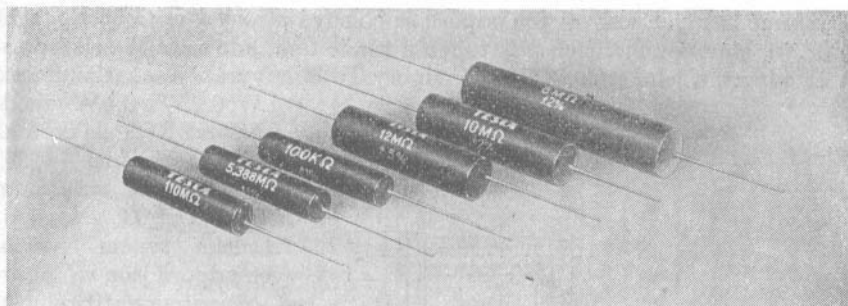
3. Odpory

Odpor je součástka, jež klade procházejícímu proudu jistý činný odpor. V radiotechnice se užívá odporů s hodnotou od několika ohmů do několika desítek megaohmů, tj. do desítek miliónů ohmů.

a) Vrstvové odpory

Vrstvové odpory (obr. 4) jsou nejběžnější odpory používané v radiotechnice. Na ochranné lakové vrstvě jsou natištěny hodnoty odporu. Tak např. označení TR102 10k udává, že jde o vrstvý odpor 10 000 Ω se zatížitelností 0,5 W.

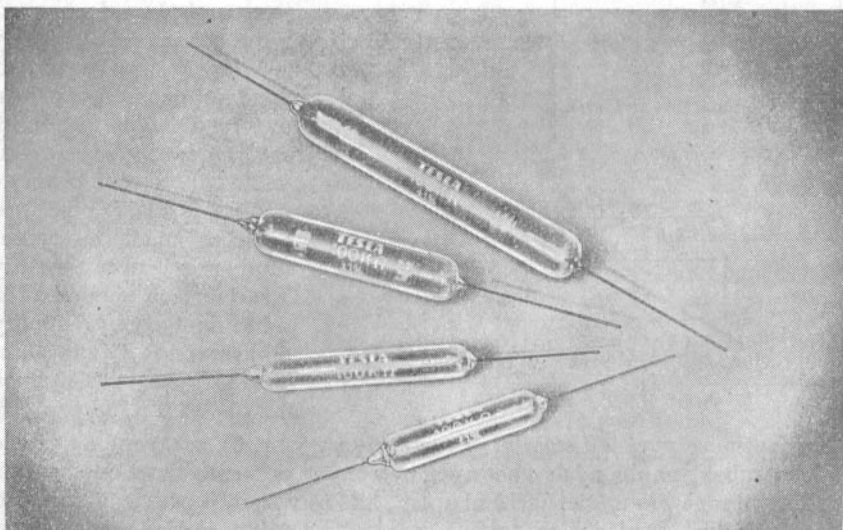
Zatížitelnost odporu se udává proto, abychom věděli, jaký proud může odporem protékat (nebo jaké napětí k němu může být připojeno), aniž se přílišným ohřátím poškodí nebo zničí. U vrstvého odporu je maximální přípustná teplota asi 110 °C. Vrstvové odpory se vyrábějí pro zatížitelnost 0,05 W, 0,1 W (miniaturní) dále 0,25 W, 0,5 W, 1 W, 2 W, 3 W a 6 W a liší se svými rozměry. Odpor však vydrží větší teplotu a tedy i větší zatížení, než pro jaké je určen svou zatížitelností („wattovou“ hodnotou); avšak při větším zahřátí mění většinou svou hodnotu do té míry, že může až znemožnit správnou a spolehlivou činnost přístroje, ve kterém je zapojen. Je známo, že vrstvé odpory mění svou teplotu tak, že na 1 °C zmenší svoji hodnotu o 0,2 až 0,3 %. Proto se může stát, že odpor zahřátý na teplotu kolem



Obr. 5. Přesné vrstevné odpory

110 °C, tj. maximálně přípustné oteplení, může mít až o 30 % nižší hodnotu! To je hlavní důvod, proč v praxi zatěžujeme vrstevné odpory podstatně méně, než kolik povoluje výrobce. Obvykle volíme zatížení o 1 až 2krát větší, než kolik vychází podle výpočtu. Tak např. pro napájení stínící mřížky elektronky je předepsáno napětí 100 V při proudu 4 mA. Jestliže napětí zdroje $U = 260$ V, je odpor $R = 160/4 = 40$ k Ω .

Na tomto odporu se oteplením „stráví“ 160 V při 4 mA. Ztrátový výkon odporu má být $160 \times 0,004 = 0,64$ W. Se zřetelem na oteplení volíme zatížitelnost 1 W, popř. 2 W.



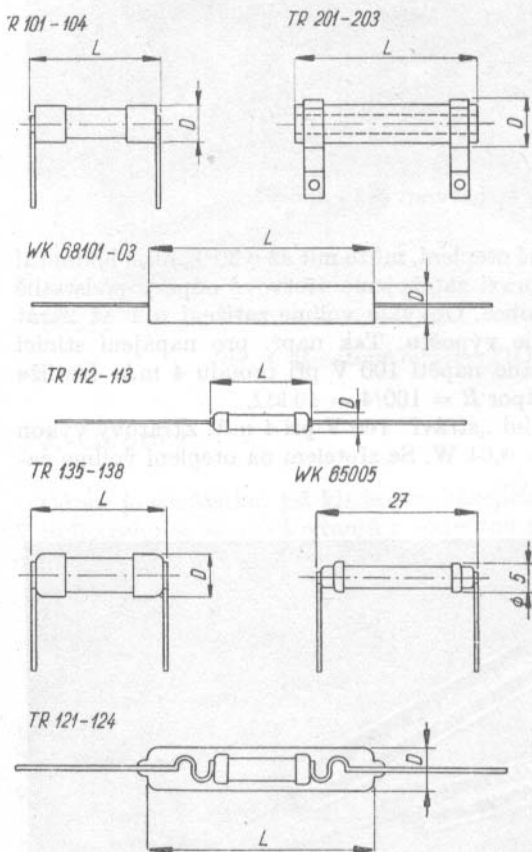
Obr. 6. Stablíní odpory ve skleněné trubce

Kromě běžných vrstevných odporů se používá *přesných vrstevných odporů* (obr. 5), hlavně v měřicích přístrojích a všude tam, kde se žádá velká přesnost odporu a jeho stálost. Přesné odpory Tesla se vyrábějí se zatžitelností

0,1 W, 0,2 W a 0,4 W v hodnotách od 10 Ω asi do 5 až 10 M Ω s tolerancí $\pm 2\%$ a $\pm 1\%$ a s označením WK68101 až 03.

Dalším typem vrstevných odporů jsou *miniaturní odpory* se zatžitelností 0,05 W a 0,1 W, označované TR112 a TR113. Vyznačují se minimálními rozměry, minimální indukčností i minimálním vlastním šumem a značnou stabilitou. Používá se jich především u zařízení polovodičových, kde se zpracovávají nepatrné výkony a kde pro tyto odpory plně vyhovují. Jejich vývody jsou umístěny do osy odporu, což má četné výhody.

V řadě vrstevných odporů je nutno uvést také *odpory s malým teplotním součinitelem*, který zaručuje, že odpor velmi přesných hodnot je stálý i při provozu se značnými teplotními provozními rozdíly. Tvarem jsou shodné s běžnými vrstevnými odpory, od kterých se liší značením: TR135 pro zatžitelnost 0,25 W až TR138 pro 2 W.



Obr. 7. Tvary vrstevných odporů

Konečně se vyrábějí *stabilní vrstevné odpory* (obr. 6), zatavené do skleněných trubeček, naplněných vhodným netečným plynem. Tyto odpory jsou určeny hlavně pro měřicí zařízení apod., kde se vyžadují přesné a stálé hodnoty odporu. Vyrábějí se také *s malým teplotním součinitelem*. Odpory tohoto druhu jsou vůbec nejstálejšími výrobky, jsou ovšem náročné po

Typ	Zatížitel- nost W	Rozsah Ω až M Ω	Rozměry [mm]		Tolerance \pm %	Řada	Maxi- mální napětí V
			$\varnothing D$	$\varnothing L$			
Vrstvové odpory normální							
TR101	0,25	10 až 3,3	5	17	20 až 1 %	E24	250
TR102	0,5	10 až 10	5	25	20 až 1 %	E24	350
TR103	1	10 až 10	8	31	20 až 1 %	E24	500
TR104	2	10 až 10	9	48	20 až 1 %	E24	500
TR201	2	10 až 10	9,2	45	20 až 1 %	E24	500
TR202	3	22 až 22	11	60	20 až 1 %	E24	750
TR203	6	22 až 22	16	75	20 až 1 %	E24	750
Vrstvové odpory přesné							
WK68101	0,1	10 až 10	7	34	2 až 1 %	E24	250
WK68102	0,2	10 až 10	9,6	39	2 až 1 %	E24	250
WK68103	0,4	10 až 10	11	54	2 až 1 %	E24	250
Vrstvové miniaturní odpory							
TR112	0,05	10 až 1,5	2,6	6,5	20 % v řadě E6		150
TR113	0,1	10 až 3,3	2,6	12,5	10 % v řadě E12		200
Odpory s malým teplotním součinitelem ($\pm 0,3$ až $-0,8 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ nebo 0 až $-1,5 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$)							
TR135	0,25	1 až 39 k	5	17		E12	50
TR136	1	1 až 100 k	5	27		E12	100
TR137	1	1 až 270 k	8	31		E12	100
TR138	2	1 až 470 k	9	48		E12	100
Stabilní odpory ve skleněné trubce							
TR121	0,05	10 až 0,2	8	40	2 až 1 %	E24 a	50
TR122	0,1	10 až 0,5	8	50	2 až 1 %	speci-	100
TR123	0,2	10 až 1	11	55	2 až 1 %	ální	100
TR124	0,4	10 až 2	12	75	2 až 1 %	hod- noty	100
Stabilní odpory ve skle s malým teplotním součinitelem							
provedení I: $+3$ až $-8,8 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$							
provedení II: 0 až $-1,5 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$							
TR125	0,25	1 až 40 k	8	40	2 až 1 %	E24 a	50
TR126	0,5	1 až 100 k	8	50	2 až 1 %	speci-	100
TR127	1	1 až 250 k	11	55	2 až 1 %	ální	100
TR128	2	1 až 500 k	12	75	2 až 1 %	hod- noty	100
Odpory s velkou hodnotou							
WK65005	0,5	10 M až 1000 M	5	27	20 %	E6	250
Přesné odpory s velkou hodnotou							
WK68104	0,5	10 M až 1000 M	7	34	20 %	E6	250
WK68104	0,5	10 M až 270 M	7	34	10 %	E12	250
WK68104	0,5	10 M až 51 M	7	34	5 %	E12	250

technologické stránce; proto je i jejich cena proti běžným výrobkům podstatně vyšší.

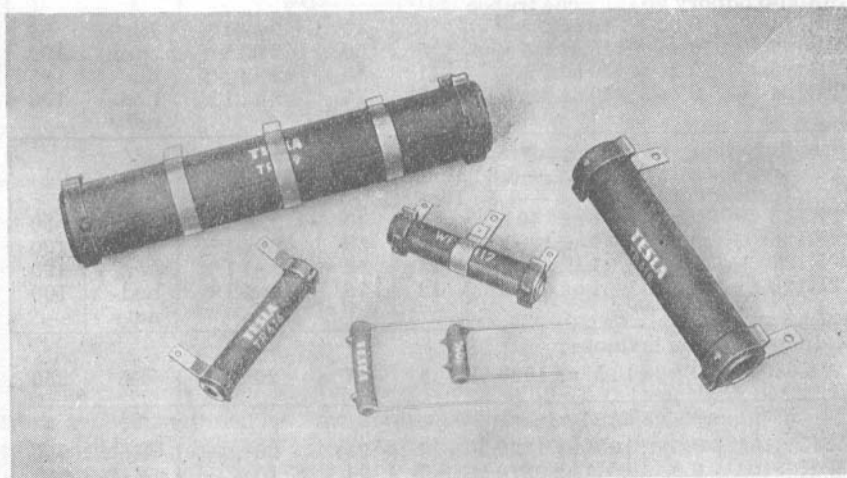
Zvláštním druhem odporů jsou *odpory s velkými hodnotami* od 10 do 1000 M Ω . Tvarem jsou zcela shodné s běžnými vrstevnými odpory. Tyto odpory se vyrábějí také v *přesných hodnotách* a jsou potom vloženy do trubičky z izolantu, takže se vzhledem shodují s přesnými odpory běžných hodnot, jak jsme je poznali na obr. 5.

Na obr. 7 následují jednotlivé typy vrstevných odporů tak, jak byly popsány. Podle tohoto pořadí je sestavena i tabulka na str. 21, v níž jsou pro tyto odpory uvedeny hlavní hodnoty.

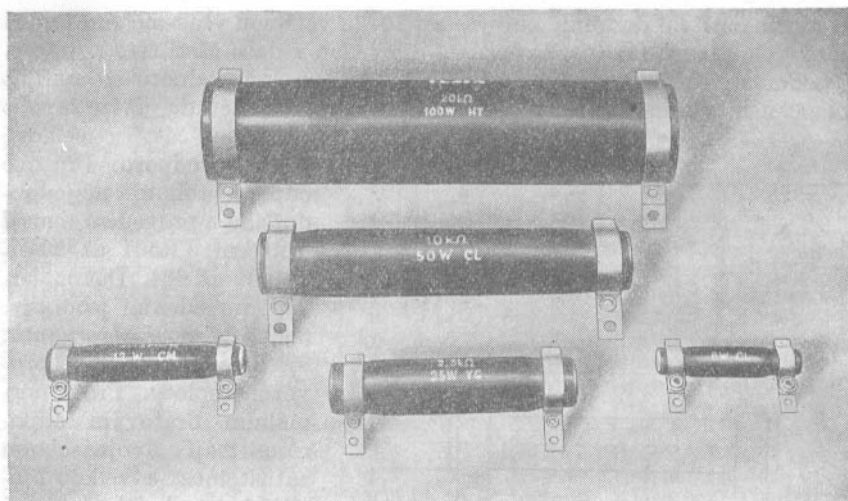
b) Drátové odpory

Druhou, velkou skupinu tvoří drátové odpory. Tyto odpory vydrží větší zatížení a jsou velmi rozmanité jak provedením a typy, tak i rozměry. Vývody odporů tvoří kovové pásky, u menších zatížení drátové čepičky. Drátové odpory mají výhodu v možnosti většího zatížení, vyrábějí se pro obvyklé zátěže od 0,5 W až do stovek wattů s obdobnými tolerancemi, jaké mají odpory vrstevné.

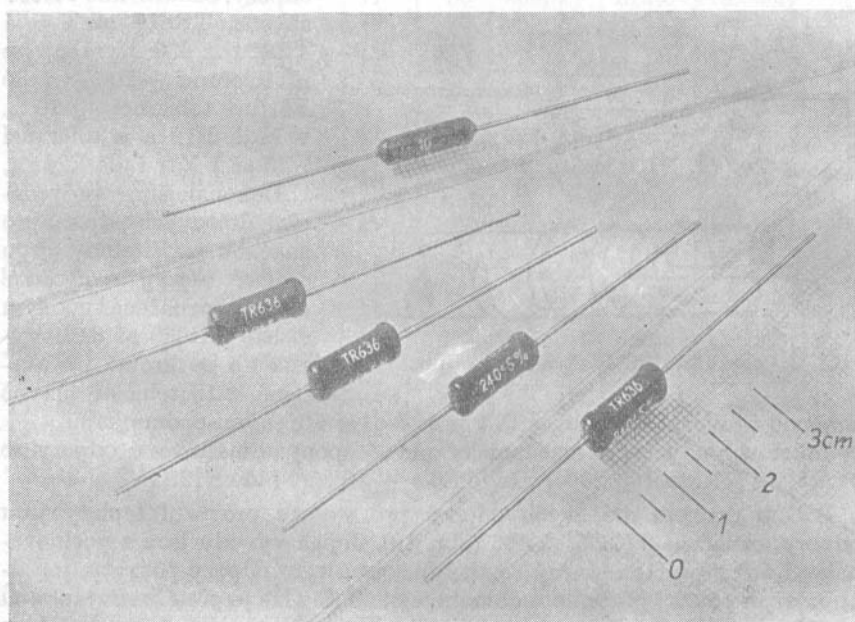
Protože se u vinutí drátových odporů používá odporových vodičů málo závislých na teplotě, jsou drátové odpory také stálejší při změnách teploty, a proto je lze plně zatěžovat udanou hodnotou. Maximální změna odporu



Obr. 8. Tmelené drátové odpory

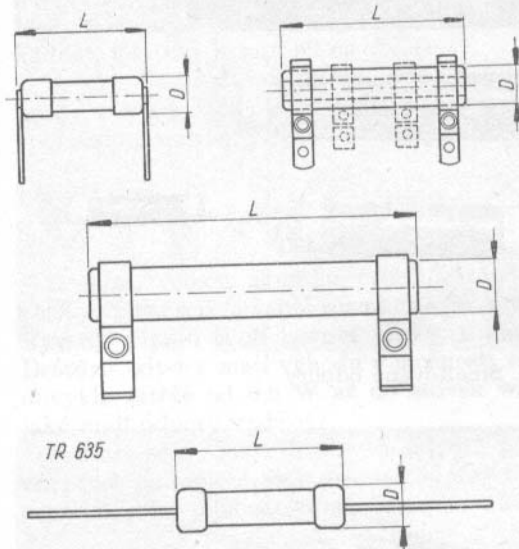


Obr. 9. Smaltované odpory



Obr. 10. Drátové odpory skleněné

při plném zatížení dosahuje nejvýše asi 10 %, většinou však méně. Přehled drátových odporů různých provedení je uveden v další části této kapitoly. Výhodou drátových odporů je i to, že požadovanou hodnotu lze nařídit pomocí nastavitelné odbočky, provedené kovovou manžetkou, již lze zapojit



Obr. 11. Náčrt drátových odporů



Obr. 12. Bifilárně vinitý odpor

značnou provozní spolehlivostí i v prostředí se ztíženými podmínkami.

Jejich vývody tvoří mechanicky pevné spony. Smaltované odpory se vyrábějí s tolerancí $\pm 20\%$ v řadě E6 a $\pm 10\%$ v řadě E12.

Dalším druhem drátových odporů pro vysoké provozní teploty jsou odpory, označené TR635 až 636 (obr. 10). Jejich vývody jsou z pocínovaného drátu. Speciální skelný smalt, jímž jsou tyto odpory pokryty, umožňuje jejich použití při teplotě povrchu až $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ a lze je přetěžovat teplotou až $550\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu až dvou hodin. Bližší hodnoty těchto odporů jsou uvedeny na obr. 11 a v tabulce:

vhodnou část z celkové hodnoty odporu. Drátové odpory tohoto nejjednoduššího provedení mají označení TR501 až 504 a TR601 až 604. Dokonalejším provedením jsou tzv. *tmelené drátové odpory* (obr. 8), určené pro vysoké provozní teploty. Proti normálním drátovým odporům mají dvojnásobnou zatížitelnost a velkou přetížitelnost, krátkodobě až na $800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tmelené drátové odpory, označované TR605 až 608, TR616 až 620 a TR626 až 630, vyrábějí se při toleranci $\pm 20\%$ v řadě E6, při toleranci $\pm 10\%$ v řadě E12 a s tolerancí ± 5 až 1% v řadě E24.

Dokonalejším provedením drátových odporů pro značnou zatížitelnost jsou *drátové odpory smaltované* (obr. 9), označené typovým číslem TR639 až 642. Vyznačují se kromě již uvedené zatížitelnosti hlavně

Typ	Zatížitelnost W	Rozsah Ω až $k\Omega$	Rozměry [mm]		Vývody	Poznámka
			$\varnothing D$	$\varnothing L$		
TR501	0,5	5 až 1,25	5	17	drátové	drátový obyčejný
TR502	1	2 až 4	5	27	drátové	drátový obyčejný
TR503	2	5 až 6,4	7	31	drátové	drátový obyčejný
TR504	4	5 až 12,5	9	48	drátové	drátový obyčejný
TR601	4	5 až 12,5	9	45	spinky	drátový obyčejný
TR602	6	10 až 25	11	60	spinky	drátový obyčejný
TR603	12	10 až 40	16	75	spinky	drátový obyčejný
TR604	25	20 až 80	21	120	spinky	drátový obyčejný
TR611	4	5 až 12,5	9	45	spinky	drátový s odbočkou
TR612	6	10 až 25	11	60	spinky	drátový s odbočkou
TR613	12	10 až 40	16	75	spinky	drátový s odbočkou
TR614	25	20 až 80	21	120	spinky	drátový s odbočkami
TR615	50	50 až 100	35	160	spinky	drátový s odbočkami
TR605	1	4,7 až 0,68	5,5	17	drátové	drátový tmelený
TR606	2	4,7 až 1,8	5,5	27	drátové	drátový tmelený
TR607	4	4,7 až 3,9	7,5	31	drátové	drátový tmelený
TR608	8	4,7 až 7,5	9,5	48	drátové	drátový tmelený
TR616	8	4,7 až 7,5	9	45	spinky	drátový tmelený
TR617	12	10 až 12	11	60	spinky	drátový tmelený
TR618	25	10 až 24	16	75	spinky	drátový tmelený
TR619	50	22 až 51	21	120	spinky	drátový tmelený
TR620	100	47 až 100	35	160	spinky	drátový tmelený
TR626	8	4,7 až 6,8	9	45	spinky	drátový tmelený s odbočkou
TR627	12	10 až 10	11	60	spinky	drátový tmelený s odbočkou
TR628	25	10 až 22	16	75	spinky	drátový tmelený s odbočkou
TR629	50	22 až 47	21	120	spinky	drátový tmelený s odbočkou
TR630	100	47 až 100	35	160	spinky	drátový tmelený s odbočkou
TR635	1	2 až 1,5	5,5	20	drátové	drátový skelný
TR636	2	2 až 2,2	7	20	drátové	drátový skelný
TR639	8	10 až 3,9	10,5	45	spinky	drátové smaltované
TR640	12	22 až 4,7	12	60	spinky	drátové smaltované
TR641	25	33 až 12	17,5	75	spinky	drátové smaltované
TR642	50	47 až 22	23	120	spinky	drátové smaltované

Při používání odporů musíme pamatovat na některé jejich vlastnosti. Vedle závislosti na teplotě jsou to kapacita a indukčnost odporu, projevující se hlavně na vyšších kmitočtech, a u vrstevných odporů též jejich šum. Indukčnost tvoří magnetické pole, vznikající průchodem elektrického

proudu, kdežto kapacita se projevuje mezi vývody i mezi jednotlivými částmi odporu. Indukčnost vrstvových odporů je malá a prakticky zanedbatelná, avšak odpory vinuté drátem mají většinou indukčnost dosti značnou, takže musíme mnohdy dobře uvážit, zda lze takových odporů v zařízení použít či nikoli. Tam, kde je indukčnost odporu na závadu a vzhledem k jeho zatížení je nutný vinutý drátový odpor, použije se *odporu vinutého bezindukčně*, bifilárně (obr. 12). U takových odporů vytváří protékající proud dvě pole opačných polarit, jejichž indukčností se vzájemně ruší: odpor je téměř bezindukční. Je známo ještě několik způsobů vinutí, ale tento způsob je nejjednodušší a nejrozšířenější.

Póněkud menší vliv má na obvody přístroje vlastní kapacita odporu. Pro běžnou konstrukční práci a obvykle používané kmitočty až asi do 50 MHz není vlastní kapacita odporu příliš na závadu, protože zpravidla nepřesahuje několik málo pikofaradů.

Posledně uvažovanou vlastností odporů je šum. Šum vzniká u vrstvových odporů průchodem stejnosměrného proudu odporovou vrstvou, nebo změnami stykových odporů mezi jednotlivými částčkami uhlíkové odporové vrstvy. Tyto stykové odpory se průchodem proudu mění, ovšem jen v nepatrných hodnotách, a tím vzniká šum, který se vyskytuje u všech vrstvových odporů, a nelze jej při výrobě úplně odstranit. U dobrých výrobků je však tento šum malý a při konstrukci přístrojů není většinou na závadu.

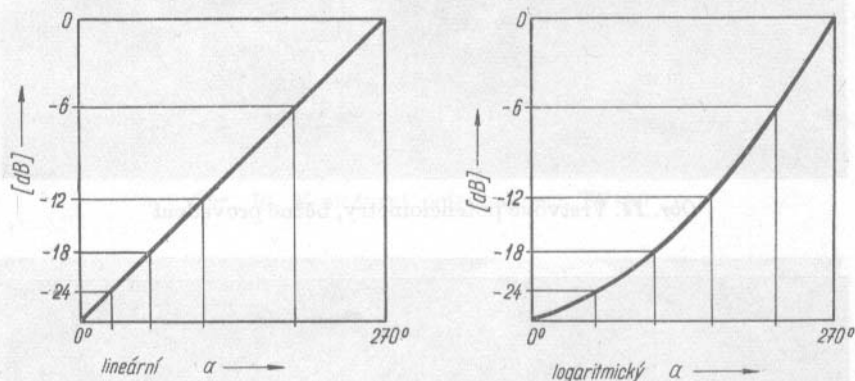
c) Proměnné odpory

Proměnné odpory jsou další velkou skupinou součástek, jichž se v radio-technice často používá. Nejznámější jsou tzv. *potenciometry*, tj. proměnné odpory vrstvové, popř. drátové.

Vrstvové potenciometry

Vrstvové potenciometry jsou různých velikostí a provedení, jednoduché i sdružené, např. $1\text{ M}\Omega + 1\text{ M}\Omega$, pevně spojené na jednom hřídeli, tzv. *tandemové*, nebo každý se samostatným hřídelíkem (vnitřní má $\varnothing 6\text{ mm}$ a otáčí se ve vnějším s $\varnothing 10\text{ mm}$), tzv. *kombinované*. Stejně tak jsou potenciometry sdružovány s vypínačem, dnes zpravidla dvoupólovým, a to buď otočným (vypínač vypne při vytočení hřídelíku zcela vlevo, ve směru proti otáčení hodinových ručiček) nebo tažným (hřídelík potenciometru se povytáhne směrem ven). Tento druhý typ má výhodu, že potenciometrem lze vypnout přístroj nebo zařízení, aniž se změní poloha nastavení potenciometru.

Potenciometry se vyrábějí s *průběhem lineárním, logaritmickým*, někdy také s *exponenciálním*, tj. negativně logaritmickým. Průběh přírůstku odporu v závislosti na úhlu natočení hřídele potenciometru ukazuje obr. 13. Vidíme tam průběh odporu u potenciometru lineárního a logaritmického. Potenciometrů lineárních se používá hlavně v měřicích obvodech (nastavení nuly voltmetrů, pracovního napětí obrazovky, ve filtrech, můstcích apod.), logaritmických potenciometrů v obvodech fyziologického řízení hlasitosti, které pro rovnoměrné zvětšování hlasitosti vyžaduje vzestup hlasitosti podle logaritmického průběhu. U lineárního průběhu by totiž v první části průběhu hlasitost vzrůstala velmi rychle, ke konci opět velmi pomalu.



Obr. 13. Průběh lineárního a logaritmického potenciometru

Potenciometry mají někdy kromě dvou konců a pohyblivého běžce vedenou pevnou odbočku, popř. střední vývod, jak vyžadují některá zapojení fyziologických regulátorů apod.

Nejrozšířenější jsou potenciometry znázorněné na obr. 14. Vyrábějí se ve dvou základních velikostech, a to střední typ průměru 32 mm se zatížitelností 0,5 W a velký typ průměru 40 mm se zatížitelností 1 W, s lineárním průběhem, pro ostatní průběhy je zatížitelnost poloviční. Potenciometry mají středové upevnění, nejsou vhodné do prašného prostředí, vyznačují se však dlouhým životem, nehlukným chodem a malým šumem. Potenciometry mají tato označení:

WN69400 až 69405 střední velikost

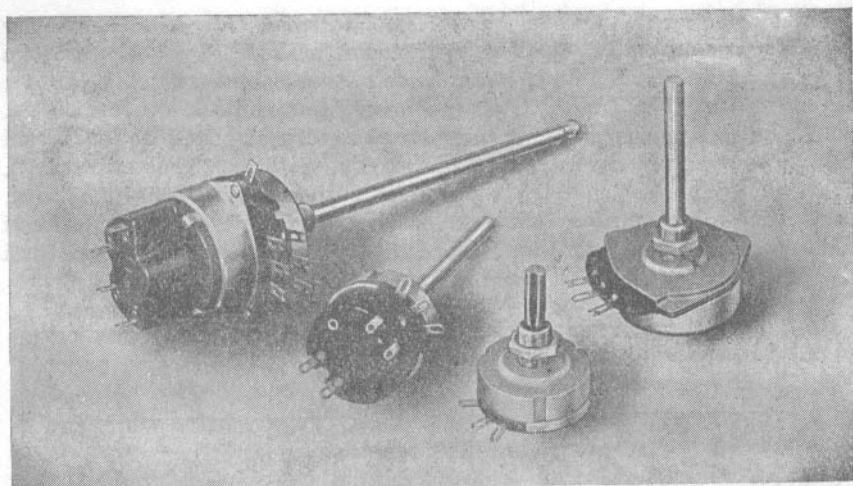
WN69500 až 69509 střední velikost s vypínačem

WN69602 až 69612 velké provedení

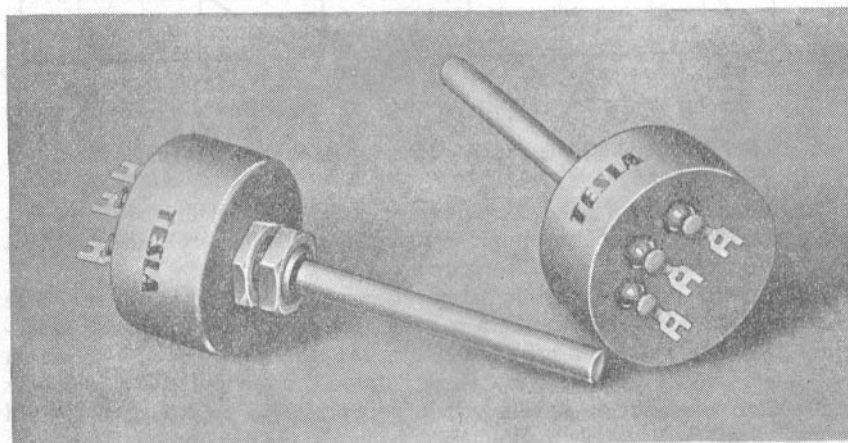
WN69708 až 69715 velké provedení s vypínačem

WN69802 až 69830 velký, dvojitý, společný hřídel, popř. s vypínačem

WN69900 až 69930 velký, dvojitý, dvojitý hřídel, popř. s vypínačem

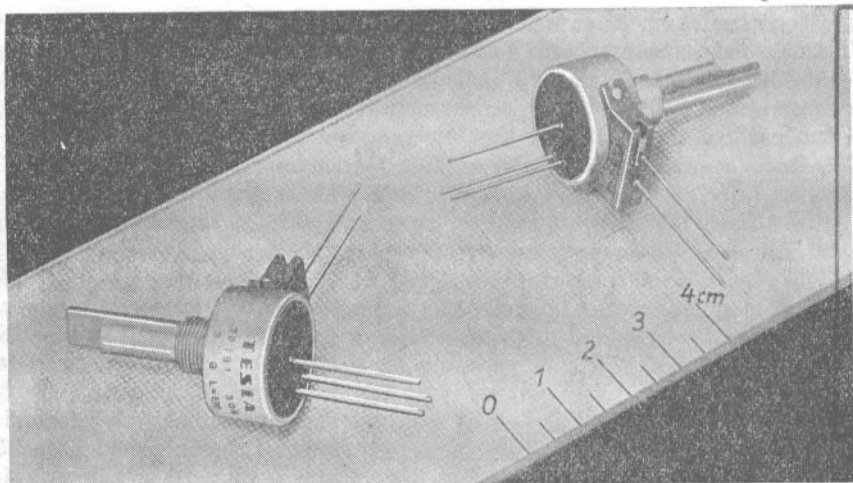


Obr. 14. Vrstvové potenciometry, běžné provedení

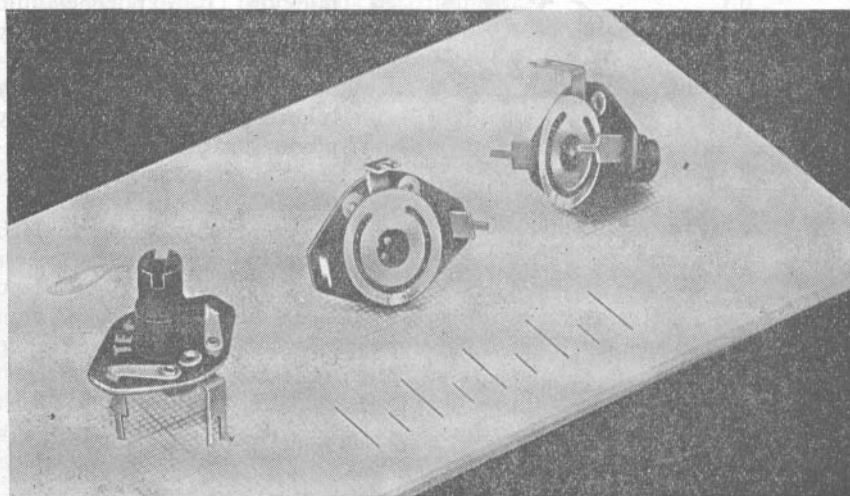


Obr. 15. Potenciometry těsné, hmotové

Všechny uvedené typy se dodávají s lineárním, logaritmickým a exponenciálním průběhem; dále se zhotovují potenciometry speciální a s odbočkami, s různě dlouhým hřídelem od 14 do 95 mm, na přání zákazníka i s delším. Potenciometry většího typu se vyrábějí též s dutým hřídelem, který má průměr 10 mm a vnitřní otvor 6 mm; otvorem může procházet



Obr. 16. Miniaturní potenciometr TP180



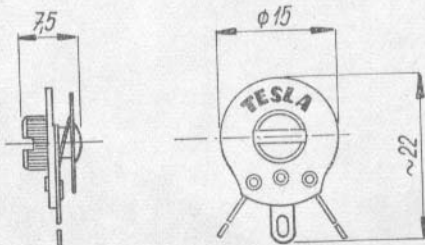
Obr. 17. Miniaturní nastavovací potenciometr

hřídel jiného ovládacího prvku, jako např. přepínače, hřídelík ladění apod.

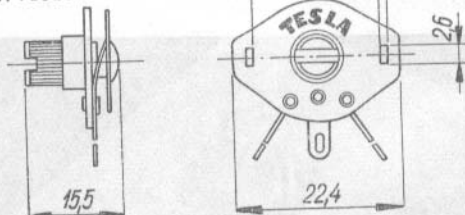
Menším typem hmotového potenciometru je typ TP 280. Průměr jeho pouzdra je 28 mm, výška asi 12 mm (bez závitového krčku). Potenciometry této velikosti vydrží zatížení 0,5 W a vyrábějí se jak s lineárním, tak

i s logaritmickým a exponenciálním průběhem, s vypínačem (označení TP281), nebo bez vypínače (TP280). Jsou určeny do provozních teplot -25°C , popř. -55°C až $+70^{\circ}\text{C}$. Také tyto potenciometry jsou buď kombinované (dva potenciometry se samostatnými hřídeli), nebo tandemové. Označení je potom TP286 — kombinované bez vypínače, TP287 — kombinovaný s vypínačem, TP283 — tandemový bez vypínače, TP284 — tandemový s vypínačem.

WN 79025



WN 79026



Obr. 18. Rozměry miniaturního potenciometru

Potenciometry typu TP280 se vyrábějí také v tzv. *těsném provedení* pod označením WN 69490 (obr. 15). Jejich pouzdro je kovové, těsné, opatřené vývody ve skleněných průchodkách. Průměr pouzdra je 35 mm, výška 20 mm, bez závitů. Jsou opět v obvyklých hodnotách s lineárním, logaritmickým i exponenciálním průběhem. Provozní teploty -55°C až $+70^{\circ}\text{C}$. Zatížitelnost 0,5 W. Potenciometry tohoto provedení jsou určeny především pro provoz ve ztížených podmínkách a v tropech.

Pro různá zařízení malých rozměrů je určen potenciometr typů TP180 a TP181. Jsou

ω *miniaturní potenciometry* s průměrem tělesa 18 mm, vysoké asi 8,5 mm (obr. 16). Potenciometry TP180 (bez vypínače) a TP181 (s vypínačem) se vyrábějí s lineárním průběhem se zatížitelností 0,25 W a logaritmickým průběhem se zatížitelností 0,125 W v řadě 100, 250, 500 a 1000 násobech od 100 Ω do 5 M Ω u průběhu lineárního a od 5 k Ω do 1,6 M Ω u průběhu logaritmického. Jejich vývody jsou tvořeny počinovanými drátky. Potenciometry TP180 a 181 jsou určeny pro provozní teploty od -10 do $+70^{\circ}\text{C}$. Vypínač u typu 181 je umístěn na boku tělesa, aby neztěžoval hloubku potenciometru.

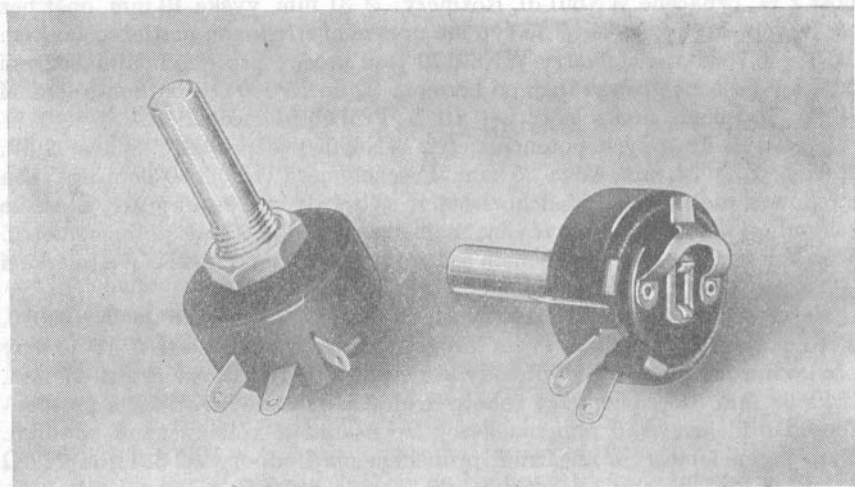
Jiným typem hmotových potenciometrů je typ WN69454. Je to tzv. *páskový potenciometr* se zatížitelností 0,5 W. Vyrábí se s lineárním průběhem v hodnotách od 100 Ω do 4,7 M Ω v řadě E6 a je určen do provozů s teplotami od -10 do $+70^{\circ}\text{C}$.

Nejmenším druhem proměnných odporů, zatím u nás vyráběných, jsou miniaturní potenciometry bez krytu pro zatížitelnost 0,2 W, zvané *dostavovací potenciometry*. Jejich vzhled a rozměry ve srovnání s milimetrovým měřítkem jsou na obr. 17. Uplatňují se jako děliče v různých zařízeních, ve kterých nejsou proudově namáhány. Konstruktivně jsou uzpůsobeny tak, že základní destička \varnothing 15 mm je po obou stranách rozšířena a opatřena buď otvory pro upevnění, nebo těmito otvory procházejí zvláštní pérové držáky, jimiž se potenciometr upevní v odpovídajících otvorech kostry. Toto provedení má význam především v technice plošných spojů. Na obr. 18 je provedení s rozšířenou střední částí pro upevnění a se zvětšeným hřídelem se zářezem, jímž lze otáčet buď pomocí šroubováku, nebo prostě rukou. Tento druh má označení WN79026, druh bez středového rozšíření WN79025. Oba typy se vyrábějí v hodnotách od 470 Ω do 4,7 M Ω v řadě E6, s lineárním průběhem.

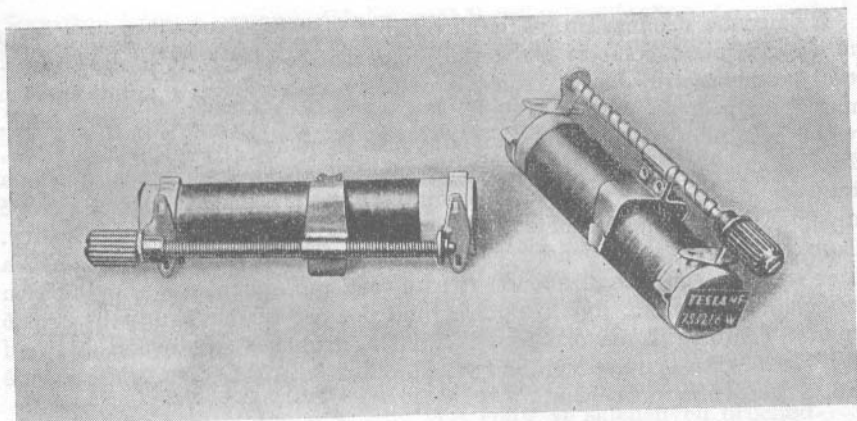
Drátové potenciometry

Drátovými potenciometry se řídí žhavicí napětí v různých měřicích a ovládacích obvodech apod. Drátové potenciometry se vyrábějí v několika velikostech, a proto i pro několik zatížitelností.

Miniaturní drátový potenciometr je první z této řady a je určen do obvodů v nichž se zatížení potenciometru nezvětší nad 0,5 W a kde nezáleží tolik na přesném nastavení jako spíše na malých rozměrech. Obr. 19 ukazuje



Obr. 19. Miniaturní drátový potenciometr



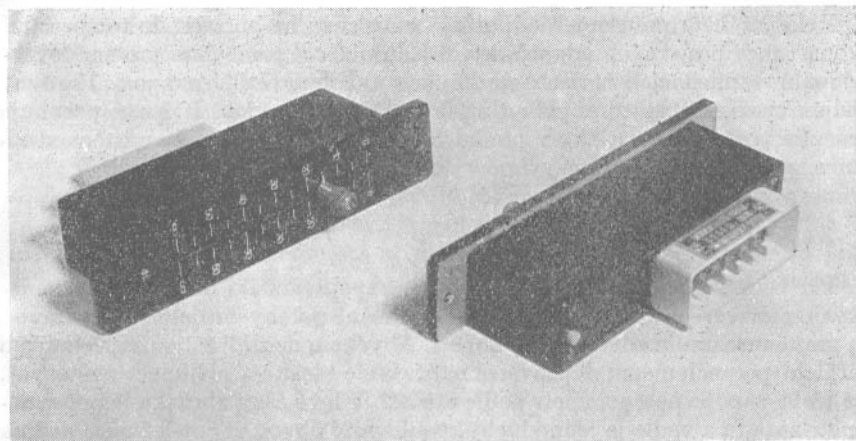
Obr. 20. Posuvný regulační odpor

potenciometry, jejichž rozměry jsou: \varnothing 21 mm, výška 14 mm bez závitu pro upevnění $M7 \times 0,75$. Potenciometry se vyrábějí v hodnotách od 33Ω do 3300Ω s tolerancí $\pm 20\%$ v řadě E6. Provedení WN69000 má hřídel průměru 6 mm dlouhý asi 16 mm, provedení WN69001 má jen krátký hřídelík se zářezem pro šroubovák. Průběh u obou provedení je lineární.

Větším typem drátových potenciometrů jsou potenciometry pro zatížitelnost 2 W, označené WN69170. Rozměry: \varnothing 31 mm, výška 19 mm, opět bez závitového krčku. Také tento typ má upevnění středovou maticí se závitem $M10 \times 0,75$. Potenciometry WN69170 jsou určeny pro maximální zatížení 2 W a v řadě E12 se vyrábějí od hodnoty 22 do $15\,000 \Omega$ s běžnou tolerancí $\pm 20\%$ a se zúženou tolerancí $\pm 10\%$. Průběh je lineární.

Třetí typ drátových potenciometrů WN69050 je pro zatížitelnost 3 W. Rozměry: \varnothing 34 mm, šířka 25 mm. Potenciometr WN69050 není upevněn středovou maticí jako předchozí typy, nýbrž dvěma šrouby $M4$, které se zašroubují do vložek se závity, zalisovanými do tělesa potenciometru. V řadě E12 s lineárním průběhem se tyto potenciometry vyrábějí s tolerancí $\pm 20\%$ a $\pm 10\%$ v hodnotách od 22Ω do $15\,k\Omega$.

Největší typ potenciometrů vyráběných pro elektroniku je WN69010. Tyto potenciometry jsou svým provedením a zatížitelností 5 W určeny především pro různé řídicí obvody a měřicí přístroje. Rozměry: \varnothing 47 mm, šířka 38 mm. Potenciometry tohoto druhu se však dodávají též s prodlouženým hřídelem \varnothing 6 mm, na který lze nasunout většinu typů knoflíků. Tyto potenciometry s lineárním průběhem mají odpory od 33Ω do $22\,k\Omega$ v řadě E12 s běžnou tolerancí $\pm 20\%$ a se zúženou tolerancí $\pm 10\%$. Upevňují se dvěma šroubky $M3,5$.

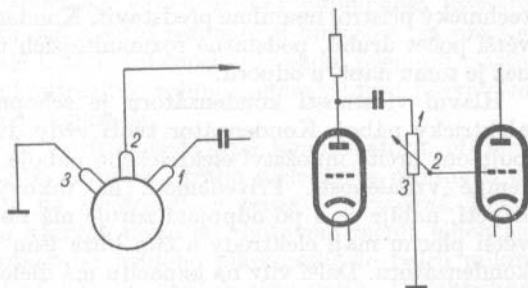


Obr. 21. Posuvný odpor pro míchací stoly

Podobně jako hmotové potenciometry vyrábějí se také drátové potenciometry též v *těsném provedení*, např. typ WN69185. Je to těsný drátový potenciometr s lineárním průběhem pro zatížitelnost 2 W, vyráběný v řadě E12 v hodnotách od 22 Ω do 15 k Ω . Průměr pouzdra je 34 mm, jeho výška bez závitů 30 mm. Je určen pro ztížené klimatické podmínky a rozsah teplot od -55 do $+70$ °C.

Posuvné odpory

Posuvné odpory (obr. 20) tvoří zvláštní skupinu proměnných odporů. Je to v podstatě keramická trubka, na které je navinut drát. Běžec se posouvá po válečku ručním otáčením šroubu, přičemž tento posuv je buď jemný, nebo hrubý a je dán stoupáním



Obr. 22. Schéma zapojování potenciometrů

závitů regulačního šroubu, opatřeného zářezem pro šroubovák v izolačním knoflíku, aby bylo lze snadno nastavit požadovanou hodnotu. Regulační drátové odpory vydrží trvalé zatížení až 16 W a vyrábějí se s tolerancí ± 20 % a ± 10 % v řadě E6 a s tolerancí ± 5 % v řadě E12. Označení WK67901 až 67904 se dvěma vývody (běžec a jeden konec), nebo WK67905 až 67908 se třemi vývody (běžec a oba konce). Stoupání závitů je buď 0,7 mm pro jemný posuv, nebo 8 mm pro hrubý posuv.

Zvláštní druh posuvných odporů je znázorněn na obr. 21. Je to speciální konstrukce posuvných odporů, které jsou určeny především pro směšování signálů v míchacích stolech studiových zařízení rozhlasu apod. Posuvný odpor tvoří samostatnou jednotku, dokonale odstíněnou. Běžec se posunuje ručním posouváním páčky v přední části odporu, kde je též umístěna stupnice, zpravidla cejchovaná přímo v decibelech.

Zapojování potenciometrů

Při používání potenciometrů a jejich zapojování do obvodů elektronických zařízení je pravidlem, že u levé krajní polohy hřídele je minimum, u pravé maximum odebíraného napětí. Abychom dosáhli toho, že při otáčení hřídele potenciometru doprava se např. bude hlasitost přijímače zvětšovat, je třeba zapojit potenciometr podle obr. 22. V levé části obrázku je potenciometr zezadu a vedle je jednoduchý regulovaný obvod zapojený mezi dvěma elektronkami. Vývody na schématu jsou očíslovány, takže lze dodržet správné zapojení. Ostatně stačí si zapamatovat, že při pohledu na potenciometr zezadu je levý vývod potenciometru vždy určen pro zemnicí spoj.

4. Kondenzátory

Kondenzátory jsou druhou hlavní součástí, bez níž si žádný radio-technický přístroj neumíme představit. Kondenzátorů je však ještě mnohem větší počet druhů, podstatně rozmanitějších tvarů, provedení i vlastností, než je tomu např. u odporů.

Hlavní vlastností kondenzátoru je schopnost jímat — shromažďovat elektrický náboj. Kondenzátor tvoří vždy dvě elektrody, které jsou s to pojmout určité množství elektrického náboje — podle své velikosti a vzájemné vzdálenosti. Přivedeme-li na takový kondenzátor stejnosměrné napětí, nabije se a po odpojení zdroje má na svých svorkách napětí. Čím větší plochu mají elektrody a čím blíže jsou u sebe, tím větší je kapacita kondenzátoru. Další vliv na kapacitu má dielektrikum, to je prostředí mezi oběma elektrodami. Různé látky, které tvoří dielektrikum, mají různý vliv na kapacitu kondenzátoru. Tento vliv se vyjadřuje tzv. dielektrickou konstantou, která udává, kolikrát se zvětší kapacita kondenzátoru, u něhož není dielektrikum vzduch, nýbrž dielektrikum je z jiné látky.

Elektrické vlastnosti dielektrika závisí většinou na teplotě. Následkem toho také kapacita kondenzátoru závisí na teplotě. Protože však jsou látky, jejichž teplotní závislost je kladná — nebo naopak záporná, setkáváme se u některých vysokofrekvenčních zařízení často s tím, že výsledná kapacita obvodu je tvořena několika kondenzátory s různými teplotními závislostmi: jestliže u jednoho kondenzátoru kapacita s přibývajícím teplotou vzrůstá,

u druhého naopak klesá, výsledná hodnota se s teplotou téměř nemění. Tomuto řešení pak říkáme teplotní kompenzace.

Další charakteristickou vlastností kondenzátoru je to, že střídavý proud prochází kondenzátorem tím lépe, čím má vyšší kmitočet. Kondenzátor má též tzv. ztrátový odpor, který závisí na svodovém odporu a vysokofrekvenčních ztrátách použitého dielektrika i izolantu, na kterém je kondenzátor upevněn. Svodový odpor se projevuje hlavně při stejnosměrném proudu, ztráty dielektrika naopak při střídavém proudu. Při střídavém proudu vliv ztrát v dielektriku převažuje a ztrátový odpor si můžeme představit jako odpor R paralelně připojený ke kondenzátoru C . Odpor R vypočítáme z tzv. ztrátového úhlu dielektrika α (ztrátového činitele $\operatorname{tg} \alpha$) podle vzorce

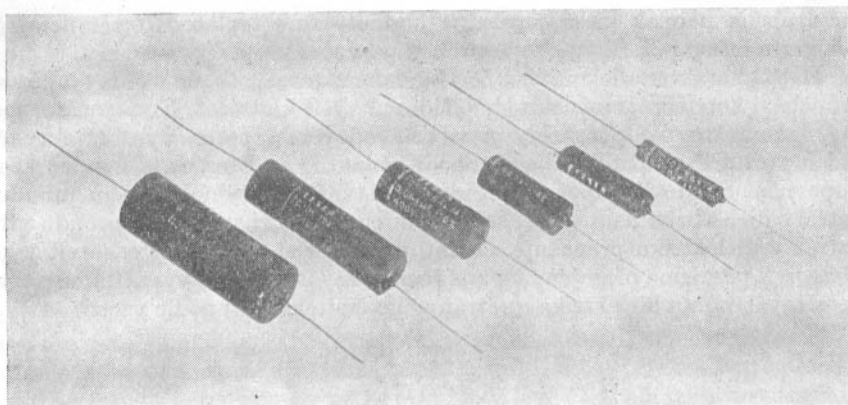
$$R = \frac{1}{\omega C \operatorname{tg} \alpha}$$

Je pochopitelné, že v praxi volíme takové kondenzátory, které mají ztrátový činitel a tím i ztrátový proud co nejmenší. Poměr ztrátového proudu a proudu účinného nazýváme ztrátovým činitelem a vyjadřuje se jím jakost kondenzátoru. Konečně se setkáváme u kondenzátorů s vlastní indukčností, která vzniká např. u svitkových kondenzátorů svinutím fólií. Aby se indukčnosti zabránilo, bývá alespoň jedna fólie po jedné straně delší, takže přesahuje ze svitku ven a jednotlivé závity lze navzájem propájet nebo spojit jinak, takže tvoří závit nakrátko a vlastní indukčnost kondenzátoru se zruší. Na vkv nemůžeme zanedbat ani indukčnost přívodů. Ty způsobují, že kondenzátor má vlastní rezonanční kmitočet, za nímž se nechová jako kondenzátor, ale jako indukčnost. Abychom posunuli vlastní rezonanci co možná k vyšším kmitočetům, volíme kondenzátory s páskovými přívody, které ponecháváme co nejkratší.

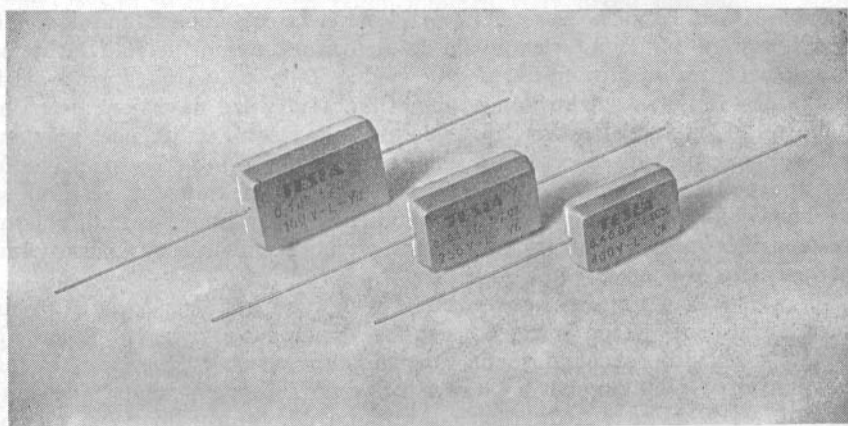
V radiotechnice máme řadu nejrůznějších typů kondenzátorů. Můžeme je rozdělit podle účelu, podle konstrukce, druhu dielektrika, přesnosti aj. První a zásadní rozdělení je na *kondenzátory pevné a proměnné*. Pevné kondenzátory jsou takové, u kterých nelze po zhotovení měnit jejich kapacitu. Vyrábějí se v hodnotách od jednoho pikofaradu do tisíců mikrofaradů, pro provozní napětí až několik desítek tisíc voltů. Dielektrikem je většinou tuhá látka, nejčastěji speciálně upravený papír nebo slída, keramika nebo vhodné umělé hmoty; u elektrických kondenzátorů je to vrstvička oxydační látky. Všimněme si nyní jednotlivých druhů kondenzátorů.

a) Svitkové kondenzátory

Svitkové kondenzátory tvoří hlavní skupinu kondenzátorů.



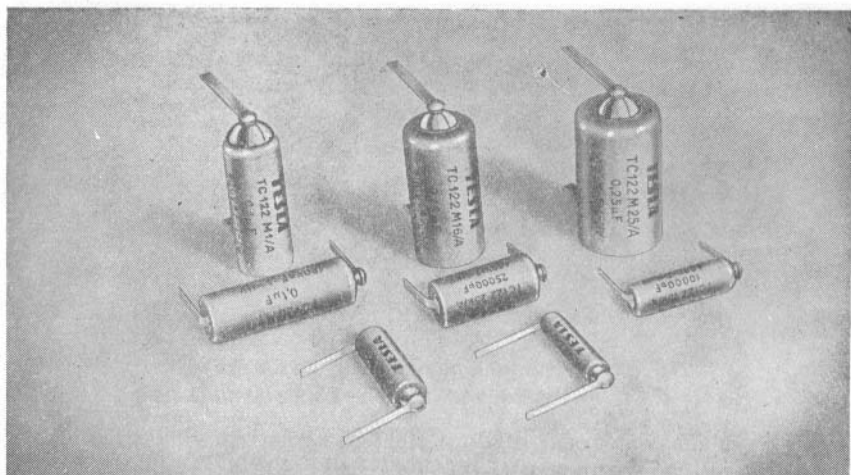
Obr. 23. Svitkové kondenzátory trubkové



Obr. 24. Svitkové kondenzátory zastříknuté

Svitkové kondenzátory trubkové

Typy TC101 až TC106 jsou nejběžnějším provedením kondenzátorů. Svitkové kondenzátory jsou na obr. 23. Vyrábějí se v hodnotách od 100 pF do 1 μ F, pro provozní napětí od 160 do 1600 V, ve všech tolerancích od $\pm 20\%$ do $\pm 5\%$. Jejich rozměry jsou od $\varnothing 7 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ do $\varnothing 26 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$.



Obr. 25. Svitkové kondenzátory těsné

Svitkové kondenzátory zastříknuté

Typy TC151 až TC156 tvoří další skupinu nejběžnějších kondenzátorů pro použití v nejrůznějších obvodech elektroniky. Byly vyvinuty jako moderní provedení trubkových svitkových kondenzátorů. Vzhled těchto kondenzátorů je na obr. 24, jejich hlavní rozměry jsou $18 \times 11 \times 5,5$ mm až $29 \times 17,5 \times 9$ mm. Ostatní hodnoty jsou shodné jako u typu TC101 až 106.

Svitkové kondenzátory MP zastříknuté

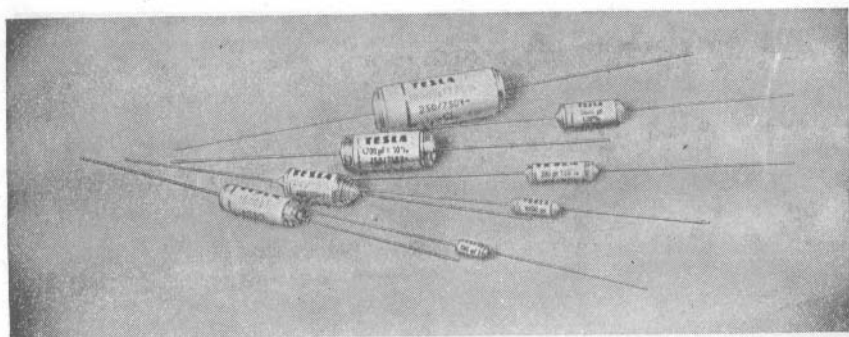
Typ TC161 až TC163, pro provozní napětí 160 až 400 V, je dalším druhem svitkových kondenzátorů. Tvar a provedení těchto kondenzátorů jsou úplně stejné jako u typu TC151. Jejich rozměry jsou také stejné, takže oba typy se liší jen označením. Vyrábějí se v hodnotách 4700 pF až 0,47 µF.

Svitkové kondenzátory zastříknuté, kulaté

Typy TC171 až TC176 jsou technologicky zcela shodné jako typ TC151 až 156. Jedině rozdílný je jejich nezploštělý, kulatý tvar. Rozměry: $\varnothing 9 \times 18$ mm až $\varnothing 24 \times 50$ mm.

Svitkové epoxydové kondenzátory

Typy TC191 až TC195 mají elektrické vlastnosti podobné jako zastříknuté kondenzátory, mají však proti nim výhodu, že jich lze použít v pro-



Obr. 26. Svitkové kondenzátory styroflexové

středí s rozsahem teplot od -40 do $+100$ °C a s relativní vlhkostí až 98 %. Vyrábějí se pro provozní napětí 160 V (TC191), 400 V (TC193) a 1000 V (TC195) v hodnotách od 4700 pF do 0,47 μ F, s tolerancí $\pm 20\%$, popř. $\pm 10\%$. Rozměry: $\varnothing 6,5 \times 20$ mm až $\varnothing 12,5 \times 34$ mm.

Těsné svitkové kondenzátory

Mají označení TC120 (pro 160 V), TC122 (400 V), TC124 (1000 V). Z obr. 25 je velmi dobře patrné jejich typické provedení pro ztížené pracovní podmínky, zejména pro tropy. Vyrábějí se v hodnotách od 1000 pF do 0,39 μ F a vyznačují se velkým izolačním odporem, schopností pracovat v 98% relativní vlhkosti a v teplotách od -55 do $+70$ °C. Rozsah velikostí: od $\varnothing 5 \times 26$ mm do $\varnothing 18 \times 35$ mm.

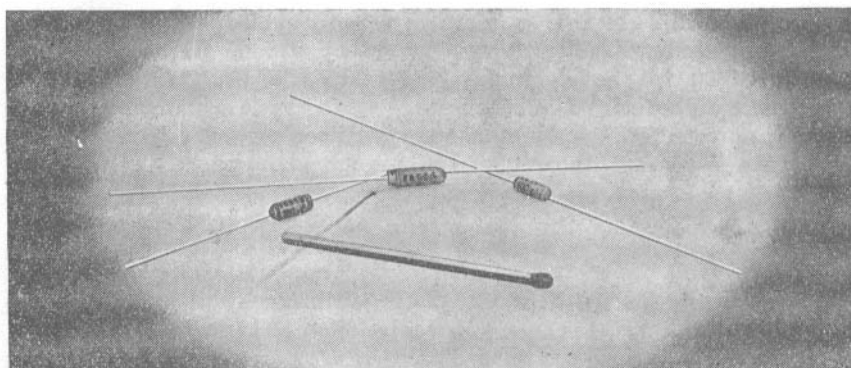
Terylenové svitkové kondenzátory

Typy TC271 (pro 400 V), TC273 (1000 V) a TC274 (1600 V) jsou speciální kondenzátory, určené pro vyšší provozní teploty, zejména pro tropické prostředí. Provozní teploty: -55 až $+125$ °C, popř. $+155$ °C. Jsou-li v provozu s nižším provozním napětím, jsou odolné i proti plísni a slané mlze, relativní vlhkosti až 98 %. Rozměry: od $\varnothing 3 \times 15$ mm do $\varnothing 16,3 \times 30$ mm.

Styroflexové svitkové kondenzátory

Typy TC283 (250 V), TC284 (400 V) (obr. 26) jsou určeny jako náhrada slďových kondenzátorů ve všech radiotechnických obvodech pro rozsah teplot -10 až $+55$ °C a relativní vlhkost až 65 %.

Jejich polepy jsou vyvedeny drátovými vývody. Styroflexové kondenzátory TC283 až 284 se vyrábějí v řadě E12 v hodnotách od 22 do 22 000 pF



Obr. 27. Svitkové kondenzátory miniaturní, trolitulové

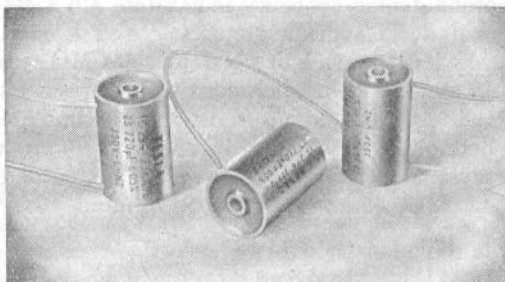
s tolerancemi $\pm 20\%$ a $\pm 10\%$. Ztrátový činitel je 10 až $15 \cdot 10^{-4}$. Nehodí se pro letecké přístroje a pro tropy. Rozměry: od $\varnothing 4 \times 15$ mm do $\varnothing 14 \times 30$ mm.

Trolitulové kondenzátory na vysoké napětí

Typy TC286 (pro provozní napětí 1 kV/zkušební napětí 2,5 kV), TC287 (3 kV/7,5 kV), TC288 (5 kV/12,5 kV) a TC289 (10 kV/25 kV) jsou velmi jakostní kondenzátory, určené pro vysoká napětí. Dielektrikum, tvořené trolitulovou fólií, dává těmto kondenzátorům výborné vysokofrekvenční vlastnosti. Uplatňují se jako vazební nebo blokovací kondenzátory v televizních zařízeních, oscilografech apod. Ztrátový činitel je asi $12 \cdot 10^{-4}$, izolační odpor minimálně $2 \cdot 10^{11} \Omega$. Vyrábějí se v hodnotách od 10 do 10 000 pF s tolerancemi $\pm 20\%$ a $\pm 10\%$ a vydrží teploty -10 až $+55^\circ\text{C}$ při relativní vlhkosti až 98%. Rozměry: od $\varnothing 9 \times 20$ mm do průměru 17×50 mm.

Miniaturní trolitulové kondenzátory

Typy TC281 pro stejnosměrné provozní napětí 100 V (obr. 27) jsou opět výbornou náhradou za síldové kondenzátory. Jsou dokonale těsné. Pro velký izolační odpor $2 \cdot 10^{11} \Omega$, malé rozměry a výborné



Obr. 28. Trolitulové přesné kondenzátory

vysokofrekvenční vlastnosti je tento typ často vyhledáván pro vysokofrekvenční obvody. Kondenzátory se vyrábějí v řadě E12 s hodnotami od 10 do 10 000 pF v tolerancích od $\pm 20\%$ do $\pm 5\%$. Rozměry: od $\varnothing 3 \times 7$ mm do průměru 7×15 mm. Ani tento typ se nehodí do leteckých přístrojů a pro tropické podnebí, neboť vydrží teploty od -10 do $+55^\circ\text{C}$ a v tropech je jeho trolitulové dielektrikum napadáno plísní.

Trolitulové kondenzátory zastříknuté

Typ WK71808 pro stejnosměrné provozní napětí 100 V je zastříknut do obalu z umělé hmoty, která umožňuje jejich používání v teplotách od -25 do $+70^\circ\text{C}$ i v tropickém prostředí. Jejich elektrické a vysokofrekvenční vlastnosti jsou shodné jako u předešlého typu; i jejich hodnoty jsou stejné; rozměry: $\varnothing 5 \times 11$ mm až $\varnothing 10 \times 20$ mm.

Trolitulové kondenzátory přesné

Typy TC292 pro stejnosměrné provozní napětí 100 V a TC294 pro stejnosměrné provozní napětí 250 V mají vývody z lanka (obr. 28); v ose kondenzátoru je trubička s vnitřním otvorem $\varnothing 4$ mm. Vyrábějí se v hodnotách od 5000 pF do $0,5 \mu\text{F}$ (typ TC294) nebo do $1 \mu\text{F}$ (typ TC292) s tolerancí $\pm 0,5\%$ až $\pm 0,05\%$. Provozní teploty jsou -30 až $+50^\circ\text{C}$, izolační odpor je větší než $10^6 \text{M}\Omega$, ztrátový činitel je $5 \cdot 10^{-4}$. Rozměry: od průměru 14×31 mm do $\varnothing 42 \times 61$ mm.

Kondenzátory na vysoké napětí v pouzdech z izolantu

Typy TC620 pro provozní napětí 1,6 kV/zkušební napětí 4,2 kV, TC621 pro 2,5 kV/6 kV, TC622 pro 4 kV/9 kV, TC623 pro 6 kV/13 kV, TC624 pro 10 kV/21 kV a TC625 pro 16 kV/33 kV, jsou speciální kondenzátory, určené jako vazební nebo blokovací kondenzátory pro obvody s vysokým provozním napětím, jako např. ve vysílačích, zesilovačích apod. Jejich vývody, tvořené dvěma svorníky se závitem M6 a M4 jsou utěsněny pryží, přičemž tlustší dolní svorník slouží zároveň k upevnění kondenzátoru. Izolační odpor těchto kondenzátorů je $1000 \text{M}\Omega$, mají výhodné provozní teploty -40 až $+70^\circ\text{C}$, lze jich použít i v tropech a v prostředí s relativní vlhkostí až 98 %; pro tyto vlastnosti jsou velmi hledané a oblíbené. Vyrábějí se v hodnotách od 10 000 do 250 000 pF pro nižší napětí (1,6/4,2 kV), pro nejvyšší napětí (16/33 kV) pak v hodnotách 1000 a 2500 pF. Rozměry: od $\varnothing 23 \times 55$ mm do $\varnothing 33 \times 75$ mm.

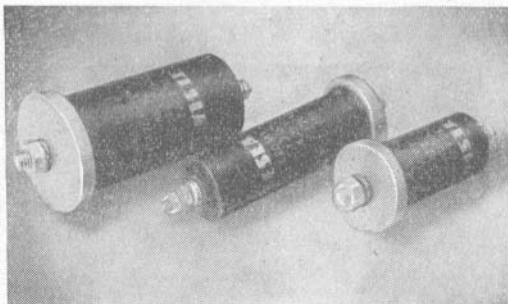
b) Elektrolytické kondenzátory

Elektrolytické kondenzátory tvoří druhou, velmi rozmanitou skupinu kondenzátorů. Mají elektrody nejčastěji z hliníkových fólií, z nichž jedna (kladná) je pokryta tenkou vrstvou dielektrika — kyslíčniku. Obě fólie jsou svinuty a vloženy do obalu.

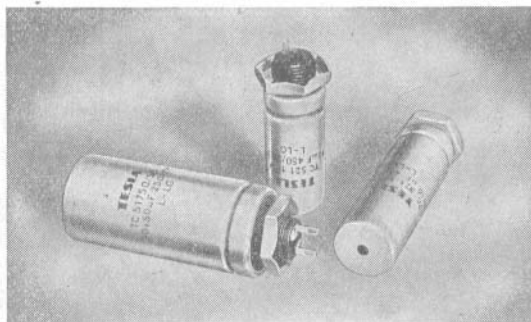
Elektrolytické kondenzátory jsou polarizovány: na jejich kladnou elektrodu nesmí přijít ani na okamžik záporné napětí, které by kondenzátor zničilo. Svodový odpor elektrolytických kondenzátorů je menší než např. u svitkových; svodový proud závisí na stáří elektrolytu, provozní teplotě a pracovních podmínkách kondenzátorů. Přivádí-li se na kondenzátor napětí po dlouhé přestávce, je počáteční svodový proud značný, rychle se však zmenší na normální hodnotu.

Napětí, pro která se elektrolytické kondenzátory vyrábějí, pohybují se od asi 6 V u nízkonapěťových elektrolytických kondenzátorů až do 500 V u filtračních elektrolytických kondenzátorů. Hodnota tohoto maximálního

napětí, které lze na kondenzátor přivést bez nebezpečí zničení, závisí na formovacím napětí, jímž se určují hodnoty kondenzátoru. Překročí-li toto napětí určenou jmenovitou hodnotu, vzrůstá rychle svodový proud, oteplení kondenzátoru se zvyšuje, až dojde k průrazu izolační vrstvy a někdy i k explozi, která může být nebezpečná. Život kondenzátoru závisí na jeho pracovních podmínkách. Největším nepřítelem elektrolytického kondenzátoru je teplo i mráz. Je výhodné použít pro nižší provozní napětí elektrolytických kondenzátorů, určených pro vyšší napětí.



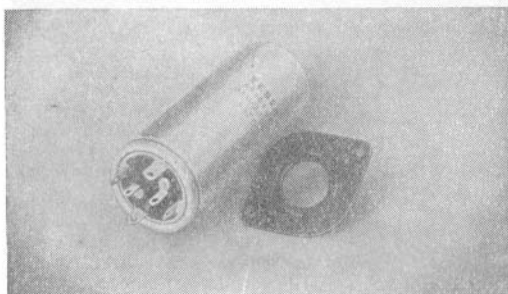
Obr. 29. Kondenzátory na vysoká napětí v pouzdrech z izolantu



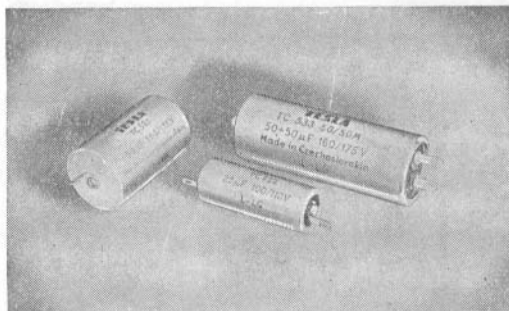
Obr. 30. Elektrolytické kondenzátory s upevňovací matičí

Elektrolytické kondenzátory v kovovém pouzdře

Typy TC515 až TC521, se sníženou výškou WK70505 až 70519 jsou nejznámější a v elektronických přístrojích nejčastější. Používá se jich k vyhlazení zbytkové střídavé složky usměrněného napětí anodových zdrojů. Pouzdro kondenzátoru je válcové, z hliníkového plechu, zesponu utěsněné



Obr. 31. Elektrolytické kondenzátory s upevňovacími jazýčky



Obr. 32. Těsné elektrolytické kondenzátory

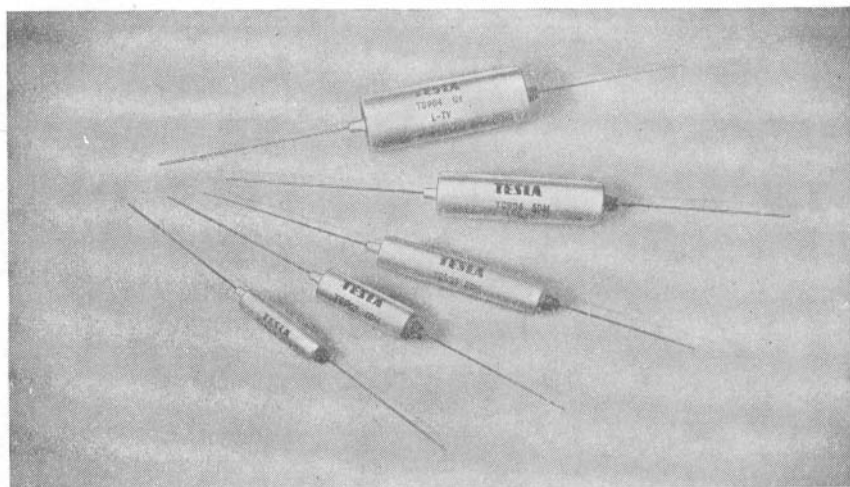
Typy TC911 až 914, jsou technologicky shodné s předešlým typem, konstrukčně se však liší jiným způsobem upevnění na kostře, jak ukazuje obr. 31. Do kostry se vyřízne buď kruhový otvor s čtyřmi obdélníkovými otvory pro upevňovací jazýčky, nebo se k upevnění použije izolační podložka WA56727, která je na obrázku dobře patrná.

Těsné elektrolytické kondenzátory

Typy TC530 až TC536 jsou opět technologicky obdobné předešlým typům. Nemají však středové upevnění maticí nebo jazýčky; jejich kladný pól pro-

pyží a má bakelitovou zátku se závitem k upevnění středovou maticí a pájecí špičkou pro vývod kladné elektrody. Elektrolytické kondenzátory se vyznačují dlouhým životem a malými rozměry. Jejich provozní teplota jde do $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$, tolerance od -10% až $+50\%$. Elektrolytické kondenzátory v hliníkovém pouzdře podle obr. 30 se vyrábějí v hodnotách od 8 do $50\text{ }\mu\text{F}$ buď jednoduché, nebo dvojité, kdy jsou v jednom pouzdře dva kondenzátory, např. $32 + 32\text{ }\mu\text{F}$, pro provozní napětí od 160 do 500 V. Rozměry: od $\varnothing 25 \times 55\text{ mm}$ do $\varnothing 35 \times 100\text{ mm}$.

Elektrolytické kondenzátory v hliníkovém pouzdře s upevňovacími jazýčky



Obr. 33. Miniaturní elektrolytické kondenzátory

chází izolovaně hliníkovým víčkem a je utěsněn pryží. Některá provedení jsou doplněna igelitovým povlakem pouzdra. Vyrábějí se pro provozní a špičková napětí 12 V/15 V (TC530) až 450/500 V (TC536) jako jednoduché i jako dvojité, jako je tomu u jednoho z typů na obr. 32, v hodnotách od 4 μF do 50 + 50 μF . Rozměry: od \varnothing 16 \times 30 mm do \varnothing 35 \times 70 mm. Povolená provozní teplota je od -10 , popř. -20 do $+70$ $^{\circ}\text{C}$, přípustná relativní vlhkost až 98 %. S označením M se vyrábějí tzv. *mrazuvzdorné elektrolytické kondenzátory* pro rozsah teplot od -40 až do $+60$ $^{\circ}\text{C}$.

Miniaturní elektrolytické kondenzátory

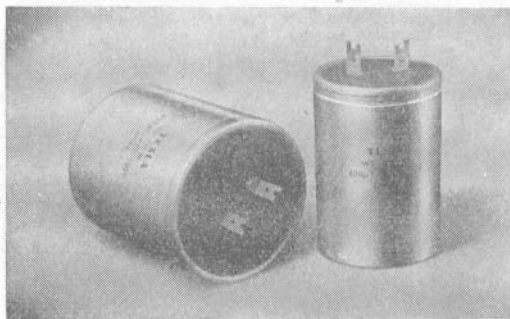
Typy TC902 (pro napětí 6 V/8 V), až TC909 (pro 350 V/385 V) vydrží teploty od -10 do $+70$ $^{\circ}\text{C}$ při vlhkosti až 85 %; je-li třeba, lze jich použít i v přístrojích do tropického prostředí. Rozměry: od \varnothing 7 \times 23 mm do \varnothing 13 \times 38 mm. Vyrábějí se v hodnotách od 0,5 μF do 200 μF .

Subminiaturní elektrolytické kondenzátory

Typy TC922 (pro 6 V), TC923 (12 V) a TC924 (25 V) se vyrábějí pro tranzistorové přístroje s nízkým napájecím napětím. Vyznačují se velmi malými rozměry (\varnothing 3 \times 20 mm a \varnothing 5 \times 30 mm) a možností použití při teplotách od -10 do $+55$ $^{\circ}\text{C}$.

Těsné elektrolytické kondenzátory v pouzdrech z izolantu

Typy TC590 (pro 6 V/8 V) až TC597 (pro 450 V/500 V) jsou určeny do nejtěžších provozních podmínek. Jejich pouzdra jsou opatřena nálitky s přichytnými otvory. Vzhledem k výborným elektrickým vlastnostem

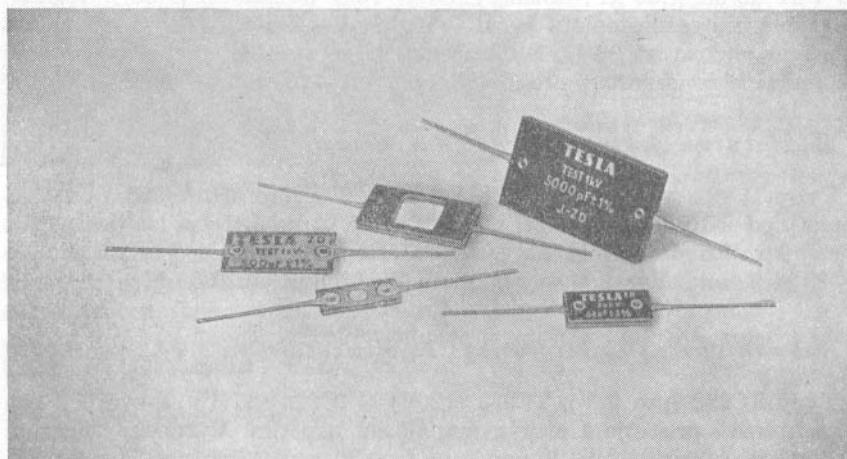


Obr. 34. Elektrolytické kondenzátory pro elektronické zábleskové přístroje

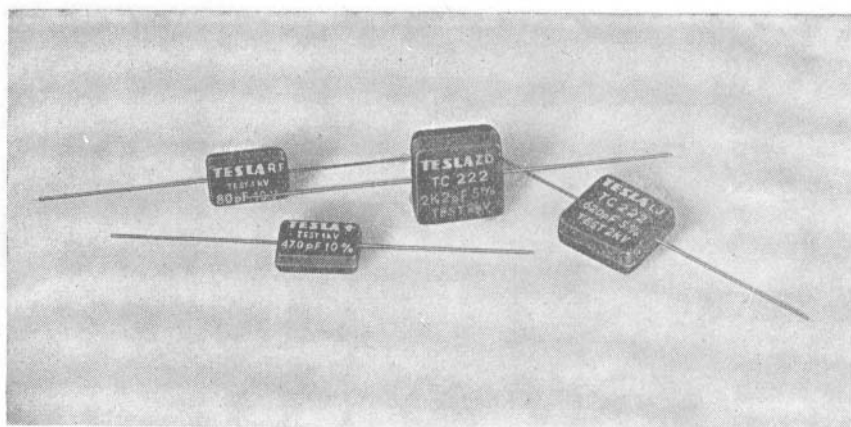
a schopnosti provozu při teplotách od -40 , popř. -60 do $+70$ °C v tropickém prostředí i podtlaku jsou tyto kondenzátory velmi oblíbené. Těsné elektrolytické kondenzátory v pouzdrech z izolantu se vyrábějí v hodnotách 4 až 100 μF pro anodová napětí a v hodnotách 5 až 1000 μF pro nízká napětí. Rozměry: od $\varnothing 16 \times 30$ mm do $\varnothing 35 \times 50$ mm.

Elektrolytické kondenzátory pro elektronické zábleskové přístroje

Typy WK70584 s kapacitou 400 μF a WK70585 s kapacitou 800 μF , jsou pro napětí 450/500 V a mají při výšce 90 mm průměr 60 mm (typ



Obr. 35. Slidové kondenzátory s páskovými vývody



Obr. 36. Slidové kondenzátory zalisované

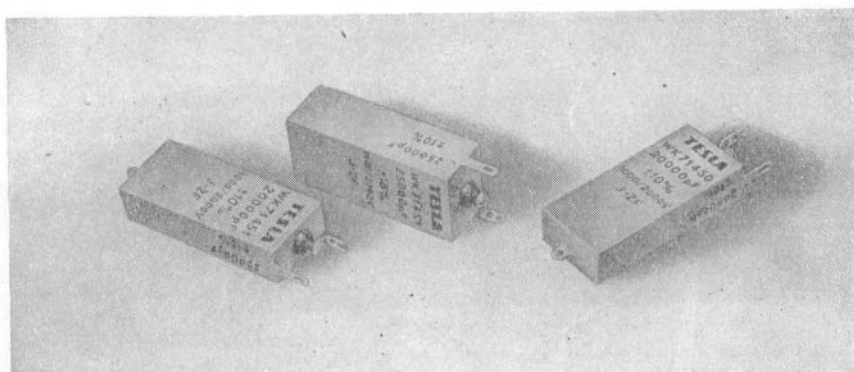
WK70584) a 80 mm (typ WK70585). Tyto kondenzátory mohou pracovat v rozmezí teplot od 0 do $+70^{\circ}\text{C}$ v relativní vlhkosti až 98 %. Oba typy jsou na obr. 34.

c) Slidové kondenzátory

Ve vysokofrekvenčních a měřicích obvodech se často používá slidových kondenzátorů. Slída má velmi dobré dielektrické i vysokofrekvenční vlastnosti a je proto vhodná na výrobu kondenzátorů s velmi malými ztrátami a výbornou stálostí.

Slidové kondenzátory s páskovými vývody

Jsou to typy TC200 až TC202, popř. WK71407 až 71432. Jedna z krycích destiček kondenzátoru (obr. 35) má okénko, kterým lze část stříbrné vrstvy odškrábat, a tím nastavit kapacitu na požadovanou hodnotu. Odškrabávat se musí opatrně, aby se tenká slidová destička neprodřela. Kapacitu je nutno stále kontrolovat, protože kapacitu jednou nastavenou nelze zvětšit. Po odškrabání stříbrného povlaku ze slidové destičky je třeba okénko opět chránit voskem nebo lakem před okysličením. Na okraji pertinaxových destiček kondenzátoru jsou upevněny páskové vývody. Kondenzátory jsou impregnovány speciálním vysokofrekvenčním voskem, aby byly chráněny proti atmosférickým vlivům. U typů WK71407 až 71432 jsou i krycí destičky slidové, takže se těchto kondenzátorů může použít při teplotách



Obr. 37. Slídivé kondenzátory přesné v krabicích

—60 až +70 °C, proti teplotám —40 až +70 °C u destiček pertinaxových. Slídivé krycí destičky dávají kondenzátorům též větší stabilitu a odolnost proti vlhku.

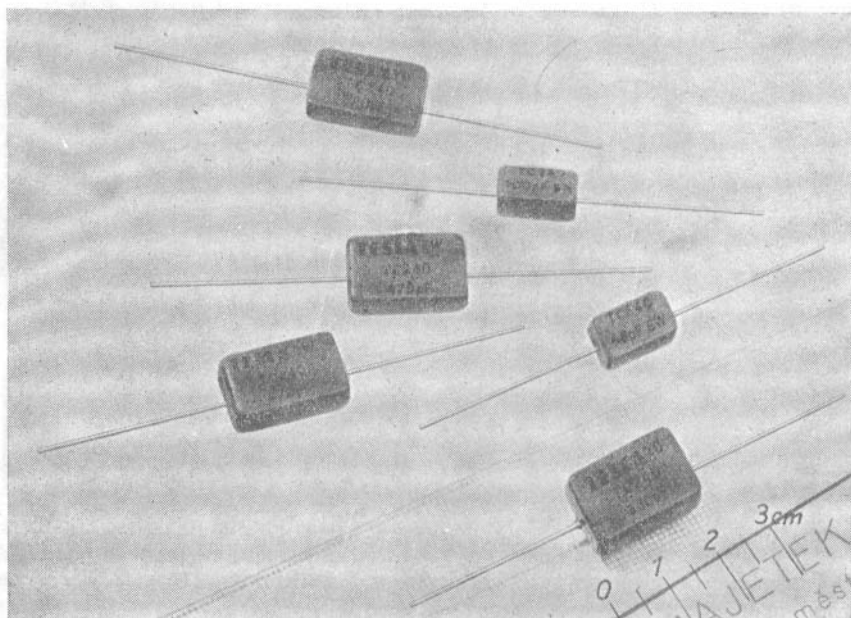
Slídivé kondenzátory s páskovými vývody se vyrábějí v řadách E12 s tolerancí $\pm 10\%$, v řadě E24 s tolerancí $\pm 5\%$ a na vyžádání v jakékoli hodnotě s tolerancí $\pm 2\%$, 1% a $0,5\%$. Jejich ztrátový činitel je 12 až $35 \cdot 10^{-4}$, izolační odpor 4000 až 8000 M Ω . Rozměry: 10 × 21 mm až 24 × 42 mm.

Slídivé kondenzátory zalisované TC210 až TC233 (obr. 36)

Jejich vývody tvoří pocínované dráty. Mají opět velmi dobré vysokofrekvenční vlastnosti, stálost a použitelnost i v tropickém prostředí s vlhkostí až 98 % a v teplotách —55 až +70 °C. Vyrábějí se v řadě E24 s tolerancí od $\pm 5\%$ do $\pm 2\%$, v řadě E12 s tolerancí $\pm 10\%$ a v řadě E6 s tolerancí $\pm 20\%$. Mají provozní napětí 500 V nebo 1000 V. Rozměry: od 7 × 13 × 4,6 mm až do 20 × 20 × 9 mm.

Přesné stabilní slídivé kondenzátory těsné, v krabicích

Typy WK71450 a WK71451 (obr. 37) jsou určeny pro přesná zařízení, kde se žádá velká stabilita a přesnost spolu s odolností proti vnějším vlivům. Prakticky neomezená doba života a dokonalé tropické provedení jsou dalšími přednostmi tohoto typu, jehož ztrátový činitel je $10 \cdot 10^{-4}$; použitelnost v teplotách od —40 do +70 °C při relativní vlhkosti až 98 %, tolerance od $\pm 10\%$ do $\pm 0,5\%$. Vyrábějí se s hodnotami od 1000 do 20 000 pF u typu WK71450 a od 10 000 do 40 000 pF u typu WK71451. Rozměry: 46,5 × 20 × 10 mm a 46,5 × 20 × 15 mm.



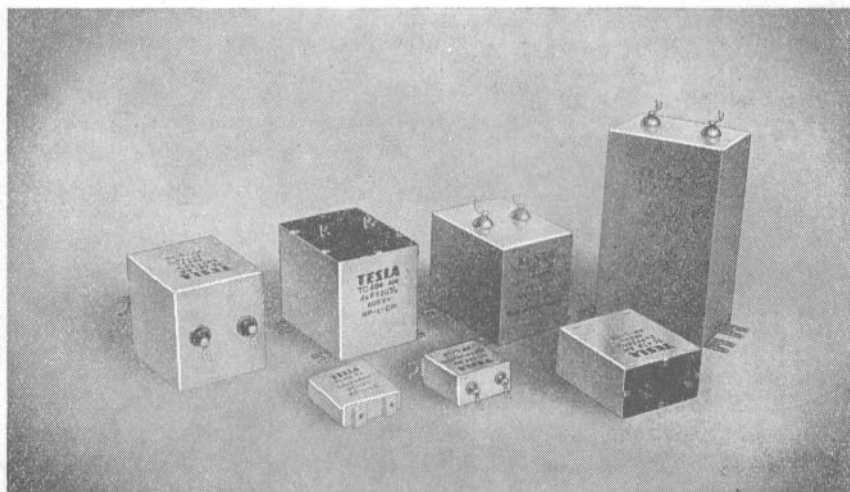
Obr. 38. Skleněné kondenzátory

Skleněné kondenzátory

Typy TC240 až TC243 tvoří zvláštní skupinu kondenzátorů. Protože se jakostí i vnějším provedením podobají kondenzátorům slídovým, byly zařazeny do této části. Jejich ztrátový činitel $15 \cdot 10^{-4}$, izolační odpor minimálně $10^{10} \Omega$, stejnosměrné provozní napětí 500 V a přípustné provozní teploty od -55 do $+100^\circ\text{C}$ jsou spolu s malými rozměry $14 \times 8 \times 7,5$ mm nebo $19 \times 12 \times 7,5$ mm předností těchto kondenzátorů (obr. 38). V řadě E6 se vyrábějí v hodnotách od 10 do 680 pF. Teplotní součinitel kapacity rozlišuje jednotlivé druhy a je $65 \pm 35 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ u typu TC240, $0 \pm 20 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ u typu TC241, $-50 \pm 30 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ u typu TC242 a $-130 \pm 50 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{C}$ u typu TC243. Tolerance $\pm 20\%$ a $\pm 10\%$.

d) Krabicové kondenzátory

Krabicové kondenzátory jsou další, velmi rozmanitou skupinou kondenzátorů, jejichž charakteristickým znakem jsou plechové krabice, v nichž je kondenzátor uložen. Všimněme si jen těch nejužívanějších.



Obr. 39. Krabicové kondenzátory

V zásadě rozdělujeme tyto kondenzátory na kondenzátory *fóliové* a na kondenzátory *z metalizovaného papíru*, tzv. MP.

Fóliové krabicové kondenzátory

Kondenzátor je uzavřen v krabici buď pertinaxovým víčkem s vývody na pájecích špičkách (*provedení obyčejné*), nebo kovovým víčkem připájeným ke krabici a opatřeným skleněnými průchodkami (*provedení těsné*). Předností těchto kondenzátorů je dokonalá mechanická pevnost, stínění, dlouhý život a dobrý izolační odpor (u těsného provedení je součin izolačního odporu a kapacity asi 1000, u obyčejných asi pětkrát menší). Rozsah provozních teplot je u obyčejného provedení -20 až $+55$ °C, u těsného -60 až $+70$ °C. Těsné provedení je tzv. tropické.

Krabicové fóliové kondenzátory se vyrábějí pro provozní napětí 160 V, 250 V, 400 V, 600 V a 1000 V v hodnotách od $0,1 \mu\text{F}$ do $2 \times 8 \mu\text{F}$, tedy jak jednoduché, tak i kombinované — dvojitě. Podle způsobu upevnění, provozního napětí, obyčejného nebo těsného provedení se krabicové kondenzátory dělí na několik skupin typových čísel: TC401 až 411, TC240 až 440, TC600 až 619, různých velikostí od $30 \times 30 \times 10$ mm do $100 \times 75 \times 60$ mm.

Krabicové kondenzátory z metalizovaného papíru MP

Typy TC450 až 487 a TC650 až 669 tvoří samostatnou skupinu krabicových kondenzátorů, které mají několik význačných předností před fólio-

vými. Nejlepší jejich vlastností je nesporně regenerace. Dojde-li k průrazu jejich dielektrika, vypálí se kov v místě průrazu a izolace se samočinně obnoví. Další jejich předností jsou zmenšené rozměry, dlouhý život a spolehlivost při trvalém provozu a značné mechanické pevnosti. Vnější vzhled i konstrukční provedení jsou stejné jako u fóliových kondenzátorů. Elektrické vlastnosti kondenzátorů MP jsou zcela obdobné vlastnostem svitkových krabicových kondenzátorů. Vyrábějí se pro provozní napětí 160 V, 250 V, 400 V, 600 V, 1000 V v hodnotách od 0,1 μF do $2 \times 32 \mu\text{F}$ s tolerancemi od $\pm 20 \%$ do $\pm 5 \%$. Rozsah provozních teplot je od -10 až do $+55^\circ\text{C}$ u obyčejného provedení a od -60 do $+70^\circ\text{C}$ u těsného provedení. Kondenzátory MP se vyrábějí ve velikostech $30 \times 30 \times 10$ mm až $100 \times 75 \times 60$ mm.

Krabicové kondenzátory na vysoké napětí

Typy WK71004 až 07 a WK72002 až 55 jsou rovněž dvojího provedení: fóliové a MP. Předností těchto kondenzátorů je mechanická pevnost, dlouhý život, velký izolační odpor, možnost použití v teplotách od -40 do $+70^\circ\text{C}$, dokonale tropické provedení. Vyrábějí se v hodnotách 0,5 až 4 μF (typ MP pro provozní a zkušební napětí 1,6 kV/2,5 kV, WK71004 až 07) a 0,1 až 8 μF pro napětí až 4 kV/6 kV a 0,1 až 0,5 μF pro napětí 16 kV/33 kV. Rozměry: $50 \times 15 \times 45$ mm až $240 \times 135 \times 200$ mm.

e) Keramické kondenzátory

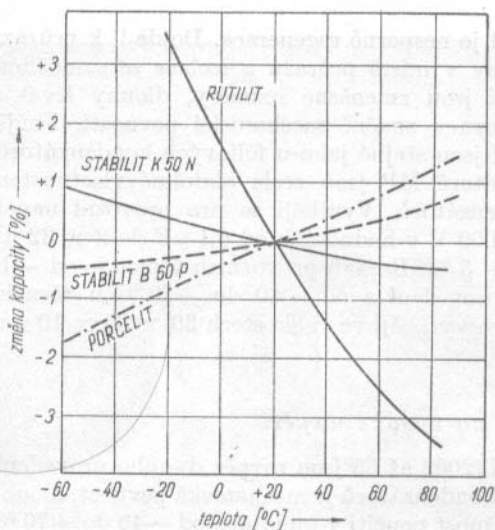
Keramických kondenzátorů se začalo používat před poslední válkou. Vznikly tehdy, když byly zjištěny přednosti keramických hmot pro tyto účely, kde se až dosud používalo jen slídových kondenzátorů, tedy např. ve vysokofrekvenčních, měřicích a jiných přístrojích. Přednosti keramických kondenzátorů jsou zejména:

Velká dielektrická konstanta, umožňující značné zmenšení rozměrů kondenzátoru a tím i vlastní indukčnosti a rozptylových kapacit.

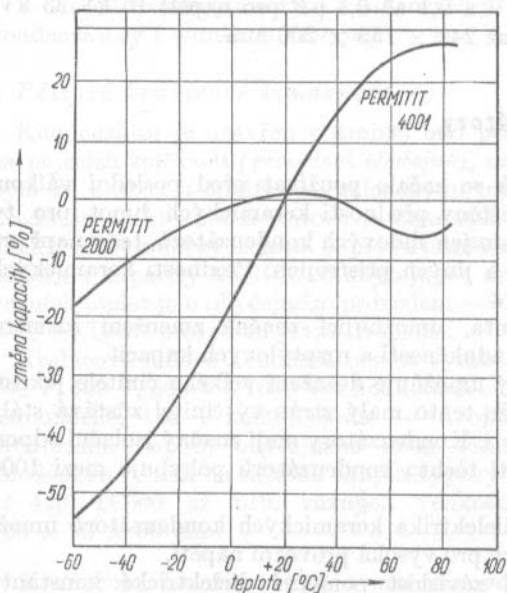
Malý ztrátový činitel, který umožňuje dosažení velkého činitele jakosti obvodů. Důležité přitom je, že tento malý ztrátový činitel zůstává stálý i při změnách teploty a vlhkosti. Kondenzátory mají značný izolační odpor, jehož vlivem se činitel jakosti těchto kondenzátorů pohybuje mezi 1000 až 3000.

Velká elektrická pevnost dielektrika keramických kondenzátorů umožňuje konstruovat kondenzátory pro vysoká provozní napětí.

Přesně vymezená teplotní závislost poměrně dielektrické konstanty umožňuje zhotovit kondenzátory nezávislé na teplotě, vlhkosti a tlaku. Obvody osazené těmito kondenzátory mohou mít stálý kmitočet.



Obr. 40. Charakteristika keramických kondenzátorů I



Obr. 41. Charakteristika keramických kondenzátorů II

Prakticky neomezená doba života keramických kondenzátorů a podstatně větší spolehlivost a mechanická i elektrická stálost je předurčuje k používání v zařízeních se zvětšenými požadavky na bezpečnost a spolehlivost přístroje i za ztížených podmínek.

Keramická hmota, tvořící dielektrikum kondenzátorů, má několik různých složení a tedy také vlastností. Československý průmysl vyrábí celkem čtyři druhy těchto hmot: porcelit, stabilit, rutilit a permitit. Přehled jejich základních vlastností:

Porcelit se uplatňuje v kondenzátorech malých kapacit s kladným teplotním součinitelem a malým ztrátovým činitelem při vyšších provozních teplotách. Vyznačuje se velkou průraznou pevností a umožňuje přenášet značné vysokofrekvenční výkony.

Stabilit se vyrábí ve dvou druzích s označením K50N a B60P. Oba druhy vynikají velkou dielektrickou konstantou a dobrou teplotní kompenzací. Stabilit K50N má záporný, B60P kladný teplotní součinitel.

Rutilit má velmi velkou dielektrickou konstantu, takže umožňuje výrobu jakostních keramických kondenzátorů s malým ztráto-

vým činitelem a s vyššími kapacitami při zachování malých rozměrů. Teplotní součinitel Rutilitu je záporný.

Permitit slouží při výrobě jakostních kondenzátorů větších kapacit, přitom však nepatrných rozměrů, což umožňuje velká dielektrická konstanta. Teplotní závislost těchto kondenzátorů je nelineární, na což musíme pamatovat při jejich používání. Osvědčují se především jako různé vazební nebo blokovací kondenzátory v nízkofrekvenčních i vysokofrekvenčních obvodech, kde není nelineární závislost na závadu. Vyrábějí se dva druhy Permititu: Permitit 2000 a 4001, lišící se hlavně dielektrickou konstantou.

Pro dobrou orientaci poslouží charakteristiky na obr. 40 a 41. Z nich můžeme zjistit změny kapacit v procentech při změně teploty a podle těchto údajů můžeme postupovat při volbě vhodných hmot při teplotní kompenzaci. Základní charakteristické vlastnosti popsanych kondenzátorových hmot jsou v tabulce:

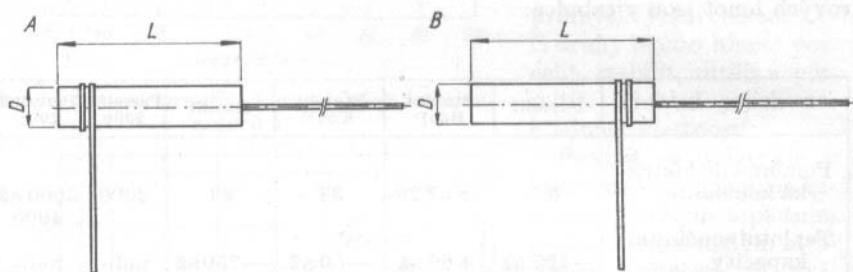
	Porcelit	Stabilit B60P	Stabilit K50N	Rutilit	Permitit 2000	Permitit 4001
Poměrná dielektrická konstanta	6,5	18 až 20	38	90	2000	3600 až 4000
Teplotní součinitel kapacity	+125 až -35. .10 ⁻³ /°C	+60 až -30. .10 ⁻³ /°C	-50 až -20. .10 ⁻³ /°C	-750 až -100. .10 ⁻³ /°C	nelineární	nelineární
Ztrátový činitel při 1 kHz	—	—	—	—	350	250
Ztrátový činitel při 1 MHz	9	4	8	10	—	—
Izolační odpor [Ω]	5.10 ⁹	5.10 ⁹	5.10 ⁹	5.10 ⁹	5.10 ⁹	5.10 ⁹
Elektrická pevnost při 50 Hz [kV/mm]	20	7 až 8	12	8	3,5	3,5
Vyráběná řada	R10	R10	E12	R10	E6	E6
Barevné označení	tmavě zelená	trávnově zelená	modrá	světle zelená	bílá	hnědá

Z uvedených hmot se vyrábějí kondenzátory různých provedení a konstrukcí, lišící se samozřejmě nejen svými hodnotami a technickými údaji, ale i označením. Probereme si nyní jednotlivé druhy, které vyrábí náš průmysl.

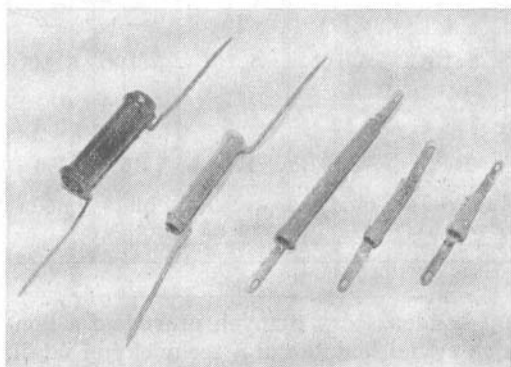
Kondenzátory stéblové (obr. 42)

U jednoho provedení jsou kondenzátorové vývody oba u jedné strany (B), u druhého provedení je každý vývod na jedné straně trubičky (A). Vyznačují se nepatrnými rozměry a váhou, a proto jsou neocenitelnými součástkami v miniaturních zařízeních. Vyrábějí se z těchto hmot:

Stabilit	Kapacita pF	Rozměry D; L mm		Provozní napětí V
Stabilit K 50 N TC773 až 776 Permitit 2000	8,2 až 220	2,5	10 až 25	160 až 250
TC345 až 348 Permitit 4001	470 až 6800	2	10 až 25	160 až 250
TC845 až 848	1500 až 15000	2	10 až 25	160 až 250



Obr. 42. Stéblové keramické kondenzátory



Obr. 43. Trubkové keramické kondenzátory

Trubkové kondenzátory s páskovými a drátovými přílvody

představují nejnámější provedení keramických kondenzátorů. Malé rozměry, značná zatížitelnost a prakticky neomezená doba života jsou hlavními přednostmi těchto kondenzátorů, používaných ve všech odvětvích elektroniky. Trubkové kondenzátory se vyrábějí s drátovými nebo páskovými přílvody (obr. 43), a z těchto hmot:

Trubkové kondenzátory s drátovými přívody

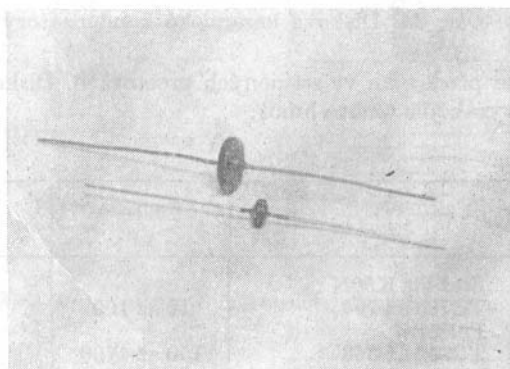
	Kapacita pF	Rozměry mm	Provozní napětí V
Porcelit TC311	5 až 40	∅ 4 až 8 × 20 až 40	400
Stabilit B60P TC314 až 315	3,3 až 180	∅ 4 × 10 až 40	400 až 600
Stabilit K50N TC777 až 784	10 až 390	∅ 4 až 10 × 10 až 40	250 až 1000
Rutilit TC310 až 317	5,6 až 1000	∅ 4 až 8 × 10 až 40	250 až 400
Permitit 2000 TC320 až 327	1000 až 22000	∅ 4 až 10 × 10 až 40	250 až 600
Permitit 4001 TC840 až 843	1000 až 22000	∅ 4 až 6 × 10 až 40	250 až 500

Trubkové kondenzátory s páskovými přívody

	Kapacita pF	Rozměry mm	Provozní napětí V
Porcelit TC700 až 710	2,5 až 160	∅ 4 až 12 × 10 až 50	700 až 1500
Stabilit B60P TC720 až 730	2,5 až 320	∅ 4 až 12 × 10 až 50	650 až 1250
Stabilit K50N TC778 až 780	10 až 390	∅ 4 × 10 až 40	250 až 400
Rutilit TC740 až 750	5 až 1600	∅ 4 až 12 × 10 až 50	350 až 900
Permitit 2000 TC321 až 323	1000 až 10 000	∅ 4 × 10 až 40	250 až 400

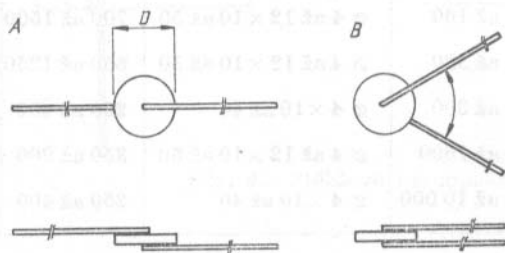
Kondenzátory perlové a terčové (obr. 44)

Jejich předností jsou ne-
patrné rozměry, váha a
indukčnost, takže tvoří hle-
danou součást pro obvody
miniaturních zařízení a za-
řízení vkv. Kondenzátory
perlové a terčové se vyrábějí z těchto hmot:



Obr. 44. Perlové a terčové keramické kondenzátory

	Kapacita pF	Rozměry mm	Provozní napětí V
Perlové kondenzátory			
Porcelit TC301	0,5	$\varnothing 5 \times 4$	400
Stabilit B60P TC302	1 až 2	$\varnothing 5 \times 4$ až 5	400
Stabilit K50N TC769 až 771	1 až 2,2	$\varnothing 5 \times 3$ až 4,5	600 až 1000
Rutilit TC300	2,5 až 5	$\varnothing 5 \times 3$ až 7	400
Terčové kondenzátory			
Porcelit TC306 Stabilit B60P TC307	2,5 3,2 až 6,4	$\varnothing 10 \times 1,5$ $\varnothing 10 \times 1,5$	400 400
Stabilit K50N TC770 až 775 TC305	2,7 až 15 8 až 40	$\varnothing 10 \times 1,5$ až 2,5 $\varnothing 10 \times 1,5$	600 až 1000 400



Obr. 45. Diskové keramické kondenzátory

Kondenzátory diskové

Jsou to keramické kondenzátory, vyvinuté především pro techniku plošných spojů. Malá váha a rozměry a malá indukčnost jsou hlavní přednosti těchto kondenzátorů, uplatňujících

se především ve stísněných prostorech. Diskové kondenzátory (obr. 45) se vyrábějí z těchto hmot:

	Kapacita pF	Rozměry D [mm]	Provozní napětí V
Stabilit K50N TC785 až 796 Permitit	10 až 100	6 až 25	400 až 1000
TC350 až 363	150 až 4700	6 až 25	250 až 600

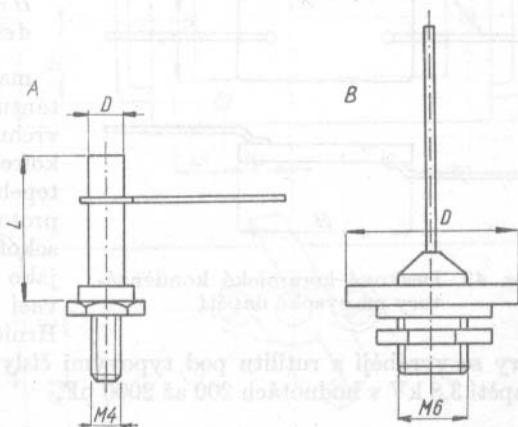
Průchodkové keramické kondenzátory

Předností průchodkových keramických kondenzátorů je velký svodový odpor a velká mechanická pevnost. Průchodkové kondenzátory se uplatňují především v televizní technice a technice vkv jako svodové a blokovačí kondenzátory. Keramické kondenzátory se šroubovou nebo pájecí průchodkou se vyrábějí s vývody drátovými nebo páskovými z těchto hmot:

	Kapacita pF	Rozměry mm	Provozní napětí V
Rutilit TC318 až 319	12 až 800	$\varnothing 4 \times 10$ až 40	400
Permitit 2000 TC370 až 393	1000 až 22000	$\varnothing 2,5$ až 10×10 až 40	160 až 600
Permitit 4001 TCS30 až 837	1500 až 22000	$\varnothing 2,5$ až 4×10 až 40	160 až 500
TCS22 až 829	1500 až 22000	$\varnothing 2,5$ až 4×10 až 40	160 až 500

Keramické kondenzátory podpěrné (obr. 46)

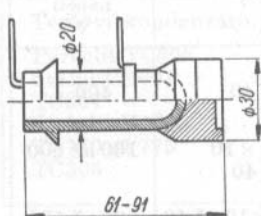
Kondenzátor je u jednoho konce opatřen zapájecím svorníkem, kterým je upevněn v kostře a který mimoto tvoří i jeden vývod. Druhý vývod je z drátu uchyceného blíž druhého konce (provedení A) trubičky. U některých typů tvoří kondenzátor terčovitá keramická destička, opět se závitem. Druhý vývod je v tomto případě vyveden ze středu terče (provedení B).



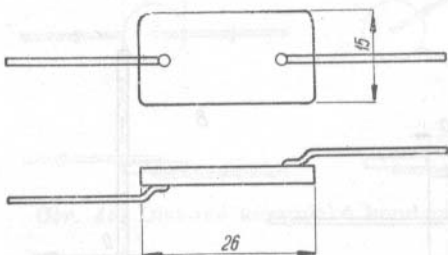
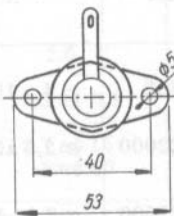
Obr. 46. Podpěrné keramické kondenzátory

Podpěrných kondenzátorů se používá především v technice vkv jako blokovačích a jsou z těchto hmot:

	Provedení	Kapacita pF	Průměr D mm	Délka L mm	Provozní napětí V
Rutilit TC820 až 821 Permitit 2000	B	10 až 64	10 až 15		400
TC365 až 368 Permitit 4001	A	680 až 10000	2,5 až 4	10 až 40	160 až 400
TC815 až 819	A	1500 až 22000	2,5 až 4	10 až 40	160 až 500



Obr. 47. Hrníčkové keramické kondenzátory



Obr. 49. Deskové keramické kondenzátory na vysoké napětí

tory se vyrábějí z rutilitu pod typovými čísly TC767 a 768 pro provozní napětí 3,8 kV v hodnotách 200 až 2000 pF.

Terčové keramické kondenzátory na vysoké napětí

Pod označením 5WK70810 až 70812 se vyrábějí terčové kondenzátory pro provozní napětí 4 až 5 kV a s kapacitou 8 až 68 pF z rutilitu. Průměr (obr. 48) je 13 až 18 mm, délka L je 10 až 13 mm. Terčové kondenzátory na vysoké napětí jsou určeny opět především pro vyslače.

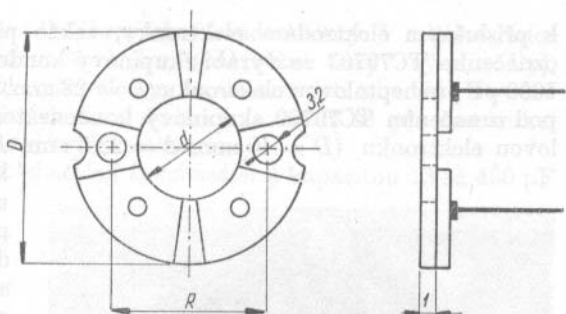
Obr. 48. Terčové keramické kondenzátory na vysoké napětí

Hrníčkové keramické kondenzátory

mají velkou dielektrickou konstantu a vzhledem k velkému povrchu vydrží dobře i velké vysokofrekvenční výkony, které stačí tepelně vyzářit. Osvědčují se proto ve vysílacích a jiných vysokofrekvenčních generátorech jako vazební, oscilační i blokovací kondenzátory (obr. 47). Hrníčkové keramické kondenzátory

Deskové kondenzátory na vysoké napětí (obr. 49)

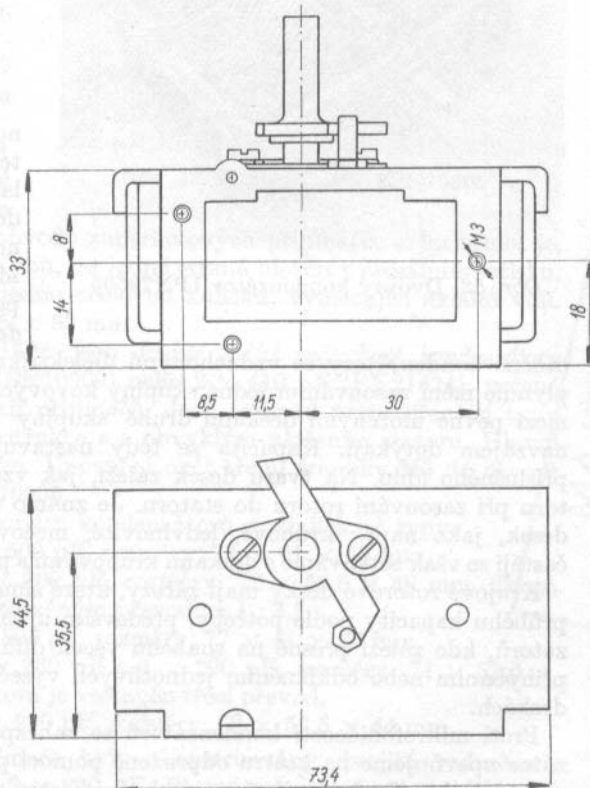
Typy 5WK70830 až 70831 se vyrábějí z rutilitu pro provozní napětí 2,5 kV a v hodnotách 39 a 62 pF. Jejich použití je podobné jako u terčových kondenzátorů na vysoké napětí.



Obr. 50. Skupinové keramické kondenzátory

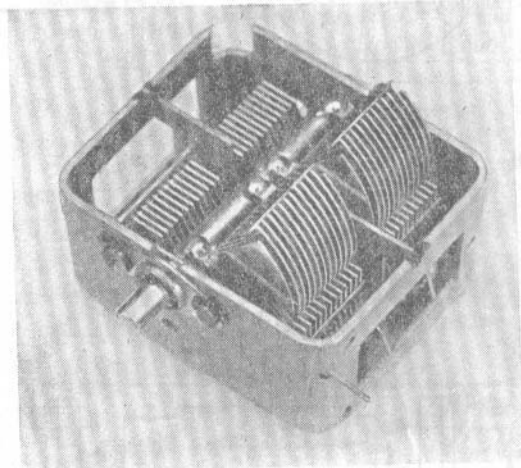
Keramické kondenzátory skupinové

Typy TC79707 a TC 79709 jsou velmi užitečnou moderní součástí, určenou především pro přístroje pracující na vysokých kmitočtech. Jsou z permitivity 2000 (obr. 50). Skupinový kondenzátor je v podstatě keramické mezikruží, na němž jsou čtyři výseče, tvořící čtyři samostatné kondenzátory. Průměr vnitřního otvoru se volí tak, aby jím prošla objímka miniaturní heptalové nebo novalové elektronky. Vhodným způsobem se volí i roztečné otvory se vzdáleností R . Při montáži se skupinový keramický kondenzátor navlékne zespodu na objímku elektronky a spolu s ní připevní na kostru. Jednotlivé vývody kondenzátorů se připojí



Obr. 51. Rozměry kondenzátoru PN70510

k příslušným elektrodám elektronky, takže přívody jsou krátké. Pod označením TC79707 se vyrábí skupinový kondenzátor s kapacitami 4×1000 pF pro heptalovou elektronku ($D = 28$ mm, $d = 16$ mm, $R = 22,5$ mm), pod označením TC79709 skupinový kondenzátor 4×2200 pF pro novalovou elektronku ($D = 40$ mm, $d = 22,5$ mm, $R = 28,6$ mm). Skupinové kondenzátory náleží k nejužitečnějším součástkám pro techniku vkv a výrazně dokumentují nové, moderní směry, které nastoupil náš průmysl i v tomto odvětví radiotechnických výrobků.



Obr. 52. Dvojitý kondenzátor 1PN70505

f) Kondenzátory s proměnnou kapacitou

Kondenzátory s proměnnou kapacitou se v radiotechnických zařízeních využívají obvodově do rezonance, doladují kapacity na přesnou hodnotu apod. K ladění obvodů do rezonance se používá tzv. *ladících kondenzátorů*. Jsou to obvykle

otočné kondenzátory se vzduchovými dielektrikem, u kterých se kapacita plynule mění zasouváním jedné skupiny kovových desek (rotoru) do mezer mezi pevně uloženými deskami druhé skupiny desek (statoru), aniž se navzájem dotýkají. Kapacita se tedy nastavuje natočením rotoru do příslušného úhlu. Na tvaru desek záleží, jak vzrůstá kapacita kondenzátoru při zasouvání rotoru do statoru. Je známo několik tvarů rotorových desek, jako např.: kruhové, ledvinovité, mečovité a logaritmické. Nejčastěji se však setkáváme s deskami kruhovými s posunutou osou.

Krajové rotorové desky mají zářezy, které slouží k přesnému vyrovnání průběhu kapacity podle potřeby, především u několikanásobných kondenzátorů, kde záleží přesně na souběhu všech dílů. Kapacita se vyrovnává přihrábáním nebo odkláněním jednotlivých výsečí na krajních rotorových deskách.

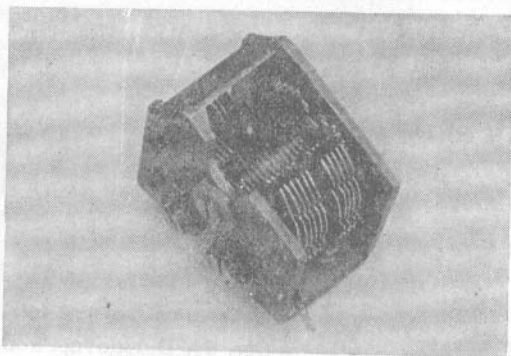
Proti mikrofoničnosti kondenzátorů se zabezpečujeme tím, že kondenzátor upevníme na kostru odpruženě pomocí plstěných nebo gumových podložek, které zabráňují přenosu chvění kostry na kondenzátor.

Podle počtu rotorů a statorů na společném hřídeli rozeznáváme jedno-

duché ladicí kondenzátory a *několikanásobné* kondenzátory. V radiotechnice se používá především kondenzátorů *dvojitých* (běžně nazývaných duály), a to u superhetů k ladění vstupních a oscilátorových obvodů. Stručně uvedeme hlavní typy otočných kondenzátorů, s nimiž se při konstrukci radiotechnických přístrojů nejčastěji setkáme.

Typ PN70510 je *jednoduchý otočný kondenzátor* s kapacitou 13 až 490 pF a s průběhem přibližně logaritmickým. Náčrt jeho rozměrů i s otvory pro upevnění je na obr. 51.

Typ IPN70505 (obr. 52) je *dvojitý otočný kondenzátor* s kapacitou 2×500 pF k ladění vstupních a oscilátorových okruhů rozhlasových přijímačů. Jeho hlavní rozměry jsou: šířka 67 mm, délka 63 mm a výška 53 mm.



Obr. 53. Kondenzátor 2PN70508

Typ PN70521 je opět *dvojitý ladicí vzduchový kondenzátor* s kapacitou 2×500 pF, určený pro obvody superhetových přijímačů. Jeho hřídel je, podobně jako u ostatních typů, na jedné straně uložen v radiálním ložisku, na druhé straně opřen o jednu ocelovou kuličku, vymezující axiální vůli. Hlavní rozměry: $70 \times 55,5 \times 53$ mm.

Typ PN70500 a EK21524 jsou *dvojitě ladicí vzduchové kondenzátory* s kapacitou 2×496 pF (PN70500) nebo 2×410 pF (EK21524), určené opět pro obvody radiových přijímačů. Jsou to snad nejrozšířenější typy na našem trhu, dobré konstrukce a s obvyklým uložením statoru. Hlavní rozměry: $68 \times 63 \times 53$ mm. Upevnění opět třemi šroubky M3 do otvorů stejných jako u typu IPN70505.

Do této skupiny rozhlasových kondenzátorů spadají ještě typy:

PN70525: kapacita 2×500 pF, rozměry: $77 \times 61 \times 53$ mm,

IPN70515: kapacita 2×500 pF, rozměry: $72 \times 52,5 \times 48$ mm. Tento kondenzátor je opatřen vestavěným převodem 1 : 3,5.

PN70524: kapacita 2×500 pF, rozměry: $77 \times 41 \times 38$ mm.

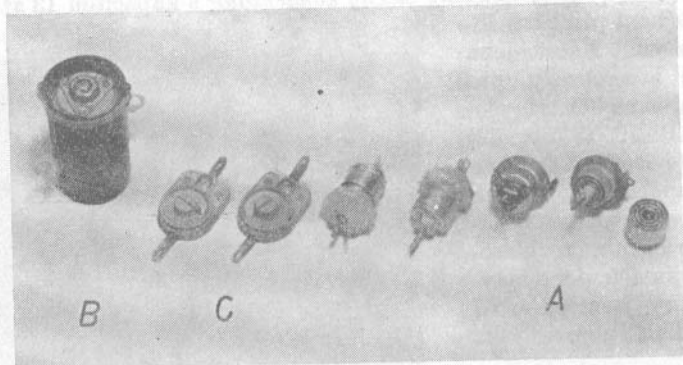
2PN70507: kapacita 1×260 pF a 1×220 pF, rozměry: $71 \times 52,5 \times 44$ mm; v ose kondenzátoru je vestavěn třetí převod.

2PN70505: kapacita 2×280 pF, rozměry: $63 \times 52,5 \times 44$ mm.

Pro malé rádiové přijímače byly zkonstruovány dvojitě vzduchové kondenzátory s kapacitou 2×200 pF. Přesné provedení při malých rozměrech je znakem těchto typů, lišících se jen průměrem bubínku. Mají

MAJETEK
Kovopodniku města
BRNO

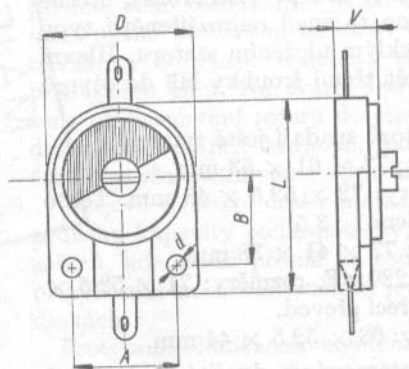
vestavěný převod 1 : 3,5 a převodový bubínek pro náhon lanka stupnice, který má u typu 15N70511 průměr 32 mm, takže umožňuje posun po stupnici dlouhé 180 mm; typ 15N70512 má bubínek průměru 80 mm pro stupnici dlouhou 280 mm. Celkové rozměry i s převodem jsou $70 \times 55,5 \times 36$ mm.



Obr. 54. Doladovací kondenzátory

Pro speciální použití byl zkonstruován malý dvojitý otočný kondenzátor 2PN70508 (obr. 53) s kapacitou 1×80 pF a 1×158 pF. Kondenzátor má vestavěný převod 1 : 2 a vyznačuje se masivním a pevným provedením při malých rozměrech ($50 \times 30 \times 40$ mm). Oba konce jeho hřídele jsou uloženy na ocelové kuličce, která vymezuje

axiální a radiální vůli. Malé rozměry, pevná konstrukce a malé výsledné maximální kapacity jsou předpokladem, že tento typ se uplatní především v různých krátkovlnných zařízeních.



Obr. 55. Keramický doladovací kondenzátor plochý

Doladovací kondenzátory

Proměnných doladovacích kondenzátorů (známých pod názvem trimry) se používá k doladování vysokofrekvenčních obvodů do rezonance nebo při jemném nastavení kapacit na přesnou hodnotu. Máme několik druhů doladovacích kondenzátorů.

Vzduchové doladovací kondenzátory (obr. 54A), jsou řešeny tak, že jedna soustava soustředných válců se zasouvá do druhé skupiny válečků. Pevná sku-

pina má středový šroub se závitem s velkým stoupáním, po kterém se otáčením posunuje druhá skupina, opatřená maticí s odpovídajícím závitem. Tím se obě skupiny válečků do sebe zasouvají — kapacita se mění. Obvyklý rozsah kapacit u těchto vzduchových kondenzátorů je asi 5 až 30 pF. Při používání těchto vzduchových doladovacích kondenzátorů je třeba dbát na to, aby středová porcelánová trubička, po níž se posouvá horní skupina válečků, byla čistá, bez otěru z hliníku, vznikajícího častým posouváním; tento kovový otěr zhoršuje izolaci a tím i jakost kondenzátoru.

Obdobně jsou provedeny i kondenzátory, označené na obr. 54 písmenem B. To je konstrukce vyráběná před léty pod názvem „padinkové“ doladovací kondenzátory. I zde se zaouvá jedna soustava misek do druhé soustavy otáčením. Protože však jsou větší rozměry, je větší i kapacita, kterou lze nastavit asi mezi 15 až 170 pF. Jak již název („padinkové“) říká, nastavuje se těmito kondenzátory u superhetů souběh oscilátoru se vstupními okruhy.

Keramické doladovací kondenzátory jsou jiným provedením doladovacích kondenzátorů, obr. 54C a 55. Pod označením TC334 a TC340 se vyrábějí z rutilitu v několika hodnotách kapacity, jak je zřejmé z tabulky:

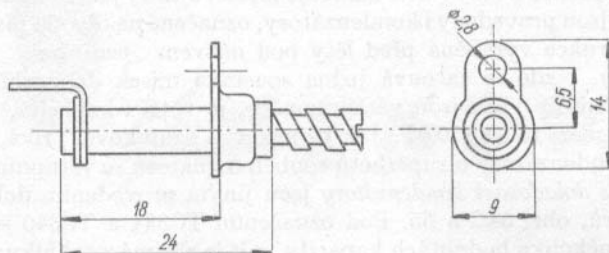
Typ	Kapacita pF	Rozměry [mm]						Provozní napětí V
		D	L	V	A	B	d	
TC334	5 až 30	16	21	9	11	10	2,4	400 V
TC334	15 až 45	16	21	9	11	10	2,4	400 V
TC340	5 až 50	25	32	11	16	15	3,3	400 V
TC340	20 až 100	25	32	11	16	15	3,3	400 V
TC340	25 až 150	25	32	11	16	15	3,3	400 V

Kondenzátory jsou značeny světlezelenou barvou a rutilit, z něhož jsou zhotoveny, jim dává nejen malý ztrátový činitel a záporný teplotní součinitel, ale též možnost dosažení větších hodnot kapacity při zachování malých rozměrů.

Konstruktivně jsou tyto kondenzátory řešeny tak, že na keramické destičce vhodných tvarů, která tvoří spodní část kondenzátoru, je nanesena přibližně na jedné polovině stříbrná vrstva. Na této části se otáčí kruhová destička z keramické hmoty, opět opatřená asi na jedné polovině vypálenou vrstvičkou stříbra. Oba polepy jsou vyvedeny vhodnými pásky. Vzájemným natočením obou výsečí se nastaví potřebná kapacita. Počáteční a konečné kapacity jsou zajištěny dorazy, vrchní destička má obvykle možnost otáčení v rozmezí asi 180°. Otáčí se pomocí šroubku v rotoru, který se natáčí šroubovákem. Je pravidlem spojovat vrchní destičku vždy se „studeným“ koncem obvodu, aby se vyloučil kapacitní vliv šroubováku a ruky při doladování.

Kondenzátory této konstrukce se někdy též zhotovují z několika hmot s různými teplotními součiniteli tak, aby jejich výsledná kapacita byla stálá, neměnila se otáčením. Vhodným natočením obou destiček můžeme nastavit teplotní kompenzaci, jakou právě potřebujeme.

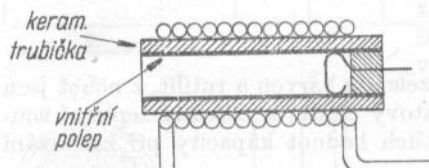
Pro potřeby konstruktérů pro zařízení kvv byly vyvinuty *trubkové dolaďovací keramické kondenzátory*, jejichž náčrt je na obr. 56. Jsou zhotoveny ve tvaru trubičky z keramické hmoty porcelit a pod označením TC330



Obr. 56. Trubkový dolaďovací keramický kondenzátor pro kvv

v tmavězelené barvě mají rozsah kapacit 0,5 až 4 pF. Ztrátový činitel těchto kondenzátorů je maximálně $20 \cdot 10^{-4}$. Provozní napětí je 400 V. Páskový vývod z postříbřeného plechu umožňuje kondenzátor pájet přímo do obvodů.

Keramické dolaďovací kondenzátory se vyznačují značnou mechanickou pevností, takže se dobře uplatňují všude tam, kde jsou obvody vystaveny otřesům, jako např. v přenosných zařízeních apod. Jsou velmi stabilní a odolávají ztíženým podmínkám, otřesům i změnám teplot, které jimi lze kompenzovat.



Obr. 57. Odvinovací dolaďovací kondenzátor

Ještě nedávno se vyráběly též *dolaďovací kondenzátory stlačovací*, u nichž byl jeden polep pevný a druhý tvořila pružně uložená destička, kterou bylo možno přibližovat k destičce pevné a tím měnit kapacitu. Dielektrikum tvořila slída, přiblížování se dosahovalo pomocí šroubku, jehož otáčením se obě destičky přibližovaly nebo oddalovaly. Nedostatkem tohoto provedení bylo především navlhání a malá mechanická i kapacitní stabilita.

Ještě s jedním druhem dolaďovacích kondenzátorů se můžeme setkat. Jsou to tzv. *odvinovací kondenzátory*, schematicky znázorněné na obr. 57. Firma Philips, která je začala jako první vyrábět, je dělá tak, že na tenké

keramické nebo skleněné trubičky průměru asi 3 mm, uvnitř postříbřené, je navinut v souvislé vrstvě měděný pocínovaný drát průměru asi 0,25 mm. Vnitřní postříbřená stěna trubičky tvoří jeden pól, vyvedený jedním vývodem, vnější druhý pól tvoří pocínovaný drát, který je mezi závitý lehce spájen cínem, takže ovin tvoří souvislou vrstvu. V přístroji se zapojuje kondenzátor tak, že k „horkému“ konci obvodu se připojuje vnitřní část kondenzátoru, zevní tvoří ovin. To proto, aby se při nastavování vyzemil vliv kapacity ruky na obvod.

Odvinovací kondenzátory lze amatérsky vyrábět tak, že na drát \varnothing 1,5 až 2 mm, tvořící zároveň jeden pól a vývod, navine se tenký, smaltem izolovaný drát, který tvoří druhý pól. Dielektrikem je v tomto případě izolace smaltem na drátech. Proti samovolnému odvíjení je tento kondenzátor zajištěn lakem nebo voskem. Podobně jako pevné slídové kondenzátory mají i odvinovací kondenzátory nevýhodu, že nastavené hodnoty, dané odvinutím a odštípnutím jistého počtu závitů, nelze v jiném případě většinou použít, protože kapacitu nelze zvětšit. Náhradní provedení pomocí dvou drátů různých průměrů má dále nevýhodu v nepříliš dobrých izolačních i vysokofrekvenčních vlastnostech (dielektrikum — smalt).

Konečně se v technice kvk používá jako náhražkových kondenzátorů (především pro zkoušky apod.) tzv. dvoulinky, kterou odštípáme asi 5 cm dlouhou, z jedné strany vodiče odizolujeme a zapájíme do obvodu. Postupným odštípováním zbývajících částí se zmenšuje kapacita tak, že je obvod doladen. Kondenzátory z dvoulinky nemusí však být toliko náhražkové, jsou-li zhotoveny z jakostního materiálu.

Poruchy proměnných kondenzátorů

Nejčastější poruchou proměnných kondenzátorů je znečištění prachem, který spolu s mastnotou vytvoří vrstvu způsobující nedokonalý dotyk s vývody, nebo naopak náhodné přechodové zkraty, projevující se v přijímači praskáním apod. Čistíme v lehčím případě promytím v tetrachlóru; při velkém znečištění promýváme kondenzátor v 10% roztoku sody, ve kterém kondenzátor vyčistíme od špíny štětcem. Potom kondenzátor důkladně propláchneme vlažnou čistou vodou a rychle usušíme. Ložiska se potřou trochou čisté strojní vazelíny.

Mechanicou závadou, dosti častou hlavně u vzduchových kondenzátorů, bývají zkraty mezi deskami, které se projevují při ladění silným praskáním apod. Nastávají někdy zcela obyčejnou únavou nastřížených okrajových plechů, které jsou mechanicky méně odolné, a proto na ně více působí chvění, způsobované zvukovými vlnami reproduktoru. Jindy způsobí neopatrný zásah dovnitř přijímače přihnutí některé z desek a opět vznikne zkrat.

Zkrat na vzduchovém ladicím kondenzátoru najdeme obvykle dosti

Kovopodnikárska Brna
BRNO, nám. Družby nár. 2

snadno. Většinou jde o okrajové desky s naříznutím, jejichž některá výseč se při otáčení dotýká statoru. Prohlížíme-li kondenzátor proti světlu při současném jeho protáčení, obvykle zkrat objevíme. Pokud je kondenzátor vestavěn v přístroji, pomůže malá stupnicová žárovka s delšími přívody, kterou umístíme pod kondenzátor, abychom mohli vzájemné nastavení statoru a rotoru kontrolovat. Dobré služby prokáže též vhodně odštířený list papíru, vložený mezi jednotlivé rotorové a statorové plechy a sloužící při této zkoušce jako pomocné dielektrikum. Pozor ovšem, zkraty mohou být mezi několika listy najednou; pak je třeba odstraňovat je postupně.

Jsou-li ovšem pokriveny vnitřní plechy, je často třeba mnoho trpělivě práce, abychom zkrat odstranili. Někdy stačí k vyrovnání plechů malý šroubovák, jindy je to plochá ocelová planžeta, popř. ocelové měřítko, kterým zdeformované plechy rotoru srovnáme tak, až je zkrat odstraněn.

Jinou závadou otočných kondenzátorů je uvolnění některého ložiska, přičemž se téměř vždy objeví zkrat mezi deskami. Má-li kondenzátor ložiska nastavitelná pomocí šroubků nebo matic, stačí mnohdy uvolněný šroub nebo matici dotáhnout a zkontrolovat, zda byl zkrat odstraněn. Pokud však je zadním ložiskem pevně opřená kulička a přední ložisko je odpružené, bývá náprava poněkud obtížnější, protože se mnohdy musí trochu přihnout zadní nebo přední deska vaničky. Většinou však i zde je náprava možná.

Zkrat nastává i u kondenzátorů doladovacích, a to především u vzduchových. Příčinou bývá opět znečištění, zkřivení hřídelníku, uvolnění rotorového kalíšku v závitovém hřídelíku, prasknutí nebo již uvedený kovový otěr keramického vodícího válečku uvnitř kondenzátoru apod. Závadu lze obvykle snadno opravit, ale jestliže to není možné, je výhodnější vyměnit celý doladovací kondenzátor.

U stlačovacích kondenzátorů je příčinou zkratu mezi polepy obvykle šroubek, kterým se kondenzátor nastavuje.

U keramických kondenzátorů, používaných k doladování, vyskytuje se snad jediné odštípnutí horní kruhové destičky a tím zmenšení kapacity kondenzátoru, nebo prasknutí keramiky v místě otvoru pro upevnění. Pokud jde o odštípnutí, nemusí to vést vždy k výměně kondenzátoru; záleží na tom, jakou měl kondenzátor nastavenou kapacitu. Často stačí otočením kapacity opět doladit („dohnat“). Pokud se nám to však nepodaří ani přidáním paralelního pevného kondenzátoru, nezbyvá, než kondenzátor vyměnit. Prasknutí okraje keramiky u upevňovacího otvoru způsobí prakticky vždy odlomení této části kondenzátoru. Samotný druhý upevňovací otvor nestačí obvykle k mechanicky dokonalému upevnění doladovacího kondenzátoru; proto v těchto případech většinou vždy kondenzátor vyměníme. Při upevňování pamatujeme na papírové podložky pod hlavičky šroubků a na to, že šroubky musíme utahovat s citem (jemně).

Kondenzátory s pevným dielektrikem, používané v obvodech zpětné

vazby apod., mohou mít též zkraty, způsobené tím, že mezi listy se dostane nečistota, kovové piliny apod. Tyto kondenzátory ovšem nemůžeme čistit tetrachlórem, neboť by se mohly rozpustit oddělovací listky, tvořící dielektrikum. Pokud již k znečištění došlo a nelze je odstranit mechanicky, nezbyvá, než kondenzátor rozložit na jednotlivé díly a vyčistit je samostatně. Častým zdrojem poruch bývá také spirálka, tvořící přívod k rotoru, která je buď uvolněná, nebo se zlomí apod. Oprava v tomto případě je snadná a spočívá buď v novém zapájení, nebo ve výměně spirálky, nebo v jejím nahrazení měkkým, ohebným kablíkem.

5. Cívky a vysokofrekvenční tlumivky

a) Vysokofrekvenční cívky

Vysokofrekvenční cívky jsou další základní součástí elektronických přístrojů. Setkáme se s nimi v četných obvodech a zařízeních, ať v rádiových přijímačích, televizorech nebo měřicích přístrojích, kde se jich používá jako indukčností v rezonančních obvodech nebo jako tlumivek.

Jednovrstvové cívky jsou nejjednodušší formou indukčnosti a používá se jich hlavně pro vyšší kmitočty. Vinou se nejčastěji na cívková tělíska závit vedle závitů z drátu průměru asi od 0,35 do 1,2 mm, popř. jiných průměrů. Takové vinutí nazýváme těsné. Jako tělíska se nejčastěji používá buď výlisků z trolitulu, keramiky nebo bakelitu. Nejvýhodnější tvar tělíska je kruhový.

Jednovrstvové cívky lze však vinout také s mezerou mezi jednotlivými závitů. Mezera se získá buď vinutím do žebrové kostry, jejíž žebra přímo udávají vzájemné vzdálenosti jednotlivých závitů, nebo vinutím na válcové tělísko tak, že zároveň s vlastním drátem se na tělísko vine nit nebo provázek příslušné tloušťky, který se po zajištění konců drátu odvine. Tak se dosáhne rovnoměrných mezer mezi závitů, které tvoří obvykle asi polovinu až celý průměr drátu, ze kterého je cívka vinuta.

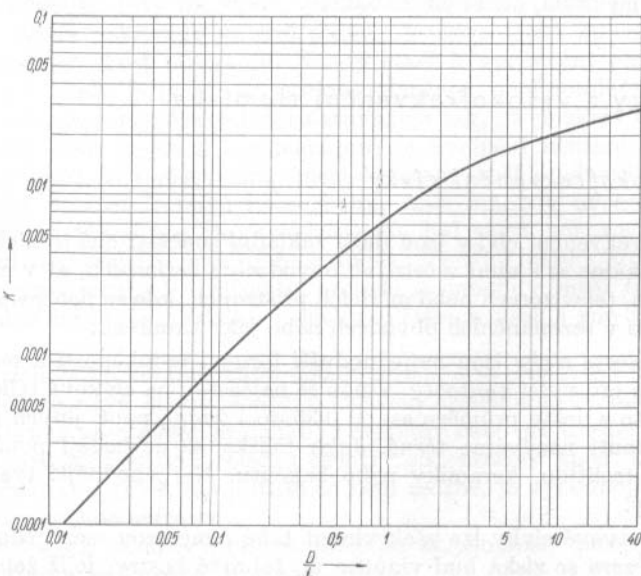
Jednovrstvové cívky vinuté s mezerou mají proti cívkám těsně vinutým výhodu menší vlastní kapacity. Jednovrstvové válcové cívky však vyhovují jen na krátkých vlnách. Pro střední a dlouhé vlny by vyšly příliš rozměrné. Při navrhování cívek se plně uplatňuje zásada, že maximální indukčnosti se dosáhne, je-li průměr cívky k její délce v poměru asi 2,5 : 1. Poměr průměru k délce jednovrstvové válcové cívky je činitel K , který se uplatňuje při výpočtu těchto cívek. Jednovrstvové válcové cívky se vypočítají podle vzorce

$$L = KN^2d$$

z toho

$$N = \sqrt{\frac{L}{Kd}},$$

kde L je indukčnost [μH],
 N počet závitů,
 d průměr cívky [cm],
 K činitel pro výpočet cívky.



Obr. 58. Nomogram pro stanovení činitele K cívek

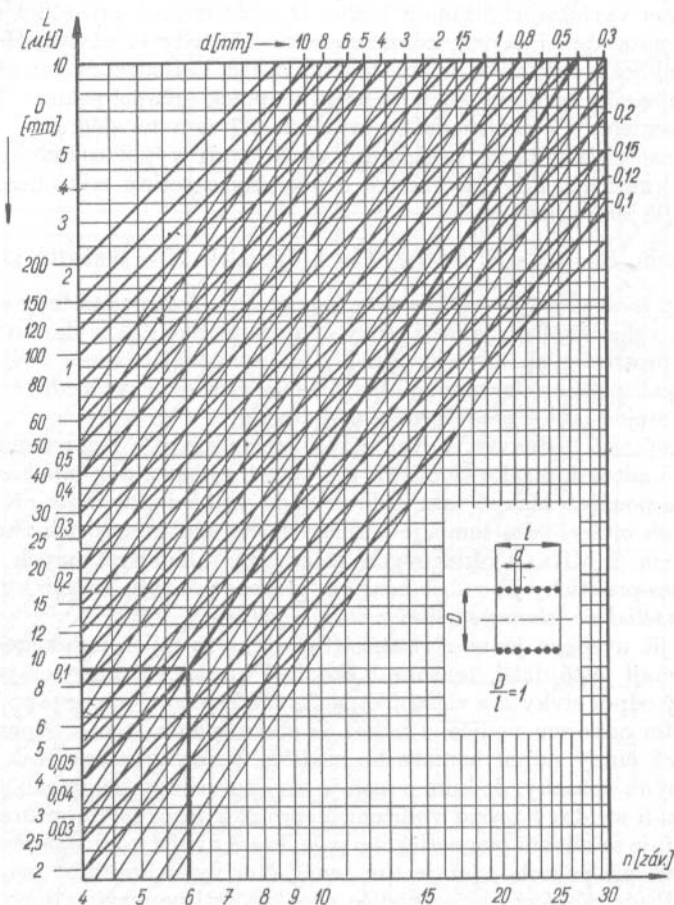
Číslo K je vlastně upravený Nagaokův činitel, jehož hodnotu zjistíme z nomogramu na obr. 58. Velmi často se pro krátké vlny, především ve vysílací technice, používá cívek, u kterých je délka vinutí stejná jako její průměr, tedy $D = l$. V tomto případě činitel $K = 0,0068$ a vzorec se zjednoduší na tvar

$$N = 12,13 \cdot \sqrt{\frac{L}{d}}$$

Příklad: $L = 15 \mu\text{H}$, $d = 5 \text{ cm}$, $N = ?$

$$N = 12,13 \cdot \sqrt{\frac{15}{5}} = 12,13 \cdot \sqrt{3} = 12,13 \cdot 1,7 = 21 \text{ závitů.}$$

Neobyčejně dobré služby prokáží dva nomogramy, uvedené na následujících obrázcích. Na obr. 59 je nomogram pro výpočet válcových jednovrstvových cívek především pro rozsah vkv, u kterých $D = l$ a mezera



Obr. 59. Nomogram pro zjištění hodnot cívek, jejichž $D = l$

mezi závity je zhruba rovna tloušťce drátu. Z diagramu k daným dvěma veličinám se určí ostatní veličiny velmi snadno a přitom dosti přesně. Diagram obsahuje tyto veličiny: indukčnost cívky L [μH], průměr cívky D [mm], počet závitů N a průměr drátu d vhodného pro vnutí [mm]. K daným dvěma známým hodnotám najdeme zbývající hodnoty pouhým přečtením z nomogramu.

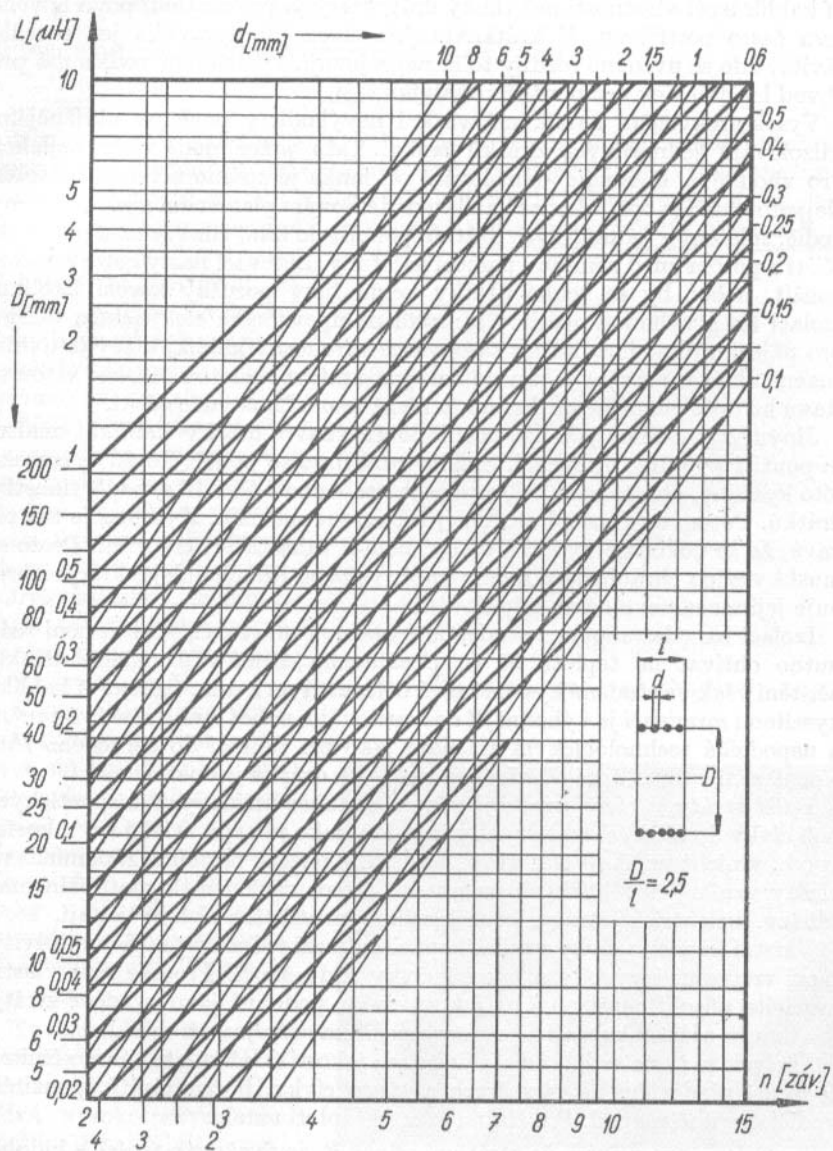
Příklad: Určit počet závitů a tloušťku drátu pro $L = 4 \mu\text{H}$ a $D = 20 \text{ mm}$. Na svislé stupnici najdeme hodnotu $4 \mu\text{H}$ a průměr $D = 20 \text{ mm}$. Z hodnoty $4 \mu\text{H}$ jdeme po vodorovné přímce až k bodu, kde se protne s přímkou vycházející šikmo z bodu: $D = 20 \text{ mm}$. Z průsečíku spustíme kolmici na stupnici závitů, kde čteme číslo 17, tedy 17 závitů. Horní průsečík však ještě poslouží k určení tloušťky drátu. Leží mezi dvěma přímkami, vycházejícími z bodů 0,6 a 0,8 na horní stupnici, určující průměr. Na čítku tedy navineme 17 závitů drátu průměru 0,7 mm na délku $l = 20 \text{ mm}$. Nejvíce se ovšem tento nomogram osvědčí při výpočtu indukčnosti na vysoké kmitočty, kdy jde řádově o desetiny a setiny mikrohenry. Další příklad již jen výsledkem:

$D = 4 \text{ mm}$, $L = 0,1 \mu\text{H}$, $N = ?$, $d = ?$ Výsledek: $N = 6$ závitů $\varnothing 0,4 \text{ mm}$.

Uvedený nomogram je sestaven pro poměr $D = l$; nepočítá tedy s nejvyšší možnou a dosažitelnou jakostí cívky, ale s poměrem D/l , výhodným především z prostorových důvodů. Jde-li o nejvýhodnější poměr D/l , který je $2,5 : 1$, pak platí nomogram na obr. 60, s kterým se při vyhledávání hodnot pracuje stejně jako s předešlým nomogramem.

Používáme-li jednovrstvových cívek především pro rezonanční obvody vyšších kmitočtů a jako tlumivek pro tyto kmitočty, pak *mnohovrstvových* cívek se používá hlavně tam, kde se žádá velká indukčnost při menších rozměrech cívky, jako tomu je u různých obvodů pracujících zhruba pod kmitočtem 2 MHz. Vzduchových válcových mnohovrstvových cívek se však dnes prakticky již vůbec neuzívá, protože pro tyto podmínky se vinou *cívky na tělíska s železovým nebo feritovým jádrem*.

Byla již uvedena jedna z vlastností cívek, a to jejich indukčnost. Cívky ovšem mají ještě další, tentokrát škodlivé vlastnosti, kterými jsou např. ztrátový odpor cívky R a vlastní kapacita C_0 . Ztrátový odpor je způsobován především odporem vodiče, z něhož je cívka vinuta; tento odpor je vždy větší než činný odpor samotného vodiče. Ztráty v cívce však vznikají ještě jinými způsoby. Jedním z nich je tzv. povrchový jev neboli skinefekt. Prochází-li střídavý proud vodičem, neprotéká jeho celým průřezem, ale soustřeďuje se vlivem magnetického pole, které uvnitř vodiče sám vyvolává, ve vrstvě při povrchu, jež je tím tenčí, čím vyšší kmitočet má střídavý proud. Proto zůstává průřez vodiče z velké části nevyužit a jeho odpor je pro vysokofrekvenční proudy mnohokrát větší, než pro stejnosměrný proud. To vede k používání tzv. vysokofrekvenčního kablíku. Je to lanko složené z velkého počtu tenkých drátků, navzájem izolovaných smaltem. Průměr těchto tenkých drátků bývá velmi malý, obvykle kolem čtyř až osmi setin milimetru. Tak např. nejčastěji užívaný kablík pro středovlnné cívky má 20 drátků průměru 0,05 mm. Značí se proto jako kablík $20 \times 0,05 \text{ mm}$. Pro dlouhé vlny se nejčastěji používá kablíku $5 \times 0,07 \text{ mm}$. Používání vř kablíku má výhody ve zvětšení činitele jakosti obvodu Q ,



Obr. 60. Nomogram pro zjištění hodnot cívek, jejichž $D/l = 2,5$

kteřé se všák projeví jen asi do kmitočtu 2 MHz. Na krátkých vlnách nejví vř kablík lepší vlastnosti než tlustý drát, který je pro zlepšení povrchového jevu často postřřbřen. U krátkovlnných cívek jde zpravidla jen o málo závitů, kde se uvedeně rozdřly tolik neprojevují. Postřřbřeni vodiče má pro obvod lepší účinek než použití vř kabřlíku.

Vysokofrekvenční kabřlík má všák i nevřhodu v poněkud obtřžnějším odizolování jednotlivých drátků lanka. Tato práce není vřdy nejlehčí. Pro vhodné a dokonale odizolování vř lanka je známo několik zpřsobů. Nejjednodušší je opálit konce kabřlíku nad lihovým plamenem a ještě červený vodič, spletený z jednotlivých drátků, ponořit do lihu, čímž se měř dokonale očistí a potom hned ocínuje s pomocí kalafuny. Letovací pasty nelze zásadně použít, neboť by se tenké drátky velmi brzy porušily korozí kabřlíku. Izolaci lze s vřhodou opálit v samostatně upevněném elektrickém těřlisku pro páječku, do jehož dutiny zasouváme zkroucený kabřlík, který je uvnitř značně ohříván, rozžhavován do červena vnitřní teplotou těřlřska; v tomto stavu ho opět ponořujeme do lihu, v němž se měř dokonale očistí.

Jiným zpřsobem, jak lze velmi dobře zbavit drátky kabřlíku smaltu, je použití kyseliny mravenčí. Smaltovaný drát se ponoří do 85% roztoku této kyseliny, ohřáté na 90 °C, a ponechá se v ní asi 5 až 15 s, podle tloušťky drátků. Potom se drát či kabřlík vyjme, otře a pocínuje. Kyselina je tak těkavá, že se dokonale vypaří i tehdy, není-li zahřátá při cínování. Proto se musí kyselina chránit na povrchu např. vrstvou řídkeho oleje, který zabráňuje jejímu samovolnému odpařování.

Izolaci lze odstraňovat i studenou kyselinou mravenčí, kterou není tedy nutno ohřívát na teplotu 90 °C. Dosáhneme stejně dokonalého účinku, očistění všák ve studené kyselině trvá déle, asi 1 až 2 min. Čistění vř kabřlíku kyselinou mravenčí je vřhodnějši než opalování, neboť lanko zůstává pružné a nepodléhá technologickým změnám jako při zahřátí do červeného žáru a ochlazení v lihu. Také očistění jednotlivých drátků je dokonalejši.

Další ztráty v cívce vznikají vřivem indukce střřídavých magnetických polí cívky do blízkých kovových předmětů, jako je např. střnicí kryt, kostra apod., v nichž vznikají tzv. vřřivé proudy. Konečně nesmíme zapomínat na ztráty vznikající v blízkých izolantech, které vřhledem k materiálu mají též tzv. dielektrické ztráty, jež se k celkovým ztrátám cívky přičítají.

Vlastní kapacita cívky vzniká kapacitou mezi jednotlivými jejími závity, mezi vrstvami i vývody a jakosti cívky vřdy škodí. Protože tato vlastní kapacita působí nepřřivně na jakost cívky, podobně jako uvedené ztráty, snažíme se vlastní kapacitu i ztráty omezit na co nejmenší míru.

U cívek se často setkáváme s činitelem jakosti Q . Hodnota tohoto činitele Q závisí především na rozměrech a tvaru cívky, počtu závitů, použitém vodiči, kmitočtu apod. Pro činitel jakosti Q platí vztah

$$Q = \frac{\omega L}{R_p} \quad \text{pro případ, že ztrátový odpor } R_p \text{ je uvažován v sérii s indukčností } L, \text{ nebo}$$

$Q = \frac{R_s}{\omega L}$ pro případ, že ztrátový odpor R_s je uvažován paralelně s indukčností L .

Přítom mezi oběma ztrátovými odpory platí vztah

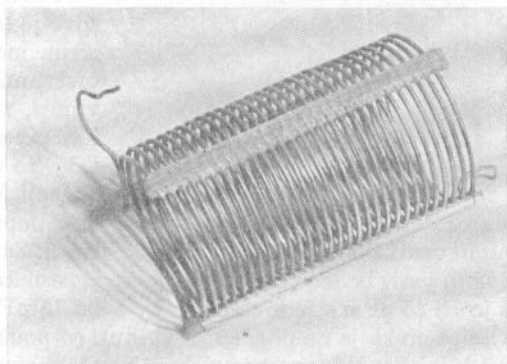
$$R_s R_p = \omega^2 L^2$$

Hodnota ztrátového odporu R je vlastně hodnota náhradního odporu, složeného z uvedených ztrát v cívce. Proto je pochopitelné, že se snažíme u cívek dosáhnout co největšího činitele jakosti Q . Dosahujeme toho, jak bylo již uvedeno, vhodnými rozměry, jakostí jádra, použitím vhodných vodičů na vinutí cívky aj.

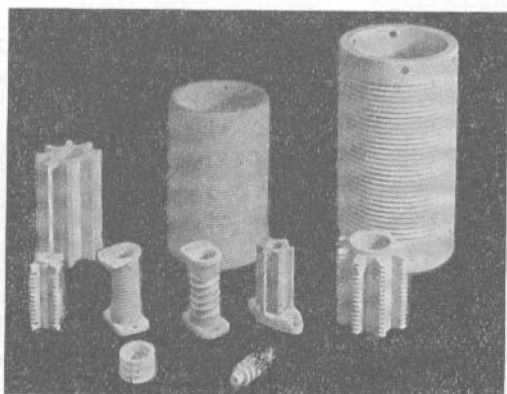
U krátkovlnných cívek se snažíme přiblížit rozměry cívky hodnotě $D/l = 2,5:1$, která je optimální. Jádra bereme co nejjakostnější. Nejlépe volíme válcové cívky samonosné, tzv. vzduchové, u nichž jsou závity ve vhodné vzájemné vzdálenosti a tvaru zajišťovány pásky z dokonalého vysokofrekvenčního izolantu, např. z trolitulu apod. Vzhled takové samonosné cívky je na obr. 61.

Keramická tělíska cívek jsou někdy ve tvaru různých mnohoúhelníků, aby vliv izolantu na jakost cívky byl ještě menší, aby její vlastnosti se více blížily vlastnostem vzduchové cívky. Několik různých provedení těchto keramických tělísek pro cívky je na obr. 62.

Ke zmenšení ztrát se k vinutí cívek pro kmitočty zhruba do 1 až 2 MHz užívá vysokofrekvenčního kablíku. Pro kmitočty vyšší než 2 MHz neznamená

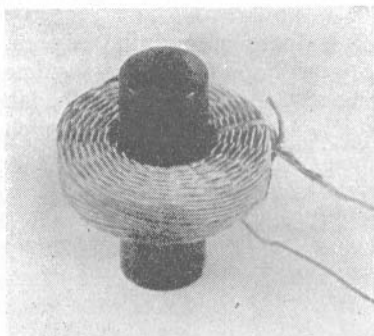


Obr. 61. Samonosná vzduchová cívka



Obr. 62. Keramická cívková tělíska

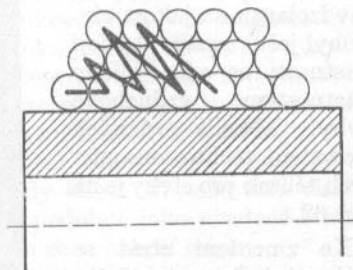
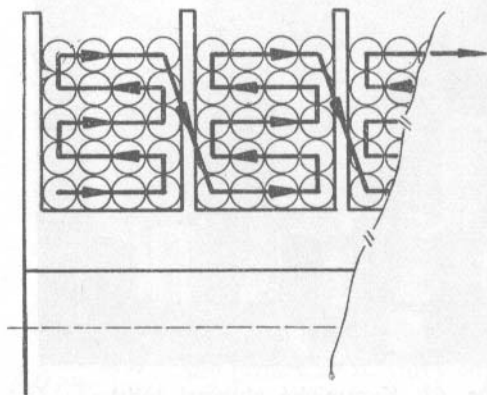
kablík žádné výhody, nýbrž naopak. Pro vyšší kmitočty je vhodnější holý drát, postříbřený a vyleštěný, jehož ztráty povrchovým jevem jsou menší (pro vyšší kmitočty) než u vf kablíku. Setkáme se i s takovým řešením, kdy závity jsou tvořeny na cívce páskem, nebo vrstvou stříbrného povlaku, vpáleného do povrchu keramického tělíska. Tohoto způsobu se používá nejen k zmenšení ztrát, ale především v obvodech s konstantním kmitočtem. Takto provedené cívky jsou vůbec nejvhodnější pro stabilní oscilátory apod.



Obr. 63. Křížově vinutá cívka

K zamezení vlastní kapacity se válcové jednovrstvové cívky vinou s mezerou mezi závity. U cívek s několika vrstvami se používá několika způsobů vinutí, z nichž nejznámější je tzv. *křížové vinutí*. U něho jsou závity kladeny tak, že následující závit proti předcházejícímu je na tělísku vždy posunut buď dopředu, nebo dozadu, takže mezi nimi vzniká mezera asi $\frac{1}{2}$ tloušťce drátu. Závity se navzájem křížují a dotýkají jen v bodech křížení, takže se vlastní kapacita cívek podstatně zmenší a je asi 25 pF u středovlnné cívky a asi 75 pF u dlouhovlnné cívky. Křížově vinutá cívka je na obr. 63. Na vinutí se používá trolitulových tělísek, stejných jako u jednovrstvových válcových cívek pro krátké vlny. K vinutí slouží speciální stroj, tzv. křížová navíječka, která automaticky klade drát tak, že vzniká křížové vinutí.

K zamezení vlastní kapacity se válcové jednovrstvové cívky vinou s mezerou mezi závity. U cívek s několika vrstvami se používá několika způsobů vinutí, z nichž nejznámější je tzv. *křížové vinutí*. U něho jsou závity kladeny tak, že následující závit proti předcházejícímu je na tělísku vždy posunut buď dopředu, nebo dozadu, takže mezi nimi vzniká mezera asi $\frac{1}{2}$ tloušťce drátu. Závity se navzájem křížují a dotýkají jen v bodech křížení, takže se vlastní kapacita cívek podstatně zmenší a je asi 25 pF u středovlnné cívky a asi 75 pF u dlouhovlnné cívky. Křížově vinutá cívka je na obr. 63. Na vinutí se používá trolitulových tělísek, stejných jako u jednovrstvových válcových cívek pro krátké vlny. K vinutí slouží speciální stroj, tzv. křížová navíječka, která automaticky klade drát tak, že vzniká křížové vinutí.



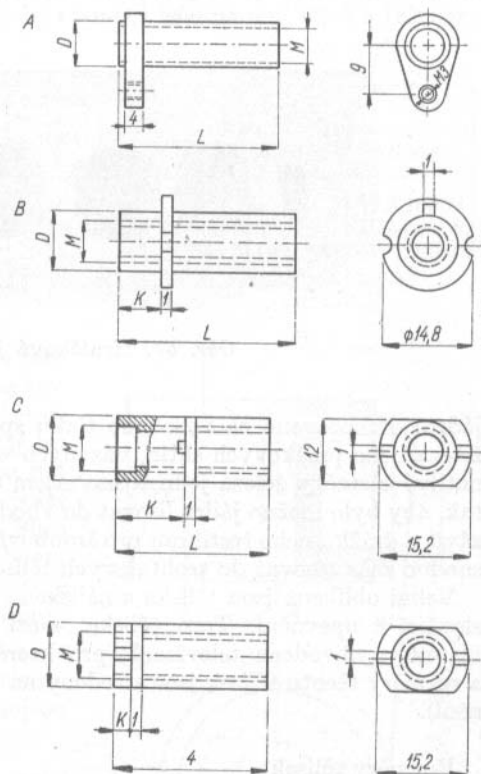
Obr. 65. Náčrt hrázového vinutí

Obr. 64. Princip komorového vinutí

Jiným způsobem, jak vzdálit závity a vrstvy od sebe, je tzv. *vinutí komorové*. Princip komorového vinutí je nejlépe patrný z obr. 64. Je to nejjednodušší způsob vinutí mnohovrstvových cívek se zmenšenou kapacitou. U tohoto způsobu vinutí je tělísko cívky rozděleno na několik přihrádek. Začínáme vinout do první přihrádky, když je přihrádka plná, přejdeme do druhé a tak pokračujeme, až jsou všechny plné. Pro středovlnné, mezifrekvenční a dlouhovlnné cívky se používá často těchto rozdělených cívek s komorovým vinutím. Tělíska jsou lisována z trolitulů se třemi až pěti sekcemi, do kterých se drát nebo vf kablík vine obvykle strojem s ručním přechodem z jedné komory do druhé. Tato tělíska blíže poznáme při popisu hrnčkových jader. V amatérské praxi poslouží dobře při vinutí komorových cívek ruční vrtačka, do jejichž čelistí upínáme svorník s upevněným tělískem.

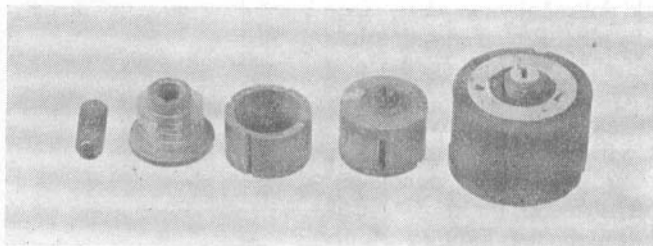
Jiný typ je tzv. *vinutí „divoké“*. Je to vinutí rozdělené opět na několik sekcí. Jednotlivé jeho závity nejsou však kladeny pravidelně vedle sebe, nýbrž zcela nepravidelně, takže se opět často navzájem různě křížují. Konečně se někdy užívá ještě vinutí mnohovrstvových cívek se zmenšenou vlastní kapacitou, a to tzv. *vinutí hrázové*. Z náčrtu na obr. 65 pochopíme snadno způsob, jak se dělá. Při hrázovém vinutí se obvykle kladou závity ručně, neboť se po každém závitu musí provést příslušný přechod vodiče. Cívku je třeba při vinutí impregnovat lakem pro zpevnění, aby byla dostatečně soudržná. Hrázové vinutí cívky se dělá hlavně z tlustšího drátu nebo lanka; vinutí bývá většinou větších rozměrů.

Vysokofrekvenční cívky se vinou na trolitulová tělíska průměru asi



Obr. 66. Tvar cívkových tělísek

7 až 12 mm se železovým jádrem, která mají proti vzduchovým cívkám řadu výhod. Tělíska jsou lisována z trolitulu, tedy z materiálu s malými ztrátami, jsou malých rozměrů, takže nezaberou mnoho místa a mohou se snadno upevnit na destičku z izolantu buď přímo nalepením, nebo přišroubováním. Uvnitř tělíska je závit pro šroubové železové jádro. Šroubové železové



Obr. 67. Hrníčková jádra Tesla

jádro je zhotoveno za vysokého tlaku speciálními lisami z jemného prachu železa nebo práškových slitin, vázaných vhodným pojídlem, které má jednotlivé částicky železa jednak navzájem odizolovat, jednak je však vázát tak, aby bylo možno jádra lisovat do vhodných tvarů. Jádra mají metrický závit a drážku nebo šestihran pro šroubovák nebo speciální klíč, takže je lze snadno zašroubovat do trolitulových tělísek.

Velmi oblíbená jsou tělíska s náliskem, ve kterém je vyříznut závit M3, sloužící k upevnění. Tato tělíska, mezi amatéry zvaná „botička“, jsou hlavně v obvodech televizorů, pro které byla původně vyvinuta. Tvar a rozměry těchto tělísek jsou uvedeny na obr. 66 (včetně otvoru pro upevnění).

Rozměry tělísek:

Typ	Rozměry			Závit M	Provedení	Železové jádro
	L mm	K mm	D mm			
WA26014	25	5	10	M7 × 1	B	NT-N 045 M7 × 13 M7 × 13 M8 × 18 M10 × 19 M10 × 19 M7 × 13
WA26015	35,5	5	10	M7 × 1	B	
WA26016	20,5	9,25	12	M8 × 1,25	C	
WA26017	28	—	12	M10 × 1	C	
WA26018	23	—	12	M10 × 1	D	
„Botička“	34	1	8,5	M7 × 1	A	

Pro cívky středovlnných obvodů apod. se vyrábějí železová jádra tzv. *hrníčková* (též zvaná plášťová). Jádra tohoto typu jsou lisována z jemného železového prachu a vhodného pojidla a skládají se z vlastního jádra a pláště. Na jádro se nasazuje vhodné trolitulové tělísko s vinutím, uvnitř jádra je závit k zašroubování středového jádérka (obr. 67). Na obrázku je patrný tvar těchto hrníčkových jader, jejichž rozměry jsou na obr. 68, a v tabulce:

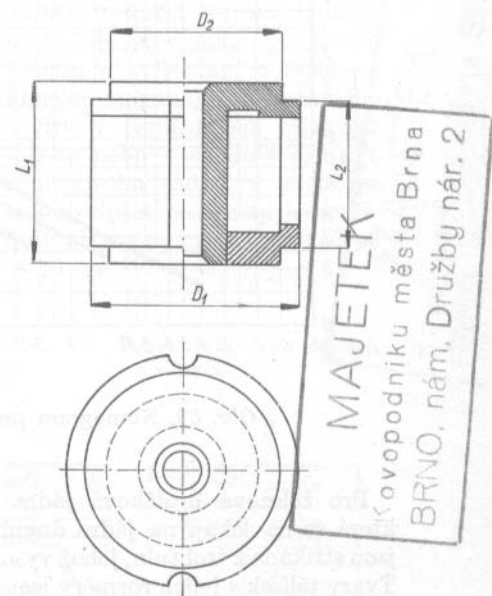
Označení	Rozměry [mm]				Změna indukčnosti %	Označení	
	D_2	D_1	L_2	L_1		železového jádra	tělíska
NT-N 046-1	11	14	10	12	10	NT-N 045 M4 × 10	WA26008
NT-N 046-2	18	23	16	18	15	NT-N 045 M8 × 18	WA26009
NT-N 046-3	28	36	25	27	15	NT-N 045 M10 × 25	WA26010

Pro hrníčková jádra, uvedená v této tabulce, je znám nomogram, podle kterého snadno určíme k dané indukčnosti hledaný počet závitů hrníčkového jádra a naopak. Nomogram na obr. 69 je pro všechny tři druhy hrníčkových jader Tesla (1, 2, 3), uvedené v tabulce. Platí pro jádra jakosti A, bez zašroubovaných vnitřních jáderek. Jádra podle jakosti jsou rozdělena na tři skupiny:

Jakost A: Jádra pro nižší až střední kmitočty. Barevně nejsou tato jádra značena.

Jakost D: Jádra pro střední a vyšší kmitočty zhruba do 5 MHz. Barevné značení žlutou tečkou.

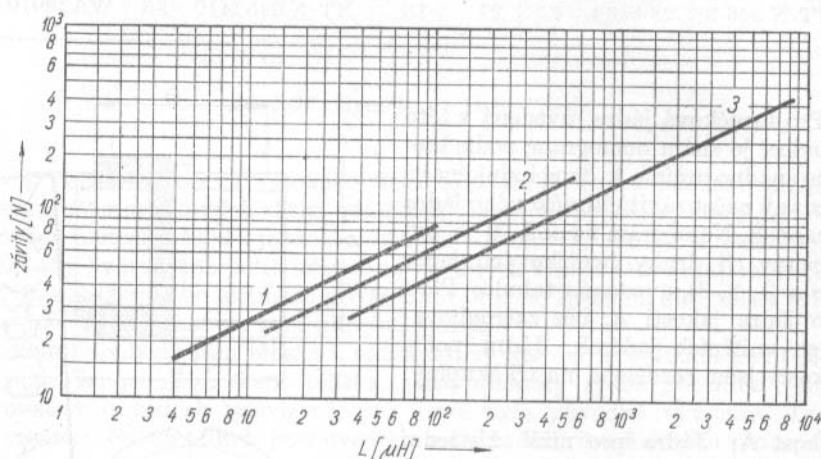
Jakost B: Jádra pro vyšší kmitočty nad 5 MHz. Barevné značení červenou tečkou.



Obr. 68. Rozměry hrníčkových jader Tesla

Tvary šroubových železových jader Tesla jsou na obr. 70. Jejich značení a hlavní rozměry jsou uvedeny v tabulce:

Označení	Závit M	Stoupání závitů	Rozměry [mm]			Provedení
			L	T	H	
NT-N 045 M4 × 10	M4	0,7	10	0,6	—	A
NT-N 045 M6 × 8	M6	1	8	1	3	B
NT-N 045 M6 × 16	M6	1	16	1	3	B
NT-N 045 M7 × 13	M7	1	13	1,2	3,5	B
NT-N 045 M8 × 18	M8	1,25	18	1,2	4	C
NT-N 045 M10 × 19	M10	1	19	1,2	4	C
NT-N 045 M10 × 20	M10	1,5	20	1,2	4	C
NT-N 045 M10 × 25	M10	1,5	25	1,2	4	C
WA43611	M6	0,5	6	1	—	A
WA43612	M6	0,5	12	1	—	A



Obr. 69. Nomogram pro výpočet hrníčkových jader

Pro železová hrníčková jádra se vyrábějí vhodná tělíska na vinutí, která se navlékají na jádro dovnitř vlastního hrníčkového tělesa. Tělíska jsou stříkána z trolitulu, jehož vysokofrekvenční vlastnosti jsou velmi dobré. Tvary tělísek s jejich rozměry jsou na obr. 71 a v tabulce na str. 77.

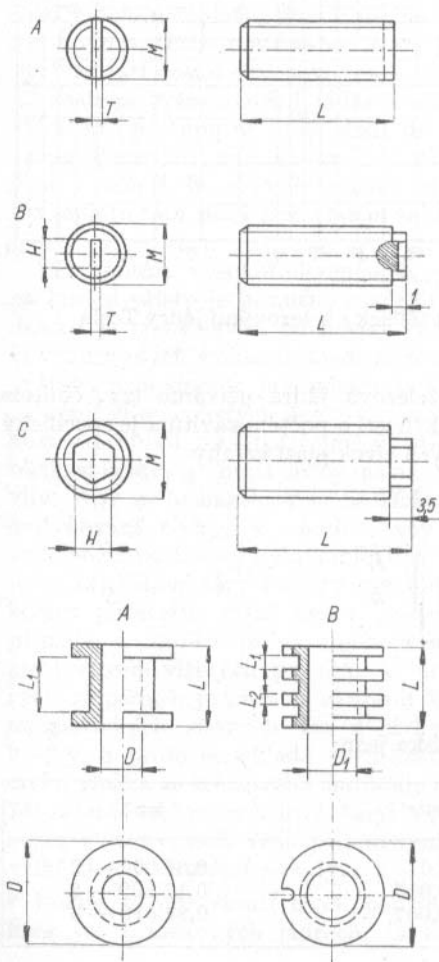
Cívky se železovým jádrem mají proti vzduchovým cívkám některé výhodné vlastnosti, pro které se jich dnes v radiotechnice téměř výhradně používá. Jsou to především menší rozměry, dané silnějším magnetickým polem v železovém jádře, které umožňuje dosažení větších hodnot indukčnosti s menším počtem závitů. Menší počet závitů značí i menší činný odpor cívky, což znamená opět menší ztráty cívky, tj. možnost dosažení selektiv-

Označení	Rozměry [mm]					Provedení
	D_1	D	L	L_1	L_2	
H1	6,1	10,8	7	5,8	—	A
H2	11,8	17,6	11	2,7	0,6	B
H3	16,3	27,5	16,8	4,4	0,8	B
H4	10,5	21	10	2	0,4	C
H5	10,2	18	10	2	0,3	D

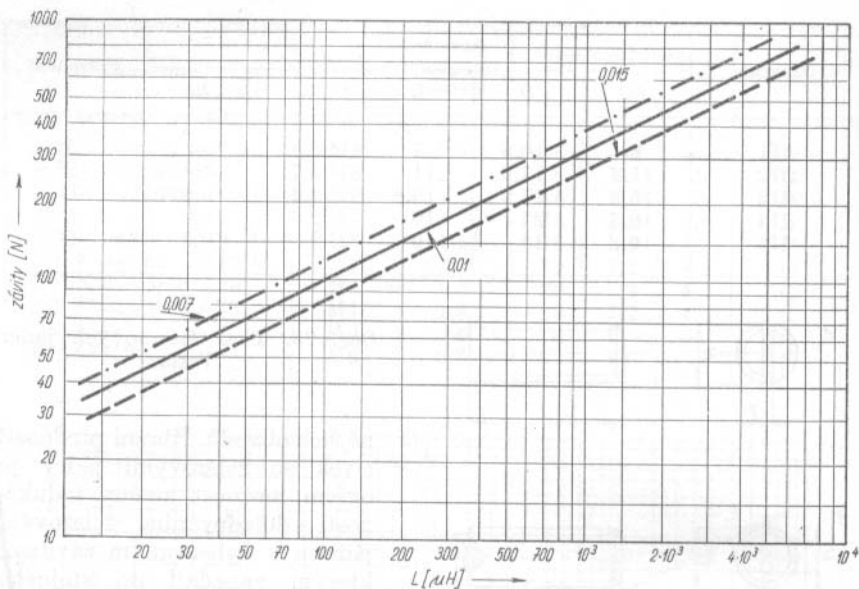
Obr. 70. Tvar šroubových jader Tesla

nějších obvodů. Hlavní předností cívek se železovými jádry je ovšem možnost změny indukčnosti doladováním železovým jádrem s vylišovaným závitem, kterým zapadají do stejného závitu v trolitulovém válcovém tělísku nebo v středním slouplku hrníčkového jádra, v nichž se šroubováním posouvají a umožňují tak změny indukčnosti až asi $\pm 10\%$.

Obr. 71. Tvar cívkových tělísek Tesla



MAJETEK
Kovopodniku města Brna
BRNO, nám. Družby nár. 2



Obr. 72. Nomogram pro výpočet tělísek s železovými jádry Tesla

Při výpočtu cívek vinutých na železová jádra užíváme tzv. činitele jádra k , který udává vztah mezi indukčností a počtem závitů a je specifický pro každé jádro. Pro výpočet železových cívek platí vztahy

$$L = kN^2$$

nebo

$$N = \sqrt{\frac{L}{k}}$$

kde L je indukčnost cívky [μH],

k činitel jádra,

N počet závitů.

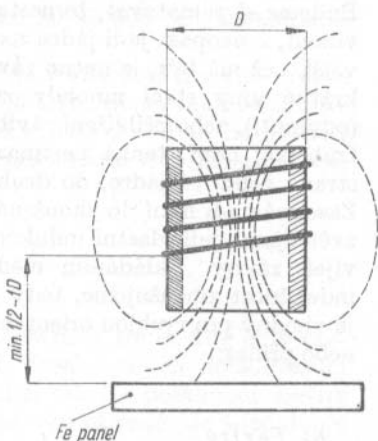
Hodnoty činitele k pro válcová tělíska jsou:

Tělísko	Činitel k	$\log k$
\varnothing 10 mm	0,01	0,00 000 — 2
\varnothing 12 mm	0,015	0,17 609 — 2
\varnothing 8,5 mm (botička)	0,007	0,84 510 — 3

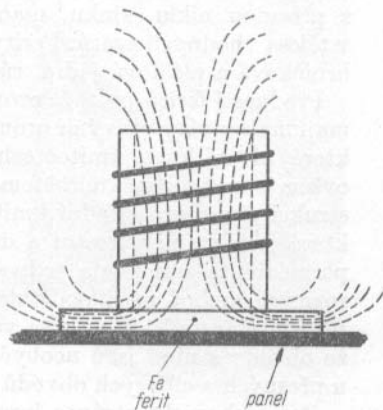
Pro rychlý výpočet indukčností a závitů poslouží velmi dobře nomogram na obr. 72. Železová jádra vytlačují svými přednostmi mnohdy vzduchové cívky z obvodů středních i vyšších kmitočtů, kde se všude uplatňují hlavně možnosti snadného doladování. Malou nevýhodou zůstává možnost porušení zářezu pro šroubovák v jádře, které samo je dosti křehké, a jestliže je v tělísku těžce otáčivé, stává se někdy, že při násilném otáčení se může zářez poškodit nebo jádro ulomit. V takovém případě je vhodné ohřát šroubovák do červena a opatrně jej zatlačit do vylomeného jádra. Jádro, které nevydrží tuto vysokou teplotu, dovolí rozžhavenému kovu vytlačit nový zářez, který je po vychladnutí dostatečně pevný, aby umožnil opatrné vyšroubování jádra z tělíska. Při tomto postupu se musí dbát dvojnásobně opatrnosti, uvědomíme-li si, že troilitul, z něhož je obvykle tělísko cívky, má teplotu tání nižší než vlastní železové jádro.

Při montáži vysokofrekvenčních cívek na kostru přístroje je nutno rozvážit, jak daleko je třeba cívku od kostry vzdálit. U vzduchových vysokofrekvenčních cívek je třeba rozhodnout, jak mnoho je třeba zabránit šíření silových čar cívky a vlivu kostry na cívku. Je samozřejmé, že přílišná blízkost kostry a vinutí cívky má na cívku vliv. Aby nedocházelo k příliš značnému ovlivňování cívky, je vhodné, aby její vzdálenost od kostry byla minimálně $\frac{1}{2}D$ (obr. 73). Silové čáry z cívky zasahují do kostry podstatně méně než v předešlém případě a vzniká proto mnohem méně ztrát vlivem vířivých proudů. V některých případech je žádoucí zabránit šíření magnetických silových čar z cívky do kostry, a proto se vkládá mezi kostru a cívku vložka ze železového materiálu (obr. 74), která zachycuje silové čáry, vycházející z cívky, aniž však přitom vznikají velké ztráty vířivými proudy.

☞ Pokud se pro vinutí cívek použije tělísek na hrníčkových jádrech, je samo-



Obr. 73. Vzdálenost cívky od panelu má být minimálně $D/2$



Obr. 74. Zachycení silových čar železovým materiálem

zřejmé, že silové čáry jsou uzavřeny uvnitř jádra, nemohou pronikat ven, a proto se cívky mohou přímo upevňovat na kostru. Držáky hrníčkových cívek bývají také kovové.

Jádra se doladují speciálními šroubováký z izolační hmoty, aby se kovem obvod nerozladoval. Při sladování se může někdy stát, že si nebudeme vědět rady, bude-li jádro zcela vyšroubované, nebo naopak úplně zašroubované a přitom stále ještě nebude obvod naladěn na požadovaný kmitočet. Budeme si pamatovat, že nestačí-li vyšroubovat jádro, je třeba závitý odvinout, a naopak, je-li jádro zcela zašroubováno a kmitočet obvodu je stále větší, než má být, je nutno závitý přivinout. U jednovrstvových cívek pro krátké vlny stačí mnohdy zvětšení mezery mezi jednotlivými závitý (odvinití), nebo přiblížení závitů k sobě (přivinutí). Výhodná je zde izolační trubička, např. tenká pertinaxová trubička, do které zasuneme z jedné strany železové jádro, do druhého konce měděný nebo mosazný šroubek. Zasouváme-li nyní do zkoušené cívky konec tyčinky se železovým jádrem, zvětšujeme její vlastní indukčnost, tj. děláme totéž, jako kdybychom přivíjeli závitý. Vkládáním měděného (mosazného) konce naopak vlastní indukčnost zmenšujeme, tedy jako bychom závitý odvíjeli. Tento způsob je vhodný pro rychlou orientaci, kdy chceme vědět, je-li třeba závitý ubrat nebo přidat.

b) Ferity

Ferit je hmota svými vlastnostmi podobná železovému materiálu. Z technologického hlediska jsou podstatou feritů krystalické kysličníky železa s přísadou niklu, zinku, manganu a jiných látek, které jsou slisovány v tělesa vhodných tvarů. Ferity jsou lisovány v tyčinky, trubičky, kroužky, hrníčková a plášťová jádra, různé destičky apod.

Předností feritů proti železovému materiálu je velký měrný odpor, takže mají malé ztráty vířivými proudy při velké počáteční poměrné permeabilitě, která při nízkých kmitočtech dosahuje hodnoty zhruba až 2000, klesá ovšem s rostoucím kmitočtem. Pro tyto vlastnosti se ferity hodí ke konstrukci cívek pro střední kmitočty, např. mezifrekvenční transformátory, které jsou velmi jakostní a dosahují činitele jakosti Q kolem 350. Velká permeabilita umožňuje tedy konstruovat velmi jakostní cívky, malých rozměrů, neboť mají podstatně menší počet závitů. Přitom mají velkou přeladitelnost. Naopak zase velká poměrná permeabilita feritů způsobuje, že obvody s nimi jsou neobyčejně citlivé na vnější rozptylová pole, takže u přesných a citlivých obvodů je třeba s touto skutečností počítat.

Po mechanické stránce jsou ferity velmi tvrdé látky, které lze obrábět jen broušením.

Vedle uvedených možností použití se setkáváme s ferity jako s velmi

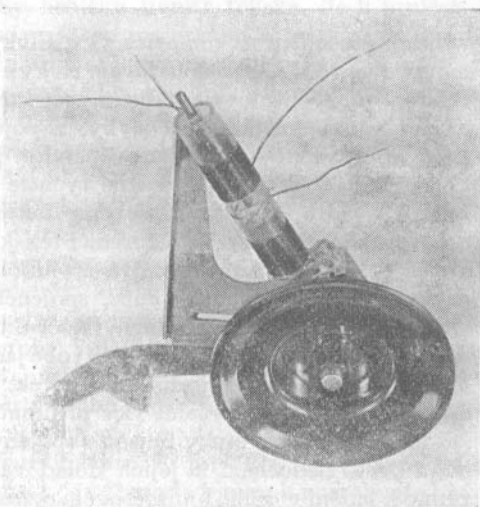
aktivními stálými magnety např. v obvodech televizorů pro zostřování paprsku obrazovek nebo pro magnety reproduktorů apod.

Nejrozšířenější a snad nejznámější použití feritů je u tzv. *feritových antén* v některých moderních přijímačích. Feritová anténa je tyč, rozměrů obvykle asi $10 \times 10 \times 145$ mm, na kterou se na vhodné místo navine cívka pro příslušný vlnový rozsah, nejčastěji pro střední nebo dlouhovlnné pásmo a zapojí se do vstupního obvodu přijímače na místo vstupní cívky. Ladí se opět otočným kondenzátorem s kapacitou asi 20 až 500 pF. Doladuje se jenným posouváním cívky po tyčce.

Náš průmysl vyrábí feritové antény typu FA1, FA2 a FA3 pro kmitočtové rozsahy od 0,15 do 0,4 MHz, popř. od 0,5 do 1,5 MHz. Cívky mají při kmitočtu 250 kHz činitel jakosti $Q = 210$ nebo při 1 MHz $Q = 180$. Indukčnost pro rozsah dlouhých vln je zhruba 2,03 mH, pro střední vlny je indukčnost $L = 195 \mu\text{H}$.

c) Cívky s proměnnou indukčností

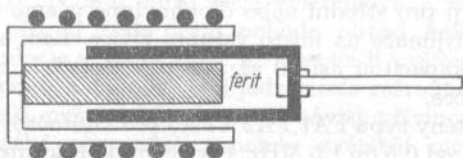
V řadě přístrojů, v nichž se používá indukčností, je třeba, aby byly proměnné. Vedle nevelkých změn indukčnosti, dosahovaných doladováním železnými jádry, je dnes známa řada způsobů, jak lze dosáhnout změny indukčností a přímo ovlivňovat rezonanční křivku obvodů. Je ještě dobře znám tzv. *variometr*, skládající se ze dvou cívek zapojených v sérii, z nichž jedna, menší, otáčí se uvnitř druhé, větší cívky, a tím se jejich vzájemná i výsledná indukčnost mění. Pro zvětšení činitele vazby může mít vnitřní těleso železové jádro. Jsou-li závitů vnitřní cívky natočeny tak, že jimi protéká proud v soulasném směru jako v cívce hlavní, přičítá se indukčnost k indukčnosti hlavní cívky variometru, takže výsledná indukčnost je maximální. Jsou-li osy vnitřní a vnější cívky navzájem kolmé, sčítají se opět jejich indukčnosti, ale jejich vzájemná indukčnost je nulová, takže výsledná indukčnost



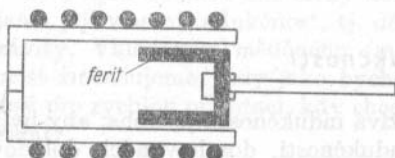
Obr. 75. Vysokofrekvenční cívky na doladění krátkých vln z přijímače Blaník

je menší. Je-li vnitřní cívka otočena proti původní poloze o celých 180°, působí vzájemná indukčnost proti indukčnosti hlavní cívky a výsledná indukčnost je minimální.

Dnes jsou variometry prakticky jen v obvodech vyslačů, a to k ladění



Obr. 76. Změny indukčnosti zasouváním hrníčku mezi cívku a ferrit

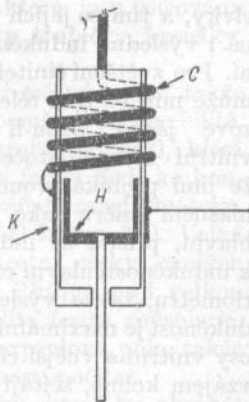


Obr. 77. Změna indukčnosti zasouváním feritového jádra

výhradně k ladění na roz-azích vkv. Cívky určené pro pásmové ladění vidíme na obr. 75. Jsou to doladovací cívky z přijímače Blaník, na trolitulovém tělisku, na kterém! jsou navinuty dvě krátkovlnné cívky, zapojené paralelně na vstupní a oscilátorové cívky přijímače. Uvnitř těliska jsou na mosazné tyčince upevněna železová jádra, tlačena z horního konce směrem dolů pružinkou, která je též uvnitř těliska. Spodní konec tyčinky s jádry vyčnívá z těliska a dosedá na vačku bakelitového kotouče, spojeného s hna-cím hřídelíkem a ukazatelem. Otáčením kotouče se natáčí též vačka, posouvají se jí i obě jádra uvnitř těliska a tím se mění indukčnost cívek. Zeela obdobné je ladění na rozsahu vkv přijímačů; jediný rozdíl je v tom, že cívky nejsou zapojeny paralelně, a proto nedochází k jejich doladování, nýbrž přímo k ladění v celém kmitočtovém rozsahu. Jádra i v tomto případě se posouvají uvnitř cívek vstup-ních i oscilátorových, přičemž kapacita pro rezo-

antény nebo k nastavení vhod-ného stupně vazby. Důležité je mechanické spojení obou cívek, které musí být dokonalé, bez přechodových odporů, aby kontakt, umožňující vzajem-né spojení obou cívek v které-koli vzájemné poloze, byl spo-lehlivý.

Změn indukčností se do-sahuje s výhodou změnou po-lohy železového, popř. ferito-vého jádra. Nemyslí se tím běžný způsob doladování ob-vodů do rezonance, ale přímo ladění indukčnosti v pásmu. Tohoto způsobu se dnes často používá v radiotechnice, a to nejčastěji k pásmovému ladění na krátkých vlnách a téměř



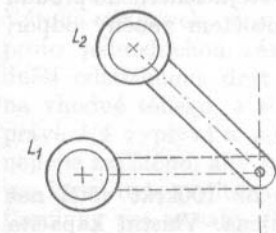
Obr. 78. Změna indukčnosti posouváním hrníčku uvnitř cívky

nanci je pevná a neměnná, často tvořená jen kapacitami vodičů a elektronky.

Značných změn indukčnosti se u cívek dosáhne pomocí feritů. K ladění se v tomto případě užívá hlavně dvou způsobů. Na obr. 76 je vyznačen první z nich. Na dutém cívkovém tělísku je navinuta cívka, uvnitř je válcové feritové jádro. Mezi jádro a těleso cívky se do její dutiny zasouvá kovový hrníček, který omezuje vliv feritů. Posun hrníčku uvnitř cívky je ovládán nejčastěji otáčením v pouzdře se závitem.

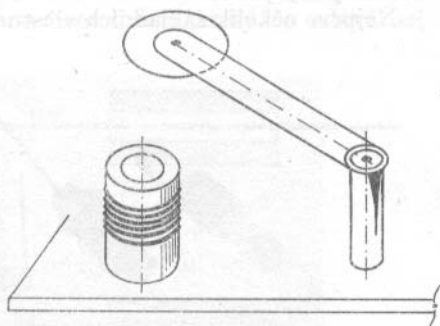
Podobně je řešen i druhý způsob, kde se do dutiny cívky zasouvá přímo jádro z feritu vhodného tvaru (obr. 77). V obou případech se dosahuje změny indukčnosti ve velmi širokém rozsahu.

Velmi zajímavý prvek na doladování obvodů pro vkv ukazuje obr. 78. Na horní části keramického tělíska je navinuta cívka C . Dolní část tělíska je opatřena kovovým prstencem K , který s třetí částí tvaru kovového hrníčku H uvnitř cívkového tělíska vytváří kondenzátor, jehož kapacita je proměnná podle polohy hrníčku uvnitř tělíska. Je-li hrníček H v dolní poloze, je kapacita kondenzátoru maximální a maximální je i indukčnost.



Obr. 80. Změna indukčnosti přibližováním jedné cívky ke druhé

L_2 , upevněná opět na otočném raménku. V jiných případech se cívky přibližují přiklápěním. Tento způsob je určen především k nastavení vhodné vazby mezi obvody.



Obr. 79. Změna indukčnosti přibližováním kovového talířku k cívice

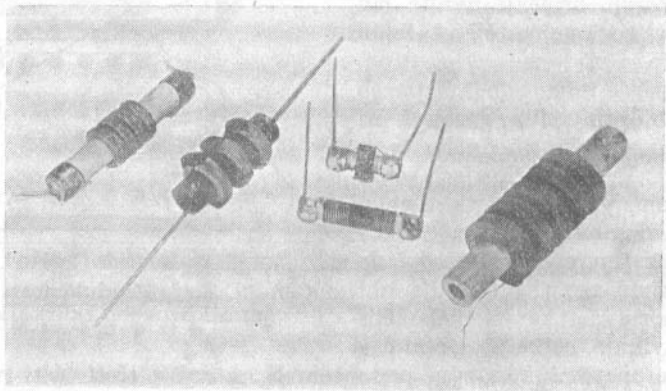
Zasouváním hrníčku H směrem k hornímu okraji tělíska ubývá kapacity a zmenšuje se též indukčnost cívky, neboť hrníček je z mědi. Konečně nastává třetí možnost, kdy je hrníček zasunut až v horní části tělíska. Pak je jak kapacita, tak indukčnost nejmenší.

U dalších, známějších způsobů se nad cívkou pohybuje na otočném čepu raménko z izolantu s měděným kruhovým terčem. Přiblížením nad cívku do její osy se opět zmenšuje její indukčnost (obr. 79). Této změny se dosahuje různými mechanickými úpravami a převody, podobně jako u způsobu znázorněného na obr. 80, kde se nad pevnou cívkou L_1 pohybuje druhá cívka

d) Vysokofrekvenční tlumivky

Vysokofrekvenční tlumivky se podobají cívkám pro ladičí obvody krátkých, středních nebo dlouhých vln. Obvykle jsou však bez železového jádra. Někde ovšem, kde je třeba tlumivky také ladit, jsou rovněž opatřeny železovým jádrem.

Nejprve několik základních vlastností vysokofrekvenčních tlumivek.



Obr. 81. Různé typy vf tlumivek

Tlumivka (obr. 81) je cívka, která klade průchodu stejnosměrného proudu jen činný odpor, avšak proudům s vysokým kmitočtem značný odpor. Tlumivka má dále tyto vlastnosti:

- vlastní kapacitu vinutí,
 - vlastní rezonanční kmitočet,
 - maximální přípustný stejnosměrný proud,
 - ztráty, které zavádí do obvodů.
- Indukčnost tlumivky bývá obvykle asi 10krát až 100krát větší než indukčnost obvodů, na kterých je tlumivka zapojena. Vlastní kapacita tlumivky má vliv na její činnost, protože určuje vlastní rezonanční kmitočet, zanáší do okruhu ztráty vzniklé nedokonalým dielektrickým prostředím (tvořeným izolací drátu apod.) a řadí se paralelně ke kapacitám okruhu. Proto se vždy snažíme zmenšit vlastní kapacitu tlumivky co nejvíce tím, že vinutí u tlumivek s větším počtem závitů rozdělujeme na několik částí, poněkud od sebe vzdálených, oddělených, aby se vlastní kapacita zmenšila; obdobně užíváme co nejmenšího průměru tlumivky a minimálního průměru drátu (se zřetelem na protékající proud). Jednotlivé části tlumivky jsou většinou vinuty křížově. Pro dosažení plošší rezonanční křivky se někdy

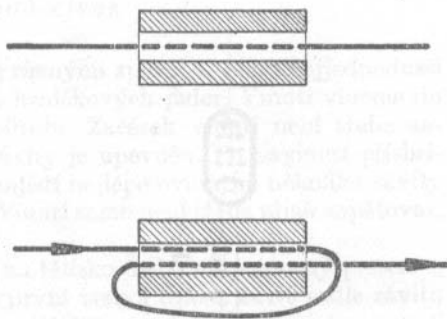
zapojuje do série nebo paralelně k tlumivce hmotový odpor hodnoty asi 100 až 100 000 Ω . Maximální přípustný proud určuje minimální průměr drátu, z něhož je tlumivka vinuta. Zřetel na vlastní kapacitu nutí užívat co nejmenšího průměru drátu, musí se ovšem s přihlédnutím k procházejícímu proudu volit nejvhodnější průměr. U jednovrstvových válcových tlumivek pro vkv je třeba pamatovat, že zatížitelnost drátu je dána nejen jeho průměrem, ale též chladičím povrchem drátu, který se udává asi 0,4 W/cm² povrchu drátu při maximálním oteplení o 100 °C nad teplotu okolí.

Bylo již uvedeno, že hodnota tlumivky má být pro její správnou funkci nejméně 10krát větší než indukčnost obvodů, k nimž je připojena. V krátkovlnné vysílací i přijímací technice se ustálila zásada používat tlumivky s hodnotou 2,5 mH. Těto hodnoty se přibližně dosáhne čtyřmi sekcemi křížového vinutí asi po 150 závitů na trubičce \varnothing asi 8 mm. Podstatně horší je to však u tlumivek pro velmi vysoké kmitočty, kde vlastní rezonance tlumivky

může spadnout do některé kmitočtové oblasti, ve které může potom různými parazitními oscilacemi a vazbami rušit nebo naopak rezonovat. Výroba tlumivek vkv bývá tedy dosti choulostivou záležitostí a uvedu proto jednoduchou zásadu. Děláme-li tlumivky pro vkv, je nejjednodušší odstříhnout drát délky $\lambda/4$ nebo spíše o málo kratší, natočit jej na vhodné tělísko, a tlumivka je prakticky hotova. Použití drátu délky právě $\lambda/4$ vyplývá z poznatku o vedeních, že při této délce je prakticky nejlépe zajištěno, aby rezonance tlumivky padla zcela určitě mimo pásmo, pro které byla počítána. Uvedená zásada platí však jen pro jednovrstvové tlumivky pro rozsahy vkv.

Vedle těchto tlumivek pro vkv, vinutých z drátu délky $\lambda/4$, používá se někdy s oblibou feritových trubiček délky asi 15 mm, které se prostě navléknou na vodič. Indukčnost této tlumivky je řádu 1 μ H a pokud nestačí, lze ovinout kolem trubičky jeden, popř. dva i více závitů (obr. 82).

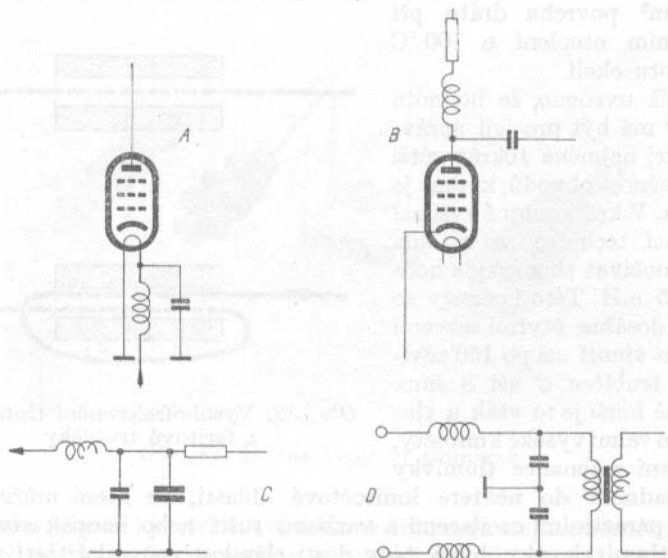
Ztráty, které tlumivka do obvodů zavádí, jsou dány nejen použitým vodičem, ale především materiálem tělíška, na kterém je tlumivka navinuta. Protože většinou žádáme, aby rezonanční křivka tlumivky byla plochá, vine se tlumivka obvykle na obyčejné pertinaxové trubičky smaltovaným nebo opředeným drátem, aby činitel jakosti tlumivky byl malý. Často se



Obr. 82. Vysokofrekvenční tlumivka z feritové trubičky

setkáváme i s tím, že tlumivka je vinuta přímo na hmotový odpor (obr. 81), jak bylo již uvedeno, a konce vinutí se spojí s vývody odporu, který je tak zapojen paralelně k vinutí a rezonanční křivku tlumivky tlumí tím více, čím menší má hodnotu.

Někdy se tlumivka vine na tělísko tvořené hlubokými zářezy v tělese z izolační hmoty. Takové provedení se uplatní v různých vysokonapětových obvodech, kde se kladou zvětšené nároky na izolaci.



Obr. 83. Příklad použití vf tlumivek

Důležitou vlastností vysokofrekvenčních tlumivek je jejich impedance. Požadavek je, aby impedance byla pokud možno velká a stejná v celé šířce kmitočtového pásma, ve kterém má tlumivka pracovat. Tomu je ovšem na závalu vlastní kapacita tlumivky, která s její indukčností tvoří paralelní rezonanční obvod, při němž je impedance maximální.

Bylo již uvedeno, že vlastní kapacitu tlumivky zmenšujeme rozdělením jejího vinutí na několik sekoř. Nejčastěji se používá vysokofrekvenčních tlumivek tam, kde je nutno zabránit pronikání vysokofrekvenční energie do obvodů, kde je tato energie nežádoucí. Je to např. v obvodech zpětné vazby, ve žhavicích obvodech přijímačů, vysílačů apod., v přívodech od napájecích zdrojů, v přívodech modulačního napětí aj. Dále se tlumivky používá v zesilovačích pro oscilografy, širokopásmových zesilovačích, pro úpravu kmitočtové charakteristiky (zesílení vyšších kmitočtů pomocí rezonance tlumivky).

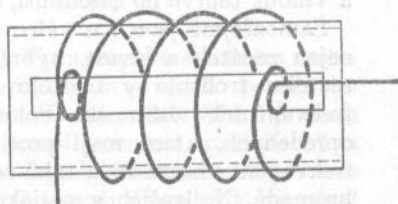
Na obr. 83 je několik hlavních příkladů použití tlumivek. Příklad A ukazuje tlumivku v obvodu žhavení elektronky, kam ji zapojujeme, aby bránila pronikání vysokých kmitočtů do žhavení. Podobně zařazujeme v tlumivku do přívodu anodového napětí (příklad C); na obr. 83B je tlumivka zapojena v anodovém obvodu k úpravě kmitočtové charakteristiky; zapojení D ukazuje, jak se zamezí průnik vysokých kmitočtů do přístroje ze sítě nebo naopak.

e) Zajišťování vinutí a vývodů cívek

Vinutí a vývody cívek zajišťujeme různými způsoby. Snad nejjednodušší je vinutí mnohvrstevových cívek do hrníčkových jader. Vinutí vineme do malých, komůrkových tělísek z trolitulu. Začátek vinutí není třeba zajišťovat, protože již následujícími závity je upevněn. Po navinutí příslušného počtu závitů se poslední závit zajistí nejlépe ovinutím několika závitů hedvábné niti a pevným zavázáním. Vinutí samo není třeba nijak zajišťovat, protože je pevně usazeno v tělísku.

Křížové vinutí se vine buď přímo na tělísko, nebo na pomocný prsteneček. V obou případech se nejprve navine první vrstva drátu, závit vedle závitu v šířce, v jaké bude vinuta celá cívka. Většinou se tato první vrstva napojí trolitulovým lakem a na tuto první vrstvu lze již dále vinout cívku křížově.

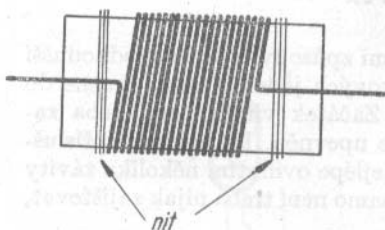
Po navinutí potřebného počtu závitů se konce vinutí upevní obvykle asfaltovou nebo podobnou hmotou, kterou v malém množství zalijeme vývodní drát. Pokud se křížové vinutí dostatečně utahuje a výška vinutí není příliš velká, není nebezpečí, že závity sklouznou a vinutí se poruší. Pokud je to ovšem nutné, lze závity křížového vinutí zpevnit hlavně na okrajích buď opět asfaltovým lakem, nebo — v některých případech — prosycením celého vinutí včelím voskem nebo trolitulovým lakem. Toto zpevnění je ovšem na újmu jakosti cívky, u které vlastně dielektrikum — vzduch — nahradíme včelím voskem nebo trolitulem.



Obr. 84. Zajišťování vývodů cívký páskem

Obtížnější zajišťování vinutí a vývodů může být u jednovrstevových cívek válcových. Pokud je cívka z tenkého drátu do průměru asi 0,4 mm, může se celkem snadno, rychle a přitom dobře dosáhnout upevnění vývodů buď pomocí pásku z tenkého pertinaxu tlustého asi 0,5 mm, nebo z tlustší hlazené lepenky. Pásek šířky asi 3 až 5 mm odstříháme ve vhodné délce a přiložíme na cívku. Začátek drátu, tedy vývod, ovineme kolem tohoto pásku u jednoho (obvykle levého) konce a potom již na cívku vineme závit

vedle závitů přes pásek, takže smyčka z drátu na začátku vinutí a u okraje pásku je následujícími závitů přitažena k cívce a tím zpevněna. Po navinutí potřebného počtu závitů uděláme opět smyčku kolem druhého konce pásku a stahujeme ji až k vinutí, aby byla utažena. Zbývající část pásku můžeme odstříhnout. Jestliže pásek k tělísku přilepíme, je celé vinutí pevně zajištěno. Tento způsob upevnění je na obr. 84.



Obr. 85. Zajišťování vývodu cívký ovinutím nití

Když je cívka z drátu tlustšího než 0,4 mm, zajišťují se vývody nejčastěji ovinutím několika závitů nití a zavázáním (obr. 85). Začátek vinutí děláme tak, že drát přiložíme podél povrchové přímky válcového tělíska, tedy ve směru osy, a u levého konce jej ovineme několika závitů pevné nitě a zavážeme na uzel. Drát potom těsně u ovinu ohneme do pravého úhlu a provedeme vlastní navinutí. Po navinutí potřebného počtu závitů odehneme drát opět podél povrchové přímky a navineme přes tuto zahnutou část drátu opět několik závitů nitě, pevně utáhneme a zavážeme. Jestliže je drát tlustší, musí se většinou při začátku vinutí po ovinutí nití zakapat tento ovin ještě lepidlem, nejlépe roztokem trolitolu v benzolu, a vinout teprve po zaschnutí, což u tohoto lepidla trvá několik minut.

Samozřejmě jsou i u válcových cívek případy, kdy je třeba zajišťovat nejen začátek a konec, nýbrž celé vinutí. Potom se nejčastěji používá roztoku trolitolu v benzolu nebo podobného lepidla dobrých vysokofrekvenčních vlastností. Pokud je to možné, užíváme na vinutí drátů opředěných, která mají proti izolaci samotným smaltem lepší vysokofrekvenční vlastnosti a také se daleko lépe upevňují: cívky drží lépe pohromadě. Nejlepších a nejjakostnějších cívek dosáhneme ovšem vinutím leštěným, postříbřeným drátem. Takové cívky jsou určeny pro vyslací techniku a pro velmi vysoké kmitočty.

6. Transformátory a tlumivky se železným jádrem

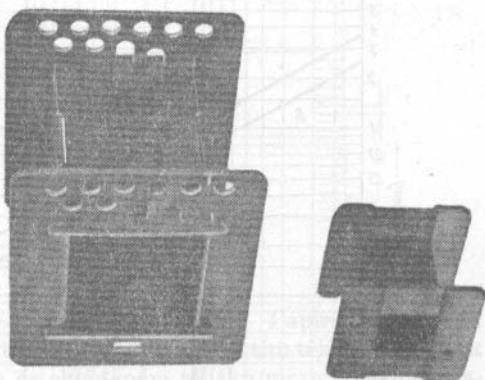
Transformátory a tlumivky jsou dalšími základními součástkami většiny elektrických zařízení. Nejběžnější jsou *síťové transformátory*, dodávající všechna napětí, potřebná pro napájení přístroje a *filtrační tlumivky* používané ve vyhlazovacích filtrech zdrojů stejnosměrného proudu. Stejně tak i bez *výstupního transformátoru* si těžko představíme např. rozhlasový přijímač nebo zesilovač, i když jsou dnes některá zapojení těchto přístrojů bez výstupních transformátorů. Konečně dalším druhem jsou různé *nizko-*

frekvenční transformátory, užívané dnes většinou jen u měřicích přístrojů, modulátorů, popř. rozkladových generátorů apod.

Transformátor musíme početně navrhnout a řešit tak, aby se při provozu příliš nezahříval. To platí hlavně pro síťové transformátory a tlumivky, u nichž musí být vinutí dimenzováno se zřetelem na protékající proudy. Nebudeme se zde zabývat výpočtem transformátorů, neboť výpočtů bylo uvedeno mnoho v různých příručkách a časopisech. Všimneme si jednotlivých dílů, ze kterých se transformátory skládají, způsobu, jak se navíjejí, izolují, vyvádějí vývody a upevňují na kostru.

a) Cívková tělíska

Transformátor se obvykle vine na cívkové tělísko z pertinaxu tloušťky 0,5 až 1,5 mm, podle velikosti jádra. Dnes jsou již běžná *tělíska skládací*, složená jed-



Obr. 86. Různá cívková tělíska transformátorů

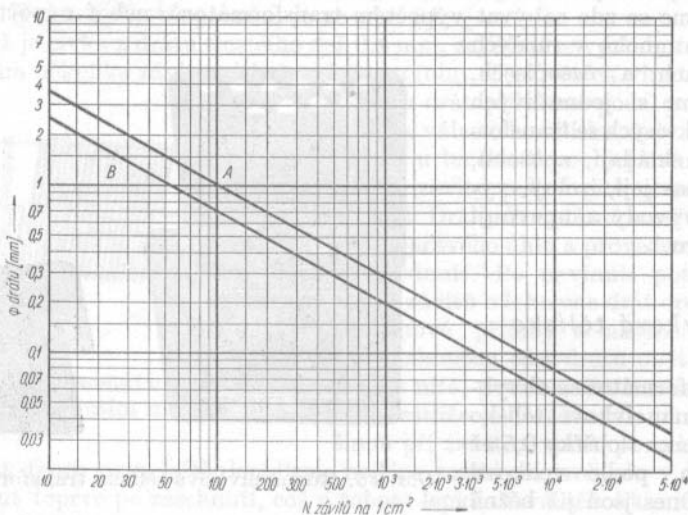
nak z čel, jednak z bočních dílů (obr. 86). Vyznačují se snadným sestavením a přitom značnou pevností. Jiným provedením je *tělísko pevné*, slepované, užívané též často na vinutí. Zhotovení takového tělíska je dosti pracné; kromě toho se tělísko vyznačuje menší pevností, protože bývá vzhledem k lepení zhotoveno obvykle z lepenky, která má menší pevnost než pertinax. Pevnost čel u tohoto druhu ještě zmenšují otvory k vyvedení drátů. Velmi dobrá jsou *tělíska z umělých hmot*. Nejčastěji jsou tato tělíska lisována z bakelitu. Vyznačují se lehkostí, pevností, tenkými stěnami, takže zvětšují užitečnou plochu pro vinutí, mají ovšem také nevýhodu — křehkost. Při neopatrném zacházení se tělísko snadno poškodí. Některé dokonalé navíjecí stroje potřebují k vinutí toliko čtvercové tělísko bez čel, průřezu jádra, přičemž není ani zde nebezpečí sesmeknutí závitů.

b) Vinutí transformátoru

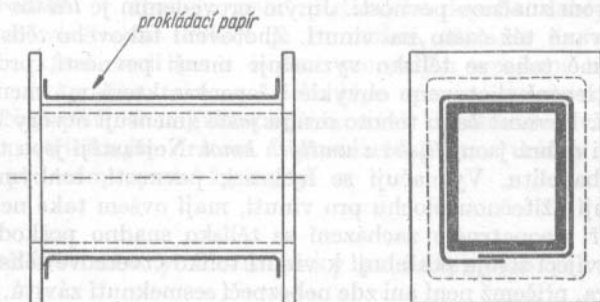
Při vinutí transformátorů je třeba dbát několika zásad. Před každým vinutím je velmi nutné podle některého vyzkoušeného způsobu zkontrolovat plnění okénka pro vinutí. Zabráníme tak pozdějším nepříjemnostem, které

vznikají, jestliže se všechna vinutí na tělísko nevejdou, což obvykle poznáme až nakonec.

Na obr. 87 je diagram pro stanovení počtu závitů na 1 cm^2 plochy při vinutí z různých průměrů drátů pro dva různé způsoby vinutí: strojové



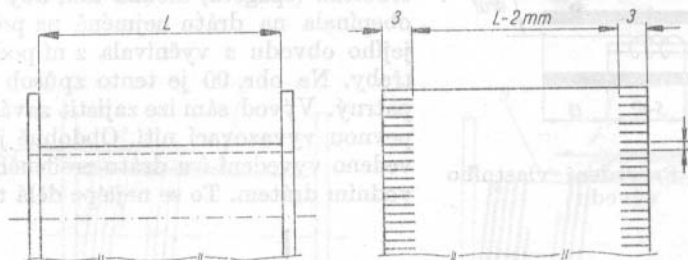
Obr. 87. Diagram pro stanovení počtu závitů na 1 cm^2 plochy



Obr. 88. Ovinutí cívkového tělíska papírem před začátkem vinutí

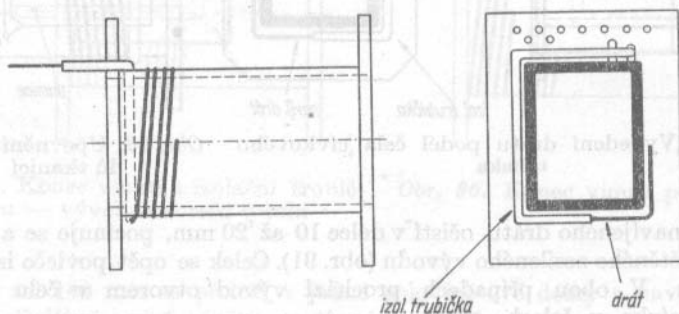
přesné (A) a ruční (B). S diagramem pracujeme tak, že hledáme-li např., kolik závitů na 1 cm^2 vinutí se vejde na cívku z drátu průměru $0,15 \text{ mm}$, najdeme hodnotu drátu na levé svislé stupnici a postupujeme po vodorovné přímce až k šikmé přímce A, kde v průsečíku na spodní stupnici čteme počet závitů

3000. Jestliže se bude vinout ručně, platí přímka B a čtete 1750 závitů. Při vlastním vinutí postupujeme tak, že cívkové tělísko šířky L nejprve ovíneme dvěma závity lakovaného papíru (obr. 88) tloušťky 0,15 mm a šířky $(L + 4)$ mm. Konec papíru se začátkem se překrývají asi o 1 až 3 cm, a to na té straně tělíska, aby se nezmenšoval prostor okénka pro



Obr. 89. Lepenka třepená po okraji

vinutí. Ovinutí papírem děláme u skládaných tělísek. Papír je v krajích nastříhán, aby spolehlivě zasáhl i do krajů cívky. Ovinutím tělíska se jednak zlepší izolace v místech, kde jsou ve skládaném tělísku mezery, jednak zaoblení hran tělíska. Proto se někdy dělá ovinutí zvláště u větších tělísek lepenkou třepenou po okraji (obr. 89), tloušťky 0,2 mm.



Obr. 90. Vyvedení tlustého drátu z cívkového tělíska

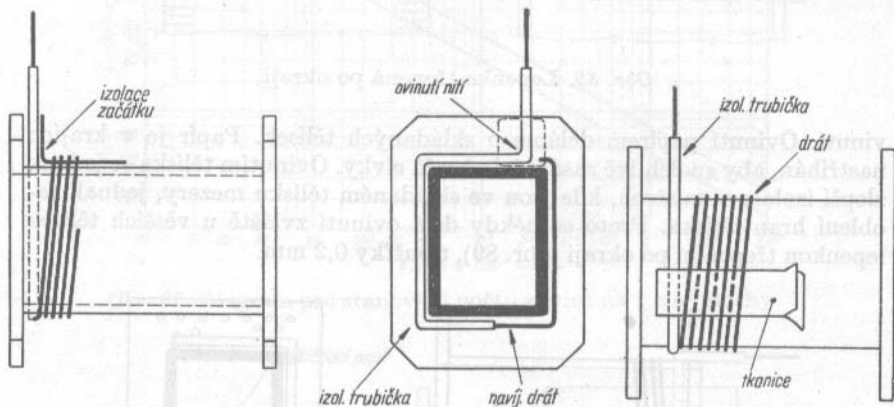
Začátek a konec vinutí

Začátek vinutí se může provést buď přímo drátem, kterým je vinuto (používá se průměru asi od 0,20 mm výše), nebo se vývody zesílí připájením na tlustší vývodní drát. K tomu se používá drátu průměru asi 0,35 mm pro navíjené dráty do průměru 0,1 mm a vývodního drátu průměru 0,5 mm

pro vinutí z drátu od průměru 0,1 mm do uvedených 0,20 mm až 0,30 mm, které se potom již mohou vyvádět přímo. Někdy se pro zesílené vývody používá též různých kablíků. Vlastní vývody se opět dělají několika způsoby. Pokud se vyvádí drát tlustší než 0,35 mm, navlékne se na něj izolační trubička (špageta) dlouhá tak, aby cívku obepínala na drátu nejméně na polovině jejího obvodu a vyčnívala z ní podle potřeby. Na obr. 90 je tento způsob dobře patrný. Vývod sám lze zajistit zavázáním pevnou vyvazovací nití. Obdobně je provedeno vyvedení i u drátu zesíleného vývodním drátem. To se nejlépe dělá tak, že



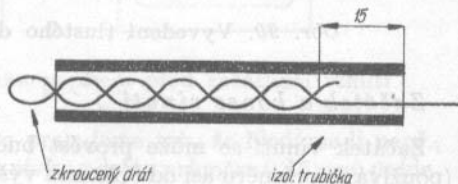
Obr. 91. Provedení vlastního vývodu



Obr. 92. Vyvedení drátu podél čela cívkového tělíska

Obr. 93. Upevnění vývodů tkanicí

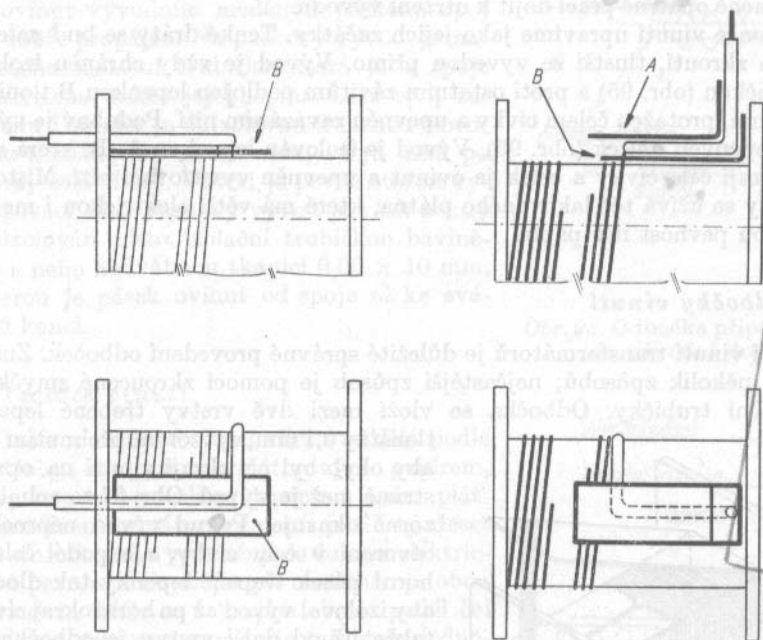
se konec navíjeného drátu očistí v délce 10 až 20 mm, počínuje se a ovine kolem očištěného zesíleného vývodu (obr. 91). Celek se opět povleče izolační trubičkou. V obou případech prochází vývod otvorem v čelu cívky. Nemá-li cívka v čelech otvory k provlečení vývodů, vyvádí se drát podél čela (obr. 92). Na drát je zase navlečena izolační trubička, která cívku obepíná nejméně na polovině jejího obvodu. Vývod je upevněn reznou nití, která je přes něj několikrát ovinuta kolem cívky a pevně uvázána.



Obr. 94. Provedení vývodů zkrouceným drátem

Před navíjením je založen za okraj drátu ještě pásek lakovaného plátna, které izoluje vývod až k vnějšímu okraji čela cívky.

U jiného způsobu se vývod upevňuje bavlněnou tkanicí tloušťky asi 0,15 až 0,20 mm, nebo lakovaným plátnem. Tohoto upevnění vývodu (obr. 93) se používá u větších průměrů drátů, nad 0,6 mm. Pásek tkanice



Obr. 95. Konec vinutí s izolační trubičkou — vývod otvorem v čelu Obr. 96. Konec vinutí podél čela

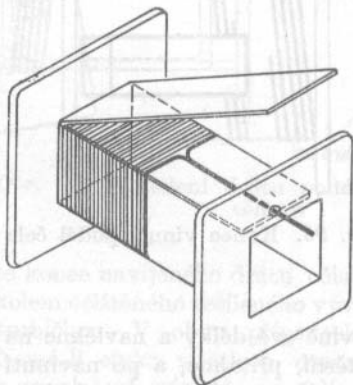
dlouhý asi 140 mm se přeloží v jedné polovině své délky a navlékne na vývod. Dalšími, asi 5 závitů, se tkanice utěsní, přitáhne, a po navíjení těchto několika závitů se vyčnívající konce zatáhnou, čímž se první závit, na kterém je smyčka, pevně utáhne. Po navíjení celé vrstvy a utážení se vyčnívající konce tkanice odstříhnou. Pevnost vývodů závisí na utážení tkanice následujícími závitů. Obdobně se dělá i konec vinutí s tím rozdílem, že opět asi 5 závitů před ukončením založíme tkanici se smyčkou. Tkanici zbývajícími závitů pevně utahujeme, poslední závit drátu opatříme izolační trubičkou a provlékneme smyčkou, vývod vhodně tvarujeme, zformujeme, vyčnívající konec tkanice pevně zatáhneme a tím vývod upevníme.

Ještě jednoho způsobu se běžně používá k vyvádění konců vinutí. Dráty průměrů 0,1 až 0,35 mm se zkroutí v dostatečné délce a navlékne se na ně izolační trubička. Vývod se protáhne otvorem v čelu cívký a pevně se zaváže nití. U tohoto druhu vývodů je třeba dbát dostatečné délky zkroutení drátu, aby bylo provedeno téměř po celé délce izolační trubičky a ta aby opásala cívký nejméně na jedné polovině jejího obvodu, jinak při odizolování může při méně opatrné práci dojít k utržení vývodu.

Konce vinutí upravíme jako jejich začátky. Tenké dráty se buď naletují nebo zkroutí, tlustší se vyvedou přímo. Vývod je vždy chráněn izolační trubičkou (obr. 95) a proti ostatním závitům podložen lepenkou B tloušťky 0,1 mm, protažen čelem cívký a upevněn zavázáním nití. Podobný je vývod i u lepených tělísek (obr. 96). Vývod je izolován lepenkou A, B, která sahá k okraji čela cívký a celek je ovinut a upevněn vyvazovací nití. Místo lepenky se užívá též lakovaného plátna, které má větší elektrickou i mechanickou pevnost než papír.

Odbočky vinutí

Při vinutí transformátorů je důležité správné provedení odboček. Známe opět několik způsobů; nejčastější způsob je pomocí zkroutené smyčky a izolační trubičky. Odbočka se vloží mezi dvě vrstvy třepené lepenky



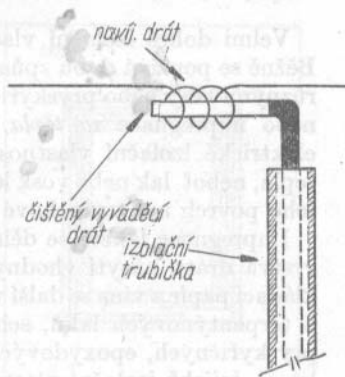
Obr. 97. Odbočka vinutí pomocí smyčky

tloušťky 0,1 mm, vytvořené přehnutím tak, aby ohyb byl při okraji vinutí na opačné straně, než je vývod. Obr. 97 to velmi názorně ukazuje. Pokud vývod neprochází otvorem v čelu cívký, ale podél čela, je horní pásek třepené lepenky tak dlouhý, aby izoloval vývod až po horní okraj cívký, takže již od další vrstvy je odbočka dokonale izolována. Odbočka i izolující lepenka se upevní ovinutím reznou nití, která se může po navinutí další vrstvy odstranit, aby nezabírala zbytečně prostor pro vinutí.

Jiným způsobem je provedení odbočky připájením vodiče na vývodní drát a používá se ho hlavně u menších průměrů drátu, asi do 0,35 mm. Navíjený drát je v místě odbočky očištěn a pocínován.

Vývodní drát tloušťky 0,35 až 0,5 mm je na délce asi 10 mm dobře očištěn a ovinut navíjeným drátem několika závitů (obr. 98). Celek je dobře propájen. Na vývodní drát navléceme izolační trubičku a vývod odizolujeme jako v předešlém případě.

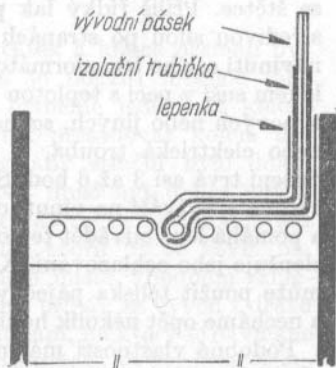
Obtížně se dělají odbočky u vinutí z tlustého drátu. Aby odbočka nezabrala mnoho místa pro vinutí, používáme často měděného vývodního pásku. Je třeba dbát, aby průřez vývodního drátu nebo pásku byl vždy alespoň stejný nebo větší, než je průřez navíjeného drátu. Vlastní odbočka se dělá podle obr. 99. Drát je v příslušném místě očištěn a ovinut vývodním měděným páskem. Spoj je dobře propájen. Na páskový vývod je navlečena izolační trubička, která je u spoje nastřížena, takže jej obepíná. Celý spoj zespolu i svrchu je odizolován třepenou lepenkou tloušťky 0,1 až 0,2 mm, která sahá po okraj čela cívky. Vývod je pevně stažen vyvazovací nití. Páskový vývod je však někdy odizolován místo izolační trubičkou bavlněnou nebo hedvábnou tkanicí 0,06 × 10 mm, kterou je pásek ovinut od spoje až ke svému konci.



Obr. 98. Odbočka připájením na vývodní drát

Izolace vinutí

Izolace mezi vrstvami vinutí se dělá podle potřeby tzv. transformátorovým papírem, třepenou nebo lesklou lepenkou nebo plátnem. Transformátorový papír je tlustý deset až sto mikronů a vyznačuje se dobrou elektrickou pevností. Papír je opět nastříhán po obou stranách, takže se v krajích obrací podél čel směrem vzhůru a zamezuje tak styk jednotlivých vrstev vinutí mezi sebou. Transformátorový papír tloušťky 10 μ slouží k izolaci vinutí z drátů do průměru asi 0,1 mm. Papír se ovine kolem cívky tak, že začátek a konec se překrývají asi o 10 až 30 mm na té straně cívky, kde není okénko, aby se nezmenšoval prostor pro vinutí. Stejným způsobem se nastříhá transformátorový papír tlustý až sto mikronů, sloužící k izolaci vinutí z drátů průměrů od 0,1 mm asi do 0,34 mm. Ještě tlustší dráty (od 0,35 až do 1 mm) prokládáme třepenou lepenkou 0,1 mm, dráty průměrů od 1 až do 2 mm lepenkou tloušťky 0,2 mm. Pro náročnější izolaci se užívá lakovaného plátna, které má proti papíru nebo lepence lepší izolační pevnost, vydrží vyšší napětí.



Obr. 99. Odbočka na tlustém drátu, provedená páskem

c) Impregnace, stínění a ochrana vinutí

Impregnace vinutí

Velmi dobré izolační vlastnosti získá transformátor impregnačí vinutí. Běžně se používá dvou způsobů impregnace. Jednak impregnace *za studena*, různými laky nebo pryskyřicemi, která se dělá většinou současně s vinutím, nebo impregnace *za tepla*, různými vosky. Oběma způsoby se zlepšují elektrické izolační vlastnosti transformátorů a umožňuje se lepší odvod tepla, neboť lak nebo vosk lépe předávají teplo z vnitřku transformátoru na jeho povrch než vzduchové bubliny nebo polštáře mezi závity a vrstvami.

Impregnace lakem se dělá tak, že okamžitě po navinutí jedné vrstvy se vrstva drátu nasatí vhodným impregnačním lakem, potom se založí prokládací papír a vine se další vrstva. Laky jsou různé; dnes se kromě olejových a terpentýnových laků, schnoucích teplem, používá ve značné míře laků pryskyřičných, epoxydových, které schnou za studena polymerizací tužidlem a jejichž izolační vlastnosti jsou vynikající. U impregnačních laků je nutno dbát opatrnosti, aby lak nerozpouštěl smalt. Proto se nehodí laky acetonové ani lihové, protože v lihu jsou často různé látky narušující smalt. Hustota laku, který se nanáší štětcem, má být asi taková, aby lak skapával se štětce. Příliš řídký lak při vyšších otáčkách navíječky odstříkuje odstředivou silou po stranách cívky, příliš hustý lak se obtížně nanáší. Po navinutí celého transformátoru se cívkové tělísko s vinutím impregnovaným lakem suší v peci se teplotou asi 80 až 100 °C, ovšem při použití laků terpentýnových nebo jiných, schnoucích za tepla. Dobré služby prokáže plynová nebo elektrická trouba, v níž si vyzkoušíme vhodné nastavení teploty. Sušení trvá asi 3 až 6 hod. Sušením se prchavá rozpouštědla vypařují a lak tvrdne a vytváří na vinutí dodatečné izolační plošky, značně vinutí zpevní a pomáhá lépe odvádět teplotu z vnitřku transformátoru, takže při provozu zlepšuje jeho ochlazování. K vysušení laku impregnované cívky se nouzově může použít tělísko páječky, které vhodně umístíme uvnitř dutiny cívky a necháme opět několik hodin působit.

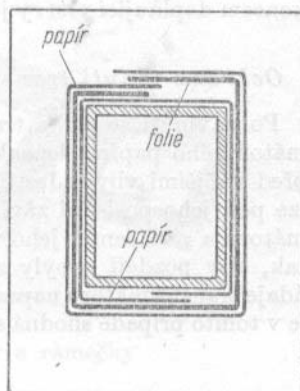
Podobné vlastnosti má impregnace voskem. V tomto případě se užívá různých vosků, hlavně asfaltových, které mají teplotu tání kolem 80 až 120 °C. Tyto speciální vosky, zvané kompaundy nebo gudrony, se roztaví ve vanách speciálních impregnačních zařízení. Po zahřátí na teplotu kolem 80 °C se vosky stávají tekutými a do nich se namáčejí hotové navinuté cívky transformátorů, které pro lepší zatékání vosků je vhodné předeřhát na teplotu asi 80 °C. Zahřátá vana s voskem a transformátorovými cívkami se umístí ve zvláštním prostoru, z něhož se odčerpá vzduch. Má to ten význam, že při nižším tlaku zkपालňuje vosk při nižších teplotách, a že se odčerpává vzduch, který je uvnitř cívky mezi jednotlivými závity a vrstvami, na jehož místo snadněji proniká vosk, který opět izoluje, zpevňuje a

pomáhá odvádět teplo. Někdy se do vosku ponořuje transformátor i s plechy. Známe transformátory impregnované černým voskem, kompaundem. Při impregnaci je třeba používat pro vývody izolačních trubiček tkaninových, nikoli syntetických, umělých, neboť ty nevydrží vyšší teploty při impregnaci ať již při vysoušení laku nebo napouštění voskem. Pro amatérskou potřebu a praxi je nejvýhodnější první způsob impregnace, kdy se izoluje tekutým lakem hned při vinutí. Avšak lze použít i druhého způsobu, ovšem bez tohoto vyčerpání vzduchu, pouhým vyvařením cívky ve vosku. Oba způsoby jsou velmi vhodné a užitečně zkvalitní navinutý transformátor.

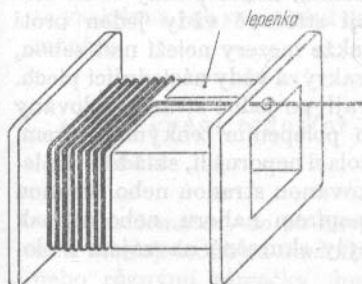
Stínění vinutí

Některé vinutí se stíní, aby se zabránilo vlivu jeho elektromagnetického pole na ostatní vinutí. Obvyklým způsobem odstínění je navinutí jedné vrstvy drátu tlustého asi 0,2 mm, která se dobře odizoluje jak od vinutí předcházejícího, tak od následujícího

a vyvede se jen jedním svým koncem. Pozor, začátek a konec nesmějí být spolu spojovány. Jiným osvědčeným způsobem je použití měděné fólie tloušťky 0,1 až 0,15 mm v šířce cívky, kterou ovineme jedenkrát kolem cívky. Fólie musí přesahovat kolem dokola celé cívky, aby stínění bylo dokonalé, avšak závit musí být dobře odizolován. Začátek závitu se nesmí dotýkat s koncem závitu, tvořil by se závit nakrátko. V jednom místě, vhodném vzhledem k vyvedení, připájí se vývod z drátu tloušťky asi 0,25 mm, na který se navlékne textilní izolační trubička a vyvede se čelem cívky (obr. 100).



Obr. 100. Uložení stínicí fólie mezi dvě vrstvy lepenky



Obr. 101. Doplnění vrstvy při vinutí

Doplnění vrstvy

Zbývá ještě jeden úkon při vinutí transformátoru. Je to doplnění vrstvy, nekončí-li navíjená vrstva u kraje cívky. Jestliže ohledy na izolaci nedovolí pokračovat v dalším vinutí, což bývá dosti často, je třeba vinutí odizolovat. Protože proložením izolační vrstvy by u nedokončeného vinutí vznikl

„schod“, zvláště je-li toto vinutí z drátu tlustšího než asi 0,2 mm, je třeba nedokončenou vrstvu doplnit tak, aby se rozdíly vyrovnaly. Udělá se to tak, že se nedokončená vrstva doplní třepenou lepenkou (obr. 101) do výšky tloušťky drátu, z něhož je nedokončená vrstva vinuta. Mezi začátkem a koncem doplňující vrstvy je mezera, ve které je uložen vývod.

Ochrana vinutí transformátoru

Po navinutí se cívka transformátoru ovine několika vrstvami transformátorového papíru, lepenky nebo lakovaného plátna, které chrání vinutí před vnějšími vlivy. Jestliže je užito k ovinu transformátorového papíru, lze pod jeho poslední závit umístit tabulku s technickými údaji transformátoru a označením jeho vývodů. Údaje transformátoru ovšem umístíme tak, aby později nebyly zakryty plechy. Ovíjí-li se cívka lepenkou, lze údaje transformátoru napsat přímo na ni. Šířka krycího papíru nebo lepenky je v tomto případě shodná se šířkou cívky.

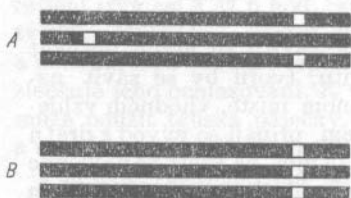
d) Plnění transformátorů

Navinutá cívka se plní transformátorovými plechy.

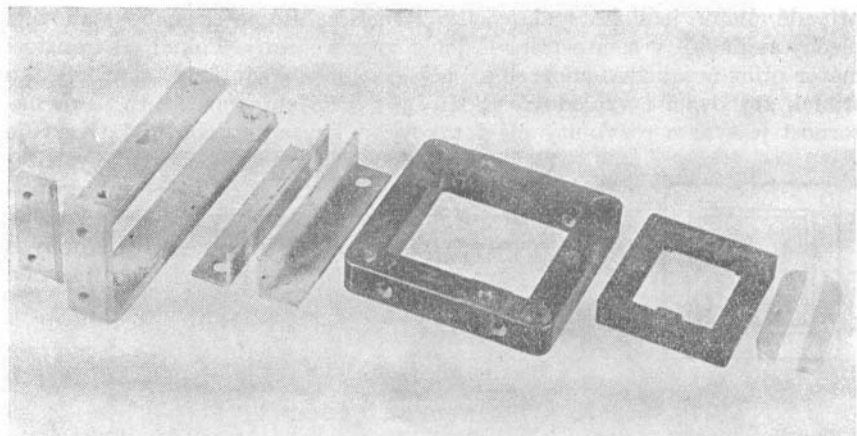
Plechy lze vkládat do cívky souhlasně, tj. tak, že se zasouvají z jedné strany, takže mezera v plechu se skládá stále na sebe: tomuto skládání se říká skládání *s mezerou* (obr. 102B). Tak se např. skládají transformátory se stejnosměrným syčením apod., na rozdíl od skládání *bez mezery* (střídavého, obr. 102A), neboť plechy se do cívky zasouvají střídavě vždy jeden proti druhému, takže mezery neleží nad sebou, ale každou zakrývá vždy následující plech.

Plechy bývají po jedné straně izolovány lakem nebo polepením tenkým papírem. Abychom izolaci neporušili, skládají se plechy buď lakovanou stranou nebo stranou polepenou papírem nahoru, nebo naopak dolů, aby byly skutečně navzájem izolovány.

Poslední plechy se do cívky zasouvají obvykle již těžko; proto si pomáháme poklepem na plechy. Cívka musí být plechy zcela vyplněna a plechy musí být utěsněny, aby transformátor při provozu nedrňel. Tomu napomáhá pertinaxový klínek šířky středního sloupku, který nakonec do jádra cívky zarazíme a jímž se plechy stáhnou tak, že se nemohou pohybovat. Celý transformátor se stáhne šrouby a úhelníky,



Obr. 102. Skládání plechů transformátorů: A — bez mezery, B — s mezerou

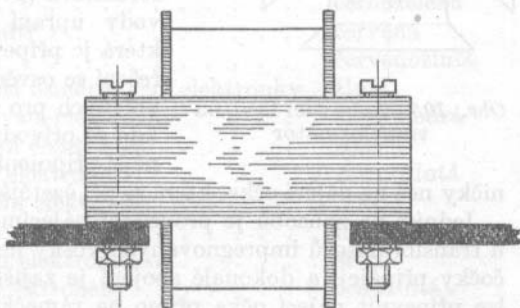


Obr. 103. Stahovací úhelníčky a rámečky

popř. rámečky, které transformátor dokonale zpevní a zamezí drnčení plechů. Pro takový případ je též velmi vhodná impregnace transformátoru voskem, který zateče i mezi plechy, takže potom je celý transformátor kompaktní hmotou. Ovšem může to být naopak na závadu při demontáži takového transformátoru, která je pak neobyčejně obtížná. V takovém případě je nutno transformátor ponořit na několik hodin do tetrachlóru nebo jiného vhodného rozpouštědla, ve kterém se vosk rozpustí, stane se vazkým a tak se umožní demontáž.

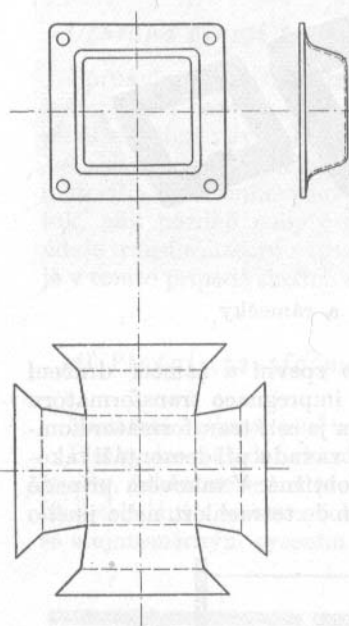
e) Upevnění transformátoru

Transformátory se po navínutí stahují šrouby a úhelníky nebo různými rámečky, buď kovovými nebo bakelitovými (obr. 103). Rámečky a úhelníky slouží též k připevnění transformátoru na kostru přístroje. Mají otvory se závity, jimiž se přišroubují ke kostře. Transformátor se někdy upevňuje též do otvoru v kostře, jímž prochází cívka transformátoru s vývody; plechy jsou opřeny o kostru a otvory procházejí šrouby k přitažení. Kostra má v tomto



Obr. 104. Upevnění transformátoru zapuštěním do kostry přístroje

případě úlohu jednoho stahovacího rámečku. Rámeček nebo stahovací plechy se dávají v tomto případě jen z vrchní strany. Pokud se transformátor příliš nezahřívá, může se na něj svrchu přiložit kryt, sloužící jako stínící, stahovací i vzhledově vhodný doplněk transformátoru. Pro názornost je tvar a rozvinutý plášť takového krytu na obr. 105. Kryt je



Obr. 105. Stahovací kryt na transformátor

z ocelového plechu tlustého 1 mm, vystřiženého podle výkresu. Plášť je ohnut do příslušného tvaru a jeho rohy po svaření začišťeny. Otvory procházejí stahovací šrouby a jimi je celý transformátor stažen a připevněn ke kostře.

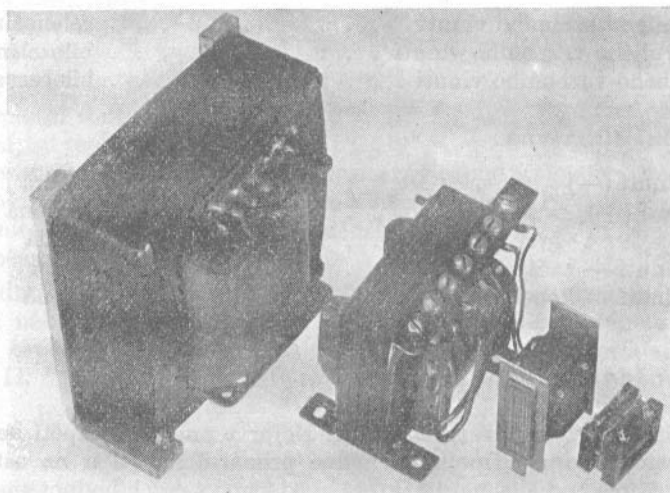
f) Vývody transformátoru a jejich barevné značení

Konce vinutí vyvedené z cívky transformátoru se vhodným způsobem připevní na transformátor tak, aby se k nim mohly snadno připojit přívody. K tomu slouží pájecí očka, upevněná přímo na tělísku cívky; na tělísku jsou naletovány vývody transformátoru a na pájecí očka se též připájejí přívody. Tak jsou provedeny vývody vinutí na velkém transformátoru (obr. 106.) Jiným způsobem se vývody upraví připájením na svorkovničku, která je připevněna na transformátoru. Toto řešení se osvědčuje hlavně u transformátorů určených pro zkušební sestavení na prkénku, kde se přívody často mění a kde je tedy vhodnější připojení přívodů pod šroubky svorkovničky než na pájecí očka, která se při častějším používání lámou.

Jedním ze způsobů je provedení pájecími čočkami. Užívá se ho hlavně u transformátorů impregnovaných vosky nebo kompaundy. Přívody se na čochky připájejí a dokonalé spojení je zajištěno. U bakelitových rámečků lze připevnit pájecí očka přímo na rámečky a připájet na tato očka jak vývody transformátoru, tak přívody. Všechny způsoby úpravy vývodů názorně ukazuje zmíněný již obr. 106.

Barevné značení vývodů transformátorů

U zahraničních a dnes již i u našich přístrojů se užívá jednotného značení vývodů transformátorů různými barevnými izolačními trubičkami. V přehledu je uveden význam jednotlivých barev.



Obr. 106. Transformátory a jejich vývody

Síťový transformátor

začátek primárního vinutí	černá
vývod pro 120 V	černočervená
vývod pro 220 V	černozelená
začátek a konec anodového vinutí	červená
střed anodového vinutí	červenožlutá
začátek a konec žhavicího vinutí usměrňovací elektronky	žlutá
střed žhavicího vinutí usměrňovací elektronky	žlutomodrá
začátek a konec prvního žhavení elektronek	zelená
střední vývod prvního žhavení elektronek	zelenožlutá
začátek a konec druhého žhavení elektronek	hnědá
střední vývod druhého žhavení elektronek	hnědožlutá
začátek a konec třetího žhavení elektronek	šedá
střední vývod třetího žhavení elektronek	šedožlutá

Výstupní a vstupní transformátor

začátek primárního vinutí (+ zdroj)	červená
konec primárního vinutí (anoda elektronky)	modrá
začátek sekundárního vinutí	černá
konec sekundárního vinutí	zelená
začátek prvního vazebního vinutí	zelenočerná

konec prvního vazebního vinutí	zelenožlutá
začátek druhého vazebního vinutí	bflozelená
konec druhého vazebního vinutí	bfločervená

Filtrační tlumivka

začátek vinutí (—)	modrá
konec vinutí (+)	červená
odbočka	hnědá
vazební vinutí — začátek	černá
vazební vinutí — konec	zelená

g) Zkoušení transformátoru

Po navinutí se transformátor zkouší. Nejprve změříme napětí nezatíženého transformátoru. Připojíme vhodné primární napětí a na ostatních vinutích měříme hodnoty napětí, které se od vypočtených hodnot smějí lišit nejvýše asi o 5 % do kladných hodnot. To proto, že nezatížený transformátor má menší úbytky napětí. Transformátor potom vhodným způsobem zatížíme, např. odpory na jednotlivých vinutích nebo žárovkami na žhavicích vinutích a takto zatížený transformátor znovu měříme. Naměřené hodnoty se mají shodovat s hodnotami vypočítanými, ovšem za předpokladu, že primární napětí má správnou hodnotu. Podobně zatěžujeme i tlumivky, aby jimi protékal jmenovitý proud. Zatížený transformátor nebo tlumivku necháme takto zapojeny po několik hodin, kdy opět měření opakujeme. Ani nyní nesmějí být při měření podstatné rozdíly.

h) Teplota transformátoru

K měření vnitřní teploty transformátoru můžeme s výhodou použít odporu vinutí. Hodnotu oteplení transformátoru určuje především výkon transformátoru samého, jeho ochlazovací povrch a jakost plechů. Pro dobře chlazený transformátor počítáme s ochlazovací plochou asi 18 cm² na 1 W, u špatně chlazených musíme počítat asi s 28 cm² plochy na 1 W ztrát.

Při výpočtu vnitřní teploty transformátoru se využívá změny odporu vinutí v závislosti na teplotě. Změříme nejprve odpor vinutí nezapojeného transformátoru nebo tlumivky při normální teplotě. K měření užijeme vinutí uvnitř transformátoru, tedy obvykle primárního. Pak transformátor zapojíme na normální nebo umělou zátěž a necháme jej takto v chodu několik hodin. Měření se též někdy provádí při 10% přetížení transformátoru. Po několika hodinách chodu změříme opět stejnosměrný odpor téhož vinutí a hodnoty dosadíme do vzorce

$$\vartheta_v = \frac{R_k - R_p}{\alpha R_p} + \vartheta_p \text{ (obecný vzorec) nebo } \vartheta_v = 1000 \frac{R_k - R_p}{4,3 \cdot R_p} + \vartheta_p$$

pro měď, kde

α je teplotní součinitel odporu,

ϑ_v vnitřní teplota transformátoru [°C],

R_k konečný odpor vinutí pro stejnosměrný proud [Ω],

R_p počáteční odpor vinutí pro stejnosměrný proud [Ω],

4,3 číselník oteplení pro vinutí z měděného drátu,

ϑ_p počáteční teplota [°C].

Za hodnotu ϑ_p bereme teplotu místnosti, ve které transformátor před měřením několik hodin byl, a má proto velmi přibližně stejnou teplotu jako je teplota okolí. Výpočet doplňuji jednoduchým příkladem:

$R_p = 34 \Omega$, $R_k = 42 \Omega$, $\vartheta_p = 20^\circ\text{C}$, $\vartheta_v = ?$

$$\vartheta_v = \frac{1000 \cdot (42 - 34)}{34 \cdot 4,3} + 20 = \frac{8 \cdot 10^3}{146} + 20 = 55 + 20 = 75^\circ\text{C}$$

Změřením napětí, která dává zatížený transformátor, popř. jejich převodem si ověříme, zda byl transformátor navržen i navinut správně a po kontrole zatížením můžeme počítat s jeho dobrou funkcí v přístroji. Počítejme, že teplota transformátoru smí dosáhnout asi 80 °C; vyšší provozní teploty škodí a projeví se buď změknutím impregnační zalévací hmoty, nebo ve vážnějších případech mohou vést ke zkratu a tím i k zničení transformátoru.

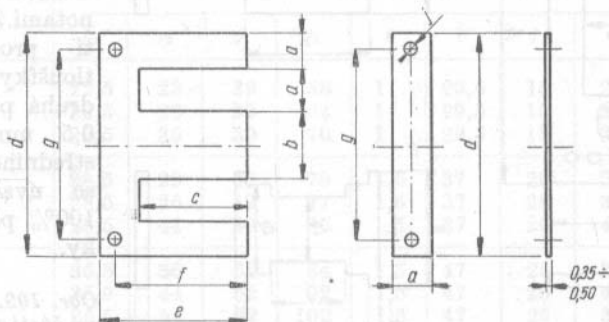
i) Transformátorové plechy EI

Transformátory se dělají z různých transformátorových plechů. Do nových zařízení se dnes dávají nové plechy tvaru EI, jejichž rozměry jsou uvedeny na obr. 107 a v tabulce:

Typ plechů		EI 10	EI 12	EI 16	EI 20	EI 25	EI 32	EI 40	EI 50	EI 64	
Rozměr	<i>a</i>	mm 5	6,5	8	10	12,5	16	20	25	32	
	<i>b</i>	mm 10	12	16	20	25	32	40	50	64	
	<i>c</i>	mm 15	19	24	32	37,5	48	60	75	96	
	<i>d</i>	mm 30	38	48	60	75	96	120	150	192	
	<i>e</i>	mm 20	25,5	32	40	50	64	80	100	128	
	<i>f</i>	mm —	—	—	35	43,8	56	70	87,5	112	
	<i>g</i>	mm —	—	—	50	62,5	80	100	125	160	
	<i>h</i>	mm —	—	—	4	4	5	7	9	11	
	délka										
	silové čáry	mm 52	71	89	111	139	178	223	278	356	
šířka vinutí	mm 10	14	20	24	30,5	40,5	50	65,5	80		
výška vinutí	mm 3,5	5	6	8	10	14	17	22	28		
plocha okénka	mm ² 30	56	110	180	270	510	800	1330	2110		

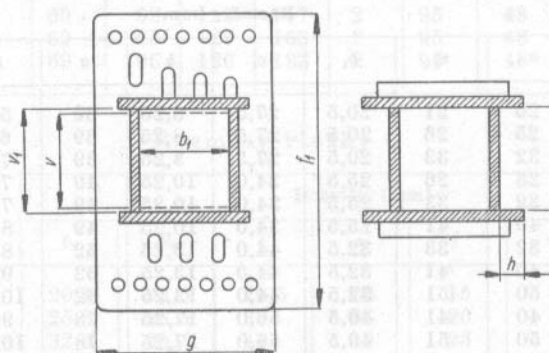
Výška jádra	mm	8	10	12,5	16	20	25	32	40	50
průřez, plech 0,35	cm ²	0,68	1,02	1,7	2,72	4,4	6,8	10,9	17	27,2
průřez, plech 0,5	cm ²	0,76	1,14	1,90	3,04	4,7	7,6	12,2	19	30,2
výkon	VA	1	3	5	8	20	60	150	350	800
závitů/1 V, plech 0,35		66	44	26,5	16,5	10,2	6,6	4,12	2,65	1,65
závitů/1 V, plech 0,5		59	39,4	23,7	14,8	9,6	5,9	3,7	2,37	1,48
délka středního závitu	mm	53	66	84	104	131	168	211	264	335
Výška jádra	mm	10	12,5	16	20	25	32	40	50	64
průřez, plech 0,35	cm ²	0,85	1,28	2,18	3,40	5,30	8,70	13,60	21,8	34,8
průřez, plech 0,5	cm ²	0,95	1,43	2,43	3,8	5,9	9,7	15,2	23,8	39
výkon	VA	2	4	6	10	40	100	200	500	1500
závitů/1 V, plech 0,35		53	35,2	20,6	13,3	8,5	5,17	3,3	2,12	1,29
závitů/1 V, plech 0,5		47,5	31,5	18,5	11,8	7,7	4,64	2,96	1,89	1,15
délka středního závitu	mm	57	71	90	113	142	182	228	285	364
Výška jádra	mm	12,5	16	20	25	32	40	50	64	80
průřez, plech 0,35	cm ²	1,06	1,63	2,72	4,4	6,8	10,9	17	27,2	43,5
průřez, plech 0,5	cm ²	1,19	1,82	3,04	4,7	7,6	12,2	19	30,2	48,5
výkon	VA	3	5	8	20	60	150	350	800	2100
závitů/1 V, plech 0,35		42,5	27,6	16,5	10,2	6,6	4,12	2,65	1,65	1,03
závitů/1 V, plech 0,5		37,8	24,8	14,8	9,6	5,92	3,69	2,37	1,48	0,93
délka středního závitu	mm	63	78	99	124	156	199	249	314	398
Výška jádra	mm	16	20	25	32	40	50	64	80	100
průřez, plech 0,35	cm ²	1,36	2,04	3,40	5,4	8,5	13,6	21,8	43	54,4
průřez, plech 0,5	cm ²	1,52	2,28	3,8	6,1	9,5	15,2	24,4	38	60,8
výkon	VA	4	6	10	30	80	200	500	1300	3200
závitů/1 V, plech 0,35		33,1	22,1	13,3	8,35	5,3	3,3	2,06	1,32	0,83
závitů/1 V, plech 0,5		29,6	19,7	11,8	7,36	4,74	2,96	1,84	1,18	0,74
délka středního závitu	mm	69	87	110	138	173	220	278	348	440

K uvedené tabulce několik vysvětlení. Plechy EI čs. normy NT-N001 se vyrábějí v devíti velikostech, označených písmeny EI a čísly 10 až 64. Vzhledem k tomu, že pro plechy každého rozměru se vyrábějí cívková tělíska pro čtyři různé výšky jádra (opět normalizovaná), dosáhne se toho, že velikost jader (průřezy) se v širokých mezích překrývají a zmnoho-



Obr. 107. Rozměry plechů EI

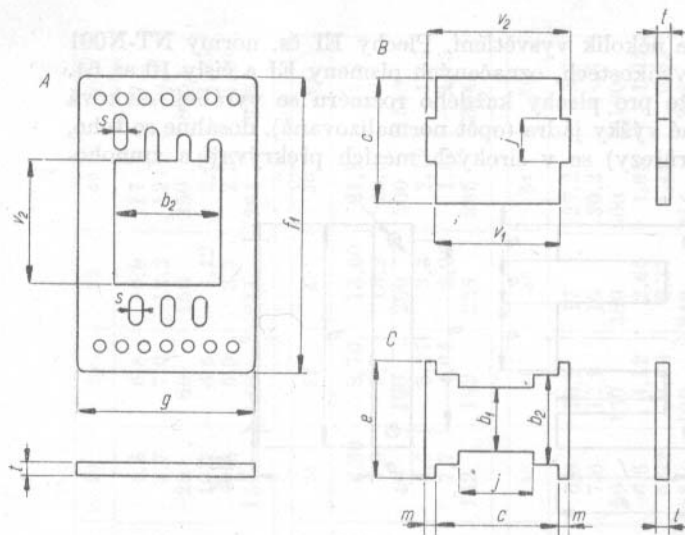
násobuje se tím možnost použití. Na všechna tato jádra se vyrábějí cívková tělíska jak skládací, tak i tepelná (viz další tabulky). Uvedená šířka vinutí je šířka pro vývody provedené po jedné straně tělíska, pro cívku s vývody po obou stranách je třeba odečíst asi 1 až 2 mm. Výška pro vinutí



Obr. 108. Ukládací cívková tělíska pro plechy EI

je absolutní, při použití tlustších drátů je třeba opět odečíst asi 1 až 2 mm. Uvedený počet závitů/volt platí pro magnetickou indukci 1T.

Plocha okénka se uvádí pro vinutí s vývody po jedné straně cívky. Jsou-li vývody po obou stranách, je třeba u malých jader odečíst asi



15% plochy, u velkých jader asi 5%. Počet závitů na jeden volt se podobně jako průřez q uvádí dvěma hodnotami. Jedna platí pro plechy tloušťky 0,35 mm, druhá pro plechy 0,5 mm. Délka středního závitu se uvažuje při 100% plnění cívk.

Obr. 109. Jednotlivé části skládacího tělíska plechů EI

Na obr. 108, 109 a v následující tabulce jsou hlavní rozměry používaných skládacích tělísek pro plechy EI:

Typ jádra	Rozměry [mm]							
	v	v_1	b_1	c_1	h	g	f_1	t
E20 × 20	20	21	20,5	27,5	8,25	39	58	1
E20 × 25	25	26	20,5	27,5	8,25	39	64	1
E20 × 32	32	33	20,5	27,5	8,25	39	70	1
E25 × 25	25	26	25,5	34,0	10,25	49	70	1,5
E25 × 32	32	33	25,5	34,0	10,25	49	77	1,5
E25 × 40	40	41	25,5	34,0	10,25	49	85	1,5
E32 × 32	32	33	32,5	44,0	13,25	62	84	1,5
E32 × 40	40	41	32,5	44,0	13,25	62	92	1,5
E32 × 50	50	51	32,5	44,0	13,25	62	102	1,5
E40 × 40	40	41	40,5	56,0	17,25	78	98	1,5
E40 × 50	50	51	40,5	56,0	17,25	78	108	1,5
E40 × 64	64	65	40,5	56,0	17,25	78	122	1,5
E50 × 50	50	51	51	70	21,5	98	121	2
E50 × 64	64	65	51	70	21,5	98	135	2
E50 × 80	80	81	51	70	21,5	98	151	2
E64 × 64	64	65	65	91	28	125	147	2
E64 × 80	80	81	65	91	28	125	163	2
E64 × 100	100	101	65	91	28	125	183	2

Jednotlivé části skládaného tělíska jsou na obr. 109, jejich rozměry zjistíme z následujících tabulek:

Rozměry čela A a vložky B

Typ jádra	Rozměry [mm]								
	b_2	v_2	g	f_1	t	c	f	v_1	s
E20 × 20	22,5	23	39	58	1	29,5	15	21	2
× 25	22,5	28	39	64	1	29,5	15	26	2
× 32	22,5	35	39	70	1	29,5	15	33	2
E25 × 25	28,5	29	49	70	1,5	37	20	26	2,5
× 32	28,5	36	49	77	1,5	37	20	33	2,5
× 40	28,5	44	49	85	1,5	37	20	41	2,5
E32 × 32	35,5	36	62	84	1,5	47	25	33	3
× 40	35,5	44	62	92	1,5	47	25	41	3
× 50	35,5	54	62	102	1,5	47	25	51	3
E40 × 40	43,5	44	78	98	1,5	59	30	41	3
× 50	43,5	54	78	108	1,5	59	30	51	3
× 64	43,5	68	78	122	1,5	59	30	65	3
E50 × 50	55	55	98	121	2	74	36	51	3
× 64	55	69	98	135	2	74	36	65	3
× 80	55	85	98	151	2	74	36	81	3
E64 × 64	69	69	125	147	2	95	48	65	3
× 80	69	85	125	163	2	95	48	81	3
× 100	69	105	125	183	2	95	48	101	3

Rozměry vložky C

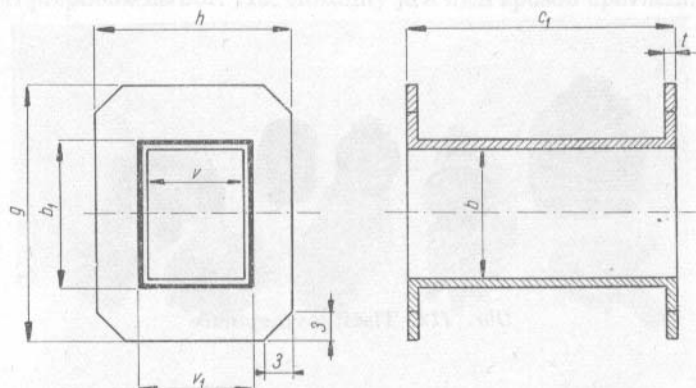
Typ jádra	Rozměry [mm]						
	b_1	b_2	c	e	f	m	t
E20	20,5	22,5	29,5	26	15	3	1
E25	25,5	28,5	37	34	20	4	1,5
E32	32,5	35,5	47	42	25	4	1,5
E40	40,5	43,5	59	50	30	4	1,5
E50	51	55	74	62	36	4	2
E64	65	69	95	77	48	4	2

Druhým typem cívkových transformátorových tělísek jsou tělíska lepená z lepenky tloušťky 1 až 3 mm. Jejich rozměry jsou na obr. 110 a v tabulce:

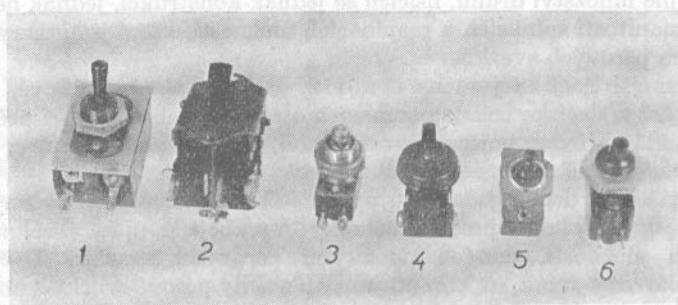
Typ jádra	Rozměry [mm]						
	b_1	v_1	c_1	g	h	t	v
E10	10,5	8,5	14,5	19,5	18	1	8
	10,5	10,5	14,5	19,5	20	1	10
	10,5	13,1	14,5	19,5	23	1	12,5
	10,5	16,8	14,5	19,5	26	1	16
E12	12,5	10,5	18,5	24,5	24	1	10
	12,5	13,1	18,5	24,5	27	1	12,5
	12,5	16,8	18,5	24,5	30	1	16
	12,5	21	18,5	24,5	34	1	20
E16	16,5	13,1	23,5	31,5	30	1	12,5
	16,5	16,8	23,5	31,5	34	1	16
	16,5	21	23,5	31,5	38	1	20
	16,5	26,5	23,5	31,5	43	1	25
E20	20,5	16,8	29,5	39,5	37	1	16
	20,5	21	29,5	39,5	42	1	20
	20,5	26,5	29,5	39,5	48	1	25
	20,5	33,5	29,5	39,5	55	1	32
E25	25,5	21	37	49,5	47	1	20
	25,5	26,5	37	49,5	53	1	25
	25,5	33,5	37	49,5	60	1	32
	25,5	42	37	49,5	68	1	40
E32	32,5	26,5	47,5	63,5	60	1	25
	32,5	33,5	47,5	63,5	66	1	32
	32,5	42	47,5	63,5	75	1	40
	32,5	52,5	47,5	63,5	85	1	50
E40	41	33,5	59,5	79,5	74	2	32
	41	42	59,5	79,5	84	2	40
	41	52,5	59,5	79,5	95	2	50
	41	67	59,5	79,5	108	2	64
E50	51	42	74,5	99,5	93	2	40
	51	52,5	74,5	99,5	104	2	50
	51	67	74,5	99,5	118	2	64
	51	84	74,5	99,5	135	2	80
E64	65	52,5	95,5	127,5	118	3	50
	65	67	95,5	127,5	132	3	64
	65	84	95,5	127,5	150	3	80
	65	105	95,5	127,5	170	3	100

7. Vypínače a přepínače

Vypínačů a přepínačů se v elektronických přístrojích používá k spínání různých obvodů, rozsahů ladění, funkcí přístroje apod. Je známa opět řada vypínačů a přepínačů, kterých se v radiotechnice nejčastěji používá.



Obr. 110. Lepená cívková tělíska pro plechy EI

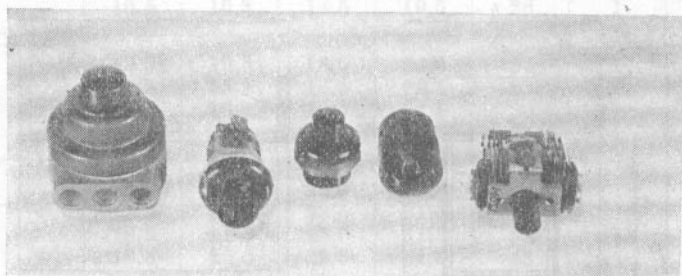


Obr. 111. Páčkové vypínače

a) Vypínače a tlačítka

Vypínače, nejčastěji *páčkové*, jsou většinou jednoduché součástky obvykle nevelkých rozměrů, které umožňují spínání či rozspínání jednoho nebo dvou vodičů. Na obr. 111 jsou zobrazeny nejčastější typy vypínačů. Výrobky označené čísly 1 až 5 většinou vyhovují, spolehlivě spínají, šesté provedení

se vyznačuje dosti častou poruchovostí páčkového mechanismu. Kontakty těchto vypínačů bývají provedeny tak, aby vydržely při napětí 250 V proud minimálně asi 2 A. K této skupině vypínačů náleží též vypínače potenciometrů, které jsou ovládány hřídelíkem. Tyto vypínače pracují zpravidla spolehlivě.



Obr. 112. Tlačítkové spínače

Konečně je třeba zařadit do skupiny spínačů též *drobná tlačítka*. V elektronických přístrojích obvykle používáme tlačítek pro nevelké proudy, nejvýše asi do 2 A, obvykle jednoduchých provedení. Tlačítek se ovšem vyrábí neobyčejné množství druhů, lišících se jednak konstrukcí, jednak neobyčejnou rozmanitostí spínacích a rozpínacích možností, které jsou dány volbou použitých pérových svazků.

Nejběžnější tlačítka jsou na obr. 112. Tlačítko tzv. zvonkové, tlačítko k zapuštění a tlačítko s řadou spínacích a rozpínacích možností určené pro slaboproudá zařízení, nejčastěji v telefonii, to jsou hlavní druhy, s nimiž se setkáme v řadě nejrůznějších obměn.

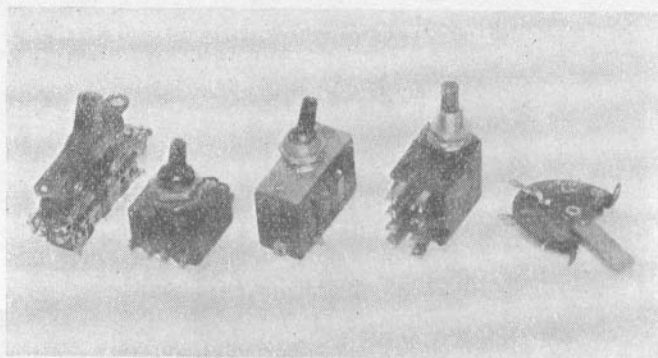
Ze zvláštních druhů jsou to typy *tlačítek prosvětlovacích*, určených pro nejrůznější účely slaboproudé techniky. Vyrábějí se opět s celou řadou spínacích možností, daných použitými pérovými svazky. Tlačítko je obvykle kovový držák, na kterém jsou upevněny pérové svazky s kontakto-
vými péry pro prosvětlovací žárovku, která při stlačení tlačítka svítí uvnitř jeho tělesa, jež má vyčnívající část z průsvitné hmoty, nejčastěji bílé. Tlačítko se k panelu připevňuje šrouby.

b) Přepínače

K přepínání různých funkcí a obvodů se v radiotechnice používá nejrůznějších přepínačů, buď páčkových, otočných, posuvných nebo tlačítkových.

Jednoduché přepínače páčkové

Páčkové přepínače se velmi podobají páčkovým vypínačům, liší se však tím, že mají možnost nejen vypnutí, ale i zapnutí jednoho nebo dvou obvodů. Jsou to jednoduché přepínače, u kterých se přepnutí uskutečňuje převážně přeložením páčky z jedné polohy do druhé. Tak jsou také řešeny první tři přepínače na obr. 113. Rozdílný je u nich způsob upevnění.



Obr. 113. Páčkové přepínače

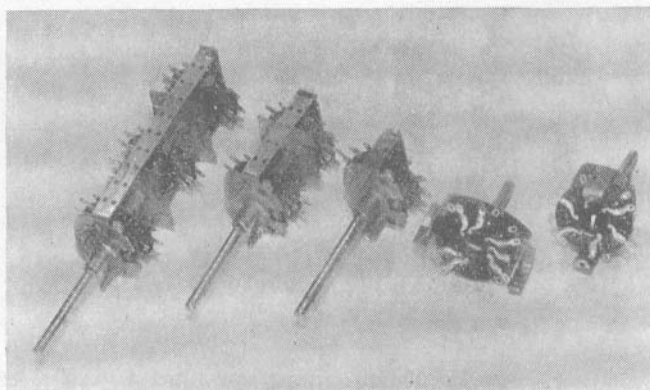
Otočné přepínače

Pod pojmem přepínač si každý radioamatér nejčastěji představí některý z otočných přepínačů, užívaných k volbě vlnového rozsahu. Tyto přepínače jsou skutečně nejrozšířenější. Obr. 114 ukazuje skupinu několika těchto přepínačů, od trojitého přepínače určeného k přepínání složitých zapojení a obvodů vlnových rozsahů, až po jednoduché typy. Uvedená provedení se však neliší jen počtem přepínacích desek, ale též polohou, umístěním a počtem spínacích per a tím i počtem aretačních poloh.

Z obrázku je patrné, že přepínače se vyrábějí i se dvěma, třemi i více přepínacími kotoučky, upevněnými v držácích z páskové oceli. Mezi jednotlivými přepínáčovými kotoučky jsou v držácích umístěny stínící plechy.

Vlnové přepínače typu PK533 lze upevnit opět několika způsoby, pro které jsou jednotlivé typy upraveny. Nejobvyklejší je např. typ 53317, u něhož rovnoběžně s osou vyčnívají na roztečné vzdálenosti 40 mm dva šroubky M3, jimiž se přepínač v příslušných otvorech upevní. Jiné je upevnění třmeny se závitem M3, takže se přepínač upevní vlastně zezadu. Konečně třetím způsobem je upevnění pomocí dvou šestihranů se závitem M3 ve vzájemné vzdálenosti opět 40 mm, v přední části čelní desky.

Předností popsaných otočných vlnových přepínačů je dobrá a spolehlivá funkce, dobré doteky a malý přechodový odpor. Kontakty jsou smykové, což zajišťuje jejich stálé čištění. Mezi přednosti náleží i současné ovládání všech kotoučků, dobrá funkce i na krátkovlnných rozsazích a vcelku nízká cena. Kapacita mezi pery a pertinaxové destičky jsou hlavní příčinou, proč se těchto přepínačů nepoužívá na vysokých kmitočtech.

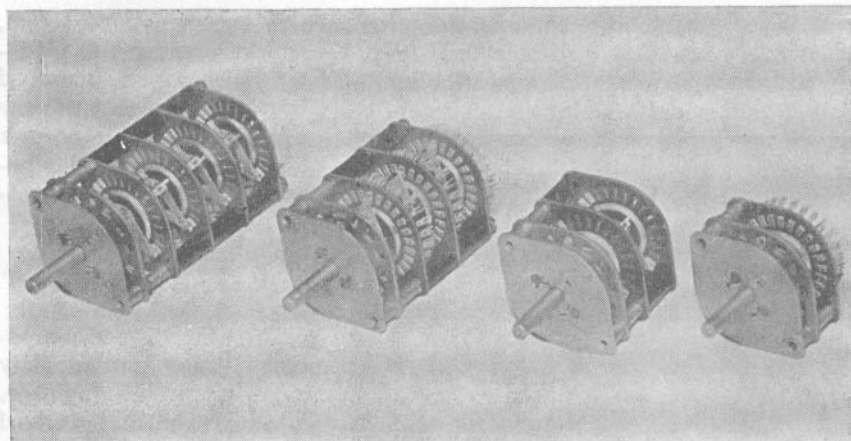


Obr. 114. Otočné vlnové přepínače Tesla

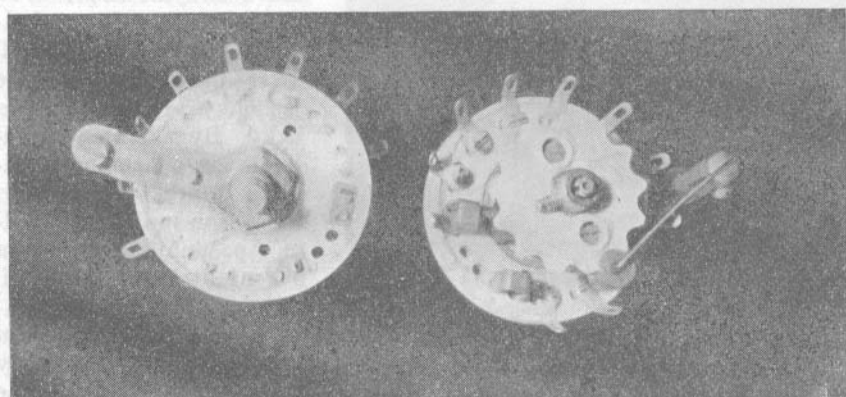
Jiným druhem otočných přepínačů jsou tzv. *řadiče*, označené 1AK55801 až 55831 (obr. 115). Řadiče jsou jednopólové přepínače pro 15 nebo 26 poloh, skládající se z vlastní nosné kovové destičky s aretací, ke které se připojují 1 až 4 pertinaxové destičky s kontakty. Na každé destičce může být až 26 kontaktů přepínaných a jeden sběrací. Spínání lze upravit buď pro každou polohu, tj. 26 přepínaných míst, nebo ob jednu polohu pro 13 přepínaných míst.

Vlastnosti řadičů velmi dobře vyhovují pro řadu použití. Mezi jednotlivými kontakty může být přivedeno napětí až $140 V_{ss}$ nebo $100 V_{st}$. Výrobce povoluje proudové zatížení kontaktů 1 A při odporovém zatížení nebo 0,6 A při zatížení indukčním, přepínaný výkon maximálně 25 VA. Se zřetelem na kapacitu mezi sousedními kontakty 1 pF a kostry proti sběrací asi 3,5 pF je třeba uvážit vhodnost použití pro daný účel.

Při spínání v obvodech vysokých kmitočtů nebo vyšších napětí nevyhovuje ani jeden z uvedených přepínačů, a proto je vhodné užívat *přepínačů keramických*. Dnes se vyrábí několik druhů těchto přepínačů a bude vhodné uvést jako vzor alespoň dva typy. Na obr. 116 je keramický přepínač Tesla QN55700. Přepínač má 11 nebo 12 poloh; jednotlivé desky nelze běžným způsobem řadit za sebe. Upevnění je středovou maticí se závitem M8.



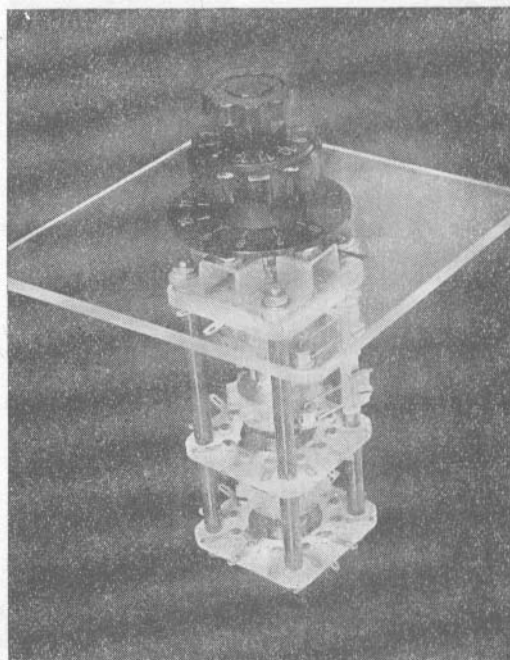
Obr. 115. Řadiče



Obr. 116. Keramický přepínač QN55700

Dokonalejší přepínač je na obr. 117. Konstrukčně se shoduje s předešlým, má proti němu však několik předností. Především to, že lze řadit za sebou destičky v téměř libovolném počtu a jejich vzájemnou vzdálenost volit podle potřeby vhodnou délkou distančních trubiček. Hlavní hřídel může být buď společný všem destičkám, tj. všechny přepínače jsou ovládány souhlasně, nebo mohou být hřídele dva, jak vidíme na obrázku. Jedním knoflíkem potom ovládáme přepínání na jedné destičce, druhým na ostat-

ních. Předností tohoto keramického přepínače je opět smykové řešení, při němž se kontakty a sběrače čistí samy. Keramické přepínače se především osvědčují v obvodech vysokých kmitočtů a vyšších napětí, kde musí být větší izolační odpory a malé ztráty, ale naopak nepatrné přechodové odpory a možnost spínání větších výkonů.



Obr. 117. Keramický přepínač ZPA

močisticí kontakty, z mosazného plechu, tlustě postříbřené, lišty jsou z pertinaxu. Přepínač se na panelu upevňuje podél jeho delší strany, tedy tak, jak v zapojení přístroje postupují obvody za sebou, čím se dosáhne krátkých spojů. To je pro činnost zesilovače s velkým zesílením nutné proto, aby se získaly výhodné kmitočtové vlastnosti a zabránilo se vzniku různých vazeb apod.

Tlačítkové přepínače

Tlačítkové přepínače se rozšířily hlavně v posledních letech, když byla technologicky zvládnuta jejich konstrukce. Ovládání obvodů tlačítky je nejen moderní, ale též velmi účelné řešení, protože i v tomto případě lze tlačítky dosáhnout zkrácení přívodů, především u obvodů s cívkovými

Posuvné přepínače

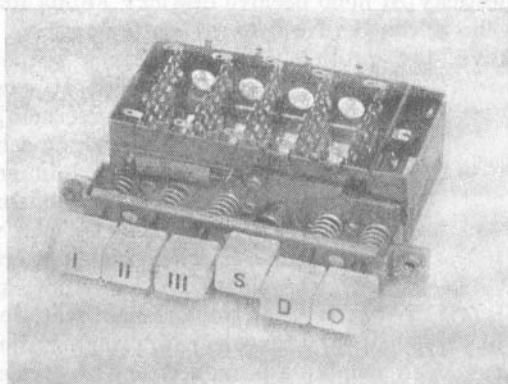
Pro některé speciální potřeby jsou konstruovány zvláštní posuvné přepínače, kde přepnutím dochází k změně propojení u řady kontaktů. Mají význam u zařízení, kde se funkčně užívá obvykle např. dvou poloh (magnetofon: nahrávání — reprodukce) apod. Tvar takového přepínače je obvykle podlouhlý a úzký. Bývá tvořen dvojitou lištou, opatřenou vhodnými kontaktními pery, která jsou spojována střední, posuvující se lištou s kontaktními spojkami. Přepínač má smykové, sa-

soupravami. K těmto účelům se také tlačítek nejčastěji používá a těžko si dnes představíme moderní přijímač bez tlačítek. S tlačítky se velmi často setkáváme také u magnetofonů, dále při ovládání různých elektronických zařízení, reprodukčních soustav apod. Po elektrické stránce jsou tlačítka rovnocenná otočným přepínačům, protože mají též smykové kontakty na pertinaxových destičkách.

Konstruktivně jsou tlačítkové přepínače řešeny obvykle dvěma způsoby. Buď spínají a rozpínají obvody *zatlačení* tlačítka dovnitř vlastního tělesa, nebo *stlačením* kolmo k tělesu. Na obr. 118 je tlačítkový přepínač, používaný k volbě vlnových rozsahů u přijímače Tesla pro automobily s konstrukcí zatlačovací. Zamáčknutím příslušného tlačítka dovnitř se spojí nebo rozpojí několik obvodů.

Stlačovací tlačítka jsou rovnocenná zatlačovací; jediný rozdíl je v nutnosti použití pákového převodu svislého pohybu na pohyb vodorovný.

Výhodou těchto tlačítkových přepínačů jsou krátké spoje, snadná obsluha (jedním pohybem je spojeno nebo rozpojeno dostatečné množství obvodů, obvykle asi 8). K přednostem patří i možnost funkčního ověření zapojené jednotky před vestavěním do přístroje. To je důležité nejen při sériové výrobě, ale i při zhotovení jednotlivých přístrojů v radioamatérské praxi, protože při závadě lze poruchu daleko snadněji nalézt. Snad jedinou nevýhodou tlačítek je to, že v některých případech dochází po čase k zhoršení činnosti, nejčastěji vlivem oxysličení kontaktů, popř. poruchou někdy dosti složitého přepínacího mechanismu. Oxysličení kontaktů se odstraní obroušením jemným smirkovým plátnem. Při broušení je ovšem nutno dát pozor, aby chom kontakty nezohýbali a přepínač tak nezničili.



Obr. 118. Tlačítkový přepínač zatlačovací

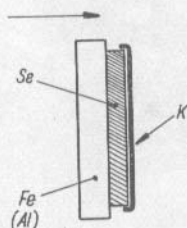
8. Stykové usměrňovače

K usměrňování střídavých napětí se v radiotechnice kromě elektronek vakuových a plněných plynem používá stykových usměrňovačů selenových, dnes již nahrazovaných polovodiči.

Snad největší předností stykových usměrňovačů je jejich dlouhý život, který je mnohokrát delší než u běžných elektronek, velká účinnost a menší rozměry, než mají elektronky. To jsou důvody, proč se dává stykovým usměrňovačům přednost před elektronkami.

a) Selenové usměrňovače

Selenový usměrňovací článek (obr. 119) se skládá z nosné hliníkové destičky Al nebo ocelové destičky Fe, na níž je nanášena vrstva polovodivého selenu Se. Na tuto vrstvu je nanášena sběrací vrstva dobře vodivého kovu, tzv. protielektroda K. Článek propouští proud směrem od selenu k protielektrodě, tj. v tzv. propustném směru. V opačném směru, závěrném, proud nepropouští, uzavírá. Je pochopitelné, že schopnost usměrňovače propouštět proud jen jedním směrem a druhým ho zadržovat, je omezena. Průchodem proudů se usměrňovač zahřívá, a to tím více, čím větší proud prochází.

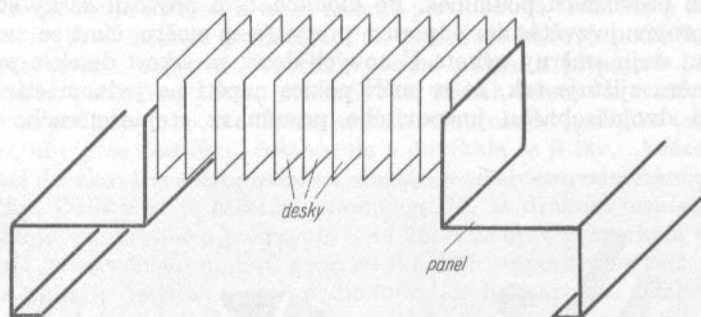


Obr. 119. Princip stykových usměrňovačů

U selenových usměrňovačů rozeznáváme několik elektrických hodnot, které je charakterizují a které je třeba respektovat. Je to především jmenovitý stejnosměrný proud. To je střední velikost usměrňovaného proudu, který lze trvale z článku odebírat. Jeho hodnota je pro každý článek udána a řídí se velikostí desky článku. Velikost jmenovitého proudu se udává obvykle pro jednocestné zapojení a činnou zátěž. Při kapacitní zátěži (kondenzátorem nebo baterií) lze usměrňovač zatěžovat pouze asi 80 % jmenovitého proudu. Pokud pro požadovaný proud nestačí články ani největších rozměrů, nebo se musí použít článků menších, než odpovídá potřebnému stejnosměrnému proudu, lze články řadit paralelně, aby se mohlo zvětšit zatížení. Další charakteristickou veličinou je jmenovité stejnosměrné napětí. To je opět střední hodnota výstupního stejnosměrného napětí a je dána počtem selenových článků řazených do série bez ohledu na jejich velikost. Počítá se asi 7,5 až 10 V jmenovitého stejnosměrného napětí při činné zátěži, které můžeme z jednoho článku odebírat. Konečně je důležitá hodnota napětí závěrného, což je největší přípustná hodnota napájecího střídavého napětí sinusového průběhu, které lze na jeden článek přivést. Výrobce dodává selenové články ve dvou hodnotách závěrného napětí. Jednak pro 20 V_{st} napětí a dále pro 25 V_{st} napětí na jeden článek. Charakteristické hodnoty selenových článků jsou uvedeny v tabulce na str. 117.

Uvedené hodnoty jmenovitého usměrňovaného proudu mohou být krátkodobě překročeny o 20% v tom případě, že teplota desek nepřekročí 65 °C. Protože se desky při provozu zahřívají, je třeba je montovat tak, aby bylo

Rozměry desky [mm]	Jmenovitý stejnosměrný proud [A]		
	jednocestné zapojení	dvoucestné zapojení	místkové zapojení
Kruhové desky			
∅ 10	0,015	0,030	0,030
∅ 18	0,040	0,080	0,080
∅ 25	0,075	0,15	0,15
∅ 35	0,15	0,30	0,30
∅ 45	0,30	0,60	0,60
∅ 67	0,65	1,3	1,3
∅ 84	1,2	2,4	2,4
∅ 112	2,4	4,5	4,5
Čtvercové desky			
16 × 16	0,040	0,075	0,075
23 × 23	0,075	0,15	0,15
32 × 32	0,15	0,3	0,3
40 × 40	0,3	0,6	0,6
60 × 60	0,6	1,2	1,2
75 × 75	1,2	2,4	2,4
100 × 100	2,0	4,0	4,0
100 × 200	5,0	10,0	10,0
100 × 300	7,5	15,0	15,0
150 × 300	10,0	20,0	20,0
200 × 300	15,0	30,0	30,0
200 × 450	25,0	50,0	50,0

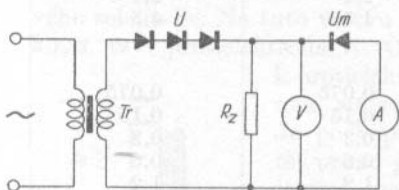


Obr. 120. Svislé upevnění selenových článků umožňuje jejich dobré chlazení proudícím vzduchem

umožněno jejich dobré chlazení. Desky se upevňují zásadně ve svislé poloze a velmi často se pod nimi vhodným způsobem vyřízne v kostře otvor, aby jim zespodu mohl proudit vzduch, kterým se desky ochlazují. Takové řešení ukazuje obr. 120. Selenové usměrňovače mají normální provozní teplotu

nejvýše 35 °C. Při vyšších provozních teplotách se zmenšuje hodnota hlavně jmenovitého stejnosměrného proudu, a to tak, že např. při teplotě kolem 50 °C lze z článku odebrat asi 50 až 60 % jmenovité hodnoty proudu. Při teplotě 60 °C je to 30 až 45 % a při teplotě 70 °C už jen 10 % hodnoty proudu.

Pro lepší odvod tepla se někdy mezi jednotlivé články usměrňovače vkládají tlustší vložky, aby se zvětšila jejich vzájemná vzdálenost a tím se zlepšilo i jejich chlazení. Jestliže se z konstrukčních důvodů volí takové upevnění, kdy články jsou uloženy vodorovně, jeden nad druhým, je třeba uvážit, že bude možno odebrat jen menší proud.

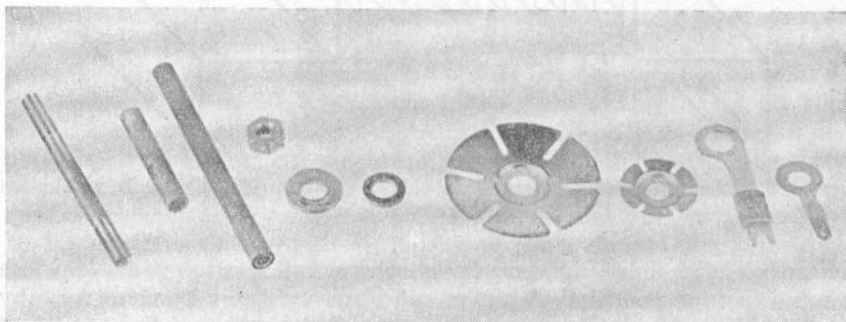


Obr. 121. Zapojení k měření selenových článků

Selenové články se musí chránit před rtuťovými parami, které je mohou i při nepatrné koncentraci úplně zničit. Stejně tak škodí selenovým článkům výpary kyselin nebo žíravých plynů (čpavku apod.). V takovém prostředí je třeba selenové články chránit ponořením do olejové lázně, nebo namáčením do speciálního olejového laku, který vytvoří na povrchu desek ochrannou vrstvu, zabráňující přístupu škodlivých výparů.

Je ovšem třeba uvážit, že následkem těchto ochranných prostředků se desky hůře chladí.

Život selenových desek je několik desítek tisíc hodin a závisí na dodržování provozních podmínek. Po dlouhodobém provozu desky stárnou, což se projevuje zvětšením odporu v propustném směru, čímž se zmenšuje výstupní stejnosměrný výkon. U nových desek se jakost desek v propustném směru zjišťuje tak, že se měří pokles napětí na jednom článku při průtoku dvojnásobného jmenovitého proudu ze stejnosměrného zdroje



Obr. 122. Součásti selenového usměrňovače

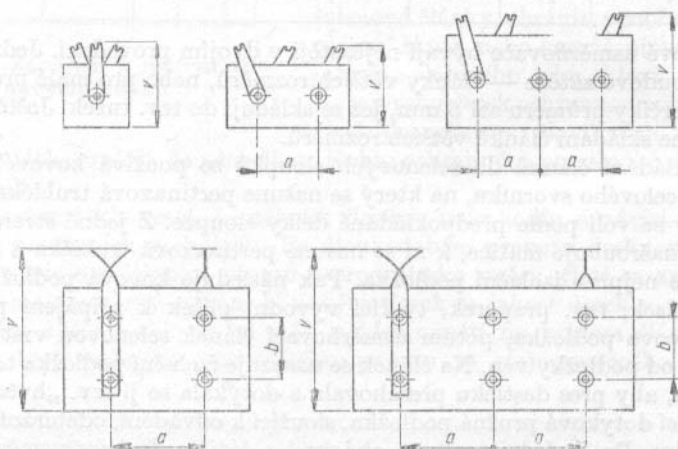
se zvlněním maximálně 5 %. Přípustná mez poklesu je 1,2 V. Důležitější měření při zjišťování jakosti desek je měření v závěrném směru. Z transformátoru Tr (obr. 121) se odebírá napětí takové velikosti, aby po usměrnění dávalo na zatěžovacím odporu R_z napětí 8,1 V jednocestně usměrněného, pulsujícího proudu. Tato hodnota totiž odpovídá 18 V střídavého napětí s potlačenou půlvlnou, při kterém se měří největší přípustná velikost proudu v závěrném směru. Toto měření je důležité, neboť určuje jakost selenového článku. V obvodu je zařazen měřený článek U_m a měří se proud, který jím protéká. Naměřená hodnota je střední hodnotou proudu a s čtením je třeba několik minut počkat, až se článek zformuje a proud se již dále nezmenšuje. U dobrých článků naměříme tyto proudy v závěrném směru:

Rozměr desky mm	16 × 16	23 × 23	32 × 32	40 × 40	60 × 60	75 × 75	100 × 100
Proud v závěrném směru mA	2,5	4,4	8,8	17,6	35,2	70,0	140

Selenové usměrňovače bývají nejčastěji v dvojím provedení. Jednak pro větší proudové zátěže — články větších rozměrů, nebo pro malé proudy — kulaté terčíky průměru asi 5 mm, jež se skládají do tzv. tužek. Ještě si však všimneme skládání článků větších rozměrů.

Při skládání článků do selenových sloupků se používá kovového, nejčastěji ocelového svorníku, na který se nasune pertinaxová trubička. Délka trubičky se volí podle předpokládané délky sloupce. Z jedné strany se na svorník našroubuje matice, k ní se nasune pertinaxová trubička a na ni se navlékne nejprve izolační podložka. Pak následuje kovová podložka, mosazný pásek, tzv. praporek, tvořící vývodní plíšek k připájení přívodu, opět kovová podložka, potom usměrňovací článek selenovou vrstvou odvrácený od podložky ven. Na článek se nasazuje izolační podložka takového průměru, aby přes destičku přesahovala a dotýkala se jí tzv. „hvězdička“, tj. sběrací dotyková pružná podložka, sloužící k odvádění, odebírání proudu z destičky. Další sled je celkem obdobný a řídí se druhem usměrňovače. Buď se stejným způsobem pokračuje a na konci se opět praporek vyvede druhý pól usměrněného napětí, nebo se skládají praporky dovnitř usměrňovače a polarita destiček se volí podle toho, jde-li o zapojení usměrňovače dvojecestného nebo můstkového. Nakonec se celek na svorníku pevně stáhne maticí, která je od vlastního usměrňovače oddělena izolační podložkou. Na svorníku vždy zůstává po obou stranách jistá část se závitem pro upevnění sloupce. Nikdy nesmíme zapomenout na dobrou izolaci článků proti kostře, tj. proti svorníku. Pertinaxová trubička tedy přikrývá svorník od jednoho konce ke druhému a z obou stran jsou vloženy izolační podložky. Selenové články se vyrábějí s rozměry uvedenými na obr. 123 a jsou uvedeny přehledně v této tabulce:

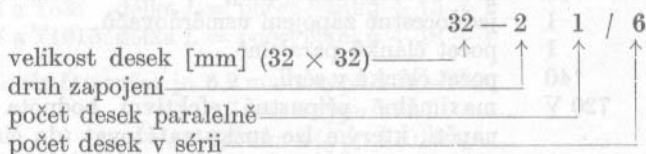
Rozměr desek mm	Výška desky s vývody rozměr [mm]	Počet a tloušťka svorníků	Rozměry mm	
			a	b
16 × 16	24	1 M4		
23 × 23	32	1 M4		
32 × 32	41	1 M4		
40 × 40	50	1 M4		
60 × 60	75	1 M8		
75 × 75	92	1 M8		
100 × 100	118	1 M8		
100 × 200	118	2 M8	100	
100 × 300	118	2 M8	200	
150 × 300	177	3 M8	100	
200 × 300	262	4 M8	150	100
200 × 450	262	6 M8	150	100



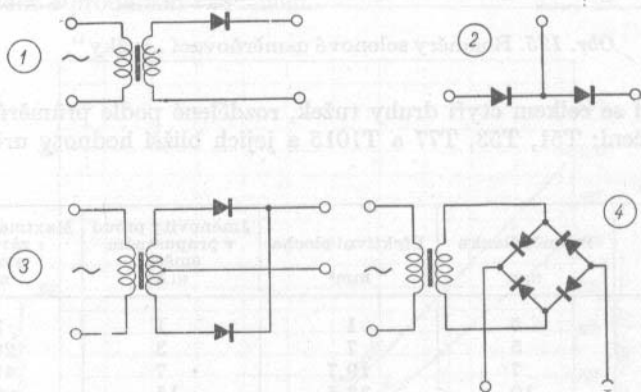
Obr. 123. Rozměry selenových desek

Usměrňovače se sestavují do sloupců pro napětí od 7,5 V a zatížení 40 mA až pro napětí několika set voltů a proudy desítek ampérů. Sloupce jsou jemně odstupňovány pro nejrůznější hodnoty napětí a proudu, takže výrobce dodává několik set druhů usměrňovačů. Usměrňovače mají typové označení, ve kterém je udána velikost desek, druh zapojení, pro které je usměrňovač určen, počet desek paralelně a počet desek zapojených v sérii. Celkový počet desek ve sloupci snadno spočítáme znásobením po ledních tří čísel označení. Tak např. označení 32-2 1/6 říká, že v jednocestném zapojení

se středním vývodem z desek 32×32 mm je v sérii vždy 6 desek. Celkové množství desek je 12 kusů ($2 \times 1 \times 6$). Typové označení se udává podle tohoto příkladu:



K přesnému stanovení typového označení musíme ovšem znát též způsob značení druhu zapojení. Přehledně jsou tyto druhy na obr. 124. Na obrázku jsou vyznačeny celkem čtyři druhy zapojení, jichž se v radiotechnice nejčastěji užívá. Zapojení 1 je jednocestné, 2 jednocestné se středním vývodem, 3 dvoucestné a 4 můstkové.



Obr. 124. Schéma skládání desek

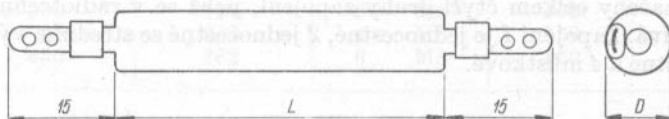
Selenové usměrňovače — tužky

Skládání selenových článků malých průměrů do tužek se dělá přímo v továrně. Jednotlivé usměrňovací články jsou skládány na sebe jedním směrem a v trubičce z tvrdého papíru navzájem stlačeny pružinou. Skládání je tedy jen sériové.

Usměrňovací selenové tužky, vyráběné v ČSSR, mají normalizované označení, skládající se z písmenného a číselného kódu, jehož význam ukáže následující příklad:

označení T 1015 11/40
 720 V 15 mA ss

význam	T	je označení pro tužkový usměrňovač,
	10	průměr článku (\varnothing 10 mm),
	15	proudové zatížení [mA],
	1	jednocestné zapojení usměrňovačů,
	1	počet článků paralelně,
	40	počet článků v sérii,
	720 V	maximálně přípustná efektivní hodnota střídavého napětí, kterým lze tužku zatěžovat (do činné zátěže),
	15 mA	přípustný stejnosměrný proud při jednocestném usměrnění, který lze z tužky odebrat.



Obr. 125. Rozměry selenové usměrňovací „tužky“

Vyrábějí se celkem čtyři druhy tužek, rozdělené podle průměrů článků. Mají označení: T51, T53, T77 a T1015 a jejich bližší hodnoty určuje tato tabulka:

Typ	Průměr článku mm	Efektivní plocha mm ²	Jmenovitý proud v propustném směru mA	Maximální proud v závěrném směru mA
T51	5	1	1	30
T53	5	7	3	200
T77	7	19,7	7	400
T1015	10	38,5	15	800

Udaným proudem v propustném směru lze tužku zatížit při jednocestném zapojení a odporovém zatížení. Hodnota proudu v závěrném směru odpovídá proudu tekoucímu článkem v závěrném směru při připojení efektivního napětí 18 V, je-li potlačena půlvlna průtokového proudu. Účinnost selenových tužkových usměrňovačů je asi 80 až 85 %. Všechny uvedené velikosti se vyrábějí v 56 druzích, které se navzájem liší počtem článků v sérii a tedy napětím. Jde celkem o 224 druhů tužek, které jsou provedeny tak, že do pertinaxové trubičky vhodného průměru, uzavřené koncovými čepičkami s barevnými izolačními trubičkami (červená = +, modrá = -), je vložen potřebný počet selenových článků. Dokonalý dotyk a utěsnění zajišťují pružinky, konce vývodů jsou pocínovány a celá pertinaxová trubička je impregnována izolačním lakem. Délky vývodů jsou

15 mm, délka vlastní trubičky je určena počtem článků v trubičce a vypočítá se snadno takto:

u typu T51 a T53: délka $L = \text{počet článků} + 15 \pm 1$

u typu T77 a T1015: délka $L = \text{počet článků} + 18 \pm 1$

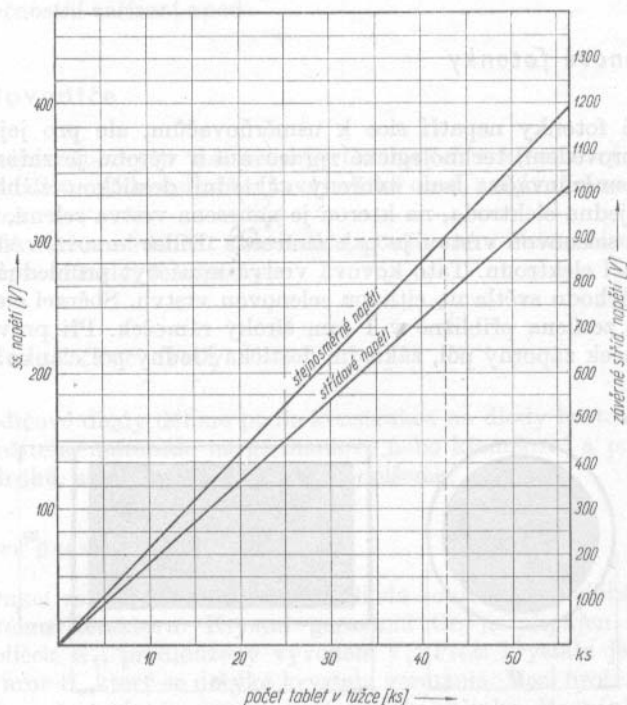
Přitom průměr D u tužek je 6,2 mm u typů T51 a T53

8,5 mm u typu T77

a 12,5 mm u typu T1015

Pro určení typu tužky a potřebného střídavého napětí pro požadované napětí stejnosměrné a naopak s přesností $\pm 3\%$ lze použít nomogramu na obr. 126.

Při montáži tužky je třeba dbát toho, aby pájení přívodů trvalo krátkou dobu a destičky se teplotou při pájení nepoškodily. Tužku samu lze upevnit v libovolné poloze, ale tak, aby kolem ní bylo vždy studené prostředí, pokud možno s proudícím vzduchem.



Obr. 126. Nomogram pro výpočet tužkových usměrňovačů

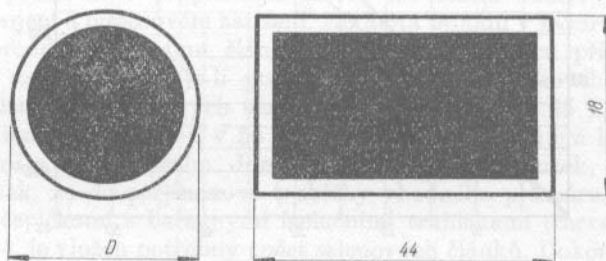
b) Kuproxydové usměrňovače

Princip kuproxydového usměrňovače je obdobný jako princip usměrňovače selenového. Na měděné destičce je vrstva kysličníku mědi, na kterou je přitlačována destička olova. V tomto případě dochází opět k usměrňujícímu účinku kombinace měď — kysličník — olovo. Nejznámější z kuproxydových usměrňovačů jsou tzv. „švábi“, jak jsou běžně nazývána malá provedení těchto usměrňovačů.

Výhodou kuproxydových usměrňovačů je strmější charakteristika s výraznějším kolenem, pro kterou se jich používá hlavně u ručkových měřidel k usměrňování střídavých napětí technických kmitočtů. Jinou výhodnou vlastností je to, že do jisté míry vydrží přetížení. Naproti tomu značnou jejich nevýhodou je teplotní závislost, dosti velká kapacita, dosti značný úbytek napětí na měřicím článku, obvykle kolem 0,5 až 1 V. Proto se od používání kuproxydových usměrňovačů dnes upouští a užívá se usměrňovačů polovodičových.

c) Selenové fotony

Selenové fotony nepatří sice k usměrňovačům, ale pro jejich velmi příbuzné provedení, technologické zpracování a výrobu je zařazujeme za stykové usměrňovače. Jsou tvořeny základní destičkou z hliníkového plechu — jedna elektroda, na kterou je nanášena vrstva selenu, citlivá na světlo. Na selenovou vrstvu je pak nanášena druhá kovová vrstva, která tvoří sběrací elektrodu. Tato kovová vrstva musí být průhledná, aby nebránila průchodu světla na citlivou selenovou vrstvu. Sběrací elektroda je v okrajích zesílena přibližně v 1 mm široký rámeček. Při provozu tvoří tento rámeček záporný pól, základní destička kladný pól článku. Selenové



Obr. 127. Rozměry selenových fotonek

fotonky mají kruhový nebo obdélníkový tvar a jejich rozměry a hodnoty jsou uvedeny v tabulce:

Typ	SF \varnothing 25	SF \varnothing 45	SF \varnothing 67	SF 18 \times 44
Účinná plocha [cm ²]	3,2	12	27	5,6
Fotoelektrický proud [μ A]	200	650	1000	300
Vnitřní odpor [Ω]	2000	650	300	1500
Spektrální citlivost [A°]	všechny 3000 až 9000			

Selenové fotonky se hodí k měření intenzit osvětlení do luxmetrů, osvitoměrů, pro různé počítač a registrační obvody u zařízení hromadné výroby, pro bezpečnostní zařízení apod.

9. Polovodiče

Po zjištění výborných vlastností germaniových a křemíkových krystalů jako polovodičů vznikl velmi brzy celý vědní obor, zabývající se výzkumem těchto látek.

V zásadě můžeme rozdělit polovodiče, používané v elektronice, na diody, triody, popř. tetrody, termistory.

a) Polovodičové diody

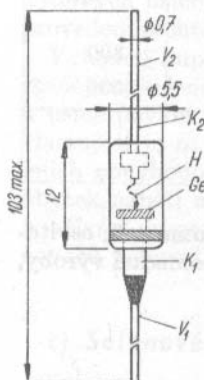
Polovodičové diody dělíme podle konstrukce na diody hrotové a plošné, podle použitého materiálu na germaniové nebo křemíkové a podle použití na řadu druhů, které v dalším výkladu popíšeme.

Hrotové germaniové diody

Konstrukcí se germaniová hrotová dioda (obr. 128) podobá známému krystalovému detektoru. Krystal germania Ge je připájen na kovový vodič kolíček K_1 , prodloužený vývodem V_1 . Proti krystalu je odpruženě upevněn hrot H, který se dotýká krystalu germania. Mezi hrotem a krystalem vznikne přechodová vrstva s usměrňujícími účinky. Hrot je opět zesílen kovovým kolíčkem K_2 , prodlouženým opět drátovým vývodem V_2 . Celek

je kryt obvykle skleněnou trubičkou, do které jsou zataveny oba mosazné vodičí kolfčky. Dioda je i při nepatrných rozměrech mechanicky pevná, lehká, vzduchotěsná.

Různé typy diod se liší jednak velikostí předního proudu (v propustném směru), jednak velikostí zpětného proudu a konečně velikostí závěrného napětí, které dioda vydrží, aniž se poškodí. Snad nejcennější vlastností germaniové hrotové diody je usměrňování kmitočtů od nejnižších až do stovek megahertzů. Hrotových germaniových diod se používá nejčastěji



Obr. 128. Germaniová dioda

k detekci malých napětí s kmitočty až do několika set megahertzů,

k usměrnění malých napětí a proudů asi do 35 V_{ss} a 10 mA (např. předpětí elektronek, elektronkové voltmetry apod.),

v [směšovačích kmitočtů do několika set megahertzů, v násobičích kmitočtů opět až do několika set megahertzů,

pro kmitočtovou modulaci,

pro spínač účely v elektronických počítačích strojích.

Vedle nevýhod již uvedených je nutno ještě uvést trvalý zpětný proud (v závěrném směru), jehož velikost je dána typem diody a použitým napětím.

Germaniové diody mají tyto charakteristické údaje:

U_{prov} je provozní závěrné napětí,

U_{max} mezní závěrné napětí (maximální závěrné napětí),

I_{ss} usměrňený přední proud (v propustném směru),

I_{max} mezní usměrňený přední proud (v propustném směru),

I_{imp} mezní usměrňený přední proud (v propustném směru) při impulsovému provozu,

I_d zpětný proud (v závěrném směru) při stejnosměrném napětí U_d ,

U_d stejnosměrné napětí na diodě.

V tabulce na str. 127 jsou údaje československých germaniových hrotových diod.

U znaků, jimiž jsou diody označovány, udává první číslo typ diody, písmena NN značí, že jde o hrotové germaniové diody, čísla 41 označují skleněné provedení. Mimoto jsou diody značeny obvykle ještě barevným proužkem na skleněném pouzdře, který označuje nejen typ, ale též katodu diody.

Typ	U_{prov}	U_{max}	I_{ss}	I_{max}	I_{imp}	I_d	U_d	
	V	V	mA	mA	mA	μA	V	
1NN41	— 20	— 25	15	150	500	100	— 10	
2NN41	— 50	— 55	15	150	500	1600	— 50	
3NN41	— 60	— 75	15	150	500	800	— 50	
4NN41	— 85	— 90	12	150	500	50	— 10	
5NN41	— 100	— 120	10	100	500	833	— 50	
6NN41	— 20	— 25		D e t e k t o r			625	— 100
7NN41	— 10	— 15	15	150	500	6	— 3	
						100	— 10	

Hrotové křemíkové diody

Křemíkové hrotové diody se od germaniových diod liší pouze technologickým složením. Krystal hrotové křemíkové diody je tvořen monokrystalem čistého křemíku.

Křemíková hrotová dioda vydrží proti germaniové diodě podstatně nižší závěrné napětí, avšak vzhledem k možnosti zpracování i velmi vysokých pracovních kmitočtů je nepostradatelným prvkem při konstrukci zařízení pro vysoké kmitočty až asi do 30 000 MHz, v nichž se uplatňují jak pro detekci, tak i pro směšování a násobení kmitočtů a usměrňování velkých výkonů. Rozsah jejich provozních teplot je však větší, od -50 do $+150$ °C. Údaje čs. křemíkových hrotových diod jsou v tabulce:

Typ	21NQ50	22NQ50	23NQ50	31NQ50	32NQ50	33NQ50	34NQ50
Mezní pracovní kmitočet [MHz]		3000				10000	
Příkon z oscilátoru (výkon lokál. oscilátoru v přijímači) [mW]		0,5	0,5	—	1	1	1
Maximální směšovací ztráta [dB]		8,5	7,0	—	10,0	8,0	6,5
Maximální šumová teplota		4,0	2,0	—	3,0	2,7	2,7
Vstupní odpor mf zesilovače [Ω]	400	400	400	300	300	300	300
Odpor v propustném směru [Ω]	menší než 500						
Odpor v závěrném směru [Ω]	větší než $10 \times$ odpor v propustném směru						
Doporučené použití	detektor	směšovač	detektor	směšovač	detektor	směšovač	směšovač

Maximální směšovací ztráta je poměr výkonu dodávaného anténou k výkonu odevzdanému do mezifrekvenčního transformátoru.

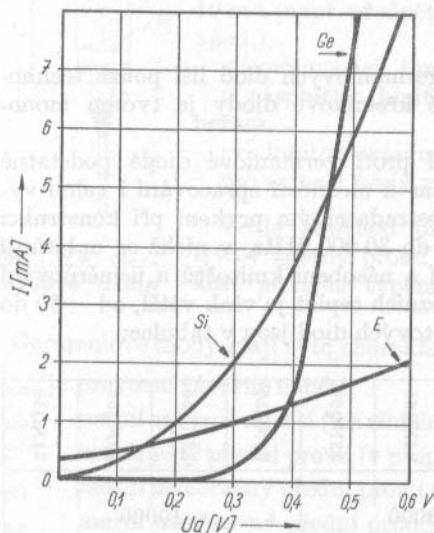
Maximální šumová teplota: dioda má šum jako odpor stejné ekvivalentní hodnoty, který by byl zahřát na hodnotu X (podle tabulky), vyšší než 290 °K (stupňů Kelvina).

Porovnání hrotových germaniových a křemíkových diod s vakuovými elektronkami

Germaniové a křemíkové hrotové diody mají menší odpor v propustném směru než diody elektronkové (50 až 200 Ω u hrotových diod proti asi 1000 Ω u elektronek). Naproti tomu

i v závěrném směru protéká germaniovými i křemíkovými diodami určitý malý zpětný proud, kdežto u elektronek je tento proud téměř nulový. Na obr. 129 jsou pro srovnání uvedeny charakteristiky všech uvažovaných usměrňovačů, z nichž vyplývá, že pro usměrnění malých napětí je nejvhodnější dioda křemíková (Si), pak germaniová (Ge) a v poslední řadě vakuová elektronka (E).

Zpětný proud křemíkových diod je menší než u germaniových. Teplotní závislost a rozsah pracovních teplot je u křemíkových diod výhodnější než u germaniových, elektronkové diody jsou však v tomto směru nejlepší.

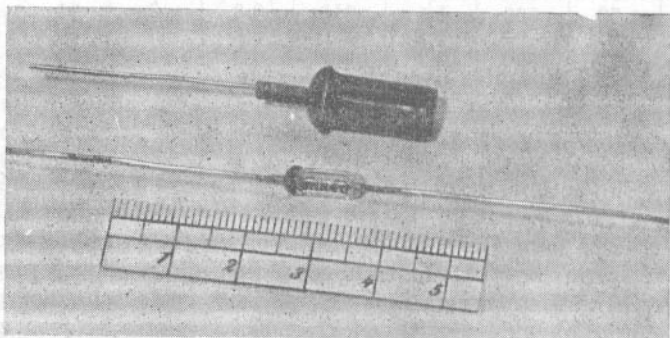


Obr. 129. Charakteristiky polovodičových a elektronkových usměrňovačů

Germaniové plošné diody

Plošné germaniové diody pracují na stejném principu jako krystalové diody hrotové. Konstrukčně jsou upraveny tak, aby diodou mohly procházet podstatně větší proudy. Bylo třeba zvětšit přechodové vrstvy, ve kterých nastává vlastní usměrňovací jev. Dosáhlo se toho tím, že germaniová destička se opatřila vrstvou kovového india, jemně rozptýleného v povrchové vrstvě germania, ve které vzniká zvětšená vodivá přechodová vrstva. Pro srovnání germaniových hrotových a plošných diod jsou oba typy znázorněny na obr. 130. Těchto diod se především používá jako usměrňovačů pro napětí až 70 V a proudy 1 A. Proti hrotovým germaniovým

diodám mají plošné diody některé rozdílné vlastnosti. Především je to malý odpor v propustném směru, asi 0,5 až 2 Ω , který dává usměrňovači velmi dobrou účinnost. Kmitočtový rozsah plošných diod je menší, s mezními kmitočty asi 100 až 250 kHz, kdy usměrňující účinek klesá vlivem parazitní kapacity zvětšené přechodové vrstvy germanium — indium. Závěrné napětí těchto diod je až 300 V, klesá však s teplotou. Germaniové plošné diody vyžadují dobrý odvod tepla, čehož se dosáhne jejich montáží přímo na kostru přístroje a větráním, příslušným vzdálením od teplých součástí, popř. použitím zvětšených chladicích ploch.



Obr. 130. Germaniová hrotová (ve skleněném pouzdrě) a plošná dioda

V tabulce na str. 129 jsou údaje plošných germaniových diod československé výroby, přičemž:

- U_{ef} je střední provozní střídavé napětí,
- I_{ss} provozní stejnosměrný přední proud,
- I_d zpětný proud při záporném napětí U_d ,
- U_z maximální závěrné napětí,
- W_o přípustný ztrátový výkon,
- I_{sp} maximální špičkový usměrňovaný proud,
- R_o paralelní odpor připojený k usměrňovači při sériovém spojení,
- U_d stejnosměrné napětí na diodě.

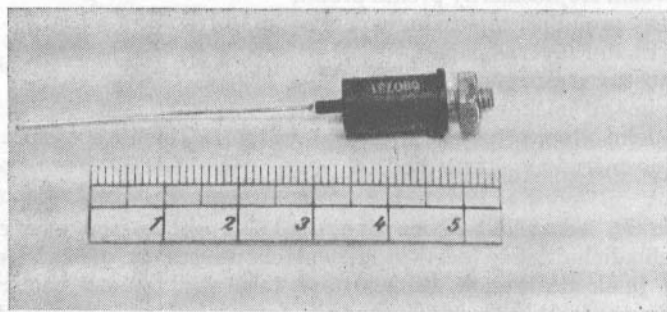
Hodnotu I_{ss} lze zvětšit až na dvojnásobek, jestliže jsou usměrňovače opatřeny chladicími žebry (destičkami) s plochou asi 22 cm² na každou diodu nebo jsou jinak dostatečně ochlazovány tak, aby teplota usměrňovače při provozu nepřesáhla + 50 °C. Často k tomu stačí přišroubování diody na kovovou kostru a dobrý přístup proudícího vzduchu.

Typ	U_{ef}	I_{ss}	I_d	U_z	W_o	I_{sp}	R_o	U_d
	V	mA	mA	V	W	A	k Ω	V
1NP70	10	300	3,0	36	0,3	5	3,2	— 30
2NP70	16	300	2,0	60	0,3	5	10	— 50
3NP70	30	300	1,5	110	0,3	5	25	—100
4NP70	60	300	1	210	0,3	5	64	—200
5NP70	45	300	1,3	160	0,3	5	40	—150
6NP70	75	300	0,7	260	0,3	5	125	—250
11NP70	10	500	3	36	0,3	7	3,2	— 30
12NP70	16	500	2	60	0,3	7	10	— 50
13NP70	30	500	1,5	110	0,3	7	25	—100
14NP70	60	500	1	210	0,3	7	64	—200
15NP70	45	500	1,3	160	0,3	7	40	—150
16NP70	75	500	0,7	260	0,3	7	125	—250

Křemíkové plošné diody

Podobně jako se konstrukčně podobají germaniové a křemíkové diody hrotové, jsou po konstrukční stránce stejné i tyto diody plošné. Zpětné proudy a závěrná napětí jsou však u křemíkových plošných diod podstatně větší než u germaniových. Křemíkové plošné diody slouží především k usměrňování větších proudů i napětí, přičemž typické hodnoty těchto usměrňovačů pro obvyklé použití v elektronických přístrojích jsou: závěrné napětí 200 až 700 V a přední proud 100 až 500 mA. Potřeba chlazení u křemíkových diod je menší, protože vydrží teploty až 200 °C. Jejich odpor v propustném směru, který je asi 3 až 10 Ω , klesá se zvětšující se teplotou, velikost závěrného napětí se teplotou téměř nemění.

Na obr. 131 je jako příklad zobrazena křemíková plošná dioda 1N590 (s rozměry pouzdra: $\varnothing 7,5 \times 14,2$ mm), která slouží k usměrňování napětí



Obr. 131. Křemíková plošná dioda 1N590

až 500 V_{ss} při předním proudu 150 mA. Z tohoto obrázku lze nejlépe posoudit nepatrné rozměry při značném výkonu, který je s to dioda zpracovat.

Porovnání germaniových a plošných diod s vakuovými elektronkami

Polovodičové plošné diody mají lepší účinnost, neboť mají menší odpor v propustném směru. Při stejném proudu se ztrácí na plošných diodách podstatně menší napětí (0,5 až 1 V u germaniových, 2 až 5 V u křemíkových diod) než u usměrňovacích elektronek (10 až 25 V). Také v rozměrech jsou velmi značné rozdíly. Plošné diody jsou proti elektrónkám doslova nepatrné. Život krystalových diod je opět mnohem delší než elektronek a je dán prakticky spolehlivostí použitého zapojení. To se týká především plošných diod germaniových. U křemíkových diod se při větších teplotách zvětšuje účinnost, u germaniových diod se snižuje se stoupající teplotou závěrné napětí a jejich účinnost se zhoršuje. Zvětší-li se odběr z usměrňovače (např. zkratem v některé části spotřebiče), germaniová dioda se zahřívá, její závěrné napětí klesá, až dojde k jejímu zničení teplem od vzrůstajících ztrát následkem velkého zpětného proudu. Proto se častěji užívá plošných diod křemíkových.

Vidíme, že zatím vše svědčilo ve prospěch krystalových diod. K výhodám elektronek je třeba přičíst, že mohou usměrňovat vyšší napětí, pro která se musí plošné diody řadit do série. Dnes však mluví ve prospěch elektronek ještě cenový rozdíl.

Výkonové germaniové a křemíkové diody

Výkonové germaniové a křemíkové diody jsou vlastně zvětšené plošné diody, které mají přípustný přední proud (v propustném směru) řádově od několika ampérů až po stovky ampérů. Používá se jich tedy k usměrňování velkých proudů především v průmyslu, např. pro svářečky, železniční trakce apod., kde se sestavují v baterie. Tak lze uskutečnit rozvod po trati střídavým proudem a usměrňovače umístit přímo na lokomotivě.

O jejich vlastnostech platí prakticky totéž, co bylo uvedeno u plošných diod. Pro běžné účely elektroniky se vyrábějí výkonové usměrňovací diody, jejichž charakteristické údaje jsou v tabulce na str. 132.

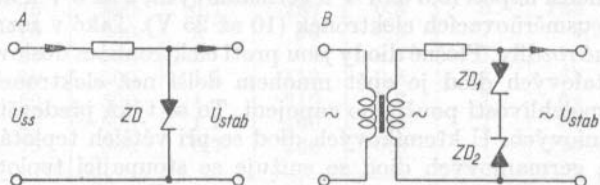
U výkonových germaniových plošných diod 20NP70 až 45NP70 jsou pro provoz předepsány chladičí plochy podle tabulky. Tyto plochy se musí dodržet, jinak by se dioda mohla zničit přílišným oteplením.

Stabilizační polovodičové diody

Zvláštním druhem polovodičových diod jsou diody, u kterých je přesně definována a vyjádřena poloha ohybu charakteristiky závěrného napětí. Po překročení napětí tohoto ohybu začne zpětný proud prudce vzrůstat,

což odpovídá u elektroněk zapálení doutnavkového stabilizátoru. Dioda začíná stabilizovat. Stabilizované napětí se rovná napětí závěrnému a bývá v rozmezí 4,5 až 30 V, přípustný proud je 10 mA až 1 A, podle velikosti diody. Konstruktivně jsou to technologicky upravené křemíkové plošné diody, zvané Zenerovy diody.

Stabilizační polovodičové diody nenahrazují doutnavkové stabilizátory, ale umožňují stabilizovat i nízká napětí (obr. 132A), nižší než zápalná napětí běžných doutnavkových stabilizátorů, což bylo dosud dosti obtížné. Za-



Obr. 132. Zapojení pro stabilizaci napětí a proudu polovodičovými diodami

Typ	U_{sf}	I_{ss}	U_z	I_{sp}	I_d při U_d		R_o	Chladicí plocha [cm ² /min]
	V	A	V	A	mA	V	k Ω	
20NP70	6	3	18	50	30	— 18		150
21NP70	10	3	30	50	20	— 30		150
22NP70	16	3	50	50	15	— 50		150
23NP70	30	3	100	50	10	—100		150
24NP70	45	3	150	50	8	—150	6,4	150
25NP70	60	3	200	50	6	—200	12,5	150
30NP70	6	5	18	70	25	— 18		220
31NP70	10	5	30	70	18	— 30		220
32NP70	16	5	50	70	13	— 50		220
33NP70	30	5	100	70	9	—100		220
34NP70	45	5	150	70	7	—150	6,4	220
35NP70	60	5	200	70	5	—200	12,5	220
40NP70	6	10	18	100	20	— 18		440
41NP70	10	10	30	100	15	— 30		440
42NP70	16	10	50	100	11	— 50		440
43NP70	30	10	100	100	8	—100		440
44NP70	45	10	150	100	6	—150	6,4	440
45NP70	60	10	200	100	4	—200	12,5	440

U_{sf} je střední napětí,

I_{ss} — provozní usměrněný přední proud,

U_z — maximální závěrné napětí,

I_{sp} — maximální špičkový stejnosměrný proud,

I_d — zpětný proud při stejnosměrném napětí U_d ,

U_d — závěrné napětí,

R_o — paralelní odpor připojený k usměrňovači při sériovém spojení.

pojením dvou stabilizačních diod ZD_1 a ZD_2 do série proti sobě podle obr. 132B lze stabilizovat i střídavá napětí v rozsahu asi 6 až 50 V při proudech 10 mA až 1 A. Rozměry i provedením jsou tyto diody obdobné jiným křemíkovým diodám, takže např. stabilizační dioda $ZL15$, sloužící ke stabilizaci napětí v rozmezí 13,5 až 16,5 V při přípustném přímém proudu až 300 mA, má rozměry: $\varnothing 7,9 \times 10$ mm (výška).

Germaniové fotonky

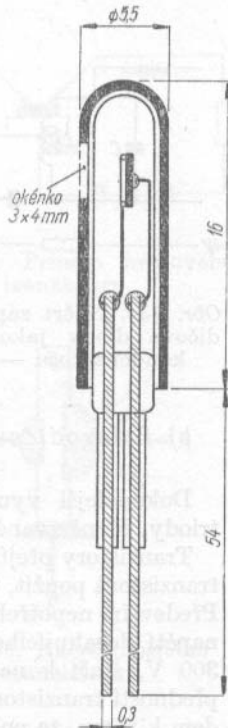
Polovodiče se uplatňují též v oboru fotonek, kde se využívá citlivosti *germaniových plošných odporových diod* na viditelné a infračervené záření. Fotonky tohoto typu jsou upraveny tak, že germaniová vrstva typu n má jako sběrnou elektrodu destičku z germania typu p. Mezi oběma vrstvami dochází působením světla k vlastnímu fotoelektrickému jevu. Fotonka má kovový kryt s okénkem pro vstup světla (viz obr. 133). Její vývody procházejí spodní částí pouzdra, kolektor je označen červenou tečkou. Při provozu je třeba dodržovat předepsané provozní napětí, nepřekročit kolektorovou ztrátu a nezaměnit polaritu napětí. U nás se vyrábějí celkem čtyři druhy těchto plošných odporových fotonek, typy 10PN70 až 13PN70. Hlavní jejich údaje: Provozní napětí kolektoru je -5 V, mezní napětí -50 V, kolektorová ztráta 10 mW.

Fotonky mohou pracovat při teplotách -40 až $+45$ °C.

Druhým provedením polovodičových fotonek jsou *plošné germaniové fotonky hradlové* typu pn. Výhodou těchto fotonek je, že pracují bez pomocného napětí. Jejich konstrukční provedení je zcela stejné jako u typů odporových. Hradlové fotonky typů 10PP70, 11PP70 a 12PP70 mají provozní proud asi 10 až 50 μ A, vnitřní odpor 1 až 3 k Ω , kolektorovou ztrátu 10 mW pro teploty od -40 do $+45$ °C. Jejich váha je podobně jako u odporového typu maximálně 1 g.

Křemíkové diody jako proměnné kondenzátory

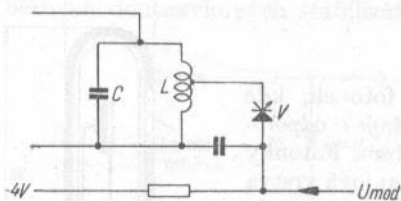
Plošné křemíkové diody mají také tu vlastnost, že jejich kapacita je závislá na závěrném napětí. Je-li tato vlastnost vhodně zdůrazněna, lze těchto diod využít jako proměnných kondenzátorů. Například výrobky Varicap mají při napětí -4 V kapacitu asi 20 až 40 pF, která při nulovém



Obr. 133. Polovodičová fotonka

napětí vzroste téměř o 100 % a při napětí — 12 V klesne asi na 40 % jmenovité hodnoty.

Kmitočtový rozsah těchto diod sahá asi až k 100 MHz, ztrátový činitel těchto „kondenzátorů“ je 0,02 až 0,06, takže jich lze použít např. do obvodů oscilátorů apod. Dnes se však vyrábějí tyto diody již i pro kmitočty až asi do 1000 MHz, jejich zapojení je na obr. 134. Dioda *V* se připojuje paralelně k laděnému obvodu *LC* (popř. k odbočce cívky *L*), který má doladovat. Musí být samozřejmě od stejnosměrného obvodu oddělena kondenzátorem a musí mít příslušné předpětí. Na obrázku je to dobře patrné.



Obr. 134. Náčrt zapojení polovodičové diody jako proměnného kondenzátoru — „varicap“

Nejčastěji slouží tato dioda k automatickému a dálkovému ladění přijímačů nebo vyslačů v širokých mezích, ke kmitočtové modulaci, u oscilátorů apod.

b) Polovodičové triody — tranzistory

Dokonalejší využití polovodičů v elektronice představují germaniové triody, běžně zvané tranzistory.

Tranzistory přejímají do jisté míry úlohu řady elektronek. Kde je možno tranzistorů použít, tam se v plné míře projevují jejich vynikající vlastnosti. Především nepotřebují ke svému provozu žhavicí příkon a místo anodového napětí dosahujícího u vakuových elektronek běžně hodnot mezi 100 až 300 V, stačí k napájení tranzistorů většinou jen nevelké napětí. Další předností tranzistorů je dlouhý život, který je prakticky neomezený vzhledem k tomu, že polovodič neobsahuje žádné části, které by se při provozu opotřebovávaly, jako např. katoda u elektrony. Délka života je tedy dána jediné provozními podmínkami a mechanickým zacházením. Nepatrné rozměry a váha jsou další, velmi závažní činitelé, svědčící ve prospěch těchto moderních elektronických prvků.

Hrotové tranzistory

Základ hrotového tranzistoru tvoří monokrystal polovodiče, nejčastěji germania nebo křemíku, který je připájen na kovovou destičku, sloužící též k přívodu napětí. Tato destička se nazývá báze. K pečlivě zpracované plošce monokrystalu jsou přitlačovány dvě hrotové elektrody, jejichž vzdálenost je nepatrná, asi 0,025 mm. Schematický náčrt hrotového tranzistoru

je na obr. 135. Levý hrot se nazývá emitor (má obdobnou funkci jako katoda elektronky) a přivádí se jím do tranzistoru signálové napětí. Druhý hrot, nazývaný sběrací elektroda nebo kolektor, má úlohu anody elektronky a odebírá se z něho zesílené signálové napětí, vzniklé na pracovním odporu R_z s hodnotou řádu několika desítek tisíc ohmů. Změny proudu emitoru se projeví značnými změnami proudu kolektoru. Poměr obou proudů se nazývá proudový zesilovací činitel tranzistoru α .

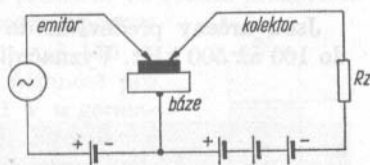
Hrotové tranzistory byly vlastně první tranzistory, znamenaly tedy důležitou vývojovou etapu v použití polovodičů jako zesilovačů. Z konstrukčních provedení vyplývá jejich menší odolnost proti otřesům a obtížné nastavování optimální vzdálenosti hrotů. Přičteme-li k tomu nevelké zesílení a omezený kmitočtový rozsah a porovnáme-li tyto tranzistory s dnešními typy, zjistíme, že hrotové tranzistory jsou ve svých vlastnostech zdaleka překonány; jsou již jen historickým prvkem ve vývoji, a přestaly se proto téměř vyrábět.

Plošné tranzistory

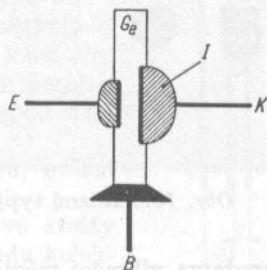
Plošné tranzistory můžeme rozdělit jednak podle použitého polovodiče (germanium — křemík), jednak podle účelu, kterému slouží. Také u plošných tranzistorů tvoří základ monokrystal polovodiče, ke kterému přiléhají kolektor a emitor, které však nejsou hrotové, nýbrž plošné. Zvětšením přechodové plochy lze dosáhnout podstatně větších výkonů než hrotovými tranzistory. Schematický náčrt plošného tranzistoru je na obr. 136. K destičce polovodiče Ge přiléhají z obou stran kolektor K a emitor E, tvořené vodiči, zakápnutými a připájenými k polovodiči kapičkou nějakého vhodného kovu I, např. india.

Podle typu vodivosti tranzistoru mluvíme o plošném tranzistoru typu pnp nebo npn, přičemž obě provedení se liší zapojením napájecích zdrojů, jejich polaritou. Bylo již uvedeno, že nejvhodnějším materiálem na tranzistory je germanium a křemík.

Germaniové plošné tranzistory se vyznačují těmito hlavními vlastnostmi:



Obr. 135. Princip hrotového tranzistoru

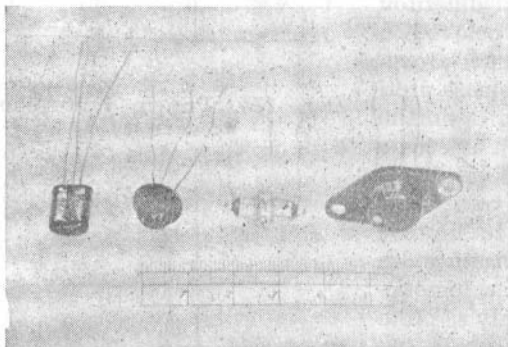


Obr. 136. Náčrt plošného tranzistoru

malá spotřeba napájecí energie, malé provozní napětí, odolnost proti otřesům, teplotní závislost a malý rozsah pracovních teplot (maximálně do + 50 °C).

Germaniové plošné tranzistory nízkofrekvenční

Jsou určeny především do nízkofrekvenčních zesilovačů pro kmitočty do 100 až 500 kHz. Vyznačují se velkým výkonovým ziskem 36 až 42 dB, jejich kolektorové ztráty jsou obvykle 25 až 50 mW.



Obr. 137. Různé typy tranzistorů

Germaniové plošné tranzistory výkonové

Používá se jich v nízkofrekvenčních výkonových zesilovačích pro kmitočty do 10 až 30 kHz. Dosahuje se jimi výkonového zisku 25 až 30 dB, kolektorové ztráty jsou 0,5 až 16 W, v některých případech až 100 W. Jiné jejich použití je v měničích stejnosměrného napětí na střídavé —

náhrada za vibrační měniče. Zde se vyznačují velkou účinností, až 75 %. Další možností je použití ve spínacích obvodech jako náhrada relé aj. Dobrá funkce germaniových výkonových tranzistorů se zajistí vhodnou nízkou provozní teplotou, a to zvětšením chladičích ploch žebrovaným tělesem tranzistoru, vhodnou montáží a přívodem chladičeho vzduchu.

Germaniové vysokofrekvenční tranzistory

Vyrábějí se v různém provedení. Z jejich hlavních vlastností uvádíme možnost dosažení mezních kmitočtů až 700 MHz při použití jako oscilátor, 200 MHz jako zesilovač a asi 500 MHz při použití v směšovači. Dosahují výkonového zisku 12 až 40 dB, kolektorové ztráty jsou 20 až 50 mW, výkonové řádu několika wattů. Setkáme se s nimi též v multivibrátorech, zesilovačích impulsů a jinde. Při porovnání vysokofrekvenčních germaniových tranzistorů s elektronkami vidíme, že vedle výhodných vlastností mají také záporné vlastnosti, a to především změnu dynamických kapacit se změnou teploty. Proto nemají např. oscilátory takovou stabilitu, jako

mají elektronkové, pokud ji ovšem nezajistíme krystaly v laděných obvodech. Vysokofrekvenční tranzistorové zesilovače je také třeba téměř vždy neutralizovat, zvláště na vyšších kmitočtech.

Křemíkové plošné tranzistory

Vyrábějí se jak pro nízkofrekvenční, tak i vysokofrekvenční techniku a výkonové účely. Proti germaniovým mají přednost ve větším pracovním teplotním rozsahu (-50 až $+150^{\circ}\text{C}$) a umožňují provoz s vyšším provozním kolektorovým napětím — až 100 V. Mají však menší zesílení, poněkud menší účinnost pro větší spád napětí na tranzistoru (0,5 až 1 V u germaniového proti 2 až 5 V u křemíkového). Křemíkové tranzistory se také vyrábějí zatím pro nižší mezní kmitočty než germaniové, a to asi do 70 MHz.

Čs. tranzistory

U nás se zatím vyrábějí plošné tranzistory typu pnp a npn s kolektorovou ztrátou 50 mW, vhodné pro nízkofrekvenční zesilovače s mezním kmitočtem asi 500 kHz. Pro vyšší kmitočty jsou tranzistory typu npn do mezního kmitočtu až 2,5 MHz při použití jako oscilátor nebo 1 MHz v mezifrekvenčním zesilovači.

V tabulce jsou hlavní vlastnosti tranzistorů, ovšem podle stavu výroby v létě 1959. V tabulce značí:

Kolektorová ztráta P_k je obdobou anodové ztráty u elektronky a je dána součinem napětí a proudu kolektoru ve zvoleném pracovním bodě charakteristiky tranzistoru.

Napětí kolektoru U_k je provozní napětí pro zapojení s uzemněnou bází nebo uzemněným emitorem.

Proud emitoru I_e a kolektoru I_k jsou pracovní proudy elektrod pro optimální funkci.

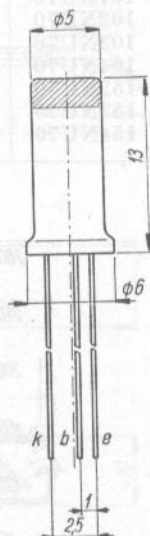
Mezní kmitočet f je kmitočet, při kterém absolutní hodnota proudového zisku nakrátko klesne o 3 dB.

Rozměry čs. tranzistorů jsou na obr. 138, hodnoty pak v tabulce na str. 138.

Pro všechny uvedené typy doporučuje výrobce dodržet provozní teplotu -40 až $+50^{\circ}\text{C}$.

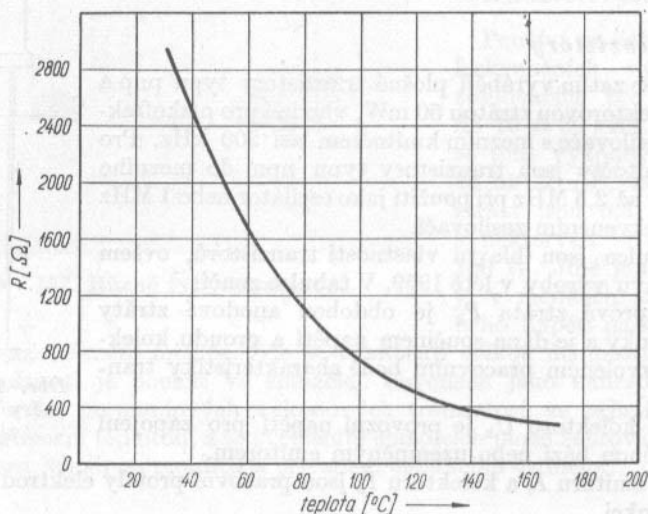
c) Krystalové tetrody

Krystalové tetrody jsou zvláštním provedením polovodičových zesilovačích prvků. Jsou konstruovány tak, že místo dvou hrotů, obvyklých u běž-



Obr. 138. Rozměry čs. tranzistorů

Typ	P_k	U_k Uzemně- ná báze	U_k Uzemněný emitor	I_e	I_k	f	Typ vodi- vosti	Způsob použití
	mW	V	V	mA	mA	kHz		
1NU70	30	-10	-4	3		100	pnp	nf
2NU70	50	-20	-4	5		200	pnp	nf
3NU70	50	-20	-4	5		200	pnp	nf
101NU70	30	-10	-20	3		200	nnp	nf
102NU70	50	-20	-25	5		500	nnp	nf
103NU70	50	-20	-25	5		500	nnp	nf
104NU70	50	-20	-25	5		500	nnp	nf
152NU70	25	-8	-6		10	2000		směšovač
153NU70	25	-8	-6		10	1000		mf zesilovač
154NU70	25	-8	-6		10	2500		oscilátor



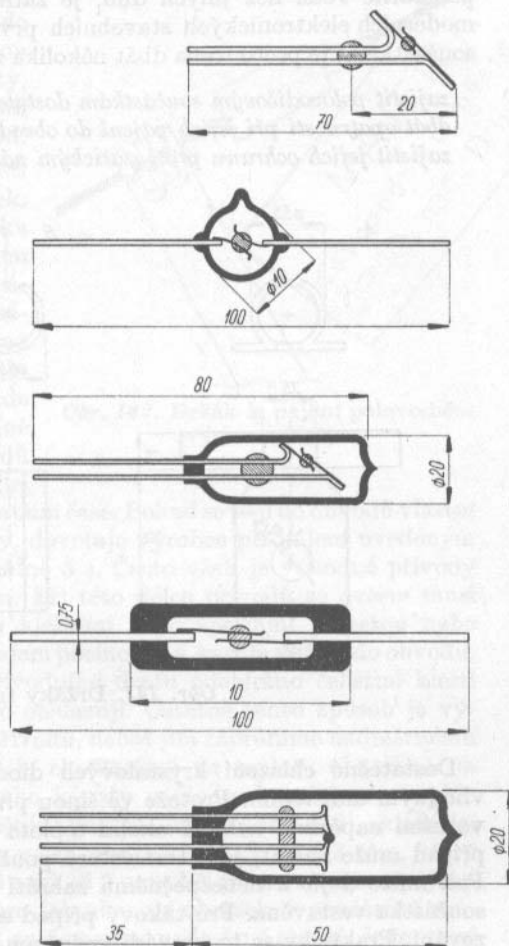
Obr. 139. Charakteristika termistoru

ných tranzistorů, přiléhají k polovodičovému monokrystalu elektrody tři, a to jeden kolektor a dva emitory. Hroty se dotýkají krystalu ve vrcholech trojúhelníka s délkou stran 0,05 mm. Krystalové tetrody mají menší vzájemné působení vstupního a výstupního obvodu, takže se dobře hodí k zesilování a směšování vyšších kmitočtů; jejich výhodou je též dobrá izolace mezi oběma emitory. Krystalové tetrody se zatím vyrábějí jen v omezeném měřítku, jistě i proto, že při jejich výrobě je třeba překonávat ještě mnohem větší technologické obtíže než při výrobě již běžných tranzistorů — krystalových triod.

d) Termistory

Ke skupině polovodičových prvků patří také termistory. Jsou to polovodičové, teplotně závislé odpory, jejichž hodnota klesá se stoupající teplotou a naopak. Změna jejich odporů však není lineární se změnou teploty, je však velmi výrazná a dosahuje např. při změně teploty o 20 °C změnu odporu z 2500 Ω asi na 1600 Ω. Závislost mezi teplotou a odporem termistoru určuje tzv. teplotní součinitel α , který je specifický pro daný termistor. Obvykle se pohybuje pro běžné teploty kolem 3 % odporu. Zásadně je třeba si pamatovat, že se stoupající teplotou odpor termistoru klesá. Typický průběh odporu termistoru v závislosti na jeho teplotě je na obr. 139.

Nejvíce se termistorů používá k měření a regulaci teploty, střídavých vysokofrekvenčních i nízkofrekvenčních výkonů, k řízení zisku zesilovačů apod. V praktickém provedení jsou termistory přímo nebo nepřímo žhavené polovodičové perličky, zatavené do vyčerpané skleněné kuličky nebo trubičky. Obvyklý rozsah provozních teplot termistorů je od -60 do +200 °C, maximální přípustné zatížení je 10 až 30 mW. Na obr. 140 je několik různých termistorů. První čtyři typy jsou přímo žhavené, u nichž je termistor žhaven přímým průchodem proudu na rozdíl od nepřímo žhavených (na obrázku poslední typ), u nichž se ohřívání termistoru vedle zahřívání přímým průchodem proudu zvětšuje malou žhavicí spirálkou, napájenou samostatně.



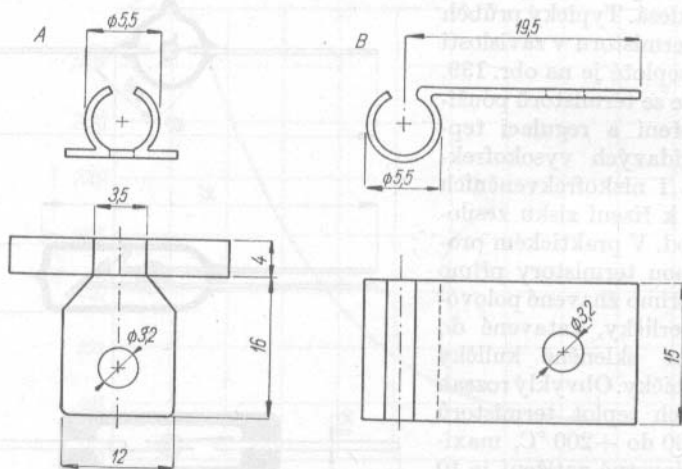
Obr. 140. Rozměry termistorů

Těchto nepřímo žhavených termistorů se používá nejvíce k dálkovému ovládnání např. hlasitosti reproduktorů apod.

e) Zacházení a práce s polovodičovými součástkami

Bylo již uvedeno, že značná teplotní závislost polovodičových součástek, podstatně větší než jiných dílů, je zatím největším nedostatkem těchto moderních elektronických stavebních prvků. Při práci s těmito drobnými součástkami je proto třeba dbát několika zásad:

*zajistit polovodičovým součástkám dostatečné chlazení,
dbát opatrnosti při jejich pájení do obvodů,
zajistit jejich ochranu proti statickým nábojům.*



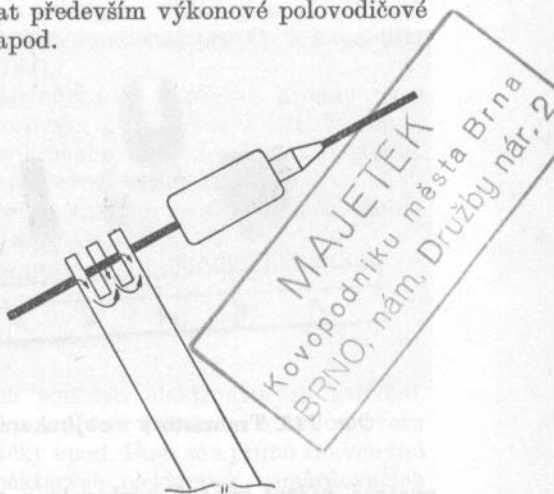
Obr. 141. Držáky tranzistorů

Dostatečné chlazení krystalových diod nebo triod zajišťujeme jejich vhodným umístěním. Protože většinou pracují v obvodech s nízkými provozními napětími, nebývá okolní teplota v přístroji nebezpečná. Odlišný případ může nastat, je-li tranzistorů použito v kombinaci s elektronikami. Pak může dojít k nebezpečnému zahřátí prostoru, v němž je krystalová součástka vestavěna. Pro takový případ se musí zajistit dostatečné ochlazování. Prakticky se to provádí vzdušnou montáží, kdy kolem diody nebo tranzistoru může volně proudit chladný vzduch. Jindy se tranzistor upevňuje kovovým držákem, který nejen tranzistor upevňuje, ale zároveň

zajišťuje svou plochou i jeho chlazení. Na obr. 141 jsou dva takové držáky. U typu A je nakreslen též rozvinutý tvar. Křídélka se stočí podle použitého tranzistoru a tak jej přidržují. Podobně je držen tranzistor i v druhém držáku u typu B, vyráběného průmyslově. Je přirozené, že podobnými chladičími plochami se musí opatrovat především výkonové polovodičové součástky — výkonové usměrňovače apod.

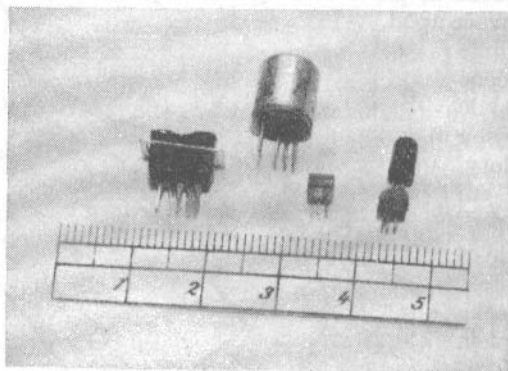
Montáž samu ovšem provádíme již se zřetelem dodržet dostatečné ochlazování. Tedy v místech, kde proudí chladný vzduch a kde nejsou v blízkosti žádné zdroje teploty, tedy ani výkonné elektronky, ani srážecí odpory, transformátory apod.

Další zásadou je dbát opatrnosti při pájení polovodičových součástek. Nikdy se nesmí přiblížit páječka k součástce, aby ji sálavým teplem neohrála tak, že by ji zničila. K pájení je proto vhodná pistolová páječka (viz další oddíl knihy). Před vlastním pájením je vhodné pocínovat pájecí očko nebo bod, kde bude přívod polovodiče připájen. Stejně tak se musí pocínovat konce přívodů polovodiče. Pocínování a následující pájení musí proběhnout v co nejkratším čase. Pokud se pájí do obvodů vlastní součástka s nezkrácenými přívody, dovoluje výrobce při pájení uvedeným způsobem pájení po dobu maximálně 5 s. Často však je výhodné přívody zkrátit, a to na délku asi 15 mm. Při této délce přívodů se ovšem musí pájený přívod uchopit plochými kleštěmi nebo speciální pinzetou nebo držáčkem, a vyčnívající konec, předem pocínovaný, rychle vpájet do obvodu. Při tomto postupu je teplo z přívodního drátu odebráno čelistmi kleští nebo pinzety, které vlastně vodič ochlazují. Ostatně tento způsob je výhodný i při pájení nezkrácených přívodů, neboť jím zabráníme nadměrnému ohřátí vnitřku polovodiče, který je choulostivý na teplotu obzvláště na straně kolektoru u tranzistoru nebo katody u diody, které jsou obvykle barevně označeny. Velmi se osvědčuje zvláštní držáček (obr. 142), skládající se z 10 mm širokého pásku fosforového bronzu tloušťky asi 0,3 mm, který má na jednom konci výřezy široké asi 1 až 2 mm. Při pájení založíme pájený konec přívodu mezi jazýčky pásku, jak ukazuje obrázek, a součástku můžeme bezpečně do obvodu zapájet, aniž nastane nadměrné ohřátí. Jednotlivé jazýčky pásku dokonale odebírají teplo a mezery účinně napomáhají prodloužit cestu teplu, přestupujícímu do držáku z pájeného přívodu ve směru šipek.



Obr. 142. Držák k pájení polovodičových součástek

Vzhledem k těmto opatřením a nutné opatrnosti při pájení se začalo užívat i pro tranzistory objímek, podobně jako u elektronek. Je samozřejmé, že vzhledem k nepatrným rozměrům tranzistorů jsou i jejich objímky vskutku miniaturní. Vidíme to dobře na obr. 143, kde jsou dva typy



Obr. 143. Tranzistory s objímkami

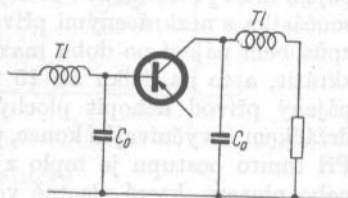
tranzistorů s objímkami. Větší je vysokofrekvenční tranzistor OC171 s objímkou a vedle něho malý tranzistor OC340 opět s objímkou. Miniaturní objímky se do kostry obvykle přímo zalepují.

Objímek se u tranzistorů nepoužívá proto, aby se usnadnila jejich vyměnitelnost jako u elektronek, neboť život tranzistorů je prakticky neomezený, ale z důvodů ryze výrobních. Při hromadné pásové výrobě ve velkých sériích by

opatrné pájení značně zdržovalo a výrobu jen prodražovalo. Proto je daleko výhodnější do obvodů zapájet objímku (čímž nabývá celé pájení běžného charakteru) a nakonec do objímky zasunout tranzistor. Velká většina zahraničních přístrojů používá již tohoto způsobu, a to se zřetelem na plošné spoje, u kterých se pájí najednou celá destička tzv. ponorným pájením.

Zbývá upozornit ještě na nebezpečí, které někdy hrozí polovodičovým součástkám v podobě různých kapacitních proudů a nakmitaného napětí. Při pájení je to především ohrožení kapacitními proudy, které mohou na páječku proniknout ze sítě. Proto se mnohdy doporučuje pájet tranzistory pájkou když ne přímo odpojenou od sítě, což u pistolové pájky není možné, tedy dokonale od sítě odizolovanou, popř. odstíněnou. Ani pájený přístroj nesmí být spojen se sítí nebo uzemněn, aby nedocházelo k nakmitávání zmíněného kapacitního napětí.

Statické náboje mohou však vzniknout i nakmitáním a usměrněním vysokofrekvenčního napětí samotným tranzistorem. Stává se tak u kombinovaných zařízení, kde část zařízení tvoří tranzistory, část elektrony. Uvědomíme-li si, že pracovní předpětí tranzistorů jsou řádu desetiný voltu,



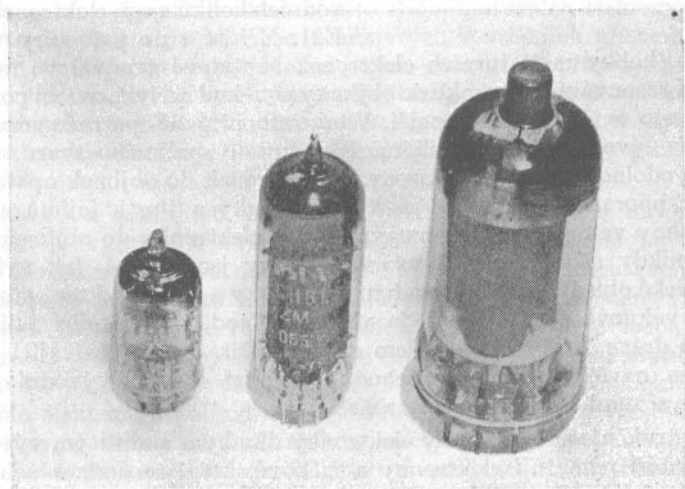
Obr. 144. Ochrana tranzistorů tlumivkami a kondenzátory

pak snadno pochopíme, že usměrněním nakmitaného, často jen velmi malého napětí, může nastat posun pracovního bodu tranzistoru a tím i jeho špatná činnost, projevující se zkrakováním apod. V horších případech může dosáhnout nakmitané napětí takových hodnot, že je přímo ohrožen tranzistor. Aby se těmto škodlivým jevům zabránilo, vkládají se do obvodů tranzistorů malé tlumivky Tl a blokovací kondenzátory Co s kapacitou řádu stovek až tisíců pikofaradů (obr. 144).

Velmi nebezpečné mohou být tranzistorům také kapacitní proudy mezi přístrojem a sítí, např. mezi tranzistorovým přijímačem a sítí, tvořenou druhým přístrojem nebo páječkou, které mohou často dosahovat až stovek voltů; jsou jistě „měkké“, ovšem citlivým tranzistorům mohou být mnohdy velmi nebezpečné. I z tohoto důvodu je vhodné použít objímek, neboť tranzistory můžeme do přístroje vložit až po pájení.

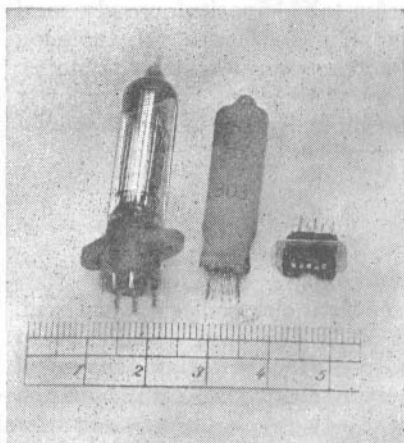
10. Elektronky

Elektronky tvoří jednu z hlavních součástí elektronických zařízení. V dřívější době se vyráběly elektronky s přímo žhavenou katodou tvaru vlákna nataženého mezi rozpěrnými háčky apod. Dnes se s přímo žhavenými katodami setkáme většinou jen u některých elektronek usměrňovacích a bateriových.



Obr. 145. Moderní vakuové elektronky

Většina dnešních elektronek, obvykle již i usměrňovacích, má katodu nepřímou žhavenou. Teplota katody bývá asi 800 °C. Přičteme-li k ní teplotu, vznikající anodovou ztrátou elektronky, dojdeme často k značným výkonům, které se proměňují v elektronece v teplo a způsobují, že baňky, zvláště miniaturních elektronek s malým povrchem, bývají mnohdy značně horké. Teplota povrchu elektronek přesahuje často hodně přes 100 °C. Např.



Obr. 146. Subminiaturní elektronek

a poddajné kolíky miniaturních elektronek heptalové a novalové řady se mohou při zasouvání elektronky do objímky poněkud zakřivit, ovšem po jistou mez, a přesto se elektronka nezničí. V takovém případě opatrně vyrovnáme pokrivený vývodní kolík plochými kleštěmi do správného tvaru. I přes uvedenou odolnost dbáme při zasouvání elektronek do objímek opatrnosti, protože k popraskání skleněné patky elektronky a tím k jejímu zničení stačí mnohdy velmi málo. Zasouváme proto elektronek do objímek vždy s citem, nikdy násilím, neboť vývodní kolíky jsou tenké, jak vyžadují technologické ohledy na dobré svaření skla patky s vývody, které musí být naprosto vakuově těsné. Proto je vlastní vývod, procházející talířkem, z tenkého drátu, který lze se sklem dobře svařit, a na vyčnívající konce vývodů se navlékají tenké průchodky, tvořící vlastní vývodní kolíky. Všimneme si nyní blíže patič elektronek.

Po konstrukční stránce prošly elektronek dlouhým a složitým vývojem. Starší amatéři pamatují elektronek nožičkové, které se dodnes uchovávají jen u některých typů usměrňovacích nebo speciálních elektronek. V pozdějších dobách to byly elektronek řady A (se žhavicím napětím 4 V) a E (se

teplota baňky elektronky EBL21 bývá asi 150 °C, u menších typů stoupá až asi na 250 °C (6L31). Nemusí být proto vada v přístroji, zjistíme-li, že elektronek řádně „topí“. Je to většinou běžný jev; rozhodně však i elektronekám jen prospívá, může-li k nim studený vzduch. Na toto ochlazování je třeba myslet již při vlastní konstrukci přístroje a jak v těchto případech postupovat, dozvíme se v dalších kapitolách.

Vývody elektrod elektronky jsou zakončeny kolíky, jimiž se elektronka zasouvá do příslušné objímky. Tyto kolíky jsou ze slitiny chromu, niklu a oceli, jejíž výhodou je určitá ohebnost. Tím se liší od tvrdých vývodních kolíků např. elektronek řady E21. Měkké a do jisté míry ohebné

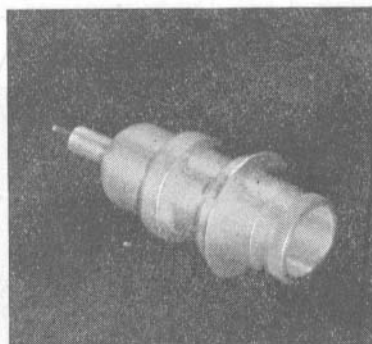
žhavicím napětím 6,3 V) s lamelovou patičí, potom řady E11 s vyhledávanými typy kovové série a za války to byly elektronky klíčové, s nimiž jsme se setkávali ještě před několika lety.

Dnes ovládl radiotechnické přístroje miniaturní elektronky *heptalové* a *novalové* řady. Heptalová řada obsahuje elektronky 7kolíkové, novalová řada je 9kolíková. Především devíticolíková heptalová řada se ukázala provozně nejvýhodnějším konstrukčním typem moderní elektronky, účelně spojující všechny požadavky na jakost, výkon i vyhovující rozměry a spolehlivost. Obr. 145 ukazuje několik moderních typů elektronek: první dvě zleva jsou miniaturní elektronky 6F32 a ECH81, třetí je výkonná elektronka s anodovou ztrátou 25 W, typ 6L50.

Že rozměry miniaturních elektronek nejsou konečné, to ukazuje obr. 146, na kterém jsou dvě elektronky tzv. subminiaturní řady. Elektronky tohoto provedení byly konstruovány před r. 1949 a vyvinuty především do přístrojů pro nedoslýchavé, kdy šlo přirozeně o zmenšení rozměrů zařízení.

To bylo ovšem v době, kdy nebyly ještě tranzistory. Z měřítka na obrázku můžeme dobře posoudit velikost těchto subminiaturních elektronek. Dnes se tohoto provedení používá jen v některých speciálních přístrojích, jako např. pro vysílače v radiosondách a jiných podobných přístrojích, pracujících obvykle na velmi vysokých kmitočtech, pro které dosud není stále ještě dostatek tranzistorů. Zajímavé jsou zde i miniaturní objímky, kterými jsou elektronky opatřeny, pokud ovšem jejich příčty nejsou přímo pájeny do obvodů.

Zajímavou a užitečnou pomůckou je *vzorek elektronky* na obr. 147. Z duralu je vykroužen tvar, rozměrově naprosto přesně odpovídající použité elektronce, kterou nahrazuje při konstrukčních zkouškách a úpravách zařízení pro vysoké kmitočty. Je známo, že u zařízení v kv tvoří elektronka často součást různých rezonátorů, a proto je třeba obvody k elektronce přesně připojovat. Protože elektronka je křehká součást a toto připojování je prakticky vždy spojeno s mechanickým namáháním, které by mohlo elektronku poškodit, je výhodné udělat si tento vzorek, kterého používáme po celou dobu zkoušek a mechanických úprav rezonátorů a vlnovodů až do konečné fáze, kdy lze přístroj „spustit“. Předpokladem ovšem je, aby vzorek byl skutečně přesný a shodný s rozměry elektronky, kterou při mechanických úpravách nahrazuje.

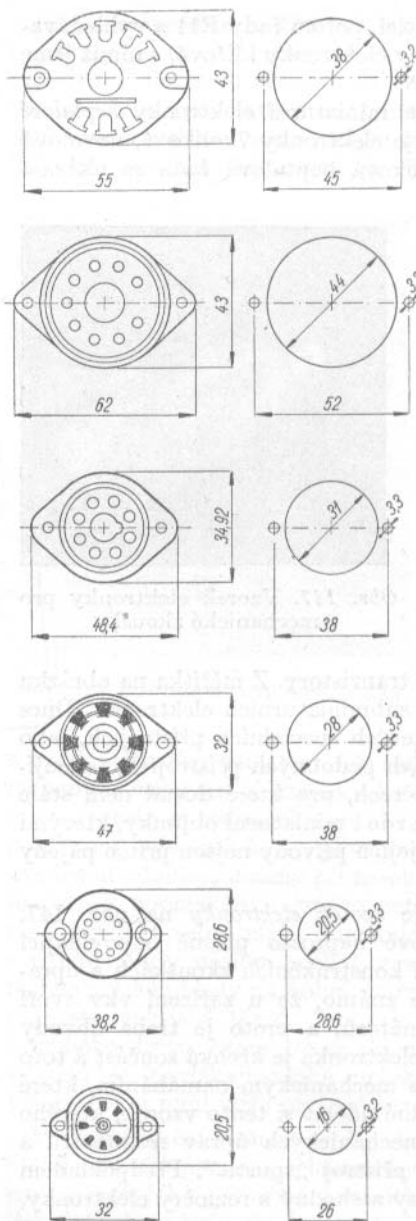


Obr. 147. Vzorek elektronky pro mechanické zkoušky

MAJETEK

Kovopodniku města Brno

Objímky elektronek



Objímka elektrony má za úkol zprostředkovat dokonalé spojení elektrony s obvodem, v němž je zapojena, a elektronku přitom mechanicky upevňovat. Je upravena obvykle tak, že obsahuje dotykovou pera, rozdělená po obvodě kružnice stejného průměru jako má kružnice, na které leží vývodní kolíky elektrony. Úhlové rozdělení na objímce odpovídá rozdělení na elektronce. Možnost výměny elektrony je zachována a správné zasunutí elektrony do objímky je zajištěno tím, že kolíky jsou rozděleny po kružnici nepravidelně, nebo některý z nich je vynechán, čímž je porušena pravidelnost a zajištěna nezáměnnost zasunutí.

Některé elektrony mají na patici vodící klíč, pomocí něhož elektronku zasuneme správným způsobem do objímky. Tento klíč je buď kovový (EBL21), nebo je součástí bakelitové patice (6SN7) a slouží jednak k správnému zasazení elektrony do objímky, jednak k lepšímu držení elektrony v objímce.

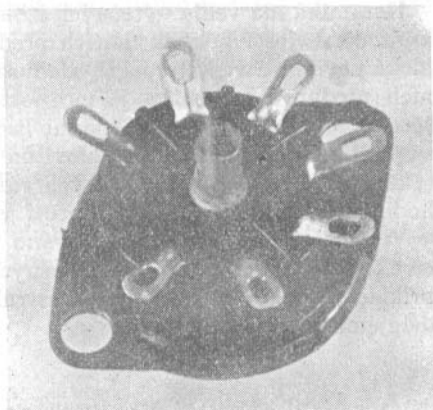
Podle typů elektronek máme řadu typů objímek. Na obr. 148 jsou hlavní rozměry objímek a otvory, které je nutno udělat v kostře pro tyto objímky. Materiálem objímek je nejčastěji bakelit vzhledem k snadné výrobě lisováním. Při větších nárocích pro obvody vysokých kmitočtů se objímky vyrábějí z vysokofrekvenční keramiky. Keramické kotoučky s otvory pro dotykovou pera jsou seřveny obvykle do plechového držáku, kterým se objím-

Obr. 148. Objímky elektronek a otvory pro jejich upevnění

ka připevňuje ke kostře. Toto řešení známe u miniaturních elektronek; jejich objímka má ještě několik vlastností, na které je nutno upozornit.

Objímky pro miniaturní elektrony a novalovou řadu mají bakelitové nebo keramické základní tělísko sevřeno do držáku, který tvoří u některých druhů jakousi „manžetu“, sloužící jako vodičí trubka pro elektronku a současně umožňující použít upevňovacích a stínících krytů. Při zasazování elektrony do objímky je třeba elektronku zasazovat vždy kolmo k rovině objímky a natočit ji tak, aby se její vývodní kolíky kryly s otvory v objímce, aby se tedy do těchto otvorů s dotykovými pery daly dobře zasunout. Při šikmém zasouvání může snadno dojít k ohnutí kolíků na elektronce a tím k popraskání její spodní patky s vývody.

Dotyková pera miniaturních objímek je třeba ponechat rovná, neohýbat do stran jejich vyčnívajících konce, jak se to někdy dělá u jiných druhů objímek. Tím bychom totiž porušili poddajnost dotykových per v otvorech objímky a při zasouvání elektrony by mohlo snadno dojít k popraskání její patky s vývody. Na obr. 149 je takové chybné zahnutí dotykových per v ob-



Obr. 149. Nesprávné ohnutí vývodních per na objímce elektrony

jímce, jímž se někteří konstruktéři a pracovníci snaží zmenšit kapacitu vývodů. Aby se zachovala dostatečná pružnost per v objímce, musí se přívody dělat pokud možno z měkkého měděného drátu nepřilíš tlustého, a proto není též vhodné propojovat dotyková pera na objímce mezi sebou. Tím by docházelo opět k mechanickému omezení jejich pohyblivosti potřebné ke snadnému zasazení elektrony do objímky. Proto se také často postupuje tak, že při pájení vodičů k perům objímky elektrony se do objímky zasune nějaká vyřazená a vadná elektronka; jejím úkolem je totiž dát dotykovým perům ten tvar, jaký budou mít při zasunutí skutečné elektrony, takže přívody nemohou vývodní kolíky elektrony namáhat.

Se zřetelem na skutečnost, že vývodní kolíky elektrony tvoří zároveň též nosiče celého systému uvnitř baňky elektrony, nesmíme volných dotykových per na objímce používat jako záchytných upevňovacích bodů

pro spoje elektronky, ani je uzemňovat, jak je často zvykem u elektronek starších typů. Mohlo by totiž dojít ke zkratům nebo jinému porušení správné funkce elektronky.

11. Konstrukční keramika

Používání keramiky jako konstrukčního materiálu se rozšířilo hlavně v posledních letech.

Keramika má vedle výtečných izolačních vlastností i na velmi vysokých kmitočtech ještě několik dalších předností. Především je to velká mechanická pevnost a velká tepelná odolnost při malé roztažnosti. Jednou z hlavních předností keramiky je možnost snadného tvarování. Keramiku lze totiž před vypálením velmi snadno lisovat, odlévat, soustružit apod. Teprve vypálením získá potřebnou sklovitou tvrdost. I potom ji však lze brousit, takže se dosáhne velmi přesných rozměrů hotových výrobků. Jinou výhodou keramiky je odolnost proti vlhkosti a proti následkům stárnutí.

Vlastnosti keramiky, posuzováno z hlediska výroby kondenzátorů a cívek, byly již uvedeny v příslušných statích. Zde uvedeme jen některé příklady použití z hlediska konstrukčního. Konstrukční keramiku rozdělujeme na několik skupin:

a) Elektrotechnický porcelán

Je to keramický materiál s nejběžnějšími vlastnostmi, posuzováno ovšem se zřetelem na vlastnosti ostatních keramických materiálů. Uplatní se tam, kde nejsou přísné požadavky ani na vysokofrekvenční ztráty při vysokých kmitočtech, ani na teplotní závislost a kde jsou menší požadavky na mechanickou pevnost. Obvykle se s tímto materiálem setkáme při výrobě izolátorů pro venkovní vedení, pro vývody transformátorů, pojistných pouzder, svorkovnic apod., tedy pro obvody stejnosměrných a nízkofrekvenčních napětí. Výhodou elektrotechnického porcelánu je jeho láce a snadná výroba.

b) Radiotechnický porcelán

Je to porcelán stejného složení jako elektrotechnický, avšak s přidavkem solí barya, které zmenšují jeho ztráty asi o 60 %. Jeho použití je celkem shodné s předchozím druhem.

c) Vysokofrekvenční porcelán

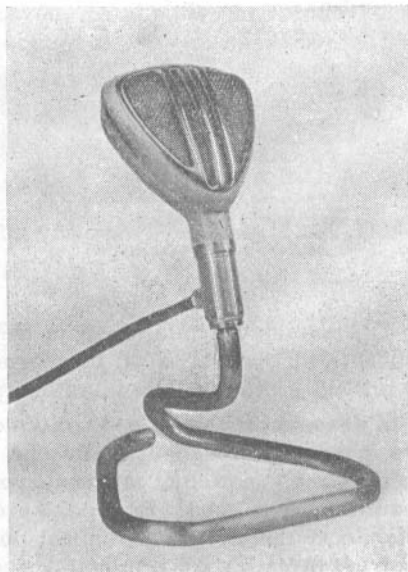
Obvykle je to celit nebo steatit, tvořící třetí, hlavní skupinu keramických materiálů, užívaných v elektronice. Z tohoto porcelánu se vyrábějí některé druhy keramických kondenzátorů a nejrozmanitější izolanty pro vysoké kmitočty, užívá se ho při výrobě objímek elektronek, přepínačů, distančních sloupků a hřídelů otočných kondenzátorů, cívkových tělísek, vysokofrekvenčních průchodků, lišt a nejrůznějších úhelníčků. Z výborných vlastností tohoto porcelánu nutno uvést především velmi malé ztráty, mechanickou pevnost, odolnost proti teplotě a vlhkosti. Velký izolační odpor, malý teplotní součinitel dielektrické konstanty a teplotní roztažnosti, to jsou další vlastnosti této keramiky, které jí přímo předurčují k rozsáhlému používání zvláště v technice vysokých kmitočtů.

Všechny uvedené výhodné vlastnosti keramiky a její snadné zpracování jsou příčinou, že se jí dnes hojně používá, a zvláště tam, kde jsou přísnější požadavky na jakostní a stálé izolanty, zejména pak v obvodech pro velmi vysoké kmitočty.

Při montáži keramických můstků, úhelníčků a podobného materiálu se musí pod šrouby vkládat papírové podložky, jež ztlumí tvrdý dosed šroubu a zabrání prasknutí keramiky při větším přitažení, které se má vždy dělat opatrně a s citem. Užitečnost jiné součástky — průchodky, oceníme hlavně tehdy, je-li opatřena vylišovaným závitem, takže ji lze snadno přímo zašroubovat do kostry. Velmi oblíbenou keramickou montážní pomůckou jsou také keramické lišty, často zvané „lámací“, protože se z delšího kusu může odломit lišta tak dlouhá, jakou potřebujeme.

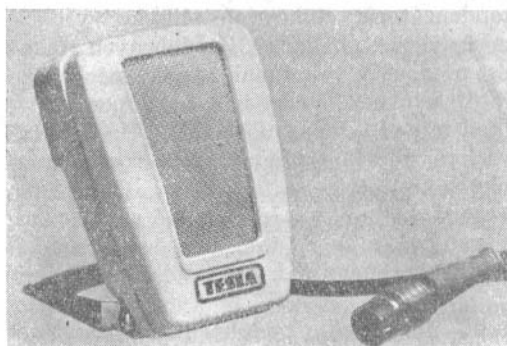
12. Mikrofony

Dříve byly velmi rozšířené mikrofony *uhlíkové*. Běžných mikrofonních vložek se v radiotechnické a amatérské praxi používalo nejčastěji. Nevýhodou těchto mikrofonů je nejen méně jakostní snímání zvuku, ale i to, že k svému provo-

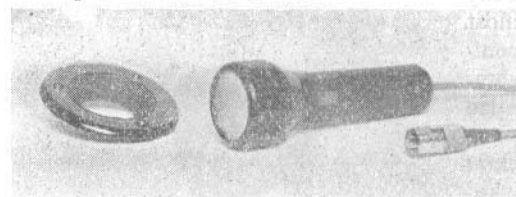


Obr. 150. Krystalový mikrofon typ 516002

zu potřebují napájení baterií, neboť samy o sobě nemění zvukovou energii v elektrickou, nýbrž mění jen svůj odpor podle zvukových vln, dopadajících na mikrofon. Uhlíkové mikrofony patří již minulosti, dnes bývají jen výjimečně u některých přenosných zařízení nenáročných na jakost přenosu zvuku; nahrazují se vesměs mikrofony *krystalovými* nebo *dynamickými*.



Obr. 151. Dynamický mikrofon ADM101



Obr. 152. Reportážní dynamický mikrofon ADM601

Jedním z nejrozšířenějších mikrofonů je *krystalový membránový mikrofon* typ 516002 (obr. 150). Mikrofon je určen především pro přenos řeči a má citlivost asi $5 \text{ mV}/\mu\text{B}$.

Modernějším a dokonalejším provedením je typ AMK101. U tohoto mikrofonu byla zvětšena citlivost asi na $1,5 \text{ mV}/\mu\text{B}$, kmitočtový rozsah rozšířen od 100 do 8000 Hz. Pouzdro mikrofonu má průměr asi 61 mm a hloubku 36 mm.

Dalším typem je *krystalový mikrofon kardioidický*, vhodný do uzavřených prostor. Pod označením 516030 se vyrábí v kulatém tvaru. Citlivost tohoto typu je $3 \text{ mV}/\mu\text{B}$, kmitočtový průběh 100 až 8000 Hz $\pm 6 \text{ dB}$. Ve spodní části mikrofonu je umístěna normalizovaná mikrofonní zástrčka.

U krystalových mikrofonů je třeba upozornit na to, že již teplota asi 50°C je ničí, neboť se při ní z krystalu vylučuje voda a krystal se mění v prášek. Proto u těchto mikrofonů pozor na vyšší teploty!

Z *dynamických mikrofonů* uvádíme především typ ADM101 na obr. 151. Je to s olní provedení dynamického mikrofonu, vyvinutého především pro účely široké spotřeby, jmenovitě pro magnetofony Sonet Duo. Vkusné pouzdro má ve spodní části odklápací stojánek, který při provozu zajišťuje stabilitu mikrofonu ve funkční poloze tak, jak je to na obrázku dobře patrné. Stojánek lze přiklopit k zadní stěně pouzdra, takže ve sklopené poloze zaujímá menší prostor. V pouzdře je vestavěn též miniaturní mikrofonní transformátor s převodem 1 : 20, takže mikrofon ADM101 má citlivost

3 mV/ μ B v kmitočtovém rozsahu 100 až 12 000 Hz \pm 6 dB. Rozměry: výška 92 mm, šířka 65 mm a hloubka 40 mm. Mikrofon je opatřen stíněnou přívodní šňůrou dlouhou 2 m, končící normalizovanou miniaturní mikrofonní zástrčkou.

Konečně je to *reportážní dynamický mikrofon*, typ ADM601 (obr. 152). V přední, rozšířené části držadla mikrofonu je umístěna mikrofonní vložka, obdobná, jako u mikrofonu ADM101. Zadní část mikrofonu tvoří válečkové držadlo s tlačítkem, kterým se mikrofon zapíná. Vzhledem k větší délce přívodního kabelu má výstup mikrofonu malou impedanci a mikrofonní transformátor 1 : 20 je umístěn až na vstupu zesilovače. Vlastnosti mikrofonu ADM601 jsou přibližně shodné s typem ADM101.

U mikrofonů s menší citlivostí často nestačí zesílení zesilovače, je třeba jej doplnit vhodným předzesilovačem.

13. Reproduktry

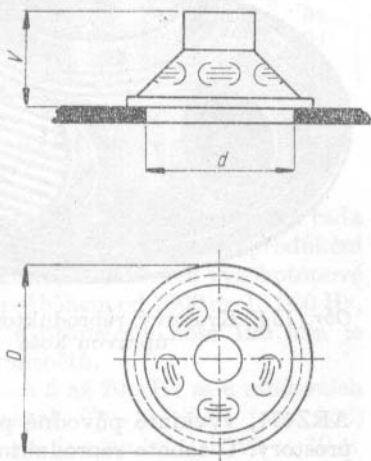
K přeměně elektrického výkonu radiotechnických zařízení na výkon zvukový slouží reproduktor. *Elektromagnetické* reproduktory, používané dříve, dnes již prakticky nevidíme; používá se reproduktorů *dynamických*.

Z požadavků kladených dnes na reproduktor je to především snaha po lineárnosti v celém přenášeném kmitočtovém rozsahu. Jiným požadavkem je velká citlivost. Celkem je snadno pochopitelné, že čím menší energií se dosáhne stejného zvukového výkonu, tím citlivější je reproduktor. Citlivost se zvětšuje zvětšováním magnetické indukce v mezeře, ve které se pohybuje kmitačka. Proto se dnes setkáváme s reproduktory, jejichž magnety jsou ze speciálních slitin a materiálů zvaných např. ALNI, ALNICO, z feritů apod., aby se dosáhlo magnetické indukce v mezeře vyšší než 1 T.

V ČSR se vedle běžných kruhových reproduktorů řady ARO a eliptických ARE vyrábí řada různých speciálních reproduktorů i jejich kombinací.

a) Kruhové reproduktory — řada ARO

Pod označením ARO031 až ARO835 se vyrábějí kruhové reproduktory v těchto základních rozměrech (viz obr. 153):

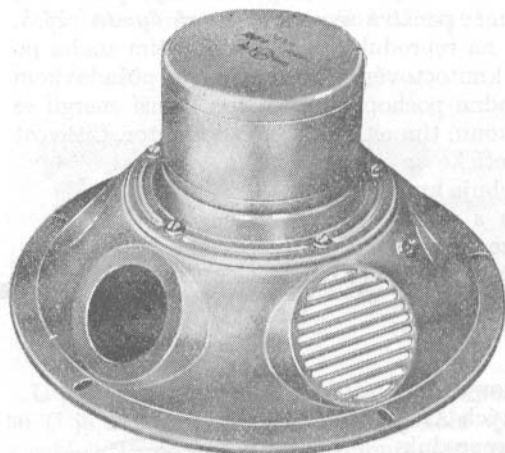


Obr. 153. Kruhové reproduktory řady ARO

Typ	Přikon	Kmitočtový rozsah	Impedance	Maximální magnetická indukce	Rozměry $D \times V \times d$
	W	Hz	Ω	T	mm
ARO031	0,15	200 až 10000	10	0,7	70 × 55 × 60
ARO131	0,35	200 až 10000	4	0,9	85 × 54 × 72
ARO231	0,35	160 až 10000	4	0,9	100 × 51 × 78
ARO331	0,75	120 až 10000	4	0,9	130 × 61 × 108
ARO431	1,5	80 až 10000	5	0,76	162 × 78 × 143
ARO533	3	50 až 8000	5	0,95	200 × 100 × 180
ARO611	6	50 až 8000	5	0,66	236 × 104 × 208
ARO731	8	50 až 5000	6	1,2	273 × 144 × 243
ARO835	10	40 až 5000	5	1,2	340 × 153 × 300

Za zvláštní zmínku stojí hned první uvedený typ ARO031, určený pro kabelkové a přenosné rozhlasové přijímače s výkonem maximálně 150 mW. Jeho magnetický systém z ALNICA má malý rozptyl, takže se osvědčí

i v přístrojích s feritovou anténou. Dává se do miniaturních tranzistorových přijímačů. V uvedené řadě kruhových reproduktorů se vyrábí též typ podle obr. 154 se speciálně upraveným košem, který působí jako pomocné zvukové obvody k úpravě kmitočtové charakteristiky reproduktoru. Protože jsou tyto zvukové obvody umístěny na zadní stěně membrány, nepůsobí na vyzářování vysokých tónů. Aby se tato úprava uplatnila, umísťuje se reproduktor do vhodně upravené ozvučnice.



Obr. 154. Kruhový reproduktor se zvukovou úpravou koše

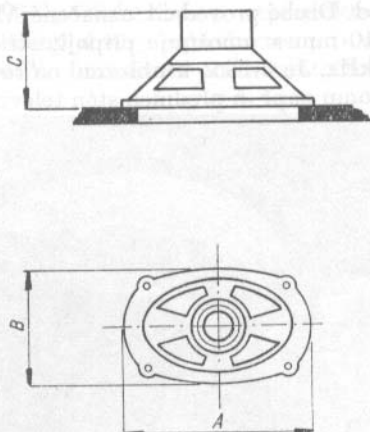
Ke skupině kruhových reproduktorů náleží i speciální ploché provedení

ARZ471, vyvinuté původně pro automobilové přijímače a všechny nízké prostory. U tohoto reproduktoru je však kmitočtový rozsah snížen především u vyšších kmitočtů, jejichž vyzářování zabráňuje právě magnet ve středu kuželu membrány.

b) Eliptické reproduktory řady ARE

Snaha po zlepšení — vyrovnání kmitočtové charakteristiky reproduktorů a po úspoře místa vedla v posledních letech ke konstrukci eliptických reproduktorů. Tyto výhody se dnes uplatňují jak při konstrukci televizních přijímačů, tak i kmitočtové modulovaného rozhlasu, kde se zřetelem na široké zvukové pásmo přenášené přijímačem se přirozeně snažíme dosáhnout dokonalejší reprodukce.

Řada eliptických reproduktorů, označ. ARE má opět těchto několik hlavních typů:



Obr. 155. Eliptické reproduktory

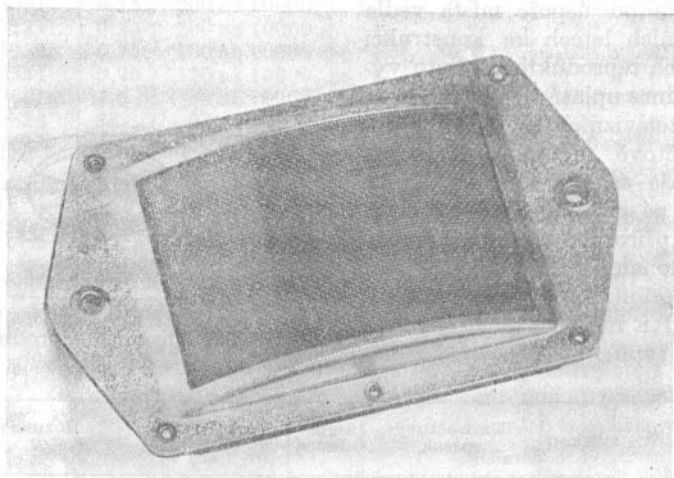
Typ	Příkon	Kmitočtový rozsah	Impedance	Maximální magnetická indukce	Rozměry $A \times B \times C$
	W	Hz	Ω	T	mm
ARE314	0,75	120 až 10000	4	0,57	130 × 105 × 59
ARE411	1,5	80 až 8000	5	0,66	160 × 120 × 76
ARE511	1,5	70 až 10000	5	0,66	200 × 151 × 92
ARE531	1,5	70 až 10000	5	0,76	200 × 151 × 94
ARE614	3	70 až 8000		0,66	280 × 190 × 101

c) Reproduktory pro speciální použití a reproduktorové soustavy

Vedle uvedených normálních běžných reproduktorů se dnes vyrábí řada speciálních reproduktorů a soustav, určených pro jakostní reprodukční zařízení. Pro dělenou reprodukci jsou v jakostních soustavách vysokotónové reproduktory typu ARV231 s kmitočtovým průběhem od 7000 do 13 000 Hz, pro příkon 1,5 W. Reproduktor ARV231 s průměrem koše 100 mm je určen pro dokonalou reprodukci vysokých kmitočtů.

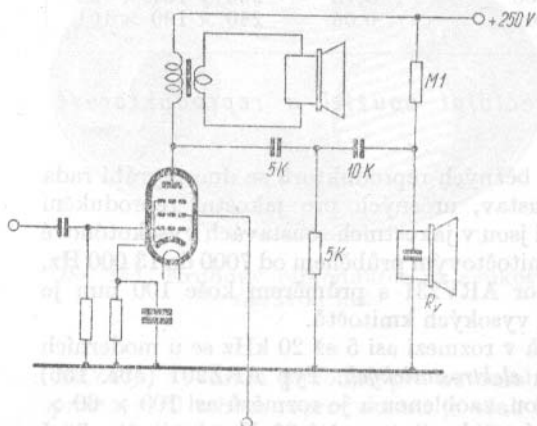
Pro reprodukci vysokých tónů v rozmezí asi 5 až 20 kHz se u moderních přístrojů používá reproduktorů *elektrostatických*. Typ ARZ201 (obr. 156) má přední stěnu mírně vypouklou, zaoblenou a je rozměrů asi 100 × 60 × 14,6 mm. Dovoluje připojení střídavého napětí 30 V s kmitočty 5 až 20 kHz. Tento typ je určen k umístění do rohů skříní přijímačů, televizorů

apod. Druhé provedení, označené ARZ202, je ploché s rozměry $115 \times 65 \times 10$ mm a umožňuje připojit střídavé napětí až 150 V s kmitočty 5 až 20 kHz. Je určeno k přiložení na rovnou desku s příslušným otvorem, jako je tomu např. u předních stěn televizorů.



Obr. 156. Elektrostatický reproduktor ARZ201

Vysokotónové elektrostatické reproduktory se připojují ke koncovému stupni poněkud jinak než normální reproduktory. Připojení vidíme na



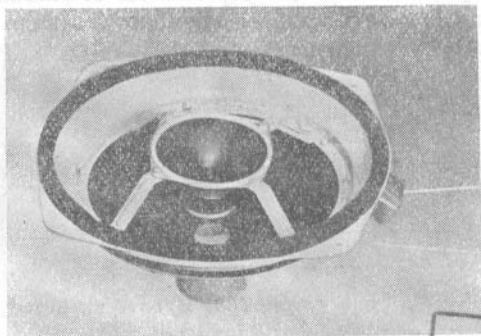
Obr. 157. Schéma připojení elektrostatického reproduktoru

schématu na obr. 157, kde je vysokotónový reproduktor R_v napájen z anodového obvodu elektronky přímo, bez převodního transformátoru.

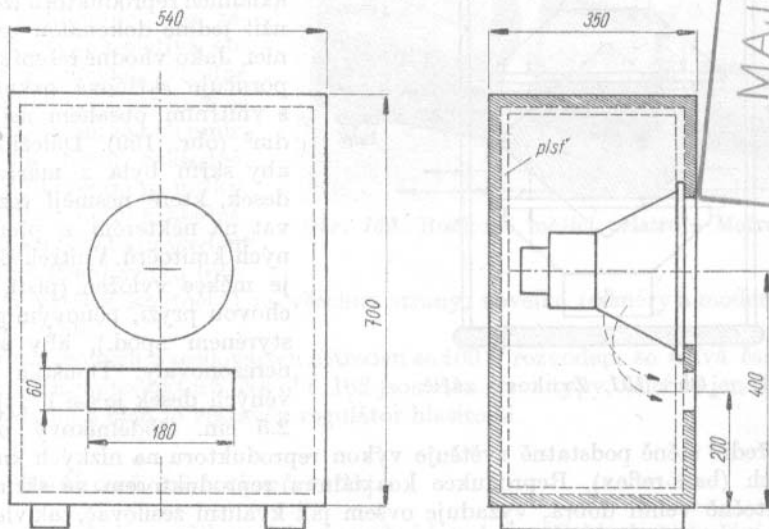
U jakostních reproduktorových soustav se používá *dělené reprodukce*, tj. takové reprodukce, kde vyzářování kmitočtového pásma je rozděleno do dvou nebo více reproduktorů. Obvykle to jsou alespoň dva reproduktory, jeden pro hloubky, druhý pro výšky. Někdy se tyto reproduktory konstrukčně spojují v jeden celek, jako je tomu

u kombinovaného reproduktoru ARK611, složeného z reproduktoru \varnothing 270 mm, který má uvnitř souose uložený druhý reproduktor pro vyzařování výšek. Jmenovitý příkon je 6 W, impedance 5 Ω , kmitočtový průběh od 50 Hz do 15 kHz, rezonanční kmitočet 50 Hz. Reproduktor ARK611 umožňuje jakostní reprodukci v širokém pásmu zvukových kmitočtů a hodí se do různých hudebních skříní apod.

Je přirozené, že u dělené reprodukce a tedy i u kombinace právě popsané musí být kmitočtové pásmo rozděleno na dvě části: hlubokotónovou asi do 1 až 5 kHz a vysokotónovou od dělicího kmitočtu 1 až 5 kHz výše, přičemž každou část zpracovávají reproduktory samostatně. Kmitočty se rozdělují tzv. elektrickými „výhybkami“, které při rozdělení pásma na vysoké a nízké kmitočty nesmějí na



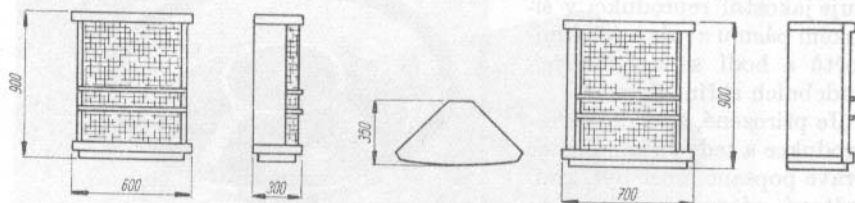
Obr. 158. Kombinovaný reproduktor ARK611



Obr. 159. Skříňová ozvučnice pro koaxiální reproduktor

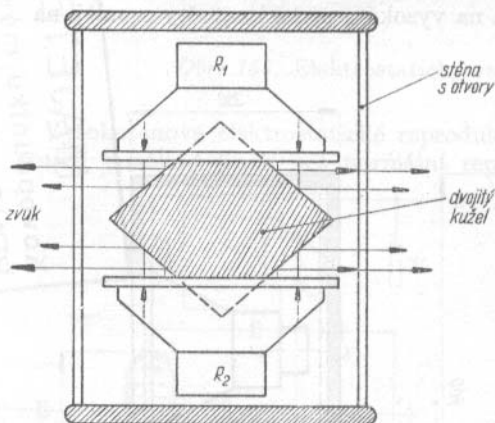
charakteristiku působit ani po kmitočtové stránce, ani zkreslovat přednes zakmitáváním členů *RLC*, které výhybka obvykle obsahuje.

Dokonalým řešením dělené reprodukce je konstrukce tzv. *koaxiálního reproduktoru*. Tento reproduktor se skládá opět ze dvou systémů: hloubkového a výškového. Hloubkový systém je proveden jako samostatný,



Obr. 160. Bytové skříňové ozvučnice Tesla

hlavní reproduktor, v jehož ose je veden zvukovod výškového systému, umístěného na magnetu hlavního reproduktoru. Zvukovod výškového reproduktoru je zakončen exponenciální vyústkou řešenou tak, aby vyzářování výškových tónů i do stran bylo výhodné.



Obr. 161. Zvukový zářič

Velmi dobrých vlastností koaxiálních reproduktorů lze využít jedině dokonalou ozvučnicí. Jako vhodné řešení se doporučuje skříňová ozvučnice s vnitřním obsahem asi 120 dm³ (obr. 159). Důležité je, aby skříň byla z masivních desek, které nesmějí rezonovat na některém z přenášených kmitočtů. Vnitřek skříně je měkce vyložen (plstí, mechovou pryží, pěnovým polystyrénem apod.), aby stěny nerezonovaly. Tloušťka dřevěných desek je asi 1", tj. asi 2,5 cm. Obdélníkový otvor

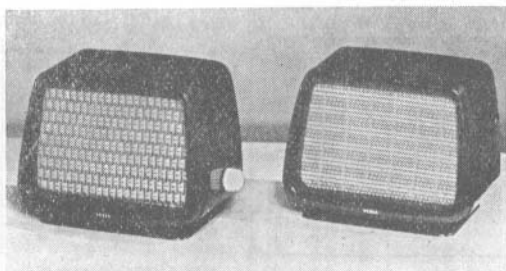
v přední stěně podstatně zvětšuje výkon reproduktoru na nízkých kmitočtech (bass-reflex). Reprodukce koaxiálním reproduktorem ve skříně je skutečně velmi dobrá, vyžaduje ovšem jak kvalitní zesilovač, tak vlastní zdroj zvukových kmitočtů.

Jednodušší skříňové ozvučnice ukazují obr. 160, kde vlevo je rovná

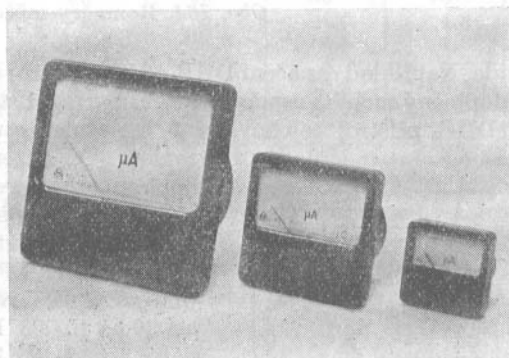
ozvučnice a vpravo rohová, určená do rohu místnosti. Skříňně mají přípojku pro rozvod 100 V, ale též pro připojení výstupu 5Ω . V ploché skříni se umístí jeden hlubkový reproduktor $\varnothing 270$ mm a tři vysokotónové eliptické reproduktory. V rohové skříni je opět jeden hlubkový reproduktor $\varnothing 270$ a jeden výškový eliptický reproduktor. Kmitočtový rozsah obou skříňových ozvučnic je 70 až 10 000 Hz.

Jiné moderní řešení kombinace reproduktorů používá tzv. zvukového zářiče. Zvukový zářič (obr. 161) se skládá ze dvou reproduktorů R_1 a R_2 , umístěných souose membránami proti sobě. Mezi oběma reproduktory je dvojitý kužel, jehož sklon je volen se zřetelem na polohu kmitačky tak, aby vyzářená energie byla odrážena ve směru šipek. Horní a dolní základna je z plného materiálu, plášť, obklopující oba reproduktory je z pletiva, obvykle z nějaké vhodné umělé hmoty. Upevňuje se buď zavěšením za hák umístěný na horní základně, nebo postavením na nožky, upevněné k dolní základně. Předností tohoto provedení je dobré šíření zvuku (především vyšších kmitočtů) na všechny strany, nevelké rozměry a moderní, vkusný vzhled.

U rozhlasových a zesilovacích ústředěn se 100 V rozvodem se užívá často skříňových reproduktorů. Na obr. 162 jsou dva nové typy, lišící se jen tím, že v jednom z nich je vestavěn regulátor hlasitosti.



Obr. 162. Skříňkové reproduktory

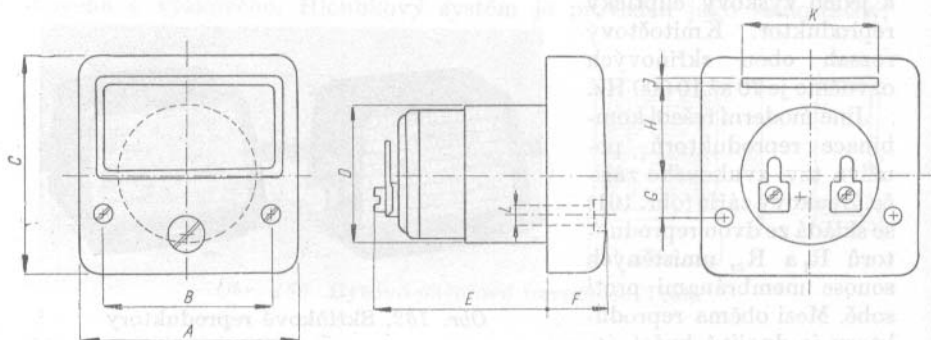


Obr. 163. Ručkové měřicí přístroje Metra

14. Ručkové měřicí přístroje

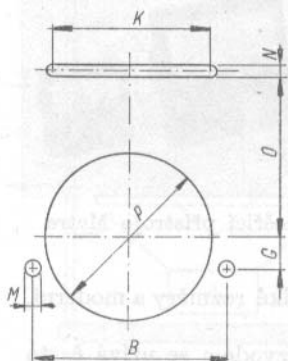
V radiotechnice a příbuzných oborech, hlavně v měřicí technice, užíváme často ručkových měřicích přístrojů. Dnes se u těchto přístrojů ustálil pře-

vážně čtvercový tvar, od kulatých tvarů se upouští. Na obr. 163 jsou moderní typy takových měřicích přístrojů, a to tři základní velikosti označované HR3, HR5 a HR8. To je základní označení přístroje, k němuž se přidávají buď jedno nebo dvě písmena, určující blíže, o jaký druh měřidla



Obr. 164. Rozměry měřidel Metra

jde. Například označení DHR udává přístroj stejnosměrný, DsHR je přístroj doplněný suchým usměrňovačem, DtHR přístroj s tepelným usměrňovačem, tDHR přístroj cejchovaný v teplotních stupních, sloužící jako ukazatel teploty. Do ztížených podmínek se tyto typy doplňují v označení písmenem Z, tedy DHR 5/Z apod. Panelová měřidla řady HR a HR/Z jsou určena k měření stejnosměrných napětí a proudů. V kombinaci se stykovým usměrňovačem lze jimi měřit střídavá napětí a proudy s kmitočty asi 30 až 10 000 Hz. Měřidla jsou však cejchována pro jeden kmitočet, nejčastěji 50 Hz.



Obr. 165. Rozměry otvorů k upevnění měřidel Metra

Pouzdro měřidla je lisováno z černého bachelitu.

U přístrojů (rozměry viz obr. 164 a tabulka v dalším textu) určených k provozu za ztížených podmínek je čelní stěna přístrojů u typů HR5/Z a HR8/Z z hliníkové slitiny. Přístroje se do panelů montují a upevňují dvěma šrouby. Přívodní šrouby jsou v zadní kruhové základně přístroje.

U typů HR je třeba dodržovat předepsaný materiál a tloušťku panelu, do něhož je přístroj montován, aby cejchování stupnice přístroje přesně souhlasilo a odpovídalo průběhu. Typy HR5/Z a HR8/Z jsou však proti vlivu cizích magnetických polí a proti vlivu ocelových panelů chráněny.

V tabulce jsou všechny základní rozměry jak měřidel (obr. 164), tak i otvorů (obr. 165), které se musí pro přístroj udělat v panelu. Některé přístroje jsou v zadní části pouzdra doplněny otvorem k prosvětlení, pro který platí rozměry *H*, *J*, *K*, *N* a *O*.

Typ měřicího přístroje

Rozměry mm	HR3	HR3/Z	HR5	HR5/Z	HR8	HR8/Z
<i>A</i>	44	44	70	70	110	110
<i>B</i>	36	36	56	56	84	84
<i>C</i>	44	44	70	70	110	110
<i>D</i>	32	32	50	50	80	80
<i>E</i>	30	35	42	49	46	52
<i>F</i>	11	12	14	15	15	16
<i>G</i>	7	7	12	12	20	20
<i>H</i>	20	19	32	30,5	51,5	50,5
<i>J</i>	2	2	2,5	2,5	3	3
<i>K</i>	33	27	53	46	86	76
<i>L</i>	3,2	3,2	3,2	3,2	4,5	4,8
<i>M</i>	3,6	3,6	3,6	3,6	4,8	4,8
<i>N</i>	4	4	4,5	4,5	5	5
<i>O</i>	19	18	31	29,5	50,5	49,5
<i>P</i>	D+1	D+1	D+1	D+1	D+2	D+2

Měřicí přístroje Metra typů HR a HR/Z se vyrábějí s těmito rozsahy a pro tyto účely:

k měření stejnosměrného napětí, nejnižší rozsah 3 V, nejvyšší 600 V,
k měření stejnosměrného proudu, nejnižší rozsah 50 μ A, nejvyšší 2 A
u typů HR3, 50 A u typů HR8,

k měření střídavého proudu (se stykovým usměrňovačem) technických kmitočtů, nejnižší rozsah 3 V \sim , nejvyšší 600 V \sim a střídavého proudu, nejnižší rozsah 50 μ A, nejvyšší 50 A,

k měření (s tepelným usměrňovačem) vysokofrekvenčních napětí s rozsahy od 3 V do 60 V,

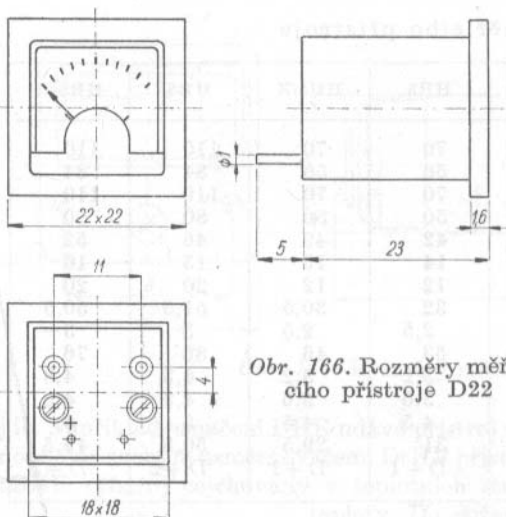
k měření (s tepelným usměrňovačem) střídavých vysokofrekvenčních proudů, s rozsahy 20 mA až 5 A,

k měření teploty (připojení na termoelektrický článek), nejnižší rozsah 300 °C, nejvyšší rozsah 1600 °C.

Pro umístění tepelných usměrňovačů a předradných odporů jsou měřicí přístroje Metra doplňovány zvláštní bakelitovou skříňkou jednotné velikosti pro všechny typy měřidel řady Hr i HR/Z. Pro měření proudů od 2 A do 50 A mají přístroje opět jednotně provedený transformátor s usměrňovačem, umístěný v bakelitové skříňce.

MAJETEK
Kovopodniku, města Brna
BRNO, nám. Dr.

V radiotechnice se též používá *miniaturního* ručkového měřicího přístroje D22. Přístroj D22 je panelový přístroj, určený k indikaci nebo měření stejnosměrných, popř. střídavých napětí a proudů. Pouzdro přístroje je z umělé průsvitné hmoty, opatřené v zadní základně jednak přívodními svorkami, dále zalisovanými maticemi, jimiž se přístroje připevňují k panelu. Montují se ve svislé poloze do nemagnetických panelů. Třída přesnosti je 5 %, provedení odolné proti otřesům a vodotěsné. Rozměry přístroje D22 jsou na obr. 166. Měřicí přístroje D22 se vyrábějí s těmito měřicími rozsahy:



Obr. 166. Rozměry měřicího přístroje D22

voltmetry stejnosměrné 3 až 600 V,
voltmetry střídavé 3 V až 600 V,
miliampérmetry stejnosměrné 0,2 mA až 2 A,
* miliampérmetry střídavé 0,5 mA až 1 A.

Při montáži ručkových měřicích přístrojů dbáme, aby nebyly v blízkosti magnetických obvodů, transformátorů nebo jiných zdrojů jak magnetických polí, tak i zdrojů tepla, které ručkovým přístrojům nikterak nesvědčí.

15. Napájecí zdroje

K provozu různých elektronických zařízení, především přenosných, je třeba vhodných napájecích zdrojů. Se zaváděním polovodičů do těchto zařízení bude ubývat do jisté míry i starost o zdroje, neboť tranzistorová zařízení potřebují k svému provozu převážně jen nepatrná napětí a proudy. Protože však dosud většina zařízení potřebuje různé napájecí i žhavicí zdroje, uvedeme přehledně zdroje nejčastěji používané i jejich rozměry. V zásadě rozdělíme tuto kapitulu na dvě části: primární zdroje — suché články a sekundární zdroje — akumulátory.

a) Suché články — baterie

Suché galvanické články, spojované do baterií, jsou nejznámějšími zdroji elektrické energie pro přenosná zařízení. Pro naše účely jsou nejvhodnější tyto typy baterií:

Suchá baterie plochá, typ 310,

dává jmenovité napětí 4,5 V a lze ji zatížit proudem maximálně až 500 mA. Život je asi 300 min. Rozměry: šířka 22 mm, výška 67 mm a délka 61 mm. Váha 112 g.

Suchá baterie kulatá,

se vyrábí ve dvou provedeních, obě s jmenovitým napětím 3 V. Typ 220 má život 120 min při maximálním proudovém odběru 300 mA. Rozměry: průměr 22 mm a výška 76 mm. Druhý, větší typ 230 má život 300 min při odběru proudu maximálně 500 mA. Rozměry: průměr 26 mm a výška 96 mm. Váha u typu 220 je 45 g, u typu 230 82 g.

Suché články kulaté

s napětím 1,5 V se vyrábějí ve třech typech a velikostech. Typ 110 rozměrů $\varnothing 21 \times 60$ mm lze zatížit proudem 500 mA po dobu 300 min, váží 35 g. Typ 140, často zvaný též „monočlánek“ má při rozměrech $\varnothing 33 \times 61$ mm život 720 min, zatížitelnost maximálně 700 mA, váží 92 g. Konečně třetí typ 150, s životem 75 min a rozměry $\varnothing 14 \times 51$ mm o váze 14 g lze zatížit proudem 200 mA.

Suché galvanické články se vzdušnou depolarizací

jsou články určené především k žhavení elektronek přístrojů. Vyrábějí se v několika velikostech, s různou kapacitou.

Vývody u všech těchto typů jsou z ohebného lanka.

Typ	Napětí V	Kapacita Ah	Maximální proudové zatížení mA	Rozměry [mm]			Váha g
				šířka	délka	výška	
S1A	1,4	12	100	35	35	92	155
S2A	1,4	40	150	55	55	115	410
S5A	1,4	150	150	80	80	195	1550
S6A	1,4	250	300	100	100	195	2390

Suché mřížkové baterie

jsou v elektronických přístrojích zdrojem mřížkových předpětí pro elektrony. Pod označením MB6 až MB15 se vyrábějí 4 typy:

Typ	Napětí V	Kapacita Ah	Maximální proudové zátížení mA	Rozměry [mm]			Váha g
				šířka	délka	výška	
MB6	6	1	30	24	88	73	190
MB9	9	1	30	24	138	73	290
MB12	12	1	30	47	88	73	370
MB15	15	1	30	47	109	73	490

Vývody u všech těchto typů jsou provedeny mosaznými zdíčkami \varnothing 3,5 mm, zalitými zalévací hmotou přímo v horní základně baterie. Baterie má vyvedená napětí odstupňovaná po 1,5 V, takže lze odebírat např. u typu MB9 napětí: 1,5; 3; 4,5; 6; 7,5 a 9 V.

Suché anodové baterie

Anodové baterie tohoto typu jsou sestaveny ze suchých článků typu 110 a jsou zdrojem anodových napětí v přijímačích, vyslačích apod. Vyrábějí se opět v několika velikostech.

Typ	Napětí V	Kapacita Ah	Maximální proudové zátížení mA	Rozměry [mm]			Váha g
				šířka	délka	výška	
AB60	60	1	30	155	130	78	1755
AB90	90	1	30	155	197	78	2640
AB100	100	1	30	155	216	78	2975
AB120	120	1	30	155	259	78	3570

§ Všechny typy mají vývody provedeny opět zdíčkami \varnothing 3,5 mm, zalitými zalévací hmotou. Jednotlivé typy mají vyvedena napětí:

AB60 : 3; 4,5; 6; 10,5; 40; 60 V

AB90 : 3; 4,5; 6; 10,5; 40; 70; 90 V

AB100: 3; 4,5; 6; 10,5; 50; 60; 70; 80; 90; 100 V

AB120: 3; 4,5; 6; 10,5; 30; 60; 80; 100; 110; 120 V

Destičkové anodové baterie

Destičkové články se řadí do série, popř. paralelně do tzv. destičkových anodových baterií.

§ Destičkové anodové baterie mají výhodu v malých rozměrech. Používá se jich jak v přístrojích vysloveně radiotechnických, jako přijímačích,

vysílačích apod., tak v různých přístrojích měřicích nebo užitkových (v zesilovačích pro nedoslýchavé) a všude tam, kde je třeba zdrojů anodových napětí malých rozměrů. Destičkové baterie se vyrábějí v několika různých provedeních, lišících se jednak rozměry a kapacitami, jednak provedením vývodů.

Vyrábějí se tři druhy:

s vývody lankovými,

s vývody stiskacími knoflíky s roztečnou vzdáleností 38 mm,

s vývody zdífkovými \varnothing 3 mm.

V tabulce jsou charakteristické údaje všech těchto typů destičkových baterií:

Typ	Napětí V	Kapacita Ah	Maximální proudové zátížení mA	Rozměry [mm]			Váha g
				šířka	délka	výška	
Destičkové baterie s lankovými vývody							
921045	45	0,25	10	26	66	90	249
931045	45	0,50	20	45	67	90	450
921067	67,5	0,25	10	35	70	90	374
931067	67,5	0,50	20	45	99	90	675
921090	90	0,25	10	50	66	90	498
931090	90	0,50	20	45	90	130	900
921120	120	0,25	10	35	115	100	664
931120	120	0,50	20	45	100	165	1200
Destičkové baterie s vývody stiskacími knoflíky							
922045	45	0,25	10	26	66	95	240
932045	45	0,50	20	45	67	96	444
922067	67,5	0,25	10	35	70	96	360
932067	67,5	0,50	20	45	99	96	660
922090	90	0,25	10	50	66	96	480
932090	90	0,50	20	45	90	135	888
922120	120	0,25	10	35	115	105	640
932120	120	0,50	20	45	100	170	1184
Destičkové baterie s vývody zdífkovými							
923045	45	0,25	10	26	66	100	228
933045	45	0,50	20	46	67	100	429
923067	67,5	0,25	10	35	70	100	342
933067	67,5	0,50	20	45	99	100	644
923090	90	0,25	10	50	66	100	456
933090	90	0,50	20	45	90	140	858
923120	120	0,25	10	35	115	110	608
933120	120	0,50	20	45	100	175	1144

b) Akumulátory

Jako jsou suché články především zdrojem anodových napájecích napětí, tak jsou akumulátory převážně zdrojem žhavení elektronek apod. Dříve byly nejrozšířenější akumulátory kyselinové, olověné, dnes nastupují na jejich místo akumulátory alkalické s elektrodami oceloniklovými, zvané oceloniklové, nebo nověji některé akumulátory stříbrozinkové, niklkadmiové aj. Nejrozšířenější z těchto typů jsou vedle olověných akumulátorů alkalické akumulátory oceloniklové, které mají řadu výhod, pro které se jich dnes v různých přenosných zařízeních téměř výhradně používá k žhvení. Proto si blíže probereme vlastnosti těchto akumulátorů.

Alkalické akumulátory typu NKN

Bylo již uvedeno, že akumulátory tohoto druhu mají elektrody z niklových a ocelových desek, izolované uložené v nádobkách z ocelového plechu. Desky kladných a záporných elektrod tvoří vždy sady, vyvedené do víka nádoby, kde je též otvor k nalévání elektrolytu. Elektrolytem je roztok hydroxydu draselného hustoty 1,19 až 1,21, kterého je třeba do článku nalít tolik, aby jeho hladina byla minimálně 10 mm nad horním okrajem desek.

Čs. alkalické akumulátory NKN mají tyto hodnoty:

Typ	NKN10	NKN22	NKN45	NKN60
Jmenovitá kapacita [Ah]	10	22	45	60
Nabíjecí proud [A]	2	4,4	9	12
Vybíjecí proud [A]	1	2,2	4,5	6
Konečné vybíjecí napětí [V]	1,0	1,0	1,0	1,0
Šířka [mm]	80	105	105	128
Délka [mm]	31,4	34	52	39
Výška [mm]	122	212	212	349
Závit přívodních svorníků	M5	M5	M5	M10
Váha s elektrolytem [kg]	0,75	1,70	2,72	4,60

¶ Nabíjecí proud (udáný v tabulce) je proud dodávaný při nabíjení po dobu 7,5 hodiny, přičemž kapacita dodávaná při nabíjení je vždy 1,5krát větší než příslušná jmenovitá kapacita článku v [Ah]. Při nabíjení a vybíjení je třeba dbát, aby teplota elektrolytu v článku nepřekročila 40 °C. Údržba akumulátorů NKN je jednoduchá. Je třeba, aby nádoba akumulátoru byla suchá a čistá, nepotřísněná elektrolytem a zaschlými, vykrytalizovanými solemi. Po osušení potřeme vrchní víko nádoby vazelínou, dbáme však,

abychom nepotírali též pryžové těsnění zátek. Pokud je v akumulátoru hladina elektrolytu nižší, než je předepsáno (10 mm nad horním okrajem desek), je třeba doplnit akumulátor destilovanou vodou.

Niklkadmiové akumulátory

Novějším provedením akumulátorů jsou akumulátory niklkadmiové. Jsou dosud ve vývoji a tak lze uvést jen některé předběžné údaje. Akumulátory niklkadmiové budou v nádobách z plastické hmoty a pod označením NKNU budou mít přibližně tyto hodnoty:

Typ	Kapacita [Ah]	Rozměry [mm]
NKNU6	6	85 × 19 × 110
NKNU10	10	85 × 28 × 110
NKNU16	16	85 × 36 × 125
NKNU20	20	85 × 45 × 125

Tyto niklkadmiové akumulátory se také připravují v provedení s omezeným množstvím elektrolytu, v nádobě z plastické hmoty zabraňující svou konstrukcí vylití elektrolytu, s kapacitou asi 10 Ah a rozměry maximálně 40 × 50 × 130 mm; dále se připravují tyto akumulátory zcela uzavřené, neplynující. Do ukončení rukopisu však nebyly jejich údaje známy.

Akumulátory stříbrozinkové

Stříbrozinkové akumulátory náleží k moderním akumulátorům, které se již značně rozšířily. Jejich elektrody jsou z čistého stříbra a zinku, skládané opět do sad, navzájem propojených a ponořených do elektrolytu, kterým je roztok hydroxydu draselného s asi 8 % kyslíčnicku zinečnatého. Elektrolyt je prakticky celý vsát v deskách elektrod a do oddělovacích vrstev ze speciálně upravené celulosy. Napětí jednoho článku stříbrozinkového akumulátoru je 1,84 V, konečné napětí při vybití asi 1,5 V.

Vlastnosti těchto akumulátorů:

Stříbrozinkové akumulátory vynikají především nejmenší vahou a přitom největším výkonem na jednotku váhy nebo velikosti ve srovnání s ostatními typy akumulátorů. Jsou necitlivé proti zkratu a nevadí jim ponechání ve vybitém stavu. Nejsou citlivé na otřesy, vydrží teploty -50 až $+60$ °C a mají velmi dobrou účinnost, zpravidla až 95 %. To jsou výhody těchto akumulátorů, naproti tomu mají však i stejné nevýhody.

Nabíjet se např. musí velmi opatrně tak, aby se nepřekročila hodnota 2,1 V, kterou je tedy třeba „hlídat“. Stříbrozinkové akumulátory mají

malý počet nabíjecích cyklů, jen asi 30 až 40, jsou velmi drahé a vyžadují velkou péčlivost jak při nabíjení, tak při skladování v prostředí, v němž nesmí být nadměrné množství kyslíčnicku uhlíčitého.

V porovnání s akumulátory NKN doporučuje výrobce, aby elektrolyt nepřesáhl úroveň horních hran oddělovacích desek, nebo naopak, aby nedocházelo k vysychání článku.

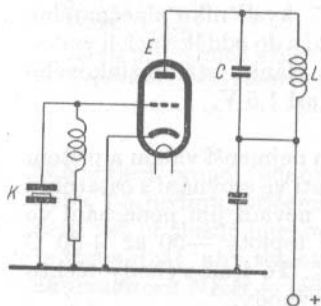
Hlavní vlastnosti stříbrozinkových akumulátorů jsou uvedeny v tabulce:

Typ	SZ1,5	SZ6	SZ12	SZ20	SZ40
Napětí [V]	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
Kapacita [Ah]	1,5	6	12	20	40
Normální vybíjecí proud [A]	0,3	1,2	2,4	4,0	8,0
Nabíjení 22 h proudem [A]	0,075	0,3	0,6	1,0	2,0
Nabíjení 15,5 h proudem [A]	0,10	0,42	0,84	1,4	2,8
Váha g	36	126	245	390	780
Rozměry: výška [mm]	51	80	120	110	110
šířka [mm]	29	52	60	92	93
délka [mm]	16	20	20	23	43

Vzhledem k velké účinnosti se nabíjí stříbrozinkový akumulátor asi na 110 % jmenovité kapacity a každý desátý nabíjecí cyklus se nabíjí asi na 120 % kapacity malým proudem, tedy po dobu 22 hodin.

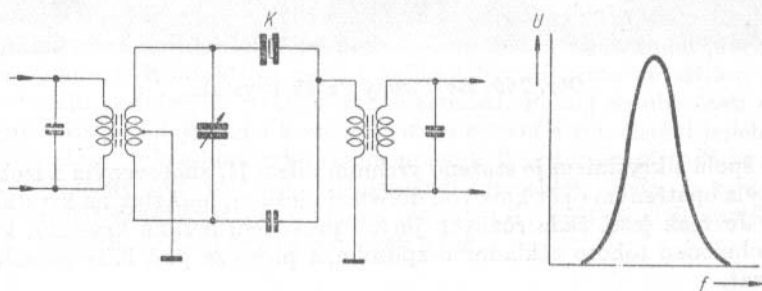
16. Křemenné krystalové výbrusy

Křemenné krystalové výbrusy jsou malé destičky, vyříznuté a vybroušené z čistého křemene. Jestliže se taková destička vloží mezi dvě kovové elektrody, na které se přivede střídavé napětí, projeví se piezoelektrické vlastnosti výbrusu a krystal začne kmitat. Je-li kmitočet tohoto napětí blízký mechanické rezonanci krystalu, tedy kmitočtu, který je dán rozměry krystalu, nastane velmi intenzivní kmitání přesně na rezonančním kmitočtu. Protože rozměry krystalového výbrusu jsou konstantní a materiál — křemen má velmi stálé vlastnosti, měnící se změnou teploty jen velmi nepatrně, udržuje krystalový výbrus svůj kmitočet velmi přesně. Jakost obvodu s křemenným krystalem je neobyčejně dobrá a hodnota činitele Q je řádu desetitisíců. Důležitou



Obr. 167. Zapojení oscilátoru řízeného krystalem

hodnotou u krystalu je přesnost jeho nastavení, která označuje, s jakou tolerancí se krystal vyrobí. Bývá to hodnota 10^{-4} až 10^{-6} . Krystal má kromě svých vlastních rezonančních kmitočtů (paralelní a sériová rezonance — obě leží velmi blízko u sebe), ještě rezonance parazitní. U dobrého krystalu mají být tyto parazitní rezonance co možná vzdáleny od hlavních.

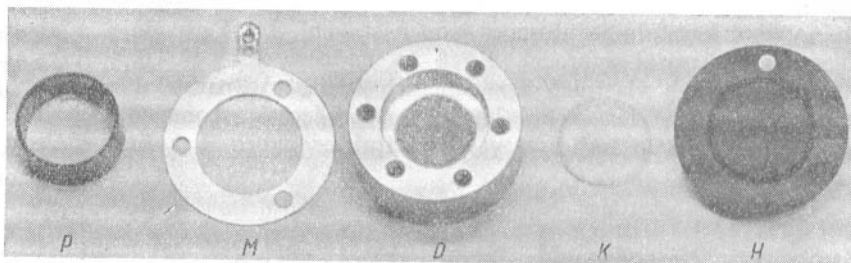


Obr. 168. Zapojení krystalu v obvodu mezifrekvence a rezonanční křivka tohoto obvodu

Nejčastěji se používá krystalu K (obr. 167) v okruhu oscilační elektroniky E, v jejímž anodovém obvodu je zařazen rezonanční obvod CL, jehož kmitočet odpovídá rezonančnímu kmitočtu krystalu. Vzhledem k uvedeným vlastnostem krystalu je kmitočet tohoto oscilátoru neobyčejně stálý, běžně lze dosáhnout stálosti asi $\frac{\Delta f}{f} = (1 \text{ až } 10) \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Oscilátorů řízených krystalem se proto používá jako kmitočtových normálů. K zvláštním účelům, např. pro měřicí kmitočtové normály s velkou přesností, se stálost kmitočtu ještě dále zvětšuje tím, že se krystalový výbrus umísťuje do zvláštního pouzdra se stálou teplotou, tzv. termostatu, takže stálost jeho kmitočtu vzroste ještě o 1 až 2 řády.

Jiným častým použitím krystalu je jeho zapojení v rezonančních, velmi jakostních obvodech. Bylo již uvedeno, že činitel jakosti obvodů s krystaly je neobyčejně velký. Zařadíme-li tedy krystal např. do obvodu mezifrekvence, vzroste neobyčejně výrazně selektivnost tohoto obvodu. Základní takové zapojení je na obr. 168, kde je i příslušná rezonanční křivka tohoto obvodu s krystalem. Šířka propouštěného pásma je řádu asi 100 až 3000 Hz a lze ji nastavit proměnnými kapacitami v obvodu.

Uložení křemenného krystalového výbrusu je na obr. 169. Uprostřed je vlastní těleso držáku D s dosedací ploškou pro krystal (tmavý terč uvnitř vyhloubení). Do tohoto tělesa se vloží krystal K, jehož stranová vůle je vymezena prstencem P. Shora je na krystal nasazeno sběrací mezikruží M,



Obr. 169. Rozložený držák krystalu

které spolu s krystalem je staženo vrchním dílem H, zhotoveným z izolační hmoty a opatřeným opět kovovou dosedací ploškou, jejíž tlak na krystal lze řídit. Je však ještě řada různých jiných provedení držáků krystalů, které jsou obměnou tohoto základního způsobu, a proto se jimi blíže nebudeme zabývat.

Bylo již uvedeno, že krystaly jsou uloženy ve vhodných držácích a celek je opatřen vhodným krytem. Kryt na výbrus je buď lisován z kovu, nebo z umělé hmoty. U nové konstrukce krystalových normálů je krystalový výbrus s držákem upevněn ve vyčerpané skleněné baňce velikosti miniaturní elektronky. Baňka má průměr 19 mm a 7 vývodních kolíčků pro upevnění v heptalové objímce, nebo má průměr 22 mm a 9 kolíčků pro zasunutí do novalové objímky.

Krystaly samy jsou destičky tlusté řádově desetiný milimetru až několik celých milimetrů, nejčastěji kruhového nebo čtvercového tvaru, velikosti od několika milimetrů v průměru nebo délce strany do několika centimetrů.

Bylo již také řečeno, že rezonanční kmitočet krystalu závisí na jeho geometrických rozměrech a na tzv. ose, podle níž se krystal vybrušuje.

Krystalový oscilátor začíná někdy kmitat velmi obtížně nebo vůbec ne. Pokud krystal sám je v pořádku, lze dosáhnout zvětšení kmitání malým předpětím, jímž se zruší náběhový mřížkový proud elektronky, tlumí její kmitání. Nejjednodušeji dosáhneme tohoto předpětí zařazením odporu hodnoty řádu několika desítek ohmů do katodového přívodu elektronky. Jestliže však naopak je kmitání elektronky příliš značné, hrozí nebezpečí zničení krystalu přílišným rozkmitáním a pak jeho prasknutím. Nebezpečné velké kmitání lze utlumit zvětšením kapacit, zapojených paralelně do krystalu. Je tedy správné při prvním uvádění krystalu do chodu rozkmitávat v daném zařízení krystal za stálé kontroly kmitání pomocí miliampérmetru zapojeného v mřížkovém svodu elektronky oscilátoru pozvolným zvyšováním anodového napětí elektronky.

17. Propojovací koncovky a lišty

K propojování přístrojů slouží nejrůznější propojovací koncovky, které jsou zásadně buď *kruhové*, nebo *plošné*. U kruhových koncovek bývá vždy jedna její polovina uzpůsobena k připojení propojovacího kabelu nebo šňůr, kdežto u plošných spojek bývá jedna polovina uzpůsobena k připevnění na desku panelu, skříně apod.

Jaké jsou požadavky na tyto spojovací prostředky?

Předně musí zaručit dobré propojení obou částí s minimálním přechodovým odporem. Kontaktní pera i kolíčky bývají proto ze stříbra nebo z materiálu podobných elektrických vlastností. Pokud se obě části často spojují a rozpojují, dochází k samočinnému otírání a tím čištění jejich stykových ploch, takže koncovky dobře pracují. V opačném případě se musí stykové plochy občas očistit. Někdy stačí tetrachlór, jindy je zapotřebí jemného smirkového plátna, abychom spoj očistili a opět obnovili spolehlivý dotek. Uvedeme hlavní druhy koncovek a lišt.

a) Mikrofonní a přístrojové koncovky

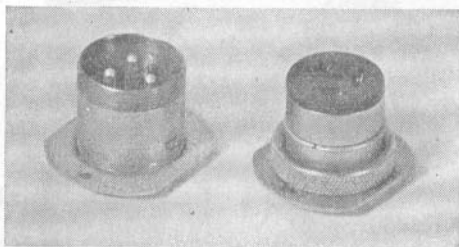
Propojovací spojky tvoří mikrofonní a přístrojové koncovky, zásuvky a zástrčky řady 510105 — 510141. Typizované koncovky jsou tvořeny kovovými válcovými pouzdry se třemi kontaktními zdíčkami nebo kolíčky, které do sebe navzájem zapadají. Slouží především ke spojování dvoužilového stíněného kabelu s přístroji. Koncovky se vyrábějí buď v provedení *panelovém*, nebo *kabelovém* s typovými čísly, určujícími blíže druh koncovky. Základní označení je trojčíslí 510, za nímž následuje druhé trojčíslí, udávající, zda jde o zásuvku nebo zástrčku (vidlíci) k upevnění na panel nebo na kabel. Koncovky se vyrábějí v těchto provedeních:

Panelové koncovky

Mikrofonní panelová zásuvka 510122 je upravena k upevnění na panel dvěma šroubky. K pevnému spojení se zástrčkou je opatřena vroubkovanou maticí se závitem.

Mikrofonní panelová zástrčka 510124 je rovněž upravena k upevnění na panel. Na jejím plášti je vyříznut závit shodný se závitem v převlečné matici zásuvky.

Obě koncovky jsou na obr. 170.

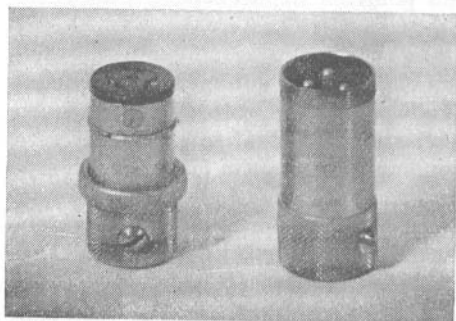


Obr. 170. Panelové mikrofonní koncovky

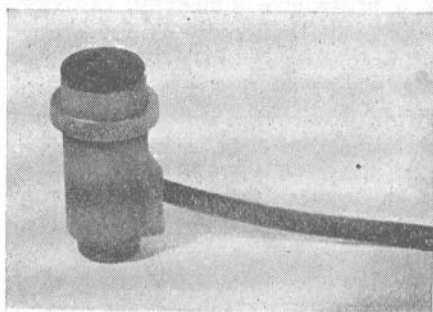
Kabelové koncovky

Mikrofonní zásuvka 510141 je koncovka dvoužilového stíněného mikrofonního kabelu. Je opatřena převlečnou vroubkovanou maticí se závitem.

Mikrofonní zástrčka 510131 se užívá jako koncovka dvoužilového stíněného kabelu. Je opatřena závitem na plášti, shodným se závitem v převlečné matici.



Obr. 171. Kabelové mikrofonní koncovky



Obr. 172. Mezispojka pro mikrofonní stojan

Obě koncovky jsou na obr. 171.

Mezispojka 510105 je mikrofonní zásuvka upravená tak, že ve spodní části má otvor se závitem $3/8''$, kterým jsou opatřeny mikrofonní stojany. Na horní část lze nasunout mikrofon, popř. kabel.

Mezispojka je na obr. 172.

Popsané koncovky jsou určeny pro nízkofrekvenční zařízení tónových kmitočtů při napětí maximálně 100 V_{ef}, nebo 250 V_{ss} a intenzitě proudu maximálně 2 A. Zdířka koncovek označená číslicí 3 je galvanicky spojena se stíněním — pláštěm.

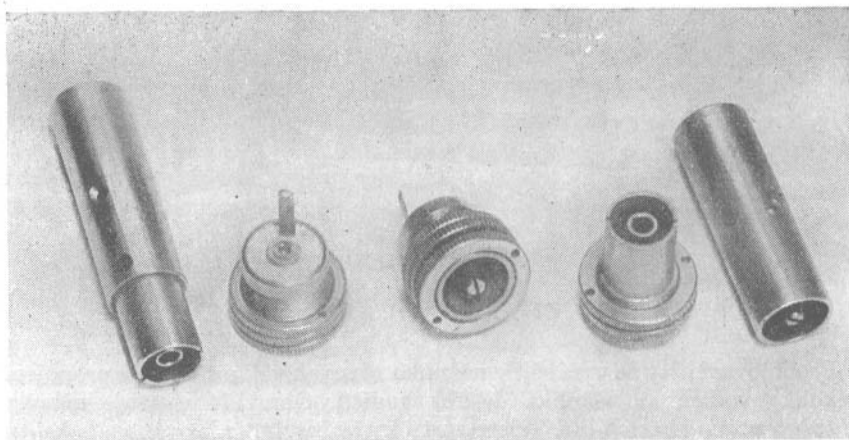
Pro vysokofrekvenční techniku se vyrábějí *souosé koncovky*, s impedancí přibližně 70 Ω, určené především do měřicích přístrojů. Jako izolační hmoty je použito keramiky, trolitulu, popř. teflonu, jejichž vlastnosti jsou pro vysoké kmitočty výhodné. Souosé koncovky (obr. 173) se vyrábějí v těchto provedeních:

souosá zásuvka k připevnění na panel do otvoru \varnothing 16,5 mm, označení XK46501, popř. NTN188-ZC70;

souosá zástrčka s kolíkem, upravená k připevnění na panel do otvoru \varnothing 18,5 mm, označení XK46202, popř. NTN188-VC70;

souosá zásuvka kabelová se zdířkou, označení XK46500 nebo NTN188-ZD70;

souosá zástrčka kabelová s kolíkem, označení XK46201, popř. NTN188-VD70;



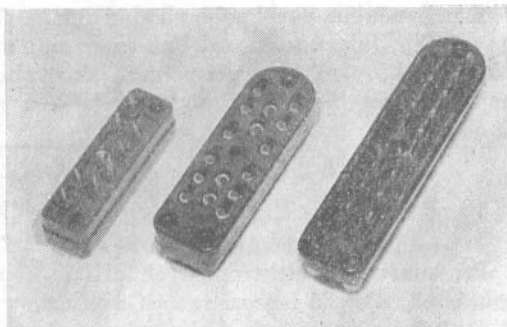
Obr. 173. Souosé koncovky

malá zásuvka se zdílkou, k připevnění na panel, označení VF46522, popř. NTN188-ZE70 a

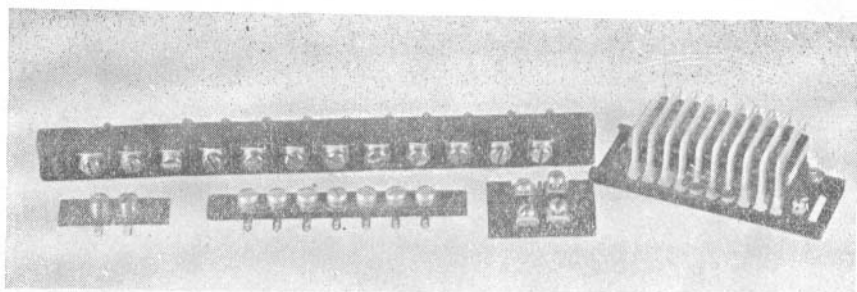
malá zástrčka s kolíkem ke spojení s kabelem, určená pro VF46522, označení VF46211, popř. NTN188-VE70.

b) Propojovací lišty

Propojovací lišty, obvykle známé pod názvem *nožové lišty* podle tvaru plochých kolíků, tvoří další význačnou skupinu konstrukčního a propojovacího materiálu. Jsou to spojky určené především pro spojení panelů ve stojanech, kde se jimi dosahuje okamžitého propojení přístroje pouhým zasunutím panelu do rámu. Výhody tohoto způsobu propojování jsou jasné. Propojení je rychlé, dokonalé (pokud ovšem nejsou kontakty okysličený) a vždy správné. Nože zástrčky jsou z mosazi, zasouváním se samy čistí, takže v normálním prostředí nemusí dojít k jejich okysličení.



Obr. 174. Propojovací nožové lišty



Obr. 175. Svorkovnice

Propojovací lišty se vyrábějí v několika různých velikostech, na propojení několika vodičů až několika desítek vodičů. Obr. 174 ukazuje několik běžných propojovacích lišt. Těleso zástrčky i zásuvky je lisováno z bakelitu a obsahuje buď nože (zástrčka), nebo pérové kontakty (zásuvka), do kterých se nože zasouvají.

Zásuvka je u každého pérového kontaktu opatřena vylišovaným písmenkem abecedy k orientaci připojování vodičů na zásuvku. Pérové kontakty jsou dvojité a tvarovány tak, že zasunutím nožů zástrčky se pevně sevřou, takže kontakt je dokonalý. Pera jsou z fosforového bronzu, tlustě postříbřené, takže připájení přívodů je snadné. Přitom je rozmístění otvorů s pérovými kontakty i noži na tělesech voleno tak, že zasunutí je jednoznačné a nemůže dojít k záměně.

Obdobně jako zásuvka je řešena i zástrčka. V příslušných místech pouzdra jsou zalisovány nože, vyrobené z tvrdé mědi nebo mosazi. Náběhové hrany jsou zešikmeny, takže se nože snadno zasouvají do otvorů zásuvky. Na opačné straně zástrčky vyčnívají druhé konce nožů, které jsou tlustě pocínovány a na konci mají otvor — očko, takže i zde je pájení přívodů snadné.

K upevnění na panel nebo vhodné držáky slouží několik otvorů $\varnothing 3,5$ mm na výlisku. Jak zásuvka, tak i zástrčka mají malé osazení, do kterého zapadá plechový lisovaný kryt při použití jako volná kabelová spojka, ukončující nějaký kabel (použití je obdobné jako u několikanásobných kruhových koncovek.

18. Různý elektrický a mechanický konstrukční materiál

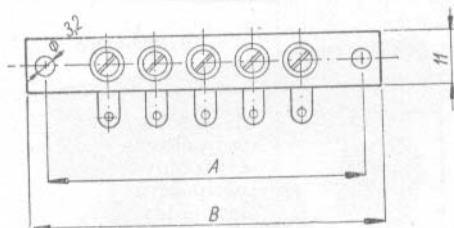
Při konstrukci elektronických přístrojů potřebujeme mnoho drobných součástek, z nichž nejrozšířenější uvedeme v této kapitole. Všechny slouží k doplnění přístroje vhodnými vlastnostmi, jak to vyžaduje jeho funkce, nebo k ulehčení montážní práce.

a) Svorkovnice

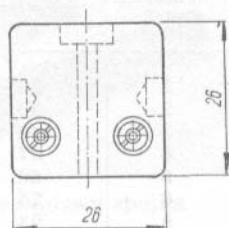
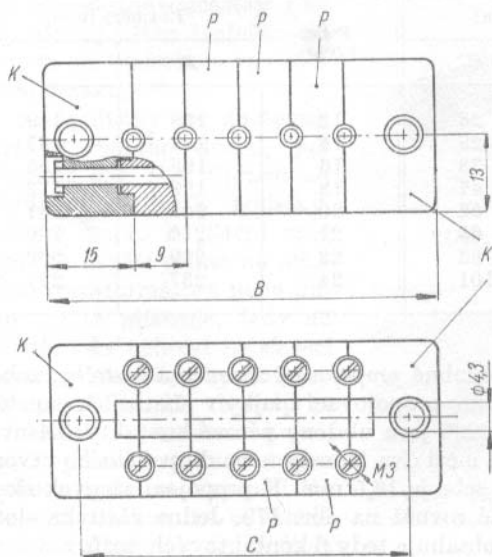
Svorkovnice jsou jednou z nejvíce užívaných součástí (obr. 175). Obvykle jsou zhotoveny z bakelitu nebo jiného izolačního materiálu, ve kterém jsou zalisovány svorky — matice s očkem, tvořící jeden vývod. Druhý vývod se připevní buď pájecím očkem pod šroub v uvedené matici, jako je tomu u dvou-pólové a sedmipólové svorkovnice v levé přední části obr. 175, nebo se přitáhnou šroubem pod přitlačovací plech nebo do tělesa svorky, jako je tomu u ostatních vyobrazených typů svorkovnic. Některé svorkovnice mají jednotlivé svorky očíslovány, takže orientace na takovém výrobku je snadná i tehdy, má-li větší počet svorek.

Rozměry svorkovnic jsou na obr. 176 a v tabulce na str. 174.

Jiným druhem jsou *bakelitové skládací svorkovnice* podle obr. 177 a 178, které bývají jednopólové až dvacetičtyřpólové. Svorkovnice se skládá z koncovek K a vnitřních skládacích dílů P, kterých má být tolik, kolik pólů má mít svorkovnice. Celek je stažen dvěma podélnými svorníky M3.



Obr. 176. Rozměry svorkovnice PN371591



Obr. 177. Skládací bakelitová svorkovnice

Do vybrání v horní části vnitřních dílů P i koncovek K lze zasunout štítek s označením. K přednostem těchto svorkovnic nepatří jen snadná operativní změna počtu pólů, ale také dokonale izolované a kryté svorky, takže toto provedení naprosto splňuje požadavek předpisů EŠČ.

Svorkovnice	Rozměry [mm]	
	A	B
dvoupólová	36	44
trojpólová	47	55
čtyřpólová	58	66
pětípólová	69	77
šestípólová	80	88
sedmípólová	91	99
osmípólová	102	110
desetípólová	124	132
dvanáctípólová	146	154

Hlavní rozměry bakelitových skládacích svorkovnic jsou na obr. 177 a v tabulce:

Počet svorek	Rozměry [mm]		Počet svorek	Rozměry [mm]	
	B	C		B	C
1	30	20	12	129	119
2	39	29	14	147	137
3	48	38	16	165	155
4	57	47	18	183	173
5	66	56	20	201	191
6	75	65	21	210	200
8	93	83	22	219	209
10	111	101	24	237	227

Svorkovnicím jsou velmi podobné *propojovací zásuvky a zástrčky*, zobrazené na obr. 179 a používané jako propojovací spojky v přístrojích panelové konstrukce. V zásuvce 5FK28206 jsou uloženy pérové kontakty. Zásuvky se upevňují dvěma šrouby M3 mezi dva třmeny nebo do podélného otvoru. Osová vzdálenost zásuvek od sebe je 16,5 mm. K propojení zásuvek slouží zástrčky 5FF89700, zobrazené rovněž na obr. 179. Jedna zástrčka slouží k propojení vždy šesti spojů, obsahuje tedy 6 kontaktních nožů.

b) Voliče napětí

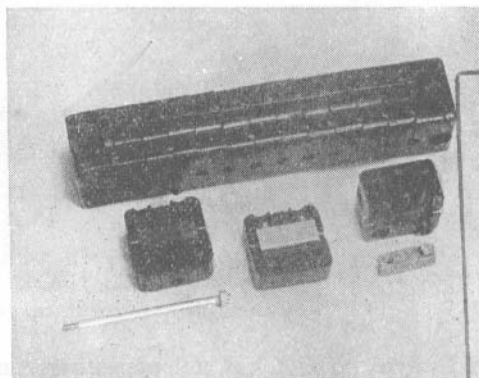
Aby bylo možno připojit elektronické přístroje k různým síťovým napětím (120 V, 220 V), musí být jejich napájecí transformátory opatřeny různými vinutími, přičemž potřebné vinutí zapojujeme tzv. voličem napětí, což není ve skutečnosti nic jiného než vhodně konstruovaný přepínač. Nejčastěji používaný volič napětí je na obr. 180.

Výhodnější řešení voliče napětí je kombinováno s držákem pojistky k jištění síťového napětí.

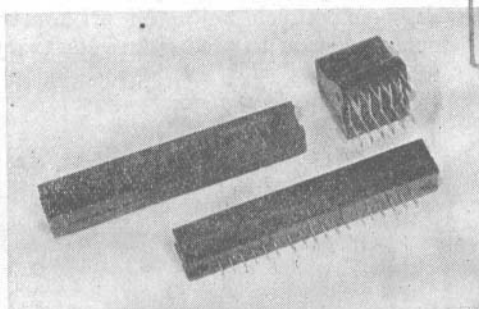
c) Držáky pojistek

V předešlém odstavci byl uveden volič napětí, spojený s držákem pojistek. Většinou bývají však oba díly rozděleny na samostatné součástky. Pak je přístroj jištěn trubičkovou pojistkou, umístěnou ve vhodném držáku.

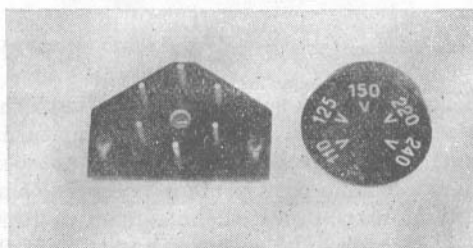
Na pojistky se zhotovují držáky dvojího druhu, jak ukazuje obr. 181. Vpravo na obrázku je držák pojistky, určený např. k jištění anodového napětí přímo na síťovém transformátoru nebo jinde uvnitř přístroje, tedy na místě, kde nehrozí nebezpečí úrazu z neopatrného dotyku. Z bezpečnostních důvodů je vhodnější provedení kryté, na stejném obrázku. Pouzdro tohoto typu se zapouští do panelu. Vidíme, že se skládá z držáku pojistky se závitem



Obr. 178. Skládací bakelitová svorkovnice

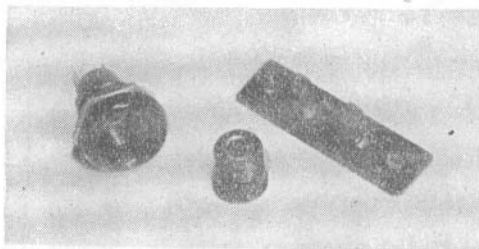


Obr. 179. Propojovací spojka



Obr. 180. Volič síťového napětí

M18 × 1,5 a ze šroubovací izolované čepičky, do které se vkládá pojistka, s níž se často čepička zašroubovává do držáku. Pouzdro má ve své spodní části vylisován závit, kterým se při montáži utáhne matičí do otvoru v panelu.

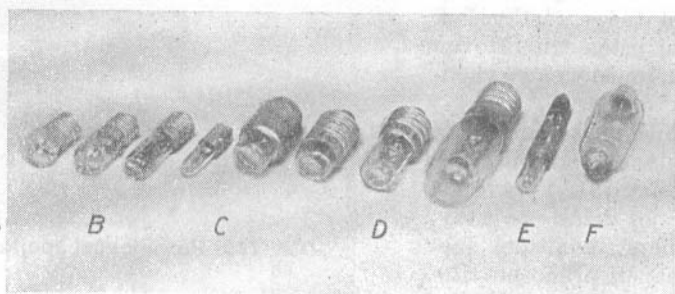


Obr. 181. Držáky pojistek

d) Doutnavky, žárovky a objímky

Ke kontrole činnosti některých obvodů nebo celého přístroje jsou určeny signalizační doutnavky nebo žárovky. Dountavek používáme obvykle ke kontrole vysokého napětí, ať síťového nebo anodového, žárovek k signalizaci chodu některých obvodů apod. Jindy

se žárovek používá k osvětlování stupnic, nebo přímo v obvodech vlastního přístroje k jinému účelu (stabilizace apod.). Podle funkce zvolíme vhodný typ doutnavky nebo žárovky. Na obr. 182 je několik typů žárovek a dountavek, používaných nejčastěji při konstrukci radiotechnických přístrojů. U dountavek jsou to především větší tvary se závitem mignon D, s různou

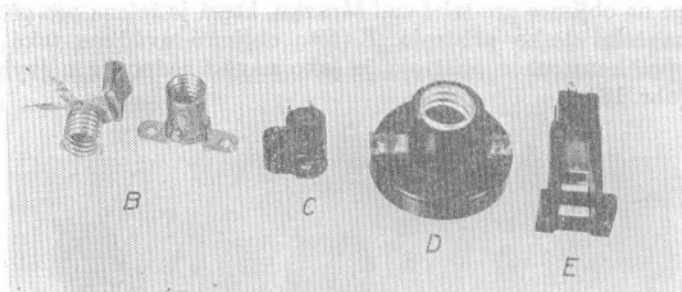


Obr. 182. Dountnavky a žárovky

délkou skleněné válcové baňky. Jiný druh dountavek je s bajonetovým závitem C. Velmi hledané jsou miniaturní dountnavky B se závitem liliput, které nejsou o mnoho větší než běžná žárovka 6 V. Všechny dountnavky malého provedení mají obvykle čelní skleněnou plochu ve tvaru čočky pro zdůraznění světelného signálu dountnavky.

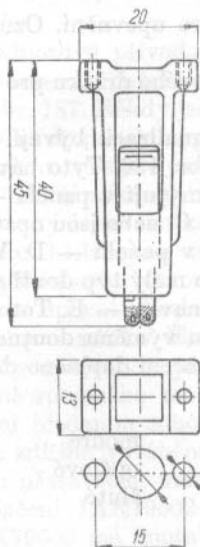
U žárovek bývá nejčastěji závit liliput. Vyrábějí se pro nejběžnější napětí 6,3 V a 4 V a proudy od 40 mA do několika ampérů. Bajonetový závit má

žárovka C pro osvětlování stupnic. Žárovka je na napětí 12 nebo 24 V. Písmeno E značí telefonní žárovku, obvykle používanou k signalizaci chodu některého obvodu nebo celého přístroje. Běžně se vyrábí pro napětí

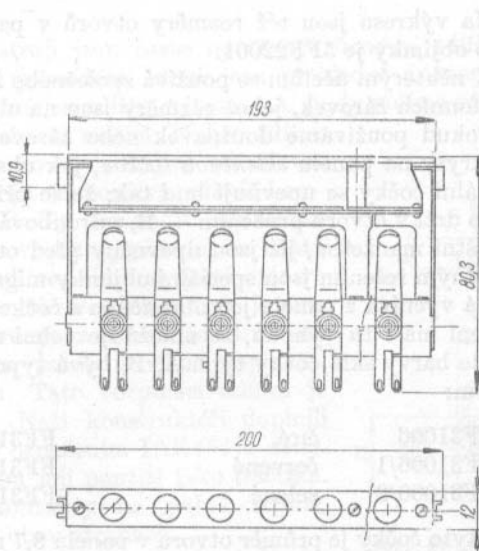


Obr. 183. Objímky na žárovky a doutnavky

6, 12, 24, 36, 48 a 60 V. Konečně na obr. 182 je písmenem F označena sufitová žárovka pro napětí 6, 12, popř. 24 V, sloužící opět nejčastěji k osvětlování stupnic.

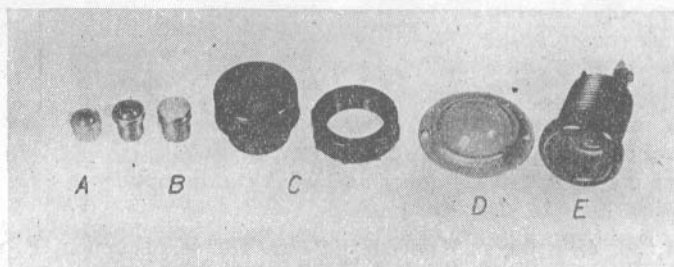


Obr. 184. Rozměry objímky
na telefonní žárovku



Obr. 185. Držák na 10 telefonních žárovek

Podle typu doutnavky nebo žárovky je třeba volit také její objímku. Obr. 183 ukazuje nejužívanější objímky pro žárovky a doutnavky. Objímka liliput je na obr. 183B, mignon D, telefonní E a bajonetová C. Objímky samy často předurčují použití doutnavky nebo žárovky. Vidíme to nejlépe na objímce pro telefonní žárovku, která je řešena pro připevnění přímo na čelní desku přístroje. K této objímce uvádíme také výkres, protože pro konstrukce přístrojů je jako návěst jednou z nevyhledávanějších (obr. 184).



Obr. 186. Návěstní čočky

Na výkresu jsou též rozměry otvorů v panelu pro upevnění. Označení této objímky je 5FF22001.

K některým účelům se používá společného žárovkového držáku pro deset telefonních žárovek, jehož rozměry jsou na obr. 185.

Pokud používáme doutnavek nebo žárovek k signalizaci, bývají často překryty na panelu *skleněnou čočkou*, jak ukazuje obr. 186. Tyto návěstní signální čočky se upevňují buď tak, že se přímo roznýtují v panelu — A, nebo drží v otvoru pružením — B, sešroubováním — C, nebo jsou opatřeny zvláštní manžetou, jíž jsou upevněny před otvorem v panelu — D. Velmi vhodným řešením jsou speciální objímky mignon pro malý typ doutnavky, která vyčnívá z panelu jen obroučkou s čočkou doutnavky — E. Toto provedení má i tu výhodu, že umožňuje velmi snadnou výměnu doutnavky. Podle barvy skla čočky typu A, B, bývá typové označení doplněno dalším číslem:

FF31006	čiré,	FF31006/3	modré
FF31006/1	červené	FF31006/4	opálové
FF31006/2	zelené	FF31006/5	žluté

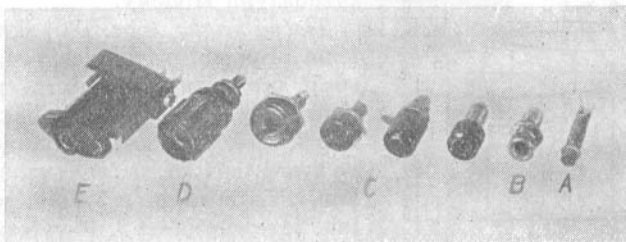
Pro tyto čočky je průměr otvoru v panelu 8,7 mm.

Jiným typem je signální čočka z bílého nebo barevného silonu. Tím se dosáhne především neobyčejného zlevnění, protože jak materiál, tak i vý-

roba takové čočky jsou neobyčejně levné. Signální čočky tohoto provedení se vyrábějí opět v různých barvách s tímto označením:

5FA31103/1	červené	5FA31103/2	zelené
5FA31103/3	modré	5FA31103/5	žluté
5FA31103/7	bílé		

Průměr osazené části čočky a tedy i otvoru v panelu je opět 8,7 mm, přičemž osazení čočky je opatřeno na třech místech malými nálisky, kterými se upevňuje v otvoru.

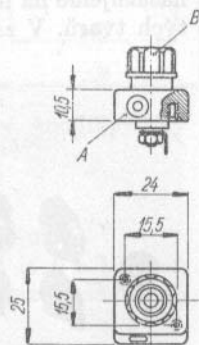


Obr. 187. Různé typy zdířek

e) Zdířky a svorky

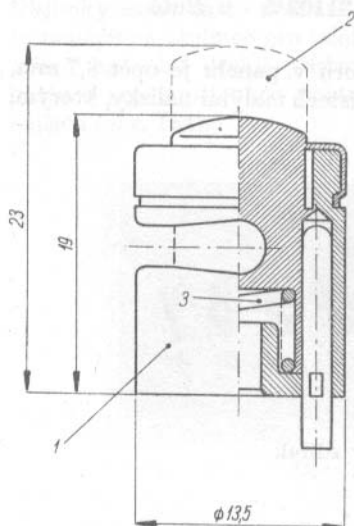
Jednotlivé přívody v přístroji jsou často opatřeny různými zdířkami a svorkami. Známe několik provedení, která jsou přehledně znázorněna na obr. 187. Někdy jsou vhodné jen zdířky nýtovací A, jindy volíme zdířky, které se do panelu upevní utažením maticí. Těchto zdířek je nejvíce, některé jsou celé z kovu — B, jiné odizolované — C. U některých přístrojů se používá zdířek kombinovaných se svorkou — D. Ty umožňují jednak zasunout banánek a navíc provést spoj přitažením drátu do příslušného otvoru ve zdířce, čímž se ještě drát ve svorce upevní. Poslední z vyobrazených zdířek je tzv. prepínací zdířka E, u které je zasunutí banánku do zdířky spojeno s přeložením jednoduchého prepínače, pevně spojeného se zdířkou. Tato rozpínací zdířka je velmi hledanou součástí. Naši konstruktéři doplnili tuto zdířku, vyráběnou pod označením IAK45401 drobným nástavcem, umožňujícím její použití jako tlačítka. Označení IAK79502 má kontakty na jedné straně, IAK79503 má kontakty po obou stranách.

Do této skupiny lze zařadit také *přípojné a tlačné svorky*. *Přípojná svorka* se vyrábí ve dvou provedeních: jako



Obr. 188. Jednodílná přípojná svorka

jednodílná (obr. 188) a dvoudílná. Jednodílná přípojná svorka je z bakelitu a je tvořena základním tělesem A, do kterého se zasouvá bakelitová hlavice B se závitem a zdílkou pro zasunutí banánku. Z boku základního tělesa



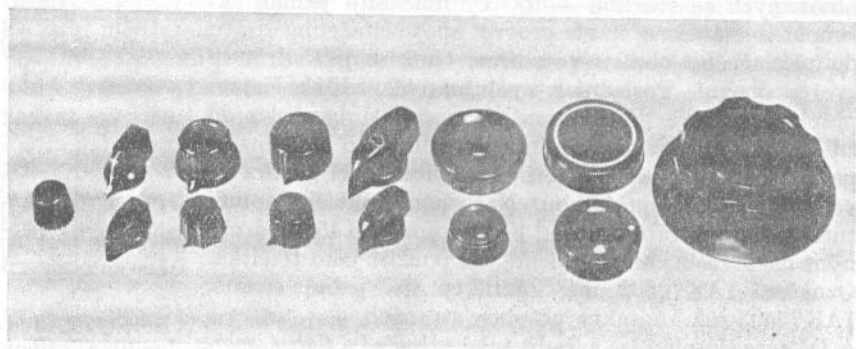
Obr. 189. Tlačná svorka

je otvor, kterým lze do tělesa zasunout odizolovaný drát tlustý až 2,5 mm a pevně jej přitáhnout otáčením hlavice v závitu. Přípojná jednodílná svorka má označení 5FK55502, dvoudílná 5FK55303. Přípojně svorky se na panel přišroubují zesponu příslušnými šroubky.

Tlačná svorka (obr. 189) slouží k rychlému připojení přírodních vodičů a užívá se jí pro různé laboratorní přístroje a konstrukce. Svorku tvoří bakelitové těleso 1, v jehož dutině se pohybuje váleček 2 ve tvaru tlačítka, tlačení vzhůru pružinkou 3. Vodič až do $\varnothing 3,5$ mm se připojuje tak, že se stlačí část 2, do výřezu svorky se vloží vodič a tlačítko se potom uvolní. Tím se sevře vodič a propojení je uskutečněno. Upevňuje se šroubem M4 do závitu ve spodní základně tělesa svorky.

f) Knoflíky

K snadnějšímu ovládní přepínačů, potenciometrů, Lřídělků apod. nasazujeme na hřídělký různé knoflíky. Knoflíků je velmi mnoho rozmanitých tvarů. V zásadě je můžeme rozdělit na *obyčejné knoflíky kulaté* a na



Obr. 190. Různé přístrojové knoflíky

šipkové (obr. 190). Při volbě knoflíků dbáme pokud možno na to, aby měly kovové středy, tj. uvnitř knoflíku zalisovanou kovovou vložku, v níž dobře drží stavěcí šroub.

Pro radiotechnické přístroje se vyrábí velké množství knoflíků, často dvojitých, jak ukazuje obr. 190. Větší knoflík je pro hřídelky průměru 10 mm, menší pro běžný průměr 6 mm.

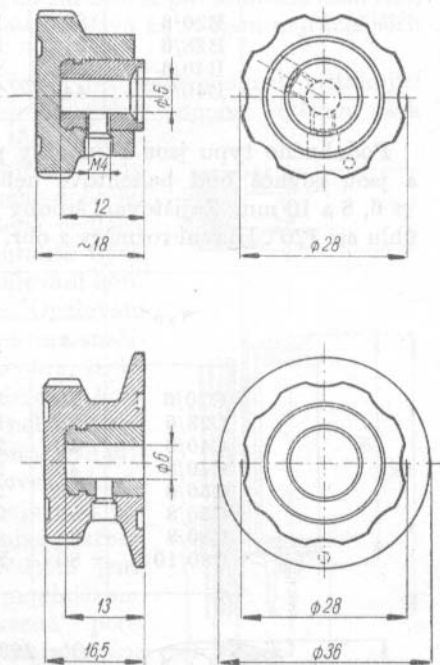
Měřicí přístroje se opatřují hlavně knoflíky šipkovými nebo s malým výběžkem ve tvaru šipky, aby se usnadnilo nastavení potenciometru nebo jiného ovládacího orgánu na předem zvolenou hodnotu na stupnici. V některých případech se šipka nebo ryska na knoflíku vyplňuje světélkující látkou, takže natočení knoflíku je vidět i ve tmě.

Velmi oblíbené jsou knoflíky řady XF243, užívané především v měřicích přístrojích. Mají nejen vhodný tvar a vzhled, ale především zalisovanou kovovou vložku, takže jejich upevnění na hřídelku je spolehlivé a pevné. Na obr. 191 jsou rozměry dvou z hlavních typů této řady. Jejich bližší údaje:

Typ XF24300 knoflík malý, slouží především k ovládání potenciometrů a k třecím náhonům,
XF24302 a 24303 knoflík střední, vyrábí se s dvojitou velikostí otvoru v náboji pro hřídelky \varnothing 6 mm a 10 mm,

XF24600 knoflík velký s otvorem v náboji \varnothing 10 mm,
XF24309 knoflík malý se šipkou, určený pro hřídelky \varnothing 6 mm,
XF24310 a 24311 knoflík střední se stupnicí pro hřídelky \varnothing 6 a 10 mm; stupnice s vyrytým textem se upevní roznytváním pouzdra zespolu knoflíku,
XF24306 a 24307 knoflík s kličkou pro hřídelky \varnothing 6 a 10 mm.

Typicky přístrojové jsou knoflíky se šipkou — ukazatelem, jejichž rozměry jsou na obr. 192. Tyto knoflíky se vyznačují opět dobrým středem — kovovým nábojem s otvorem \varnothing 6 mm popř. 8 mm pro hřídelky těchto



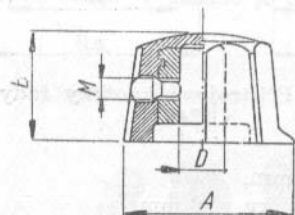
Obr. 191. Přístrojové knoflíky řady XF243

průměrů. Knoflíky tohoto druhu jsou buď z bakelitu, nebo z kovu. Hlavní rozměry, vyznačené na obr. 192, jsou uvedeny v tabulce:

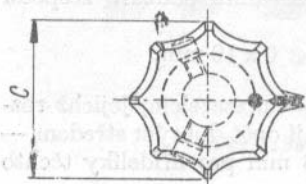
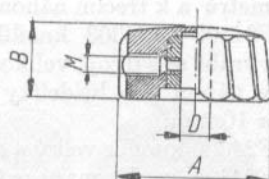
Typ	Rozměry [mm]				
	A	B	C	D	M
B20/6	22,5	14	20	6	M3
B28/6	31,5	17	28	6	M4
B40/6	44	20	40	6	M4
B40/8	44	20	40	8	M4

Podobného typu jsou i knoflíky podle obr. 193. Mají též kovový střed a jsou rovněž buď bakelitové nebo kovové. Vyrábějí se pro hřídelky $\varnothing 6, 8$ a 10 mm. Zajišťovací šrouby jsou u tohoto typu dva, ve vzájemném úhlu asi 120° . Hlavní rozměry z obr. 193 doplňuje tabulka:

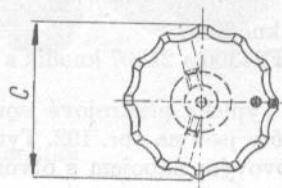
Typ	Rozměry [mm]				
	A	B	C	D	M
C20/6	20	14	20	6	M3
C28/6	28	17	28	6	M4
C40/6	40	20	40	6	M4
C40/8	40	20	40	8	M4
C56/6	56	24	56	6	M4
C56/8	56	24	56	8	M4
C80/8	80	28	80	8	M4
C80/10	80	28	80	10	M4



Obr. 192. Přístrojové knoflíky řady
← B20 až B40



Obr. 193. Přístrojové knoflíky řady
C20 až C80 →



Protože se knoflíků vyrábí neobyčejně mnoho druhů, vybrali jsme jen hlavní typy.

g) Relé

Při přehledu součástek pro elektronická zařízení si povšimneme také relé, s nimiž se při práci můžeme setkat. Relé se užívá ke spínání nejrůznějších obvodů v časových obvodech.

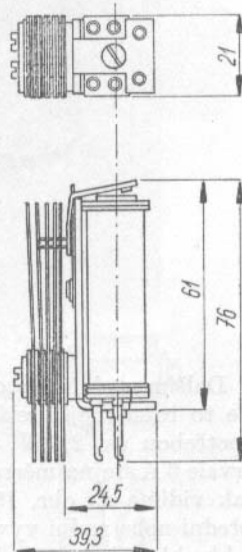
Relé je v podstatě cívka s vinutím, která tvoří elektromagnet, přitahující kotvu. Kotva svým pohybem způsobuje rozepnutí jednoho, většinou však více kontaktů, nebo naopak sepnutí těchto kontaktů, které ovládají další obvody. Kontakty samy jsou obvykle čočky ze stříbra nebo jiného dobrého vodiče, který pokud možno co nejméně podléhá okysličování. Okysličování těchto kontaktů bývá totiž nejčastější vadou relé, kromě opalování kontaktů spínaným procházejícím proudem. Opalování vzniká jiskřením při spínání, a proto se mu snažíme vždy co nejvíce zabránit. Dělá se to tak, že ke kontaktům se připojí paralelně buď samotný kondenzátor s kapacitou kolem $0,1 \mu\text{F}$, nebo obvod složený z tohoto kondenzátoru a k němu v sérii připojeného odporu řádu desítek až stovek ohmů. Tento obvod se nazývá zhášecí a připojuje se paralelně k tomu kontaktu, na kterém vzniká jiskření.

Při okysličení kontaktů pomůže očištění jemným smirkovým plátnem nebo jehlovým pilníčkem. Jinou poruchu mohou způsobit „unavená“ pera, která nedostatečně pruží. I zde je většinou možná náprava přihnutím příslušného pera plochými kleštěmi do správné polohy.

Relé se vyrábějí většinou jako otevřená, jen v některých případech se opatřují ochranným krytem z plechu nebo bakelitu, který ovšem vždy zabraňuje nebo znesnadňuje odvádění tepla, vznikajícího průchodem proudem cívky.

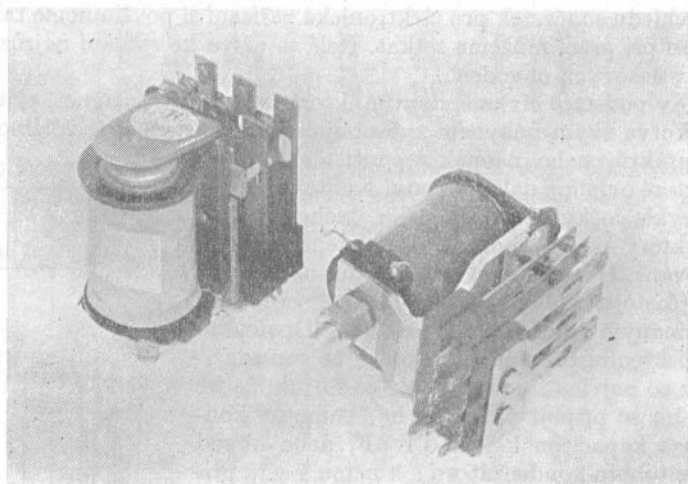
Kontakty relé vydrží proudy až několika ampérů a v tom vlastně záleží funkce této součástky: malými příkony ovládat velké výkony.

Uvedeme si nyní tři základní a snad nejužívanější typy relé. Je to především typizované relé pro sdělovací techniku s označením HC100, jehož rozměry jsou na obr. 194. Vyrábí se pro napětí od 1 do 100 V a pro největší zatížení 3 W. Vlastní spotřeba relé je 0,7 W. Dovolené napětí a proud



Obr. 194. Relé HC100

kontaktů je 60 V/0,8 A nebo 100 V/0,5 A. Pérový svazek relé může obsahovat maximálně 3×6 kontaktoých per. Upevňuje se dvěma šroubky M3 ve vzájemné vzdálenosti 12 mm. Tato relé se někdy spojují do dvojice. Relé tohoto typu (s vinutím pro 100 V) se hodí do anodových obvodů elektronek; přitahují při proudu asi 7 mA.



Obr. 195. Relé RP100

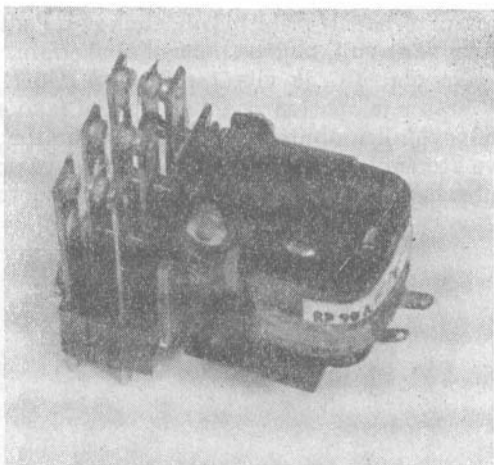
Dalším, velmi často používaným relé je relé Křížík RP100 (obr. 195). Je to robustnější relé pro napětí do 110 V stejnosměrného proudu a se spotřebou asi 2,6 W. Má dva nebo tři prepínací kontakty, které vydrží trvale 6 A stejnosměrného nebo střídavého proudu. Relé je buď bez pouzdra, jak vidíme na obr. 195, nebo v bakelitovém pouzdra se svorkovnicí pro přední nebo zadní vývod. Hlavní rozměry jsou: výška 61 mm, šířka 34 mm a hloubka 50 mm (i s kontakty bez pouzdra). K výhodám tohoto relé patří i to, že ořvku s jádrem lze velmi snadno demontovat a podle potřeby převinout jiným počtem závitů.

Třetí známý typ je RP90, relé, určené pro 80 V stejnosměrného nebo 150 V střídavého napětí. Spotřeba relé je 2,5 W při 80 V nebo 3 W při 110 V napájecího napětí. Relé má dva nebo tři prepínací kontakty, které vydrží trvalý proud 5 A stejnosměrného nebo střídavého proudu. Upevňuje se dvěma šroubky do otvorů se závitem v základním tělese magnetu, nebo do otvorů v tělese. Roztečná vzdálenost v obou případech je 20 mm. Relé RP90, buď bez pouzdra nebo v bakelitovém pouzdra, je na obr. 196 a má tyto hlavní rozměry: výšku a hloubku 50 mm (i s kontakty), šířku 27 mm.

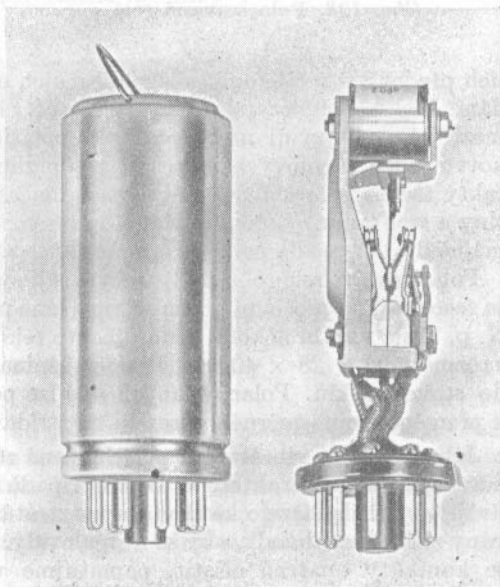
h) Vibrační měniče, polarizovaná relé

Jinými součástkami, obdobného principu jako relé, jsou *vibrační měniče* a *střídače*. Obsahují opět cívku napájenou vhodným napětím, obvykle nízkým, řádu několika voltů. Kotva je spojena s několika kontakty, na které se přivádí stejnosměrné napětí, jež je měničem „rozsekáno“, vytvoří se tedy střídavé napětí přibližně pravouhlého tvaru. Toto napětí lze převést transformováním na napětí vyšší a pak je usměrnit. Vibrátoru se tedy používá hlavně u přenosných bateriových zařízení k získání vysokého anodového napětí.

Vedle různých vibrátorů staršího typu, které se stále ještě prodávají, je náš trh zásoben *vibrátory*, vyráběnými n. p. Tesla pod označeními VIU2, 4/1, VIU6/7 a VIU12/15, které se liší jednak hodnotou napájecího napětí, jednak dovoleným odebraným výkonem. Oba údaje lze zjistit z označení. Písmena VIU značí, že jde o vibrátor usměrňující, první číslo zlomku udává napájecí napětí ve voltech, druhé dovolený usměrněný odebraný výkon ve wattech. Kmitočet vibrátorů je asi 100 Hz a při správném seřízení kontaktů je tvar „rozsekaného“ pri-



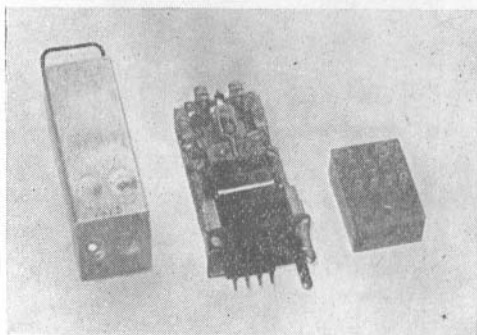
Obr. 196. Relé RP90



Obr. 197. Vibrátor Tesla

márního napětí přibližně obdélníkový. Podle tvaru napětí se takové vibrátory nastavují, nejlépe pomocí oscilografu.

Na obr. 197 je vibrátor Tesla VIU6/7 a je vidět i způsob upevnění. Vibrátor je opatřen podobnou patičí jako elektronky, kterou se zasune do odpovídající objímky. Shora se vibrátor přikryje válcovým pouzdem, ve kterém je uložen ve vložkách z pěnové pryže, aby se vibrace a chvění nepřenášely do okolí. Kovový obal má mimoto úkol odstínit vibrátor od okolí,



Obr. 198. Polarizované relé

protože při „rozsekávání“ stejnosměrného proudu vibrátorem vzniká obdélníkové napětí, složené z celého spektra kmitočtů, které vydatně ruší. Rušení a nevelká účinnost jsou hlavní nedostatky těchto měničů proudu, a proto se dnes v mnohem větším měřítku začíná používat měničů s tranzistory, které mají jednak větší účinnost, jednak neruší a jsou funkčně spolehlivá.

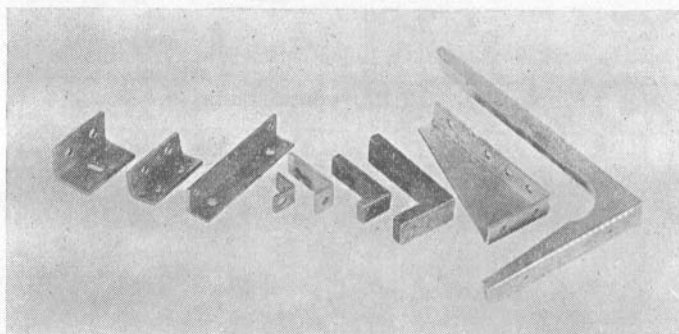
Polarizovaná relé, jsou v podstatě obdobná právě popsaným vibrátorům. Používá se jich především v telefonii, v signalizačních obvodech a k dálkovému ovládání. Elektromagnet relé má dvě vinutí, kotva relé je v klidové poloze mezi jeho pólovými nástavci. Podle polarity napájecího proudu přitáhne kotvu jeden z pólových nástavců a tím zapojuje příslušné kontakty. Kontakty těchto polarizovaných relé jsou nejčastěji ze slitin zlata a niklu, platiny a wolframu, popř. ze stříbra a provozně je lze zatížit proudy maximálně do 1 A, podle použitého materiálu.

Polarizovaná relé (obr. 198) se vyrábějí s patičí s nožovými kolíky, které se zasouvají do speciální objímky, opatřené příslušnými kontaktoými pery. N. p. Tesla vyrábí několik druhů těchto relé pod označením CK76201 až 03 s rozměry 98 × 28 × 40 mm. Pracovní spínací kmitočet se pohybuje řádově do stovek cyklů. Polarizovaných relé lze použít, podobně jako vibrátorů, k přeměně stejnosměrného proudu na střídavý.

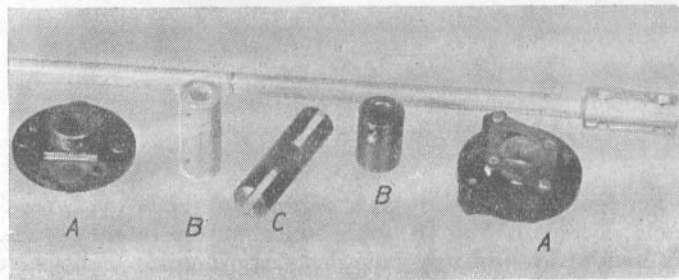
Jak relé, tak i vibrátory a polarizovaná relé jsou choulostivé na správné nastavení kontaktů, které v tomto případě musí být provedeno ještě pečlivěji, aby nedocházelo ke zbytečným ztrátám. Kontakty bývají přemostovány zhášecími obvody, aby se neopalovaly. Pokud se tak už stane, mohou se kontakty opatrně očistit, pamatujme však, aby plošky byly rovné a při sepnutí doléhaly na sebe plnou ploškou, jinak dojde opět k zvětšenému opalování.

i) Drobné mechanické součástky a montážní materiál

Z drobných mechanických součástek a montážního materiálu je třeba uvést různé úhelníky, přichytky, prodlužovací hřídelky, převodová kolečka, průchodky, lišty apod. Je to řada nejrůznějších drobných součástek, kterými si usnadňujeme jak konstrukční práci, tak montáž.



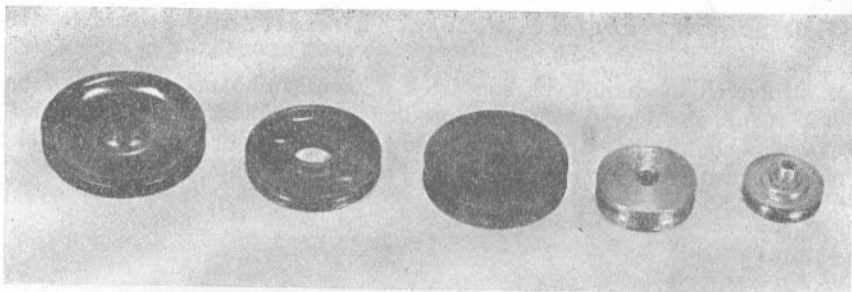
Obr. 199. Různé úhelníky



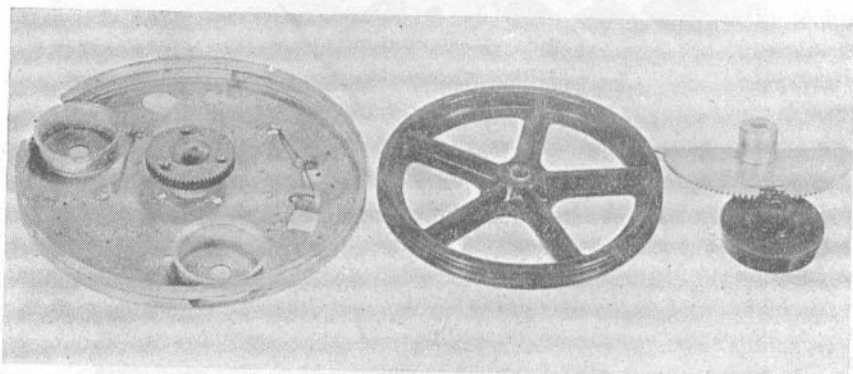
Obr. 200. Prodlužovací hřídelky

Výčet jsme začali *úhelníky*. To jsou skutečně nejzákladnější díly všech konstrukcí a užíváme jich všude tam, kde jde o pevné spojení dvou na sebe kolmých stěn. Na obr. 199 vidíme různé úhelníky. Úhelníky jsou nejčastěji z ocelového plechu tloušťky 1,5 mm a více, rozměrů podle potřeby. Setkáváme se ovšem i s litými úhelníky, např. z hliníku (jsou na obrázku zcela vpravo).

Jinou, velmi často používanou součástí jsou *prodlužovací hřídelky* (obr. 200B). Slouží k prodloužení hřídelků, potenciometrů, přepínačů,



Obr. 201. Převodové kladky



Obr. 202. Stupnicové bubínky

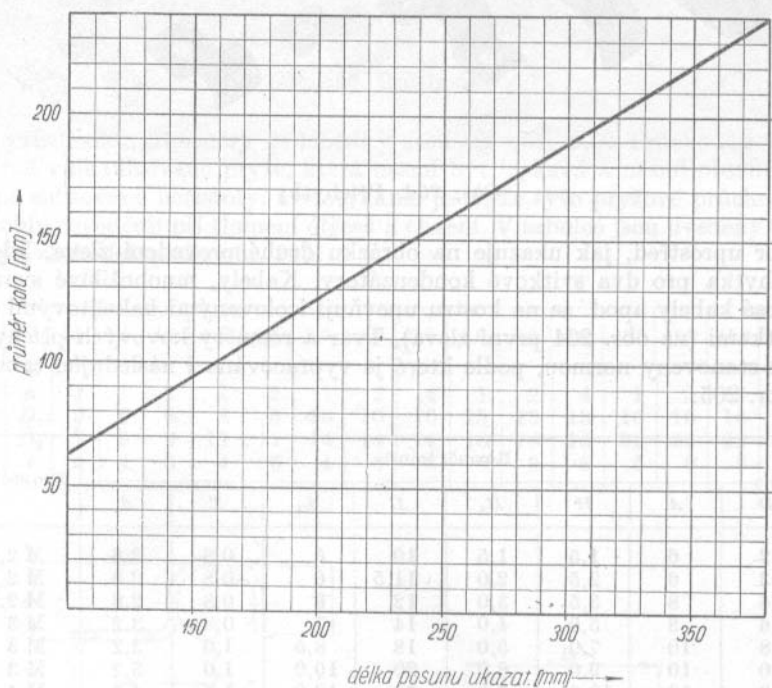
otočných kondenzátorů apod. nebo k odizolování jejich částí, které vyčnívají z panelu. K tomuto účelu se vyrábějí odizolované kotoučky (obr. 200A), které jsou nanytované na izolované destičce a umožňují odizolované vedení hřídelku kondenzátoru apod.

Zvláštní typ prodlužovacího hřídelku je na obr. 200C, který slouží k prodloužení přepínacího pásku hvězdicového vlnového přepínače.

Vedle hřídelků se často používá nejrůznějších *převodových kladiček* (obr. 201). Zhotovují se z bakelitu, mosazi a podobného materiálu. Užití takových kladiček je velmi rozmanité. Nejčastěji bývají u převodů stupnice, jindy u složitějších převodů pro potenciometry, ukazatele vlnových rozsahů, řízení šířky pásma apod.

S kladičkami velmi úzce souvisí *převodové bubny* a *náhony ladicích kondenzátorů* (obr. 202). K dosažení jemného ladění se náhony těchto kondenzátorů dělají s převodem do pomalu, obvykle v poměru 1 : 10. Převodu se

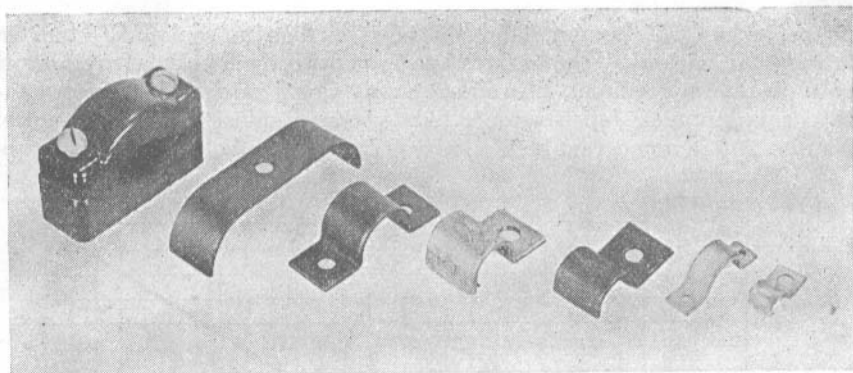
dosahuje buď šňůrkovým náhonem, nebo ozubeným soukolím, které se k zmenšení „mrtvého“ chodu skládá ze dvou ozubených kol, tlačенých proti sobě do záběru pružinou. Převodové bubny slouží zároveň k náhonu ukazatelů na stupnici. Jejich průměr tedy většinou závisí na délce stupnice. Na obr. 203 je nomogram k stanovení průměru hnacího bubínku pro stup-



Obr. 203. Nomogram závislosti délky stupnice na průměru převodového bubínku

nice daných délek. Graf platí pro stupnice dlouhé od 100 do 380 mm a pro radiací kondenzátory, u nichž úhel vytočení mezi minimální a maximální kapacitou je 180° .

Jinou důležitou drobnou součástí jsou *přichytky*, které lze počítat již mezi montážní materiál. Slouží k připevnění vodičů, kabelů nebo svitkových kondenzátorů na kostru. Jejich nejobvyklejší tvary a provedení vidíme na obr. 204. Většinou bývají z ocelového plechu, pocínovaného nebo jinak povrchově upraveného na ochranu proti korozi. Po jedné straně nebo z obou stran mají otvory, jimiž se upevňují na kostru. Někdy je upevňovací



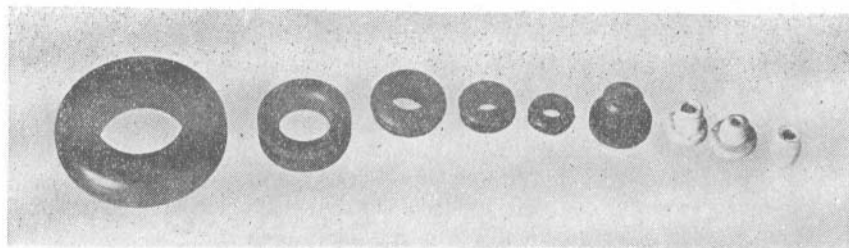
Obr. 204. Přichytka

otvor uprostřed, jak ukazuje na obrázku druhé provedení zleva, kde je přichytka pro dva svitkové kondenzátory. Kably, mnohožilové svazky, souosé kably apod. se na kostru upevňují izolovanými bakelitovými přichytkami (na obr. 204 první zleva). Tvar a rozměry kovových přichytek jsou stanoveny normou, podle které je vypracována i následující tabulka a obr. 205:

Rozměr [mm]								Pro šroub
<i>D</i>	<i>A</i>	<i>H</i>	<i>H₁</i>	<i>L</i>	<i>L₁</i>	<i>T</i>	<i>d</i>	
2	6	1,5	1,5	10	5	0,8	2,8	M 2,6
3	6	2,5	2,0	11,5	6	0,8	2,8	M 2,6
4	8	3,5	3,0	12	6	0,8	2,8	M 2,6
6	8	5,0	4,0	14	7	0,8	3,2	M 3
8	10	7,0	5,0	18	8,5	1,0	3,2	M 3
10	10	9,0	6,0	20	10,0	1,0	3,2	M 3
12	12	10,0	7,0	24	12,0	1,5	4,3	M 4

K dokonalému odizolování vodičů od kostry v místě průchodu slouží tzv. *průchodky*. Nejčastěji to jsou pryžové mezikroužky (obr. 206), které se zamáčknu do otvoru v kostře. Procházející vodiče se protahují otvory v pryži, takže jejich izolace není ohrožena ostrými hranami plechu kostry. Pryžové průchodky se vyrábějí v různých průměrech a pro různé tloušťky kostry. K některým účelům se používá průchodek z izolačních látek, např. z bakelitu, turbaxu apod. Ve vysokofrekvenční technice používáme průchodek z keramiky pro její velký izolační odpor.

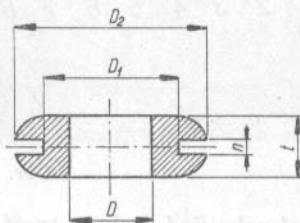
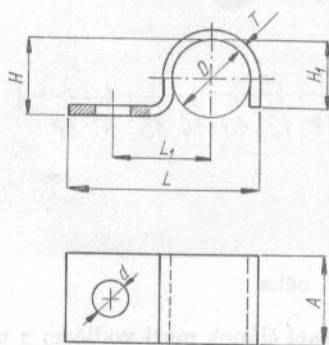
Také pro pryžové průchodky platí norma, která dobře poslouží při výběru jak vhodné velikosti průchodky, tak i při stanovení otvoru v kostře



Obr. 206. Průchodky

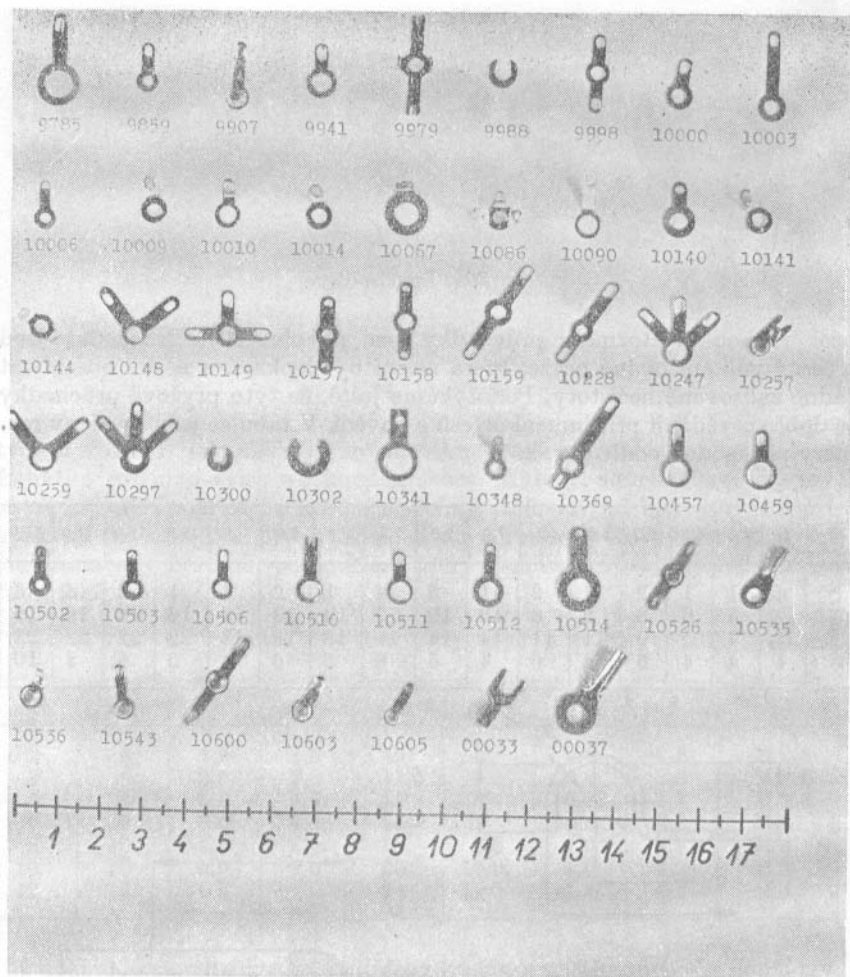
pro průchodku. Rozměry průchodky jsou na obr. 207. Průchodky jsou z černé vulkanizované pryže, která nesmí být lepkavá a nesmí obsahovat žádné zalisované nečistoty. Podotýkáme ještě, že tyto pryžové průchodky se dobře osvědčují při tlumení otřesů a chvění. V tabulce jsou uvedeny rozměry průchodek podle obr. 207.

	D	2,5	4,5	4,5	5,5	5,5	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Rozměry [mm]	n	1	1	2	1	2	1	2	4	1	2	4	1	2	4	6
	D_1	5	6	6	8	8	10	10	10	13	13	13	16	16	16	16
	D_2	7	9	9	11	11	14	14	14	18	18	18	22	22	22	22
	t	4	4	6	4	6	4	6	8	5	6	8	5	6	8	10



Obr. 205. Rozměry kovových přichytek Obr. 207. Rozměry průchodek

Pájecí očka tvoří další, velmi rozmanitou skupinu montážních pomůcek. Většinou slouží k připájení vodiče na záchytný bod tvořený tímto očkem, které je uchyceno buď pod nějakou maticí, nebo roznýtváno do perti-



Obr. 208. Pájecí očka

naxové nebo jiné desky a tvoří tak spojovací článek mezi vodičem a např. vývodem cívky, zemněním apod.

Zvláštním druhem pájecích oček jsou pájecí očka nýtovací. Oba druhy se vyrábějí v různých velikostech, s různými průměry upevňovacích otvorů nebo nýtků, jednoduché, dvojité i mnohonásobné. Základní tvary pájecích oček jsou na obr. 208. K porovnání je v dolní části obrázku uvedeno měřítko.

V pravé dolní části obrázku jsou též tzv. *kabelová očka*. Jsou to opět očka s otvorem k upevnění šroubem, z druhé strany je očko ukončeno trubičkou, do které se zasune vodič kabelu a propájí címem.

Očka jsou většinou z mosazného plechu a jsou v některých případech postříbřena. Některé typy oček jsou však lisovány z ocelového plechu, který je poměděn, pomosazen, popř. postříbřen, aby pájení bylo snadné a dokonalé. Při používání nýtovacích oček vrtáme do kostry otvor jen tak velký, aby se očko dalo zasunout právě s mírným zatlačením a nebylo v otvoru volné. Je vhodné nejprve nýtek očka v kostře utáhnout a teprve potom roznýtovat, aby očko drželo po zanýtování pevně a neuvolnilo se ani zvýšenou teplotou při pájení.

Popisem pájecích oček je ukončen popis hlavních součástí, nejčastěji používaných při konstrukci radiotechnických zařízení.

III. Všeobecné zásady konstrukčních prací

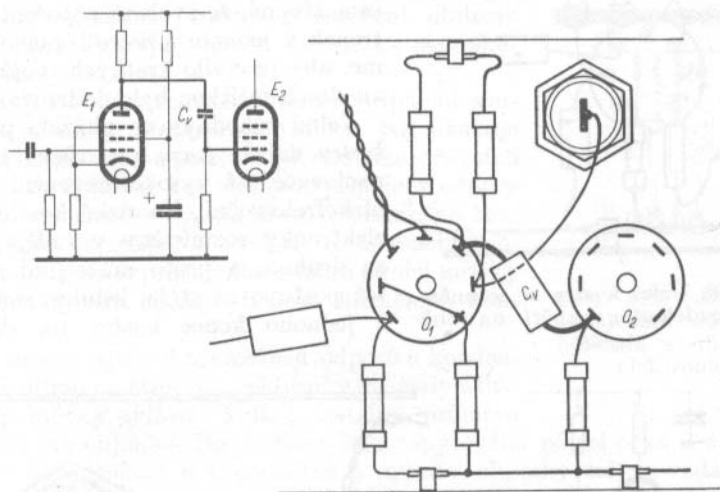
Při konstrukci a výrobě radiotechnických přístrojů a zařízení je nutno dbát různých zásad a volit vhodné způsoby a formy práce. V tomto oddíle budou probrány pracovní postupy a zásady, jimiž je třeba se řídit, abychom příklady konstrukcí dovedli aplikovat na přístroj, který právě vyrábíme. Nároky na znalost těchto zásad a pracovních způsobů vzrůstají se složitostí zhotovovaných přístrojů. Čím je přístroj složitější, tím více je problémů a různých obtíží při práci. Abychom vytvořili vhodné podmínky pro dobrou činnost přístroje, musíme dbát některých zásad, jako např. dělat krátké spoje, správně řešit uzemňování, stínění, uzlování, větrání aj. Proto budou pro lepší názornost jednotlivé kapitoly doplněny řadou kreslených obrázků a snímků.

1. Rozložení součástí

Pro rozložení součástek u elektronického přístroje máme několik hlavních zásad a měřítek, podle kterých postupujeme. Jednak jsou to zásady *mechanické*, kdy vhodným rozložením součástí na koště dosahujeme vhodného rozdělení váhy a tím rovnoměrného mechanického namáhání a zatížení jednotlivých částí přístroje, jednak podmínky *tepelné*, spočívající v nestejném oteplování různých součástí, které předávají své teplo dále sáláním. Konečně jako hlavní zásady pro vhodné rozložení součástí nutno uvažovat zásady *funkční*, *elektrické*, vyplývající ze schématu zapojení přístroje, kdy nesmíme chybným rozložením součástí dát podmínky ke vzniku různých nežádoucích vazeb, oscilací a podobných závad, které by mohly vést k nedokonalé činnosti přístroje.

Pokud jde o *mechanickou* stránku, dbáme na vhodné rozložení součástek především z hlediska váhy a pevnosti. Je jisté, že i zde je mnohdy nutný kompromis, např. v síťové části, která obsahuje převážně těžké součástky (transformátory, tlumivky). Proto je třeba rozmisťovat další součástky tak, aby se dosáhlo pokud možno váhové rovnováhy, což značí, že na protější část kostry umístíme výstupní transformátor nebo jinou těžkou součástku. Tím dosáhneme alespoň částečného váhového vyrovnání, které je nutné také se zřetelem na rovnoměrnější mechanické namáhání spojovaných dílů, držadel apod.

Rozložení součástí z hlediska *tepelného* si všimneme blíže v kapitole o větrání v elektronickém přístroji. Zde uvedeme jen základní pravidlo, že totiž přístroje, které nemají nucené chlazení, např. ventilátorem, a obsahují součástky, jež jsou vydatnými zdroji tepla (výkonové elektronky, filtrační a srážecí odpory, síťové transformátory, motorčky aj.), mají se opět rozmisťovat na kostře tak, aby nebyly všechny v jednom místě (pokud to ovšem dovolí elektrické zapojení a funkční podmínky). Tím se totiž zabrání přílišnému oteplení přístroje v jednom místě.



Obr. 209. Poloha objímek elektronek se zřetelem na obvody a vazby

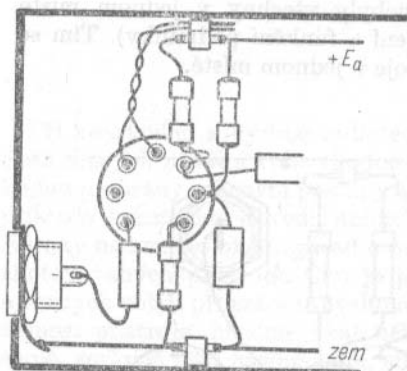
Dostáváme se k třetí a nejdůležitější zásadě, která ovlivňuje správné rozložení součástek na kostře, a to jsou požadavky *funkční* a *elektrické*. Znamená to rozložit součástky se zřetelem na jednotlivé elektrické obvody a jejich funkci, protože při chybném nebo neuváženém rozložení součástí se obvody mohou navzájem ovlivňovat a vést k vzniku různých nežádoucích zpětných vazeb, parazitních oscilací a jiných nežádoucích jevů.

Jedním ze základních pravidel jsou *krátké spoje*. Je nutné, aby všechny součástky, které tvoří s elektronkou jeden obvod, byly pokud možno pohromadě. Pak jsou spoje krátké a netvoří se podmínky pro vznik různých vazeb. Prakticky ukážeme tuto zásadu na příkladu na obr. 209, kde je schéma jednoduchého zesilovacího stupně a jeho zapojovací pláněk. Na obrázku vidíme, že natočení objímek O_1 a O_2 elektronek E_1 a E_2 , volíme tak, aby kontaktní pero řídicí mřížky první elektronky $E_1 - O_1$ bylo vždy

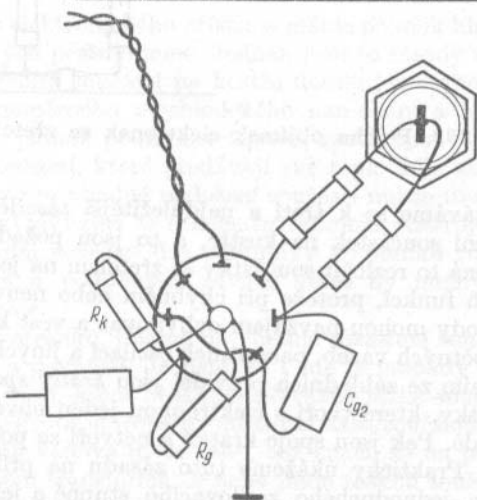
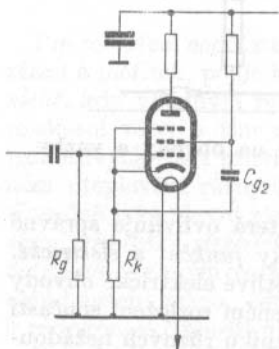
v tom směru, odkud přichází signál, a naopak kontaktné pero anody aby bylo ve směru opačném, do něhož je řídicí mřížkou natočena objímka následující elektronky E. — O₂. Jestliže jsou tímto způsobem natáčeny objímky sousedních elektronek, pak skutečně přívod z anody předcházející

elektronky na mřížku následující elektronky je krátký, tak jak má být. Vazební kondenzátor C_V je nakreslen na obrázku úmyslně výrazně, aby bylo praktické provedení dobře vidět. Je samozřejmé, že zvolené natočení elektronek v jednom přístroji zachováme, aby pravidlo krátkých spojů mezi anodou a mřížkou bylo dodržováno.

Velmi výhodným se ukázalo použití *kostry úzkého tvaru* pro různé citlivé zesilovače, ať vysokofrekvenční nebo nízkofrekvenční. Na úzké kostře jsou elektronky rozmístěny v řadě, jedna za druhou, a proto může jimi signál též postupovat stále jedním směrem, z jednoho konce kostry na druhý.



Obr. 210. Úzká kostra se souměrným rozdělením napětí na obě strany

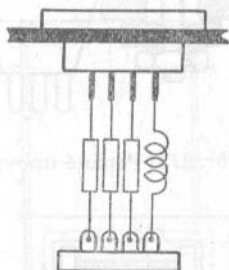


Obr. 211. Zapojování součástek přímo na objímce elektronky

Další předností těchto úzkých kostěr je možnost rozdělení napájecích napětí na dvě strany, jak je též dobře vidět na obr. 210. Podél jedné strany kostry je vedeno napájení anod a stínících mřížek elektronek, tedy kladné napětí, podél druhé delší strany kostry je veden zemnicí vodič. Na oba tyto přívody jsou potom sváděny jednotlivé napájené a svodové členy, tedy pracovní odpory pro anody a stínící mřížky na stranu jednu, mřížkové svodové odpory, katodové odpory a blokovací kondenzátory na stranu druhou. Podél jedné strany je potom též přiváděno zkroucenými přívody žhavicí napětí. V plné míře zde opět uplatňujeme zásadu vhodného natočení objímek elektronek, takže spoje anoda — mřížka jsou skutečně co nejkratší.

Někdy lze uskutečnit rozložení a připájení součástí přímo na objímce elektronky, jak ukazuje obr. 211. Lze k tomu použít např. stínícího středního kolíčku na objímce, k němuž jsou připojeny odpory R_g , R_k , kondenzátor C_{g2} , na němž je uzemněno žhavení; kolík je spojen s kostrou. K upevnění anodového odporu a pracovního odporu stínící mřížky lze užít vývodů elektrolytického filtračního kondenzátoru.

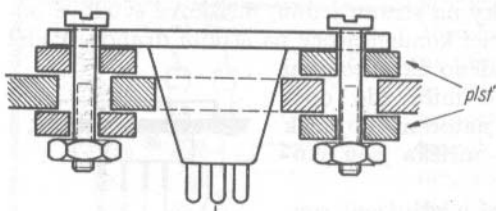
Při tomto zapojení pracovních odporů a kondenzátorů přímo na objímce elektronky se někdy užívá jako pomůcky zvláštní kulaté destičky průměru asi jako má objímka. Na destičce jsou nanáhány pájecí očka a destička je upevněna souose a rovnoběžně s rovinou objímky asi ve vzdálenosti 30 mm. Mezi pájecími očky destičky a kontakty objímky elektronky jsou zapojeny pracovní odpory, kondenzátory apod. Praktické provedení je na obr. 212.



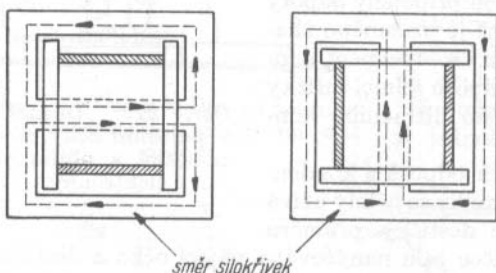
Obr. 212. Destička s pájecími očky, rovnoběžná s objímkou elektronky

K zásadám správného rozmístování elektronek na kostře patří též volba jejich správné vzdálenosti od reproduktoru. Citlivé elektronky, zapojené v zesilovači, jsou často velmi málo odolné proti zvukové zpětné vazbě, která může vzniknout právě u elektronky umístěné v blízkosti reproduktoru, jenž může zvukovými vlnami rozechvítat systém elektrod elektronky. Tím pak dochází k *mikrofoničnosti*, zvukové zpětné vazbě, která se projevuje rozhoukáním zesilovače nebo přijímače tónem stálého nebo proměnného kmitočtu. Zvuková zpětná vazba může také zasáhnout ladiací kondenzátory (rozechvěje jeho desky) nebo i jiné součástky. Jde vlastně vždy o změny kapacity chvěním elektrod, a je proto lhostejné, zda se mění kapacita obvodů chvěním ladičního kondenzátoru, nebo následkem změn vnitřních kapacit elektronky, jejího systému, které elektronka samozřejmě hned náležitě zesílí. To vše se potom projevuje rozhoukáním, zvonivým tónem nebo hvízdáním a podobnými zvuky v reprodukci.

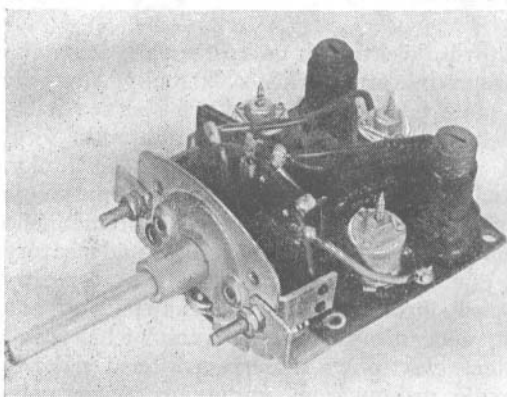
Mikrofoničnosti můžeme zabránit několika způsoby. Především použijeme vhodných elektronek, které samy o sobě jsou málo citlivé na mikrofoničnost, nebo jsou speciálně konstruovány pro citlivé zesilovače, jako např. elektronka EF86. Dalším účinným prostředkem je pružné upevnění objímky elektronky na kostře. Objímka není na kostře přišroubována pevně, „na tvrdo“, nebo přinýtována, nýbrž upevněna měkce, pružně, na měkkých podložkách. Prakticky se to dělá tak, že objímka je pevně přinýtována na malou destičku — mezi kruží — a ta je pružně upevněna na vlastní kostře (obr. 213). Pryžové nebo plstěné tlumivé vložky se také dávají pod připevňovací třmeny ve skříni přijímače apod., aby omezily vliv chvění na součástky přístroje.



Obr. 213. Pružné upevnění objímky elektronky



Obr. 214. Vzájemná poloha dvou transformátorů



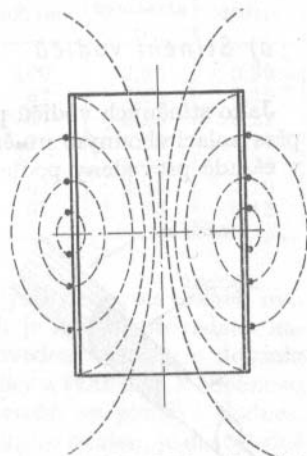
Obr. 215. Vř obvody na destičce s přepínačem

Vstupní transformátory jsou často náchylné k mikrofoničnosti. Takové transformátory je vhodné upevňovat na pásy plechu, podložené mechovou pryží.

Vstupní transformátor je mnohdy třeba umístit na kostře co nejdále od síťového nebo výstupního transformátoru, které obvykle mají silné elektromagnetické pole. To je tedy důvod, proč síťový transformátor, tlumivky, výstupní a vstupní transformátory umísťujeme na kostře co nejdále od sebe, aby elektromagnetické pole jednoho transformátoru ne-

ovlivňovalo elektromagnetické pole transformátoru druhého. Pokud jsme nuceni vzhledem k omezenému prostoru transformátory umístit navzájem blízko sebe, pak je stavíme tak, aby silové čáry z nich vycházející nebyly navzájem rovnoběžné, nýbrž kolmé. Umístění transformátorů proto volíme např. podle obr. 214. Vždy se snažíme, aby mohla nastat jen co nejmenší vzájemná magnetická vazba daných transformátorů. V tomto případě tedy nejde o akustickou zpětnou vazbu, ale o působení elektromagnetické indukce, která se může projevit zvětšeným bručením přístroje.

Vysokofrekvenční obvody se umísťují tak, aby jejich přívody k elektronce byly co nejkratší. Pokud jde např. o přijímač, jehož cívky nejsou stíněny samostatně, pak se vř obvody umísťují obvykle na pertinaxovou destičku, a to vstupní ladicí obvody na vrchní stranu, oscilátorové do spodní destičky. Často je destička přímo spojena s přepínačem vlnových rozsahů, takže s ním tvoří jeden celek, jak je patrné z obr. 215. To má výhodu, že takovou vř jednotku můžeme předem samostatně vyzkoušet. Také přívody na přepínač jsou krátké. Cívky jsou upevněny na pertinaxové destičce společně s doladovacími kondenzátory tak, aby nebyly příliš blízko u sebe a vzájemně se neovlivňovaly. To platí obzvláště u cívek vzduchových (železová jádra soustřeďují elektromagnetický tok do svého středu). Destička s cívkami je otočena tak, aby bylo možno jak cívky, tak i doladovací kondenzátory snadno odladovat.



Obr. 216. Průběh silových čar u cívky

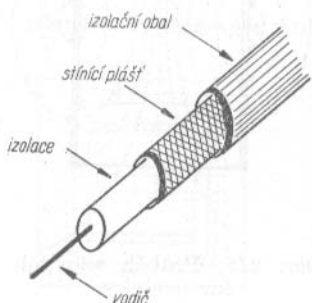
2. Stínění v radiotechnických přístrojích

V kapitole o vhodném rozložení součástí bylo pojednáno o vzniku různých nežádoucích zpětných vazeb, které způsobují chybnou funkci přístroje, jeho nežádoucí kmitání a jiné nepříznivé průvodní jevy. Tyto vazby vznikají také působením různých elektromagnetických polí. Je známo, že kolem vodiče, jímž prochází střídavý elektrický proud, vzniká elektromagnetické a elektromagnetické pole. Jestliže tímto polem prochází jiný vodič, indukuje se v něm elektrické napětí, a to tím větší, čím vyšší je kmitočet střídavého proudu tekoucího v prvním vodiči. Zecela podobně vzniká elektrostatické a elektromagnetické pole kolem cívky, kterou prochází střídavý proud. Na obr. 216 je znázorněno, jak u cívky probíhají magnetické silové čáry. Jestliže tedy takovým polem vodiče nebo cívky prochází jiný vodič nebo

citlivá součástka, indukují se v nich střídavé proudy, které mohou opět způsobit zpětnou vazbu. Vedle vhodného rozložení součástek můžeme omezit nebo zabránit vzniku těchto vazeb v radiotechnickém přístroji *stíněním*. Stínit můžeme vlastní přívody, tedy vodiče, jednak jednotlivé součástky, jako např. elektronky, cívky apod., a konečně celé obvody.

a) Stínění vodičů

Jako stíněných vodičů používáme různých drátů nebo lanek, opletených přes izolaci vhodným stíněním. Známe řadu stíněných vodičů a všechny jsou v zásadě provedeny podle obr. 217. Kolem vlastního vodiče z drátu nebo



Obr. 217. Stíněný vodič

lanka s pryžovou, igelitovou nebo jinou izolací je ovinuto stínící pletivo, nejčastěji měděné, chráněné obvykle proti korozi pocínováním, které mimoto zajišťuje dokonalé pájení pletiva. Pletivo tvoří tedy kolem vodiče jakousi „punčošku“ a dokonale jej obaluje. Stínění je v některých provedeních chráněno buď opředěním látkou, nebo je povlečeno polyvinylchloridem či jiným materiálem, který stínění chrání jak před mechanickým poškozením, tak před korozí.

Vnitřní vodič převádí energii nebo tvoří vlastní propojení součástí mezi sebou navzájem. Stínící plášť vodiče je většinou uzemněn a svádí tak k zemi všechna indukovaná napětí. Z toho je zřejmé, že stínící spoj tvoří, nebo lépe, má ve skutečnosti kapacitu proti zemi. Je to tedy vlastně totéž, jako kdybychom ke spoji připojili kondenzátor. Kapacita stíněných vodičů bývá různá a pohybuje se řádově od jednotek do stovek pikofaradů na 1 m délky. Je to hodnota mnohdy velká, která v přístroji pracujícím s vyššími kmitočty může být značně na závadu. Je proto třeba vždy dobře rozvážit, kdy je stínící vodič nutný a kdy je možné se bez něho obejít, a indukci zamezit nebo zmenšit na vyhovující minimum vhodným vedením spoje.

Jako stíněných vodičů pro vysoké kmitočty se používá souosých (tzv. koaxiálních) kabelů. Tyto kabely svým vzhledem připomínají stíněné vodiče. Kolem vlastního vodiče je opět izolace, v tomto případě vzhledem k vysokofrekvenčním ztrátám nejčastěji buď trolitulová, nebo keramická. Tato izolace je opletena zase stínícím pletivem, které téměř ve všech případech je chráněno povlakem z polyvinylchloridu či jiného vhodného materiálu. Hlavní charakteristickou hodnotou každého vysokofrekvenčního stíněného vodiče je jeho impedance, dále kapacita, dielektrická konstanta a útlum.

Podle těchto a dalších hodnot, samozřejmě i rozměrů, jsou souosé kabely rozděleny na řadu druhů, z nichž nejužívanější mají tyto hodnoty:

Označení	Průměr vodiče mm	Vnější průměr mm	Impedance Ω	Kapacita pF/1m	Poměrná dielektrická konstanta ϵ	Útlum při 200 MHz dB/1m
VFK11	0,25	2,8	50	100	2,25	0,39
VFK25	0,56	6,0	75	67	2,25	0,19
VFK25.1	$7 \times 0,19$	6,0	75	67	2,25	0,21
VFK26	0,84	5,0	50	100	2,25	0,21
VFK26.1	$7 \times 0,29$	5,0	50	100	2,25	0,26
VFK39	1,10	10,3	75	67	2,25	0,10
VFK39.1	$7 \times 0,38$	10,3	75	67	2,25	0,12

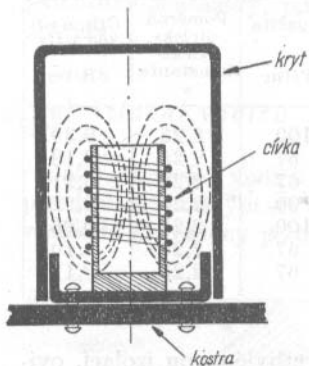
Vodič souosých kabelů je obvykle obalen polyethylénovou izolací, ovínutou stínícím pletivem. V některých případech je izolace provedena kalfísky, navzájem do sebe zapadajícími. Toto provedení vzniklo v dobách, kdy se k izolaci těchto vf kabelů používalo keramiky a vzhledem k ohebnosti bylo nutno kabel provést tímto způsobem, kterého se používá dodnes. Izolace z polyethylénové hmoty, kterou je vodič úplně obalen, je dostatečně vláčná, takže ponechává kabelu potřebnou ohebnost. Shora je měděné opletení, kterým je vodič stíněn, povlečeno vrstvou polyvinylchloridu, který zároveň kabel chrání před povětrnostními vlivy.

Dosud jsme mluvili o stínění spojů, vodičů, před vlivy rušivých polí. Často volíme opačný způsob, že totiž jako stíněné položíme právě ty vodiče, které samy energii vyzařují, které tedy vytvářejí tato rušivá pole. Tak je tomu např. u přívodů síťového nebo žhavicích napětí, kde lze stínících vodičů použít bez obav, neboť zde nemůže být stínění vzhledem k nízkému kmitočtu sítě prakticky nikdy na závadu. Je třeba však vědět, že mnohdy stačí k zabránění vzniku rušivých polí oba přívody žhavení navzájem zkrotit, takže magnetická pole vznikající kolem těchto přívodů se navzájem ruší.

b) Stínění součástek

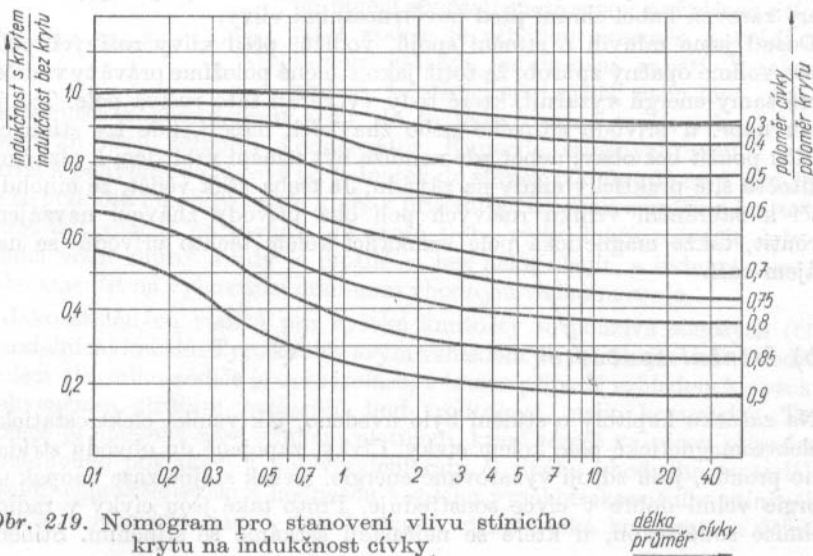
Na začátku kapitoly o stínění bylo uvedeno, jak vzniká elektrostatické a elektromagnetické pole kolem cívky. Cívky, zapojené do obvodu střídavého proudu, jsou zdroji vyzařované energie. Avšak stejně zase naopak se energie velmi dobře v cívce soustřeďuje. Proto také jsou cívky v radio-technice součástí, u které se nejčastěji setkáme se stíněním. Stínění

cívky volíme podle obr. 218. Na obrázku je cívka s válcovým stínícím krytem, který ji zcela obklopuje. Pamatujme, že pro elektrostatické stínění musí být kryty z materiálů s dobrou vodivostí, tedy nejlépe měděné nebo hliníkové. Takovým stíněním pronikají vysokofrekvenční proudy velmi nesnadno, takže magnetické pole cívky je uzavřeno uvnitř stínícího krytu a nemůže působit ven. Samozřejmě nemohou zase naopak působit různé elektromagnetické vlivy na cívku. Válcový kryt je upevněn soustředně kolem cívky a pro dokonalé stínění je cívka ve své spodní části opatřena též miskou, s níž je vrchní část krytu pevně spojena.



Obr. 218. Stínící kryt kolem cívky

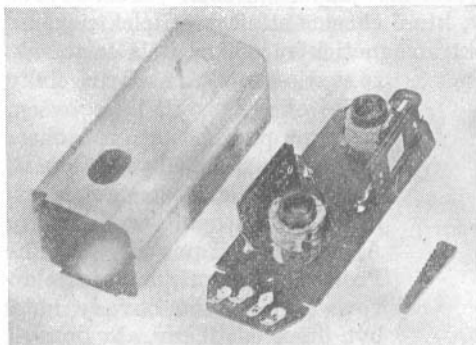
Důležité je, aby stínění dokonale přiléhalo a nebyly v něm nějaké mezery, jimiž by mohly silové čáry pronikat. Stínící kryt na cívce musí být dostatečně prostorný, aby neubíral příliš energie. Je třeba si uvědomit, že stínící kryt tvoří ve skutečnosti kolem cívky závit nakrátko a že tedy zmenšuje skutečnou indukčnost cívky. Platí zde zásada, že průměr stínícího krytu, obklopujícího cívku, má být nejméně dvojnásobkem průměru cívky. Pro vztah mezi poměrem skutečné indukčnosti stínění cívky k indukčnosti této cívky bez krytu a mezi poměrem délky cívky k jejímu průměru je znám



Obr. 219. Nomogram pro stanovení vlivu stínícího krytu na indukčnost cívky.

nejen vzorec, ale též nomogram, podle kterého snadno určíme hledanou veličinu. Nomogram je na obr. 219 a názorně ukazuje vliv stínícího krytu na indukčnost cívky.

Běžné stínící kryty cívek v přijímači se zhotovují nejčastěji z hliníkového

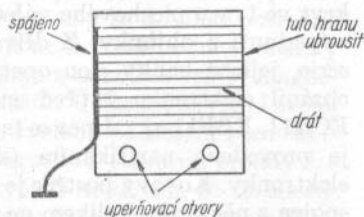


Obr. 220. Cívky se stínícím krytem

plechu tloušťky asi 0,5 mm, který je výhodný jak se zřetelem na stínící účinek, tak i na ztráty, které vnáší do obvodu. Uvedli jsme již, že kryt musí být z dobře vodivého materiálu, vhodně povrchově upraveného vzhledem k povrchovému jevu (skin-efekt). Podobně jako u vodiče se u stínících krytů zvětšuje s rostoucím kmitočtem odpor materiálu krytu a skutečně vodivou zůstává jen tenká vrstva materiálu na jeho povrchu. Hliníkový plech se proto hladí, někdy i leští.

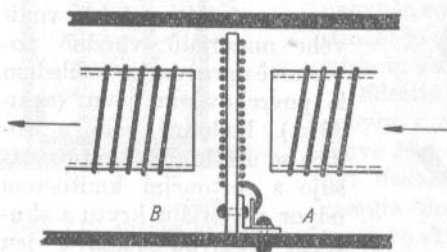
Protože se cívky obvodu mohou doladovat jen při navléknutých krytech, dělají se v krytech otvory pro ladící klíč nebo šroubovák, jimiž nastavíme indukčnost cívky na potřebnou hodnotu. Praktické a běžně užívané provedení cívek s hliníkovým krytem, představující mezifrekvenční transformátor, je na obr. 220. Cívky jsou upevněny na pertinaxové destičce, která je zasunuta do drážky vlisované do krytu tak, že vlastní cívky jsou jak podél své osy, tak i napříč asi uprostřed stínícího krytu. Kryty musí být dobře uzemněny: proto se spojují s kostrou buď šrouby nebo nýtky, někdy přitlačení ke kostře klínkem, jako u krytu na obr. 220.

V radiotechnice se při stínění cívek setkáváme někdy s požadavkem stínění elektrostatického bez odstínění elektromagnetického. Bývá to např. u vstupních cívek přijímače, kde se pomocí tzv. Faradayova stínítka (obr. 221) zabraňuje kapacitní vazbě mezi cívkami, při čemž magnetická vazba zůstává. Tím se zabraňuje pronikání poruch, na jejichž příjmu nemáme pochopitelně zájem. S tímto druhem stínění se setkáváme také u vysílačů. Konstrukčně je Faradayovo stínítko zhotoveno tak, že destička



Obr. 221. Faradayovo stínítko

z dobrého izolačního materiálu je ovinuta holým drátem tlustým asi 0,4 mm, s mezerami mezi závitů asi v tloušťce drátu. Po navinutí se závitů podél jedné hrany spojí a spájejí s drátem tlustým asi 1 mm. Tento vodič je spojen při konečné instalaci se zemním bodem. Závitů na destičce zalepíme vhodným lakem a po zaschnutí zbrousíme protější hranu tak, až se jednotlivé závitů přeruší, tj. vytvoříme jakýsi „hřeben“. Faradayovo stínítko vkládáme mezi dvě cívky, které chceme stínit proti elektrickému poli, aniž však bráníme vazbě elektromagnetickým polem. Dělá se to tak,



Obr. 222. Umístění Faradayova stínítka mezi cívkami

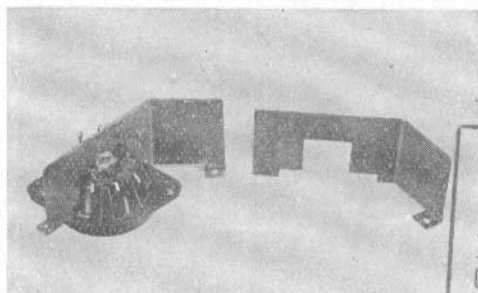
že se stínítko vloží mezi dvě cívky podle obr. 222. Má-li se ovšem přestupu poruch tímto způsobem zabránit, je třeba, aby na cívku B, odstíněnou elektrostatickým stínítkem od vstupní vazební cívky A, nemohly již poruchy působit. Proto musí být přijímač sám v kovové skříni, nebo obvody musí být jinak odstíněny, aby do nich nemohly poruchy z vnějšku vniknout.

Další součástí, často vyžadující stínění, je elektronka. Dneš-

ní moderní elektronky mají většinou systém elektrod již stíněný. Kolem systému elektrod v baňce je drátěné pletivo nebo plechový plášť, vyvedený na jeden z vývodních kolíků patice a jeho prostřednictvím je uzemněn. Moderní elektronky jsou téměř výhradně takto řešeny, navíc jsou jejich objímky (novalové, heptalové) řešeny tak, že se na elektronku shora zasazuje stínící kryt ve tvaru plechového válečku, který elektronku zároveň zajišťuje proti vypadnutí z objímky. Z dřívější doby známe elektronky tzv. „ocelové“ série, jejichž baňky jsou opatřeny kovovým pláštěm, který vedle stínění chránil elektronku i před mechanickým poškozením (řada E11, např. ECH11, EBF11 aj.). Dnes se tato řada vyrábí bez kovového pláště a stínění je provedeno nastříkáním (shopováním) kovového povlaku na baňku elektronky. Kovový postřik je u patice opásán holým drátem, který je opět spojen s některým kolíkem na patici. U starších elektronek se toto opásání často různě poškodí, drát se okyslíčí a spoj se stává příčinou nejrůznějšího chrastění, chrčení apod., hlavně tehdy, když se baňka v patici teplem uvolní a mezi stíněním a zmíněným drátkem vzniknou přechodové odpory.

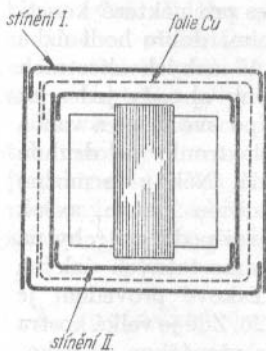
Pokud elektronka je takto poškozena, je nutno nejprve důkladně zalepit baňku do patice lepidlem (vodním sklem). Potom opravíme též stínící povlak, nejlépe tak, že do řídkého acetonového lepidla dáme dostatečné množství grafitu, aby vznikla kašička, kterou nanášíme štětečkem na poškozená místa. Zbytky původního povlaku zajistí dostatečné spojení a tím

i stínění elektronky. U obvodů vysokých kmitočtů však nestačí stínění samotných elektronek, často je třeba stínit také část kostry pod elektronkou, zvláště objímku elektronky. Dělá se to tak, že se stínicí plech vkládá do objímky elektronek, aby se oddělil její mřížkový a anodový obvod. Stínicí plech má výřez upraven tak, že dobře zapadá do objímky a dokonale odděluje obvody. Na obr. 223 je stínicí plech pro klíčové elektronky, jednak samotný, jednak nasazený na příslušnou objímku. Je samozřejmé, že stínicí plech je na vhodném místě uzemněn.



Obr. 223. Stínicí plech v objímce elektronky

Ke stínění proti nízkofrekvenčním, popř. stejnosměrným magnetickým polím se používá materiálu s velkou počáteční permeabilitou. Toto stínění představuje pro magnetický tok cestu s malým odporem a odvádí jej od stíněného prostoru. Takové magnetické stínění slouží v praxi k odstínění vstupních nebo nízkofrekvenčních transformátorů a provádí se tak, že transformátor se umístí do krytu z plechu. Účinnost stínění závisí nejen na materiálu krytu, ale též na tloušťce stěn krytu i na tom, zda je kryt z jedné nebo několika vrstev plechu. Pokud se použije jedné vrstvy, je většinou třeba použít dosti tlustého plechu, aby se dosáhlo potřebné účinnosti. Požadujeme-li větší stínicí účinky krytu, zhotovíme kryt z několika vrstev magnetických stínících pláštů. Účinnost se velmi zvětší použitím materiálu s velkou počáteční permeabilitou, např. permaloye. Pro střídavé proudy lze účinnost stínění zvětšit také tím, že do mezer mezi jednotlivé vrstvy magnetického materiálu, tvořícího stínění, vložíme měděné pláště. Schematicky je to naznačeno na obr. 224. Mezi dvěma vrstvami permaloyových plechů je vložena měděná fólie.

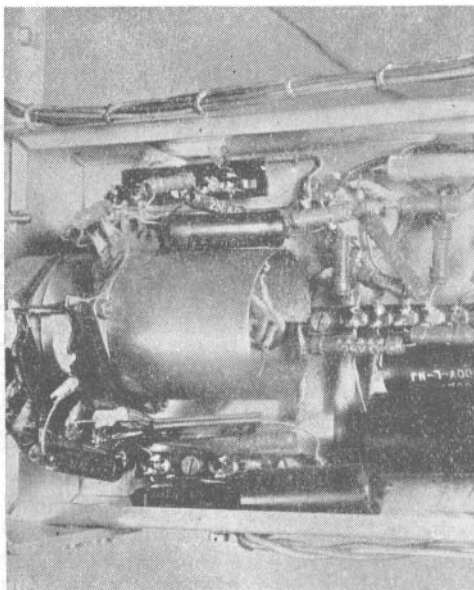


Obr. 224. Kombinované stínění transformátoru

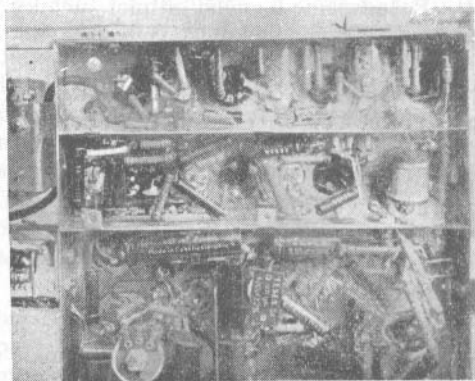
K této části o stínění náleží i stínění drobných součástí. Někdy je třeba umístit do stínícího obalu vazební kondenzátor, jindy se musí dokonale odstínit vypínač potenciometru, kterým zapínáme síťový přívod tam, kde by se mohla blízkost síťových přívodů u citlivých vstupních spojů projevit

nadměrným hučením. Obr. 225 ukazuje názorně, jak je v takovém případě potenciometr obklopen stínícím pláštěm.

U kondenzátorů si pamatujeme, že ten polep, který je navrchu svitku, je vhodný jako stínicí, a proto ho uzemňujeme. Na kondenzátoru jej poznáme podle toho, že má delší vývod, nebo je u okraje svitku označen proužkem, hvězdičkou apod. Tohoto způsobu značení se běžně používá jak u kondenzátorů svitkových kulatých, tak i zastříknutých, styroflexových aj.



Obr. 225. Stínění potenciometru v přístroji



Obr. 226. Velká úzká kostra

c) Stínění obvodů jako celků

Při konstrukční práci se často setkáme s požadavkem stínit větší celky, tvořící jeden elektrický a obvykle i mechanický soubor obvodů. Z těchto důvodů se pro některé konstrukce velmi dobře hodí úzké kostry. V úzkých kostrách jsou řazeny obvody jeden za druhým po své délce a vazba z jedné elektronky na druhou je plynulá. Někdy je možno zvolit plošnou kostru, avšak rozdělíme ji podle potřeby na několik samostatných úzkých koster. Takové provedení je na obr. 226. Zde je velká kostra rozdělena přepážkou na několik samostatných dílů, přičemž mezistěny kromě odstínění jednotlivých obvodů poslouží též jako vyztužovací plechy, kterými je kostra zpevněna.

Při stínění obvodů na kostře nesmíme zapomenout ani na stínění kostry zespodu. Prak-

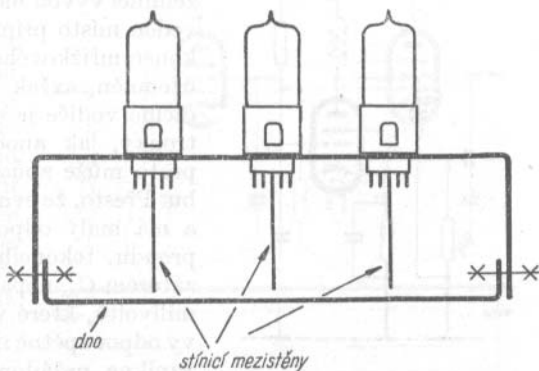
ticky se to dělá tak, že na kovovou kostru přiléhá kovové dno, které je buď pevně spojeno s kostrou, nebo je zasouvateľné do skříně (u přijímačů). Pro dokonalé stínění je ovšem vždy nutné, aby dno, které tvoří spodní část kostry, bylo s vrchní kostrou dobře spojeno a byla mezi nimi co nejmenší mezera. Schematicky to opět velmi dobře ukazuje obr. 227. V místech styku obou krytů jsou kryty pevně spojeny šrouby nebo nýty.

Jindy mají mezistěny kromě stíněcího účinku za úkol též chránit před dotykem a možným zraněním, např. vysokým napětím, jako je tomu u televizorů apod. Protože v tomto případě je úkolem mezistěn především chránit před dotykem, a vzhledem k vyšším teplotám, které ve vychylovacích obvodech vznikají (elektronka 6L50 a podobné výkonové typy), je kryt zhotoven z děrovaného plechu. Za povšimnutí také stojí, že síťový transformátor s elektronikami bývá oddělen plechem z plného materiálu, který vedle stíněcího účinku zabraňuje přestupu tepla ze síťové části do prostoru vlastního přijímače.

Ve všech oddílech kapitoly o stínění jsme poznali jak jeho užitečnost, tak mnohdy i nutnost pro zamezení různých zpětných vazeb, kmitů a jiných nežádoucích průvodních jevů. Často je vhodné kombinovat několik uvedených způsobů, tj. rozložení součástek, jejich vzájemné natočení a stínění, abychom dosáhli vyhovujícího výsledku.

3. Spojování do uzlu a vedení zemnicích spojů

S předcházejícími kapitolami úzce souvisí i následující pojednání o uzlování a vedení zemnicích vodičů. Jak uzlování, tj. svádění všech zemnicích vodičů jednoho obvodu do společného zemnicího bodu — uzlu, tak i vedení zemnicích spojů není konstruktéry radiotechnických přístrojů dbáno vždy tak, jak si zaslouhují. Často jsou tyto zásady podceňovány, přesto, že jsou mnohdy právě ony příčinou nedokonalé nebo vadné činnosti přístroje.

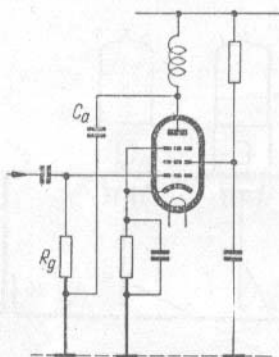


Obr. 227. Odstínění přístroje [mezistěnaní a kovovým dnem]

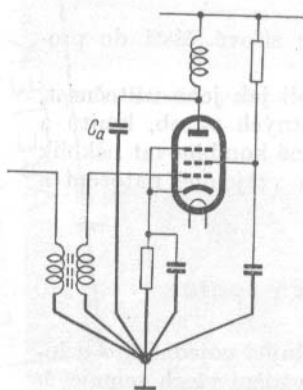
MAUJEJEK
Kovopodniku města Brna
BRNO, nám. Družby nár. 2

a) Spojování do uzlu

Nevhodným uzemněním může vzniknout nežádoucí zpětná vazba, která je často příčinou nestability a zvýšené úrovně zbytkového bzučení, zvláště u citlivých zesilovačů. Nejlépe zde poslouží obrázek. Na obr. 228



Obr. 228. Chybný způsob uzemňování



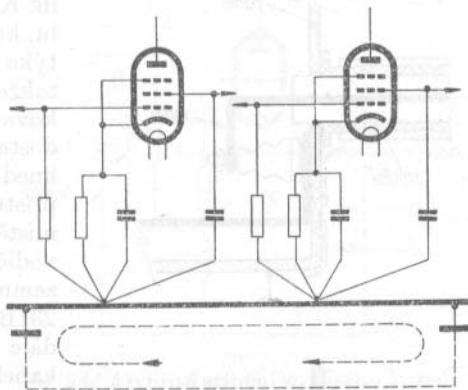
Obr. 229. Správný způsob uzemňování spojováním do uzlu

je běžný obvod elektronky. Pro úsporu vedení je zemnicí vývod blokovačního kondenzátoru C_a přiveden místo přímo na zemnicí vodič na svodový konec mřížkového odporu R_g . Ten je sice také uzemněn, avšak tlustě vytažená část jeho zemnicího vodiče je společná oběma obvodům elektronky, jak anodovému, tak i mřížkovému, a proto může způsobovat nežádoucí zpětnou vazbu. Přesto, že svodový vodič je z tlustého drátu a má malý odpor, vznikne na něm průchodem proudu, tekoucího z anody elektronky kondenzátorem C_a , nepatrné napětí, třeba jen zlomek milivoltů, které však může působit přes mřížkový odpor zpětně na řídicí mřížku elektronky: tak vznikne nežádoucí zpětná vazba, způsobující rozhoukání, kmitání přístroje nebo jiné závadné jevy. Stává se to hlavně u zesilovacích stupňů s velkým ziskem, u výkonových a strmých elektronek a v citlivých vstupních obvodech. Proto je třeba zemnicí vodiče uspořádat tak, aby „studené“ konce součástek v obvodu jedné elektronky, vedoucí k zemi, byly svedeny do jednoho bodu a nemohlo tedy docházet k vzniku zpětné vazby. Tomuto způsobu uzemňování říkáme *uzlování* a schematicky je znázorněno na obr. 229. Zemnicí body v obvodu jedné elektronky jsou připojeny do jednoho bodu — uzlu. Všechna propojení se zemí jsou svedena do jednoho uzlu a tento uzel, ve kterém jsou soustředěny všechny zemnicí svody jedné elektronky, je buď přímo na kostře, nebo je s kostrou spojen tlustým vodičem. Při tomto soustředování zemnicích vodičů do jednoho uzlu nezapomínáme ani na elektrolytické kondenzátory. I tady je vhodné a často nutné upevnit elektrolytický kondenzátor, blokující např. stínící mřížku, izolovaně od

kostry a jeho záporný pól svést přímo do zemnicího uzlu elektronky. Je vůbec jen prospěšné, jestliže tohoto způsobu uzemňování budeme zásadně

používat u všech přístrojů i tehdy, když to snad není ani nutné. Bez nebezpečí vzniku nežádoucích zpětných vazeb nejsou ani transformátory a tlumivky, do kterých se též často indukují různá rušivá napětí; ta se potom musí svádět na kostru pomocí stahovacích svorníků, rámečků nebo úhelníků. Proto i zde je často na prospěch, jestliže jsou transformátor nebo tlumivka upevněny na kostře izolovaně a samostatně spojeny zvláštním vodičem na vhodném místě s kostrou.

Důležité pro dokonalou činnost přístroje je také správné spojení zemnicích uzlů s kostrou přístroje. I v tom se často chybuje. Konstruktor totiž ve snaze po dobrém a spolehlivém uzemnění těchto uzlů je připojí ke kostře na několika místech — a to je chyba, které se musíme vyvarovat. Vysvětlíme si to na obr. 230. Jestliže jsou např. v citlivém zesilovači připojeny ke kostře uzly v několika místech, jak ukazuje obrázek, vytvoří se ze zemnicího vodiče (tlustý vodič mezi uzly) a příslušné části kostry závit nakrátko, který může být náchylný k indukci rušivého napětí rozptylovým polem síťového transformátoru, tlumivek nebo některých vysokofrekvenčních obvodů. Kostra totiž klade procházejícím zemnicím proudům odpor, takže jednotlivé uzly mají proti sobě malé potenciální rozdíly. Mezi obvody dvou elektronek vznikají tím jakési smyčky a nové vazby, vedoucí zemnicí proudy podle směru naznačeného šipkou; tím vznikají různé bloudivé proudy, které potom způsobují nejrůznější vazby.

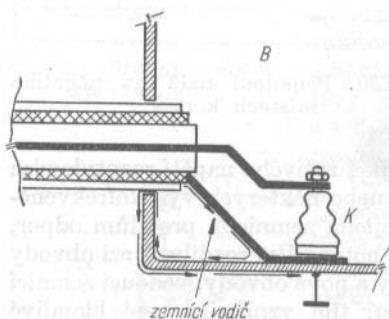
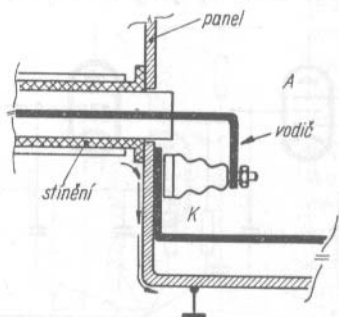


Obr. 230. Připojení uzlů na několika místech kostry

Chceme-li zamezit vznik těchto nežádoucích vazeb, uzemňujeme podle zásady, probrané na začátku této kapitoly. Všechny zemnicí svody v obvodu jedné elektronky soustřeďujeme do jednoho uzlu, který je od kostry izolován. Uzemňovací uzly jsou navzájem propojeny zemnicím vodičem s dostatečně velkým průřezem, prakticky měděným drátem průměru asi 2 mm, který je s kostrou spojen na jediném místě. Zemnicí vodič spojujeme s kostrou obvykle přímo u vstupu přístroje, tedy v místě, kde je přístroj nejcitlivější. Přitom nezapomeneme ani na izolované upevnění elektrolytických kondenzátorů, a je-li třeba, i transformátorů a tlumivek.

! Rovněž obzvláště je třeba vést přívody napájecího napětí pro elektronky jednotlivých obvodů. Jak žhavičí, tak i anodové napětí se vede co nejbližší kostry a přímo k obvodu elektronky, aby netvořilo nikdy smyčky, do nichž

by se mohly opět indukovat vysokofrekvenční proudy z okolních součástí a obvodů. Stejnou zásadu uplatňujeme při propojování souosých kabelů do přístroje. Pokud nepoužíváme souosé zástrčky a kabel v přístroji připevňujeme přímo za záchytný izolovaný kolík, umísťujeme jej v bezprostřední



Obr. 231. Správné a chybné připojení souosého kabelu v přístroji

blízkosti místa, kde vstupuje kabel do přístroje (obr. 231A). Porcelánový kolík K je upevněn přímo u vstupu kabelu, který se svým stínícím pláštěm dotýká kostry přístroje a je s ní spojen, takže se rušivé signály a proudy indukované v stínícím povlaku kabelu nedostanou dovnitř přístroje, nýbrž jsou hned v místě, kde kabel vstupuje do přístroje, svedeny k zemi. Ve stejném místě je též ke kostře připojen zemnicí vodič, spojující s kostrou jednotlivé zemnicí uzly. Jinak je tomu na obr. 231B. Zde je záchytný kolík upevněn dále od otvoru, jímž vstupuje souosý kabel do přístroje, a navíc je kabel svým stínícím pláštěm uzemněn až pod svorníkem: vzniká zde proto smyčka, kterou mohou rušivé proudy do přístroje vnikat. Podél šipek procházejí rušivé proudy na vnější plášť kostry.

K připojování zdrojů napětí malé energie na zesilovač (např. fotonek, citlivých mikrofonů apod.) se někdy používá souosých kabelů s dvojitým stínícím obalem. Tento způsob zemnění má vyloučit kapacitu přívodního stíněného kabelu, která při jeho větší délce dosahuje mnohdy hodnoty sta i více pikofaradů. Dělá se to tak, že stínící kabel má dva stínící obaly,

z nichž každý zapojíme samostatně podle obr. 232. Na obrázku vidíme zapojení jednostupňového zesilovače — katodového sledovače, k jehož vstupu je připojen souosý kabel s dvojitým stíněním. Vnitřní stínění A je připojeno ke katodě elektronky. Druhé, vnější stínění B je uzemněno normálně na kostru přístroje. K omezení kapacity kabelu napomáhá zapojení tak, že první stínění je připojeno na katodu, která má malou impedanci (katodový sledovač), takže se kapacity kabelu nemohou příliš uplatnit. Druhé stínění je již normálně uzemněno na kostru, avšak na vzájemné ka-

pacitě obou stínění prakticky nezáleží, protože paralelně k ní je zapojena malá výstupní impedance zesilovače. Tímto způsobem lze kapacitu přívodního kabelu zmenšit na $\frac{1}{10}$ původní hodnoty při použití elektronky se strmostí minimálně 5 mA/V.

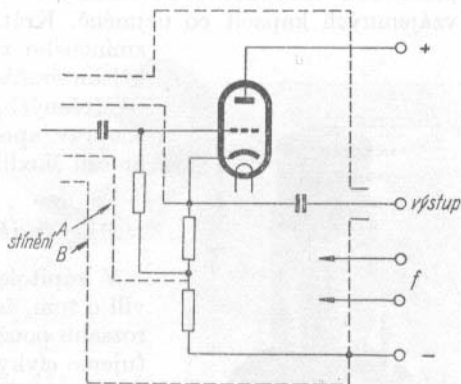
b) Vedení zemnicích spojů

Nakonec se ještě zmíním o vlastním spojení zemnicího vedení s kostrou přístroje. Nejlepší je, jestliže na vhodném místě (u citlivého vstupu) roznýtujeme do kostry tlustší nýtovací pájecí očko, které s kostrou důkladně spájíme cínem. Takový pájený spoj je velmi dobrý a umožní připojit k očku stejným způsobem zemnicí vodič. Pokud nelze spoj s kostrou důkladně propájet (u hliníkové kostry), provedeme spojení pomocí šroubů a matic s příslušnými podložkami, jimiž spoj s kostrou spojíme. Avšak vyhýbáme se spojení zemnicího vedení s kostrou přitažením pod šroub již proto, že různé materiály kostry, podložek a šroubů mohou často tvořit elektrický článek; v místě dotyku těchto kovů dochází tak za čas ke zkorodování spoje a tím i k nedokonalému spojení vzniklými přechodovými odpory. Pokud tedy lze, volíme raději první způsob, roznýtované pájecí očko do kostry a jeho připájení cínem.

Pamatujeme dále, že zemnicí vedení spojujeme s kostrou na jediném místě (u vstupu). To značí, že druhý konec zemnicího vodiče je v kostře upevněn izolovaně na nějakém záchytném bodě. Právě zde se často dělá chyba, že v přístroji je zemnicí vodič spojen s kostrou na dvou i více místech a dochází pak k nežádoucím jevům zpětnou vazbou.

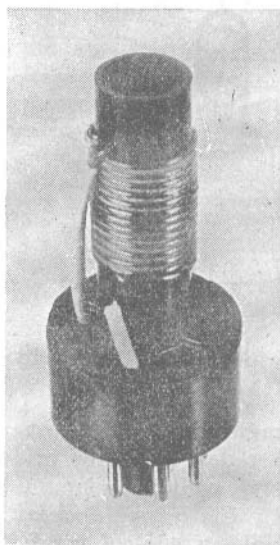
4. Krátké spoje — minimální kapacita

Jedním z dalších účinných způsobů, jak zabránit vzniku různých nežádoucích zpětných vazeb, je dodržování co nejkratších spojů. Dnes již dávnou neuvěřivě pravouhlých a rovnoběžných spojů a vedení v radio-technických přístrojích, jak tomu bylo před léty. Elektronický přístroj zapojený dnešními moderními způsoby není snad tak úhledný, avšak zato



Obr. 232. Dvojité stínění sousého kabelu

je účelný. U dnešních výkonných elektronek si pravoúhlé spoje nemůžeme dovolit, nejvýš jen u některých spojů a v nemnoha případech. Rozhodně je neděláme v citlivých vysokofrekvenčních zařízeních nebo v zesilovačích s velkou citlivostí. U těchto přístrojů se musí naopak vést spoje co nejkratší, především v obvodech řídicí mřížky a anody elektronek, aby bylo škodlivých vzájemných kapacit co nejméně. Krátkých spojů se dosahuje kromě již zmíněného vhodného rozmístění součástek použitím součástí miniaturních, konstrukčně vhodně řešených, cívkových bubňů, tlačítkových souprav apod., aby se zkrátily přívody a tím omezil škodlivý vliv dlouhých spojů.



Obr. 233. Výměnná cívka v patci od elektrony

Přepínače

V kapitole o rozložení součástí jsme již mluvili o tom, že u cívkových souprav, kdy k volbě rozsahu používáme přepínače, s výhodou umísťujeme cívky na pertinaxovou destičku, mechanicky pevně spojenou s přepínačem. Tím dosáhneme skutečně krátkých spojů mezi přepínačem a cívkami a záleží potom na vzájemném umístění přepínače a elektrony, v jejímž obvodu cívky jsou, zda dodržíme zásadu krátkých spojů i v tomto případě.

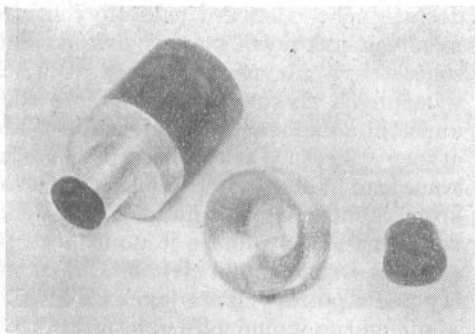
Přepínačů se v radiotechnice nepoužívá ovšem jen pro volbu vlnových rozsahů. Stejně často se s nimi setkáme u různých přepínačů výstupního napětí, u děličů, funkčních přepínačů apod. I tady se vždy snažíme dodržovat zásadu krátkých spojů. U těchto přepínačů se někdy také vyjmají ta kontaktní destička, která nejsou obsazena, aby se kapacita přepínače a jeho spojů dále zmenšila.

Výměnné cívky

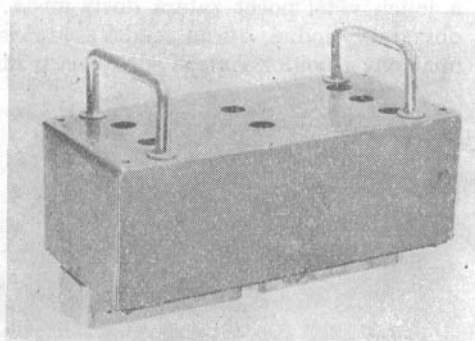
Výměnných cívek se do jisté míry užívá téměř výhradně v radioamatérské praxi. Jinak se s nimi setkáme jen u některých speciálních měřicích přístrojů, jako např. u sacích měřičů (tzv. GD-metrů), vlnoměrů apod. V radiotechnické praxi byly v dřívějších dobách oblíbeny, a proto i používány, především v přijímací a vysílací technice. Jejich obliba záleží v tom, že pomocí výměnných cívek lze velmi podstatně zkrátit přívody a snadněji dosáhnout vyšších kmitočetů, na kterých má přístroj pracovat, než při použití vlnových přepínačů. Výměnnou cívku lze řešit tak, že vhodné cívkové tělísko je

upevněno např. v prázdné patici od elektronky, která se zasunuje do příslušné objímky. Na obr. 233 je výměnná cívka pro krátké vlny, navinutá na tělísko $\varnothing 15$ mm a upevněná v běžné oktalové patici, která se pro tyto účely dobře hodí, protože ve spojení s objímkou představuje snad vůbec nejspolehlivější dvojici objímka + patice. Kolíky této patice mají dostatečnou tloušťku, kontaktní pera v objímce jsou dobře konstrukčně i výrobně řešena, takže mezi kontakty je minimální přechodový odpor, patice má též dostatečný průměr, takže i kapacita jednotlivých kolíků proti sobě je malá. Hodí se proto zvlášť dobře pro zhotovení výměnných cívek.

Jiným velmi vhodným prostředkem pro zhotovení výměnných cívek jsou třípólové zásuvky a zástrčky koncovek. V přístroji upevníme přístrojovou zástrčku, ze zásuvky použijeme bakelitového výlisku s kontakty, pro který zhotovíme hliníkové pouzdro, do jehož vrchní části umístíme cívku. Celek lze mechanicky naprosto dokonale zpevnit zalitím dentakrylem a zajistit jak proti poškození, tak i proti posunu závitů na cívce apod. Vysokofrekvenční vlastnosti dentakrylu jsou dosti dobré, a proto je možno tohoto způsobu použít. Na obr. 234 je výměnná cívka vlnoměru zalitá dentakrylem a její jednotlivé díly.



Obr. 234. Výměnná cívka zalitá dentakrylem



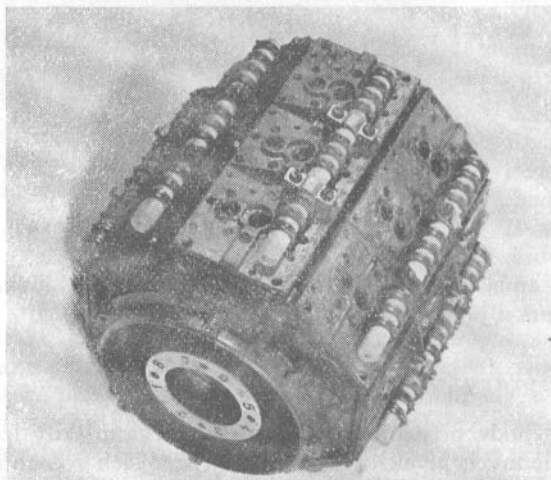
Obr. 235. Výměnná cívková souprava

Výměnné cívkové soupravy

Krátké spoje a velká výhoda přístrojů s výměnnými cívkami, kdy lze s potřebným počtem výměnných cívek dosáhnout nejrůznějších rozsahů, lákají i konstruktéry. Změna nastala v tom, že sada cívek pro jeden rozsah tvoří samostatnou jednotku, konstrukčně řešenou nejčastěji v podobě

zástrčky s potřebnými kontakty. Ve výměnných cívkových soupravách jsou cívky i s doladovacími kondenzátory upevněny na izolační destičce, vývody jsou vyvedeny na nožové zástrčky. Celek je kryt zvláštním krytem, s nímž tvoří samostatnou jednotku vždy pro jeden vlnový rozsah. Při tomto provedení je třeba dbát toho, aby také zde byly zachovány zásady dostatečného odstínění jednotlivých obvodů. S takovým provedením výměnných cívkových souprav ovšem těsně souvisí vhodné rozmístění dalších součástek a hlavně elektronek. Obr. 235 ukazuje amatérské provedení výměnných cívkových souprav pro sdělovací přijímač. Je z něho patrné umístění doladovacích kondenzátorů, které jsou upevněny na destičce pod otvory v krytu. Cívky jsou upevněny uvnitř tak, aby přívody na nožové kontaktní kolíky byly co nejkratší. Otvory v destičce a krytu lze doladovat kromě kondenzátorů i indukčností. Velká výhoda a přednost tohoto řešení volby rozsahů přijímače je v možnosti použití prakticky libovolného počtu souprav s výměnnými cívkami, takže můžeme na přijímači nastavit kmitočty podle potřeby. Požadavek na krátké spoje a tím i minimální kapacity je zde možno v plné míře uplatnit, takže toto řešení vyhovuje i na vysokých kmitočtech. To, že každý vlnový rozsah má samostatnou cívkovou soupravu, je ovšem zase nevýhodou, neboť tyto soupravy mají jisté rozměry a jejich větší počet zabírá dosti místa. Že však je toto řešení vstupních obvodů výhodné, o tom svědčí skutečnost, že výměnnými zásuvkami jsou opatřeny i nejdokonalější sdělovací přijímače.

Cívkové bubny



Obr. 236. Cívkový bubnen

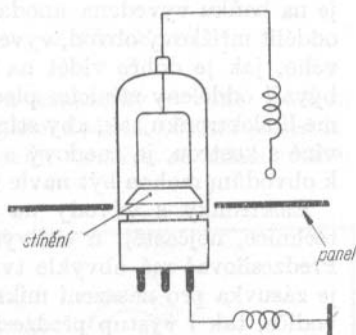
Volba rozsahů v přijímači nebo měřicím přístroji pomocí cívkového bubnu (tzv. karuselu) patří k nejdokonalším řešením. Konstrukčně jsou řešeny tak, že pro každý rozsah je samostatná sada cívek, která je upevněna na otáčivém bubnu tvaru mnohoúhelníku. Každá sada cívek má vývody připájeny na kontakty, na které vždy u nastaveného rozsahu přiléhají vhodným způsobem kontakty, jimiž je daná cívková souprava

do obvodů zapojena, kdežto všechny ostatní jsou odpojeny. Tím je možno velmi dobře obsáhnout široké kmitočtové pásmo jedním bubnovým přepínačem, který má obvykle 6, 8 nebo 12 i více poloh a tedy i rozsahů. Příklad továrně provedeného otočného bubnu vidíme na obr. 236, kde jsou velmi dobře vidět nejen kulaté porcelánové tyčky s kontaktoými kroužky, ale i otvory pro doladování jednotlivých doladovacích prvků obvodů. Je samozřejmé, že každá cívka, tedy každý jednotlivý obvod, je umístěn v samostatné přihrádce, takže je dokonale stíněn.

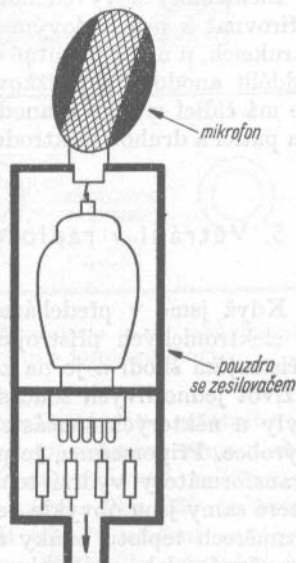
Proti kontaktoým kroužkům na bubnu jsou na vhodném místě upevněny sběrací kontakty, jejichž vzájemnou polohu s umístěním elektronek opět volíme se zřetelem na dosažení krátkých spojů. Rozsahy se přepínají otáčením bubnu o příslušný úhel, kdy se proti sběracím kontaktům natočí další rozsah. Nastavený rozsah je proti samovolnému otočení zajištěn západkou. Vzhledem k tomu, že velký cívkový buben je po mechanické stránce dokonale pevný, jsou rovněž silná i sběrací pera a kontakty jsou většinou spolehlivější než u přepínačů nebo tlačítek. Konstrukčně je však cívkový buben velmi náročný, zvláště, má-li splňovat požadavky dokonalé činnosti na vysokých kmitočtech; proto se s ním v amatérské praxi často nesetkáváme. Používá se ho však např. u sériově vyráběných televizorů a dokonalých sdělovacích přijímačů, kde lze jeho předností plně využít a kde se také vyplatí jím přístroj opatřit.

Elektronky s elektrodou vyvedenou na baňce

Když byla před lety zjištěna nutnost krátkých spojů a oddělování obvodů, byly k dosažení těchto zásad některé elektronky upraveny tak, že jejich řídicí mříž-



Obr. 237. Odstínění anodového a mřížkového obvodu elektronky kostrou



Obr. 238. Mikrofonní předzesilovače

ka nebo jiná elektroda byly vyvedeny na baňku. Ze starších typů je nejznámější EF6 nebo AF7, z výprodejních snad nejznámější RV12P2000, konstruovaná speciálně pro vojenské přístroje. Dnes se setkáváme s tímto řešením prakticky již jen u elektroněk speciálních, např. vysílacích, kde je na baňku vyvedena anoda, někdy i stínicí mřížka, takže lze dokonale oddělit mřížkový obvod, vyvedený na patici elektronky, od obvodu anodového, jak je dobře vidět na obr. 237. Elektrody elektroněk tohoto druhu bývají odděleny stínicím plechem i uvnitř skleněné baňky, takže umístě-li elektronku tak, aby stínicí vložka uvnitř elektronky byla v jedné rovině s kostrou, je anodový a mřížkový obvod dokonale oddělen a přívody k obvodům mohou být navíc velmi krátké.

Elektronky s vývody na baňce se uplatňují také v nízkofrekvenční technice, nejčastěji u citlivých mikrofonních předzesilovačů (typ EF37). Předzesilovač má obvykle tvar válcového pouzdra, v jehož horním víčku je zásuvka pro nasazení mikrofonu, v dolním jsou vyvedeny jak napájecí vodiče, tak i výstup předzesilovače. Elektronka je umístěna vsvisle přímo v pouzdře předzesilovače, takže přívod od zástrčky mikrofonu vede nejkratší cestou přímo na řídicí mřížku elektronky (obr. 238). Pod elektronkou jsou její pracovní odpory a kondenzátory, umístěné většinou na nějaké destičce, ve dně pouzdra je otvor pro výstupní a napájecí kabel.

Elektronky s vyvedenou elektrodou na baňce můžeme do jisté míry přirovnat k průchodovým kondenzátorům. Používá se jich ve všech konstrukcích, u nichž je nutné dodržet krátké přívody k elektrodám a dokonale oddělit anodový a mřížkový obvod. To umožňuje jejich konstrukce tím, že má řídicí mřížku a anodu vyvedenou na opačných koncích, tedy jednu na patici a druhou elektrodu na baňce.

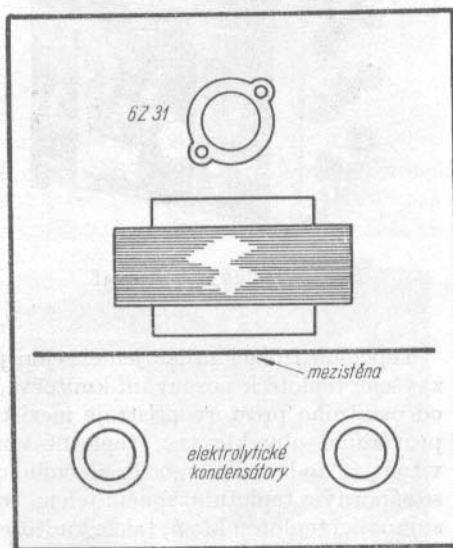
5. Větrání v radiotechnickém přístroji

Když jsme v předcházejících kapitolách mluvili o důležitosti větrání v elektronických přístrojích, upozornili jsme na to, že zvýšená teplota přístrojům škodí a je na závalu nejen jejich činnosti, ale často ohrožuje i život jednotlivých součástek i celého zařízení. V první části této knihy byly u některých součástek uvedeny provozní teploty, které doporučuje výrobce. Připomeňme, že pro většinu součástek to je teplota asi do 50 °C, transformátory vydrží teploty vyšší, maximálně asi 80 °C, a elektronky, které samy jsou obvykle největšími zdroji tepla, mají při dnešních malých rozměrech teplotu baňky až 250 °C. Jsou-li v přístroji, který často tvoří uzavřený celek, součástky s takovými teplotami, vnitřek skříně se velmi značně zahřívá, teplo se hromadí a se stoupající teplotou vnitřku stoupá také teplota všech součástek, a to i těch, kterým teplota vyšší než 40 °C

neprospívá. To potom ovšem často působí na činnost přístroje samého. Otázkou větrání je třeba se proto zabývat a řešit ji pokud možno již při vlastní konstrukci přístroje.

a) Rozložení součástek se zřetelem na chlazení

Dříve, když byly přístroje rozměrnější a součástky s větší plochou k ochlazování, nebylo třeba zvláštním způsobem dbát na větrání přístroje. Dnes, kdy je trvale snaha přístroje zmenšovat, používá se miniaturních součástek a přístroje se vtěsnávají do podstatně menších prostorů, přičemž jejich výkon neklesá, ale naopak vzrůstá, dnes tedy vyvstává otázka větrání a ochlazování přístrojů v plné míře. Stačí si uvědomit, kolik energie se promění v teplo jenom vlivem elektronek. Snažíme se proto přístroje řešit tak, aby součástky vyzařující teplo byly od ostatních částí odděleny a nemohly na ně tepelně působit. Dosáhneme toho např. tím, že mezi usměrňovací elektronky a síťový transformátor a filtrační elektrolytické kondenzátory vkládáme plechovou mezistěnu, která zabrání přestupu tepla z elektronky a transformátoru do pláště elektrolytického kondenzátoru. Kovová stěna dobře zachytí sálavé teplo. Mnohdy lze spojit účinek tepelně ochranný s účinkem stínícím, jak ukazuje např. obr. 239,



Obr. 239. Mezistěna mezi transformátorem a kondenzátory

kde je kovovou mezistěnou oddělen síťový transformátor od ostatního prostoru. Kovový kryt přístroj nejen stíní před působením magnetických rozptylových polí (např. na obrazovku), ale ani nedovolí vnikat tepelným paprskům z vymezeného prostoru do okolí. Obr. 239 je kreslen úmyslně v nárysu, protože ukazuje také další zásadu uložení součástek. Je známo, že teplý vzduch stoupá vzhůru. Proto do spodních částí přístroje umísťujeme nejchoulostivější součástky (elektrolytické kondenzátory, cívky apod.) a do středních a horních částí ty součástky, které

hřejí nejvíce. Je jisté, že zde jsme někdy nuceni volit jistý kompromis vzhledem k váhovému rozložení. Není totiž dosti dobře možné, aby těžké součásti, jako např. síťový transformátor, byly až nahore, protože tím by se porušovala stabilita přístroje. U rozměrnějších přístrojů lze však celkovým rozložením všech součástí dosáhnout vhodného umístění se zřetelem jak na teplotu, tak i stabilitu (obr. 240). Elektrolytické kondenzátory jsou ve spodní části, elektronky nad nimi, síťová část s transformátorem je v horní polovině. V tomto případě má mezistěna mezi síťovou částí a předními díly přístroje nejen tepelně odstínit obvody od síťové části, ale chránit je přitom i před rozptylovými poli síťového transformátoru.



Obr. 240. Oscilograf

Usměrňovací a výkonové elektronky umísťujeme na kostru k její zadní části tam, kde obvykle bývají ve skříni větrací otvory. Ze stejného důvodu bývá v zadní části umístěn i síťový transformátor.

Usměrňovací a výkonové elektronky umísťujeme na kostru k její zadní části tam, kde obvykle bývají ve skříni větrací otvory. Ze stejného důvodu bývá v zadní části umístěn i síťový transformátor.

Tepelnou izolaci zajišťujeme velmi pečlivě u oscilátorů. Zde dochází při zvýšené teplotě k posouvání kmitočtu, a proto oddělujeme oscilační obvod od ostatního prostoru přístroje mezistěnou z plného materiálu a současně provádíme obvykle tzv. teplotní kompenzaci. Tato kompenzace záleží v tom, že do ladicího nebo oscilačního obvodu zapojujeme též kondenzátory se záporným teplotním součinitelem, tedy kondenzátory, jejichž kapacita se stoupající teplotou klesá, takže kmitočet obvodu zůstává celkem konstantní.

Je jen přirozené, že do blízkosti obvodu citlivého na teplotu neumisťujeme žádnou součástku vyzařující teplo. Oscilační elektronka sama zasahuje do obvodu jen spodní částí své objímky, nepředávající téměř teplo.

b) Větrací otvory v kostře

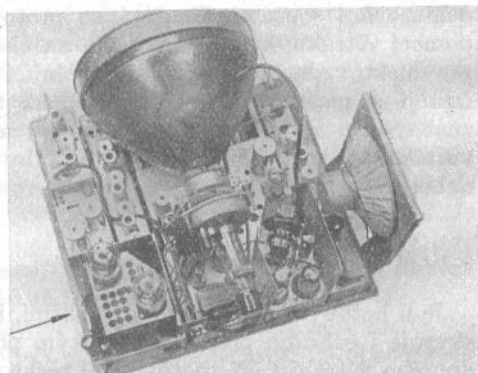
Lepšímu odvádění teplého vzduchu z vnitřku přístroje a jeho proudění napomáhají otvory v kostře nebo panelech. Využíváme opět fyzikálního jevu, že teplý vzduch stoupá vzhůru. Pokud nelze umístit součástky, které mají při provozu vyšší teplotu samostatně tak, aby je mohl chladící vzduch ochlazovat přímo, děláme v kostře poblíž těchto součástek otvory, jimiž

může proudit vzduch a součástky ochlazovat. Větrací otvory bývají obvykle kolem usměrňovacích a koncových elektroněk, které jsou největšími zdroji tepla v přístroji. Snažíme se, aby v přístroji docházelo k oběhu vzduchu, k jeho pohybu, neboť jedině tak se součásti ochlazují. Teplý vzduch stoupá vzhůru, tím strhává chladnější vzduch ze spodních částí přístroje a tak nastává proudění. I když se nám zdá toto proudění velmi nepatrné, přispívá značnou měrou k lepšímu ochlazování. Pamatujme vždy, že teplota součástkám škodí, takže rychleji stárnou, opotřebovávají se a musí se dříve vyměnit.

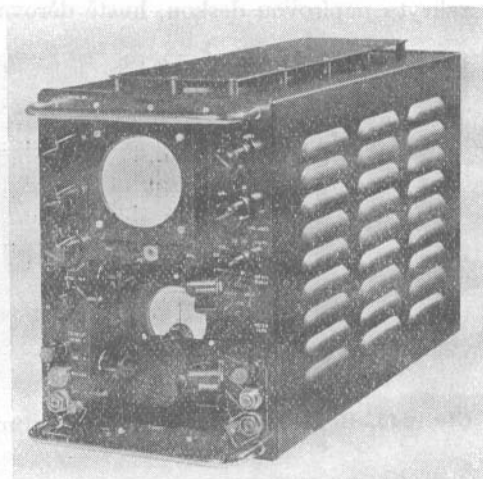
Větrací otvory v kostře děláme v průměru asi 8 až 12 mm a na panelu je děláme tak, aby součástku — tepelný zdroj — obklopovaly, takže vzduch proudí kolem dokola. Pozor však, abychom vyvrtáním většího počtu otvorů kostru příliš nezeslabili a nezmenšili její mechanickou pevnost.

Uvedený způsob větrání vidíme velmi dobře na obr. 241. Kolem usměrňovacích elektroněk je řada otvorů, umožňujících dobré proudění vzduchu.

V některých případech napomáháme proudění vzduchu kolem elektronky tím, že otvor pro její objímku vyřízneme větší a objímku upevníme zespodu na kostru. Kolem elektronky, která má vždy menší průměr než objímka, může velmi dobře proudit zesponu kostry chladný vzduch a tak ji ochlazovat. Tohoto způsobu používáme převážně u výkonových elektroněk, kde jejich značná povrchová teplota to nejen vyžaduje, ale dává mimoto pro vznik proudění předpoklady.



Obr. 241. Větrací otvory kolem elektroněk



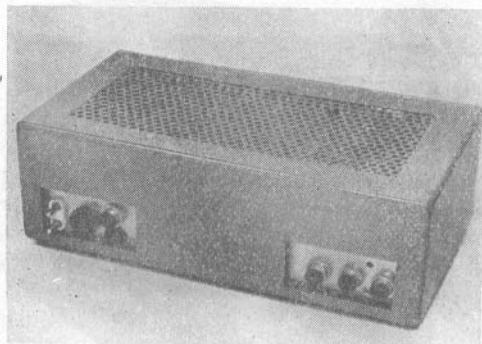
Obr. 242. Bohaté větrání oscilografu

c) Větrání s nuceným oběhem vzduchu

U výkonnějších přístrojů, jako jsou různé rozhlasové ústředny, napájecí zdroje, vyslače apod., nestačí přirozený oběh vzduchu a s ním související ochlazování součástí. Používá se proto často nuceného oběhu vzduchu pomocí větráku, který je umístěn na vhodném místě přístroje a ochlazuje proudícím vzduchem nejvíce se oteplující součásti. Větráku se používá nejčastěji u panelových stojanů, jejichž tepelný výkon je většinou dosti značný. Do spodní části stojanu pod usměrňovací elektronky se umístí větrák s lopatkami natočenými tak, aby proud vzduchu byl hnán směrem nahoru.

d) Větrání otvory ve skříni

Je-li hotový přístroj uložen ve skříni, která kromě pěkného vzhledu poskytuje i ochranu před mechanickým poškozením, je nutno dbát zásady dobrého větrání i při zhotovování těchto skříní. Způsob používaný u rozhlasových přijímačů je běžně znám. Na dnu skříně je obdélníkový otvor, zakrytý děrovanou lepenkovou destičkou. Zadní stěna skříně je opět zakryta papírovou deskou, hustě děrovanou, aby proudění vzduchu bylo co největší. A zcela obdobně postupujeme i při řešení skříní kovových.



Obr. 243. Bohaté větrání otvory ve skříni

Obr. 242 ukazuje složitý oscilograf s bohatým větráním skříně. Boky skříně mají protlačované otvory, které mají výhodu, že jednak neubírají na pevnosti skříně, jednak tím, že směřují dolů, zabraňují přímému vnikání prachu do přístroje. Tyto větrací otvory se dělají v dílenské praxi lisováním, avšak lze je dělat i amatérsky tak, že se v plechu nařízne úzký otvor

a na vhodné šabloně se vyklepe větrací otvor. Není to ovšem příliš jednoduché, a bez příslušných pomůcek je úprava takového větracího otvoru velmi obtížná.

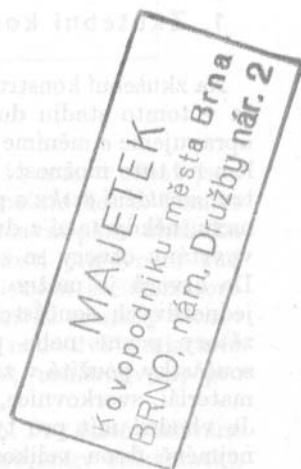
Na obr. 242 si můžeme všimnout ještě jednoho způsobu větrání v elektronickém přístroji. Záleží v tom, že horní stěna skříně má velký otvor, nad kterým je ve vhodné vzdálenosti upevněn druhý kryt přístroje. Mezerou mezi oběma kryty může volně odcházet teplý vzduch.

Dalším, velmi často používaným způsobem větrání kovových skříní je opatření krytů hladkými otvory. Do skříně lze buď otvory na vhodných místech vyvrtat, popř. vylišovat, nebo zhotovit kryt z několika dílů: z plného a děrovaného materiálu, které vhodným způsobem spojíme. Obr. 243 ukazuje názorně velmi bohaté větrání, kdy je celý kryt opatřen velkým množstvím otvorů. V takovém případě se napomáhá větrání i otvory v přední, čelní stěně přístroje. Snažíme se ovšem, aby tyto otvory nekazily vzhled přístroje, ale byly naopak spíše jeho ozdobou.

Otvory mohou mít i jiný tvar než kulatý, např. podélný. Dobrá výměna vzduchu vyžaduje u kovových skříní podobný postup, jako je tomu u skříní dřevěných, užívaných pro rozhlasové přijímače. Aby uvnitř přístroje vznikalo proudění vzduchu, musí být otvory nejen v jeho horních stěnách, ale i ve dně.

Vrtáme-li do skříně otvory sami, děláme nejčastěji otvory průměru 8 až 12 mm, vzdálené od sebe asi 10 až 25 mm.

Při větrání v elektronickém přístroji musí pro nás platit zásada: Raději více než méně! Zvýšená teplota přístroji vždy škodí, proto jej opatřujeme co možná neúčinnějším větráním a chlazením. Zařízení to jen prospěje a určitě to prodlouží jeho život.



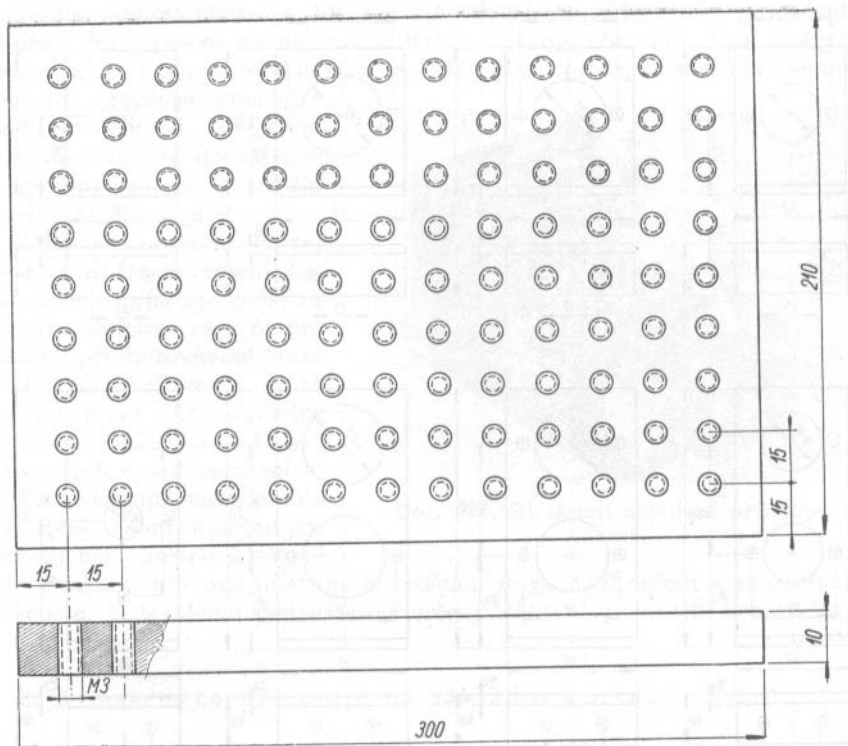
IV. Různé druhy konstrukcí radiotechnických přístrojů

Rozmanitost radiotechnických přístrojů přináší s sebou již sama o sobě neobvyčejné možnosti konstrukčních řešení, pro které je směrodatná vedle elektrického zapojení řada dalších činitelů a hledisek, které přímo ovlivňují jak konstrukci, tak i provedení. Z nejdůležitějších je to především *účel*, kterému je přístroj určen, dále jeho *používání*, požadavek na *vzhled a velikost*. Jinak bude řešen přístroj pro stálé časté používání, jinak přístroj pro používání příležitostné, jinak přístroj přenosný. Je mnoho dalších, dosud nejmenovaných hledisek, jako *univerzálnost*, *prostředí* aj., které podstatně ovlivňují jak první návrh přístroje, tak i jeho konečné provedení. Bude proto účelné, jestliže si přehledně uvedeme některé způsoby řešení konstrukcí radiotechnických přístrojů, s nimiž se v praxi nejčastěji setkáváme.

1. Zkušební konstrukce

Na zkušební konstrukci si ověřujeme činnost přístroje. Vzhledem k tomu, že v tomto stadiu do přístroje a jeho zapojení často zasahujeme, různě upravujeme a měníme obvody, je vhodné volit zkušební konstrukci se zřetelem na tuto možnost. Proto zkušební konstrukci sestavujeme nejčastěji na tzv. *montážní desku* a pomocné úhelníky. Montážní deska je obvykle z pertinaxu, někdy také z duralového plechu tloušťky asi 10 mm. Do desky jsou vyvrtány otvory se závitem M3 ve vzájemné vzdálenosti 10 až 30 mm. Do otvorů je možno na desku přišroubovat úhelníčky — vlastní nosiče jednotlivých součástek, elektronek, potenciometrů, stejně jako kondenzátory pevné nebo proměnné, transformátory, lišty, zkrátka všechny součástky použité v zapojení. Do otvorů lze též připevnit různý montážní materiál, svorkovnice, očka apod. Vhodná montážní deska je na obr. 244. Je vhodné mít pro tyto zkušební konstrukce několik montážních desek, nejméně dvou velikostí: pro složitější přístroje desku s rozměry podle obr. 244, pro jednodušší stačí deska poloviční, tj. asi 210×150 mm.

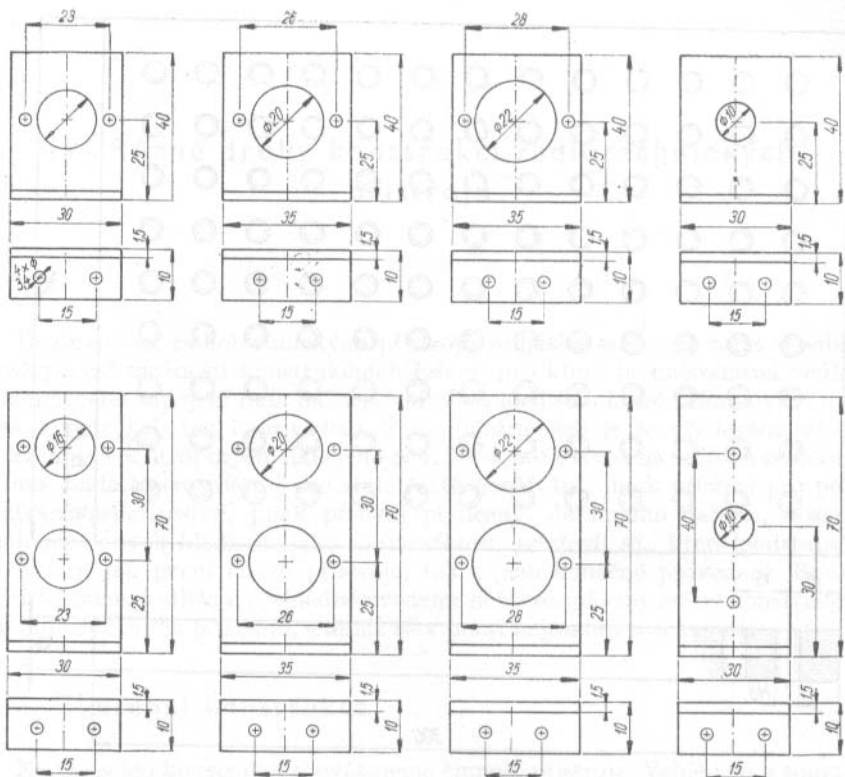
Základní příslušenství desky tvoří několik druhů úhelníků s příslušnými otvory jak pro připevnění na montážní desku, tak i pro připevnění součástek.



Obr. 244. Montážní deska

Úhelníky mají podél jedné strany vždy ohyb v šířce 10 mm, v němž jsou otvory se stejnou vzdáleností jako je u otvorů v montážní desce. Těmito otvory jsou tedy úhelníky přišroubovány k desce. V hlavní ploše úhelníku jsou potom různé otvory, volené vzhledem k možnosti připevnění buď objímek potenciometrů (\varnothing 10 mm), nebo elektrolytických kondenzátorů (\varnothing 20 mm), elektronik a j. Na obr. 245 jsou nejužívanější rozměry těchto úhelníků, jejichž otvory jsou upraveny buď pro jednu, nebo dvě miniaturní elektronky heptalové, novalové, klíčové a oktalové, usměrňovací, pro potenciometry, přepínače a různé jiné součástky.

Úhelníků si vyrobíme od každého typu několik kusů. Pro častěji užívané součástky jich zhotovíme více (pro potenciometry, objímky elektronik), pro méně často užívané součástky jich stačí méně. Je samozřejmé, že můžeme zhotovit úhelníky i pro jiné, někdy speciální součástky (např. koncovky apod.), kterých ve zkušebních konstrukcích užíváme. K výrobě



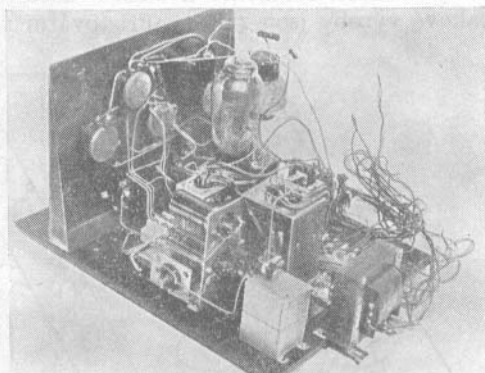
Obr. 245. Úhelníčky k montážní desce

těchto úhelníků se hodí nejlépe ocelový plech tlustý 1,5 mm, který je povrchovou úpravou chráněn proti korozi. S výhodou se zde může k povrchové úpravě použít pomědění jako nejjednodušší a přitom zcela vyhovujícího prostředku. Někteří konstruktéři užívají k výrobě těchto úhelníků hliníkového plechu. V takovém případě je třeba volit jeho tloušťku 2 mm a i přitom hrozí nebezpečí, že se závity v úhelnících při častém používání strhnou. Výhodou hliníkových úhelníků však je, že je není třeba povrchově upravovat.

Podle zapojení přístroje volíme i vhodné rozložení součástí a tím i připevnění použitých úhelníků. Po propojení žhavení elektronik zapojujeme jednotlivé obvody a elektronky obvyklým způsobem. I u montážní desky však dbáme na správné rozložení součástek, natočení elektronkových objímek apod., abychom dosáhli krátkých spojů, obvykle nutných pro

správnou činnost přístroje. Jak vypadá takové charakteristické provedení zkušebního zapojení na montážní desku, ukazuje obr. 246. Mezi našimi pracovníky se tomu obvykle říká „*hnízdo*“. Snad proto, že součásti i spoje jsou zde v jakémsi nepořádku, neurovnané apod., což je způsobováno zásahy do zapojení a úpravami při ověřování činnosti a zkoušení přístroje.

Zkušební konstrukce je nejjednodušší formou řešení elektronického přístroje nebo zařízení a setkáme se s ní především při zhotovování *funkčních ověřovacích vzorků*. Slouží jen k ověření činnosti přístroje, takže není třeba dbát všech obvyklých zásad mechanicky dokonalého upevnění součástek apod., neboť zkušební provedení není určeno k nějakému



Obr. 246. Zkušební zapojení přístroje

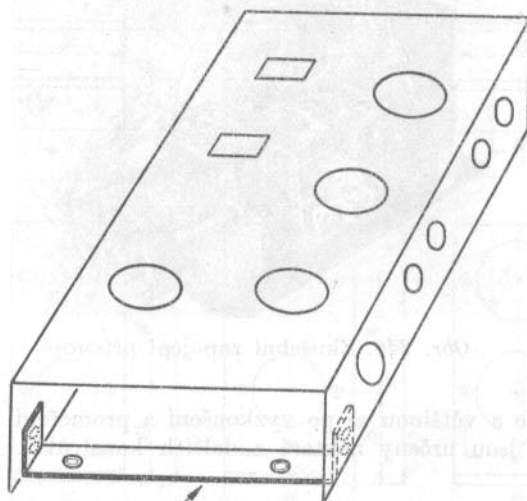
trvalému provozu přístroje a většinou se po vyzkoušení a proměření rozebere. K trvalému použití jsou určeny některé z dalších konstrukcí.

2. Konstrukce přístroje na základní kostru

Konstrukcí přístrojů na základní kostru rozumíme nejčastěji používané řešení, kdy je přístroj sestaven na *základní vodorovné kostrě*. Typickým provedením jsou běžné rozhlasové přijímače. Jde vždy o kostru ve tvaru širokého, směrem dolů otevřeného U. Pro zpevnění bývá tato kostra na spodní části opatřena vyztužovacími třmeny z páskové oceli tlusté 2 mm, ve kterých jsou otvory se závity, takže jich lze zároveň použít k upevnění kostry do skříně.

Tvar základní kostry je na obr. 247. V pravé přední svislé části kostry jsou otvory pro upevnění přepínačů (vlnové rozsahy, funkce apod.), potenciometrů a hřidelků pro náhon ladicích prvků a stupnic. Ve vodorovné části základní kostry jsou všechny otvory potřebné k upevnění použitých součástek. Najdeme zde proto nejen otvory pro objímky elektronek nebo pro mezifrekvenční transformátory, ale i drobné otvory k upevnění transformátorů, elektrolytických kondenzátorů nebo malé průchodky. V levé svislé části kostry jsou potom obvykle otvory pro síťové příklady, volič napětí, pojistková pouzdra a různé vstupní i výstupní zdířky, koneckvy apod.

Kostra je zhotovena z ocelového plechu tlustého 1 až 1,5 mm ražením, kdy se všechny otvory vylisují najednou. Je pochopitelné, že tento způsob je hospodárný a výhodný jen u větších sérií, protože lisovací nástroj pro obvykle dosti rozměrné a členité kostry je nákladný. Ovšem přednosti takové výroby jsou zřejmé. Při tovární výrobě koster se mohou uplatnit



Obr. 247. Základní kostra

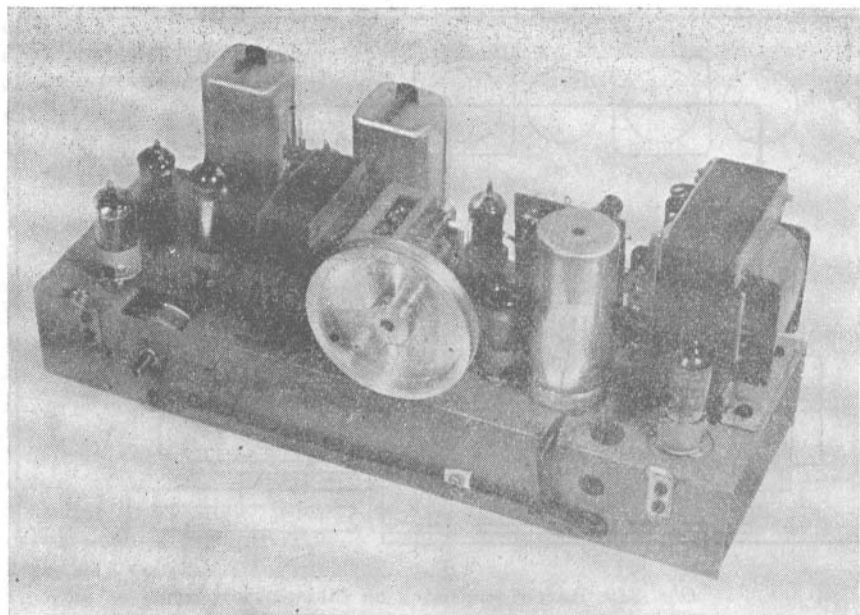
ještě další drobné úsporné způsoby, jako např. upevnění součástí zkroucenými pásky vylisovanými přímo z kostry, nebo různé výčnělky, vylisované k uchycení různých montážních pomůcek apod. V kusové výrobě, obvyklé při vývojářské a pokusnické práci, je běžné zhotovování jednotlivých kusů zvlášť, a to ručním vyřezáváním a vyvrtáváním otvorů v kostře.

Vyztužovací třmeny ve spodní části základní kostry bývají ke kostře obvykle elektricky přibodovány nebo přinýtovány.

Základní kostra se po vyrobení povrchově upravuje, dnes nejčastěji kad-

miováním. V amatérské praxi je vhodné poměření, ovšem aby byla jeho vrstva dosti tlustá, je třeba užít elektrického proudu. V některých případech lze k ochraně použít i barev, laků, které nastříkáme na kostru. Nesmíme však zapomenout předem nanýtovat do kostry uzemňovací očko, na které při stříkání navlékneme kousek izolační tkanice, aby zůstalo čisté a bylo možno v tomto bodě přístroj uzemnit.

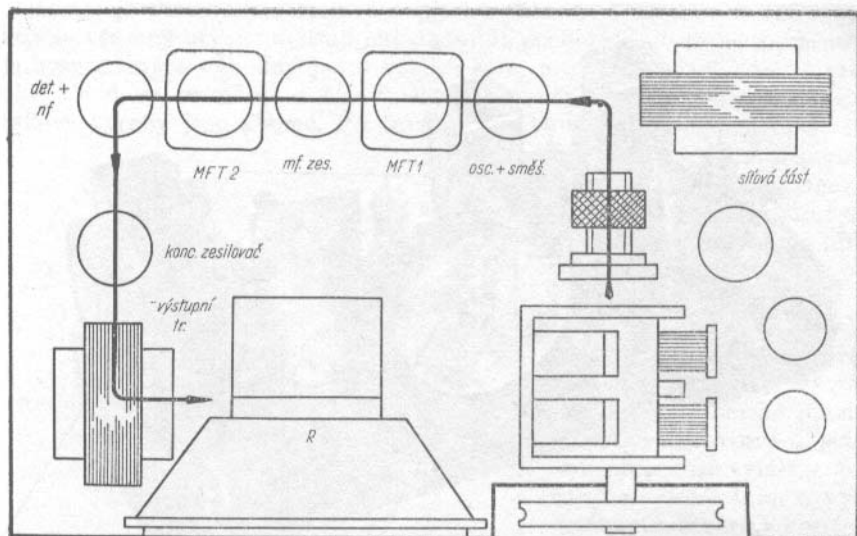
Základní kostry jako jednoho ze způsobů konstrukce radiotechnických přístrojů se používá nejvíce v přijímací technice, kde vyhovuje vzhledem k snadnému umístění a upevnění ve skříni. Také svou koncepcí kostra přístroje vyhovuje, protože přístroj je na kostře nejen přehledný, ale i dobře přístupný, což je při sériové výrobě velmi důležité. Na obr. 248 je konstrukce přijímače na základní kostře. Na obrázku je patrné nejen upevnění většiny součástek, ale především jejich rozmístění na kostře. U přijímače rozložíme součástky vždy jedním směrem. Podobně, jako jdou za sebou obvody na vlastním elektrickém zapojení, řadíme za sebou na kostře jednotlivé obvody (obr. 249).



Obr. 248. Konstrukce provedená na základní kostru

Vysokofrekvenční signál vstupuje do přijímače anténní zdífkou a jde nejprve do vstupních a oscilačních obvodů. Z anody směšovací elektronky je přiváděn signál do prvního mezifrekvenčního transformátoru MFT1, dále do mř elektronky a druhého transformátoru MFT2. Odtud přichází signál na detekční a první nízkofrekvenční elektronku, která napájí koncový stupeň z kterého je signál přiváděn do výstupního transformátoru a z něho do reproduktoru R. Vidíme, že rozmístění součástek je voleno tak, aby signál postupoval stále jedním směrem, tedy tak, aby se vstupní a výstupní signály nedostaly navzájem do těsné blízkosti, aby nemohlo docházet k ovlivňování a nežádoucím vazbám. U přijímačů je tento způsob práce stejně důležitý jako u jiných elektronických přístrojů; je vhodné postupovat takto u všech konstrukcí.

Snad někoho překvapí umístění síťové části a méně zkušený pracovník se bude tohoto blízkého sousedství vysokofrekvenční a síťové části trochu obávat. Obavy jsou však zbytečné, protože vysokofrekvenční obvody mohou skutečně přenášet jen vysoké kmitočty, a proto je ani rozptylové pole síťového transformátoru nemůže ovlivnit. Na obrázku je reproduktor nakreslen tak, jak je ve skříni nad kostrou upevněn. Pokud by svými roz-



Obr. 249. Řazení součástek na základní kostru

měry mohl zasáhnout do kostry, je třeba vhodným způsobem upravit v kostře výřez.

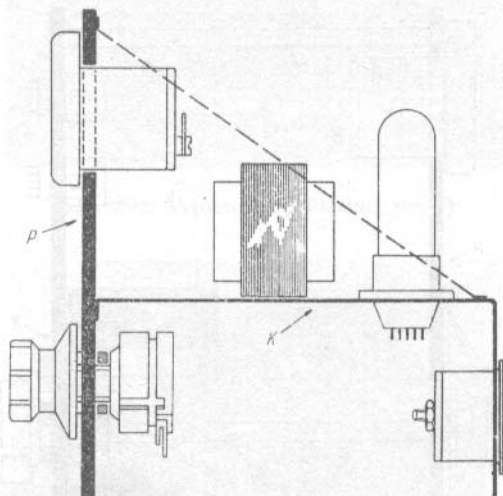
V závěru znovu zdůrazňuji vhodnost tohoto provedení jak pro snadnou výrobu, tak i pro přehlednost a výhodnou přístupnost všech součástí. Toto řešení se osvědčuje hlavně u přístrojů užitkové elektroniky.

3. Čelní panel jako nosná kostra

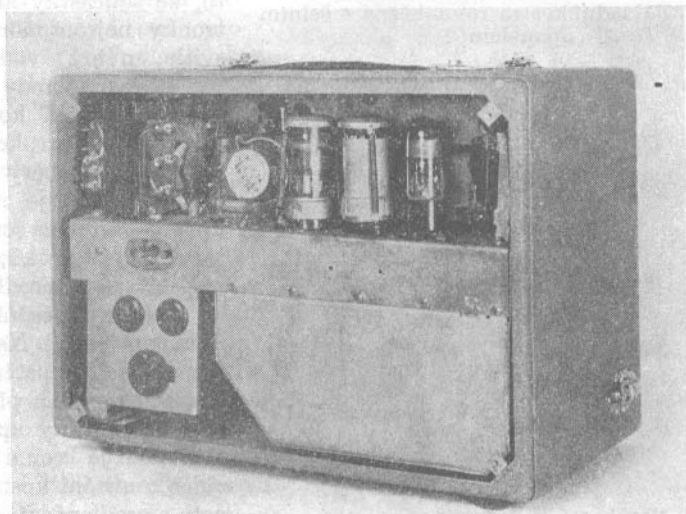
Konstrukční řešení, kdy čelní panel tvoří zároveň nosnou kostru celého přístroje, je dalším nejpoužívanějším provedením, hlavně u přístrojů menších rozměrů. Na předním panelu jsou umístěny nejen různé měřicí přístroje, stupnice, svorky, vypínače apod., ale je na něm též připevněna vlastní kostra přístroje s elektronikami, transformátorem a ostatními součástkami. Tato kostra může být vzhledem k čelnímu panelu umístěna několika způsoby. Ukažme si několik možností.

Nejrozšířenější způsob spojení základní kostry s čelním panelem je na obr. 250. U této konstrukce je kostra K s elektronikami, transformátorem apod. upevněna kolmo k čelnímu panelu P. Potenciometry a ostatní ovládací prvky jsou vyvedeny přímo na čelní panel. Řešení je vhodné u nepříliš složitých přístrojů, neboť někdy je třeba vést dosti dlouhé spoje mezi

obvody a řídicími členy, které jsou z nejrůznějších příčin navzájem od sebe dosti vzdálené. Nevýhodou tohoto způsobu konstrukce je, že při větší šířce kostry se musí konstrukce zpevnit záchytným páskem ve směru čárkovaného spoje, jinak je celek mechanicky málo pevný, zvláště, jsou-li na kostře těžší součástky. Praktické provedení této konstrukce je na obr. 251. Je na něm dobře vidět poloha kostry vzhledem k čelnímu panelu. Základní kostra je k čelnímu panelu připevněna v tomto případě asi v polovině jeho výšky, ve spodní části vidíme kryt děliče výstupního napětí. V zadní krycí stěně jsou otvory pro síťový přívod, pojistky a volič napětí. Přístroj se ze skříně vysouvá směrem dopředu, uvolní-li

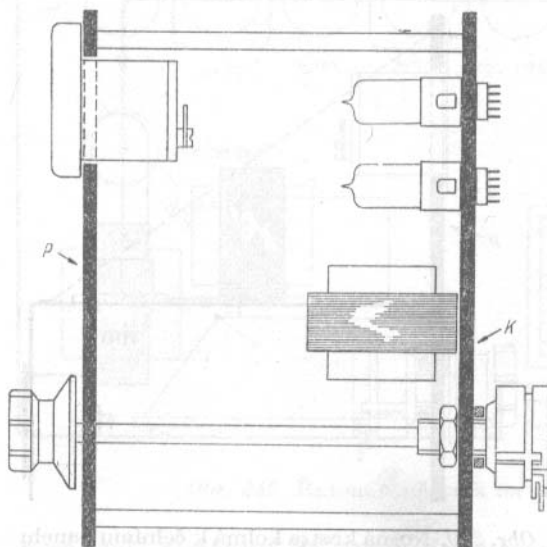


Obr. 250. Nosná kostra kolmá k čelnímu panelu

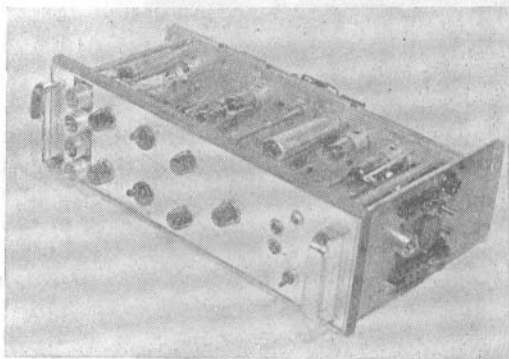


Obr. 251. Přístroj se základní kostrou, kolmou k čelnímu panelu

se čtyři šrouby, kterými je připevněn ke krytu — skříni. Z obr. 251 je také patrné, jak je provedeno uchycení zadní stěny na pásky v rozích přístroje.



Obr. 252. Základní kostra rovnoběžná s čelním panelem



Obr. 253. Přístroj se základní kosterou rovnoběžnou s čelním panelem

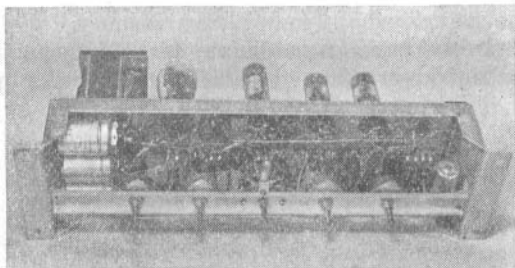
4. Nosná kostra rovnoběžná s čelním panelem

Konstrukce přístrojů, jejichž hlavní kostra je rovnoběžná s předním čelním panelem se rovněž často používá. Toto řešení má opět řadu výhod. Všimněme si této konstrukce blíže, tak, jak je znázorněna na obr. 252. Zde jsou jak základní kostra K, tak i čelní panel P rovnoběžné, držené ve vzájemné poloze vyztužovacími sloupky nebo úpravou panelu. Základním rysem této konstrukce je to, že součástky ani elektronky nejsou montovány svisle, nýbrž vodorovně, což má své výhody i nevýhody. Základní kostra K má u této konstrukce poněkud menší rozměry než čelní panel P a je na něm upevněna většina součástek i ovládacích prvků, jejichž hřídele jsou prodlouženy a vyvedeny předním čelním panelem P. Na tomto panelu jsou umístěny většinou jen měřicí přístroje, stupnice, zdířky apod. Na obr. 253 je velmi dobře vidět umístění kostry i panelu, prodloužení hřídele ze základní kostry až nů

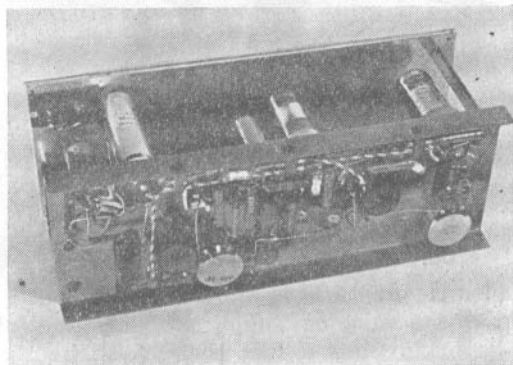
přední panel, uložení elektronek, elektrolytických kondenzátorů a jiných součástí. U některých konstrukčních řešení je lépe místo vyztužovacích sloupků užít vhodného zahnutí základní kostry (obr. 254). Rozdíl je v tom, že elektrony a některé součásti nejsou otočeny směrem k přednímu panelu, nýbrž opačně, dozadu. Na obr. 254 je kostra, která se otvory v ohnuté části připevňuje k přednímu čelnímu panelu. Aby se i při tomto provedení dosáhlo krátkých spojů od ovládacích prvků, lze prvky upevnit na zvláštní třmen, jak je dobře vidět na obr. 254. Třmen není široký, aby nebránil přístupu k vlastnímu zapojování a má opět pro zpevnění podél dlouhých hran zahnutí v šířce asi 5 mm. Tohoto řešení se prakticky používá nejvíce u panelových jednotek.

Jaké jsou výhody rovnoběžných panelů?

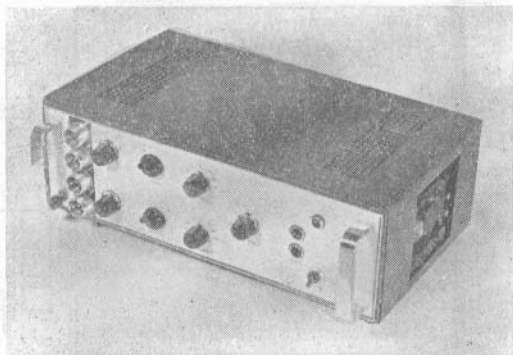
Především je to větší mechanická pevnost proti předešlému provedení, obzvláště u konstrukce se třmenem podle obr. 254. Další velkou výhodou je jednoduchá výroba. Čelní panel tvoří rovná deska, obvykle obdélníkového tvaru, zhotovená buď z tlustšího duralového (3 mm),



Obr. 254. Třmen pro ovládací prvky

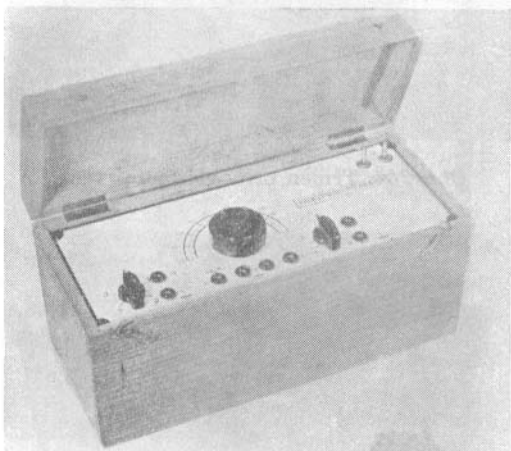


Obr. 255. Široká základní kostra rovnoběžná s čelním panelem



Obr. 256. Kovová skříň na přístroj

nebo ocelového (2 mm) plechu. Nemusí-li být přístroj zepředu stíněn, může být čelní panel z pertinaxu, turbaxu nebo jiné umělé hmoty. Nosná základní kostra je nevhodnější z ocelového plechu tlustého 1 až 1,5 mm,

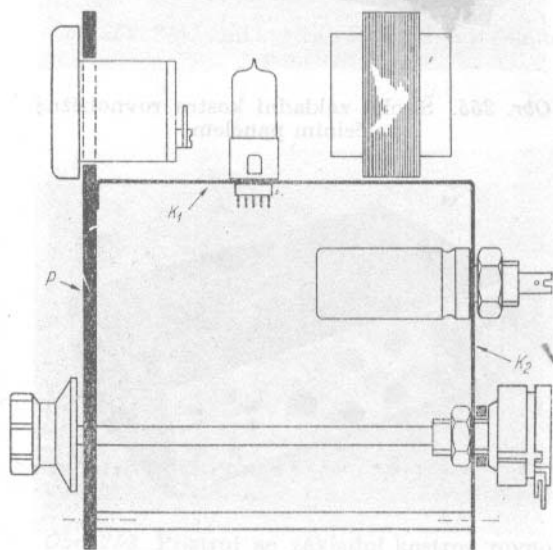


Obr. 257. Dřevěná skříň na přístroj

povrchově chráněného proti okysličování. Tento plech je podél delších stran zahnut pro zpevnění a pokud je toto zahnutí širší (asi 15 mm), může sloužit k uchycení izolovaných pájecích oček a jiného montážního materiálu.

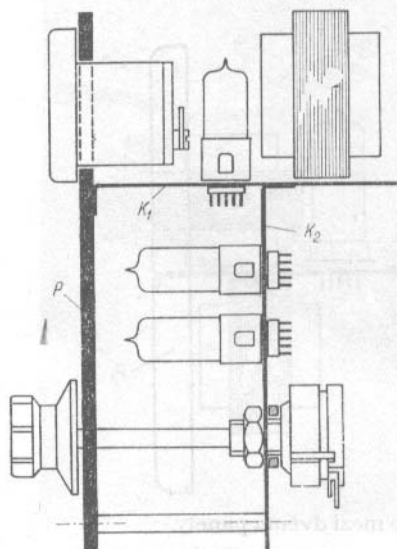
Další velkou výhodou je možnost velmi účinného ochlazování těch součástí, které ohřívají vnitřní prostor, jako např. elektronek, filtračních odporů, transformátorů aj. To umožňuje především řešení podle obr. 254, kde jsou tyto jednotky na panelu umístěny pod sebou, s elektronikami obrácenými do volného prostoru, kudy proudí chladný vzduch.

Na obr. 255 je vidět montáž součástek, vyztužovacích sloupek i montážních pomůcek na základní kostře, která je v tomto případě zahnuta ve větší šířce. V tomto širším zahnutém místě jsou upevněny izolované úhelníčky, očka a jiné drobné součástky. Panely těchto přístrojů s rovnoběžnými panely jsou obvykle obdélníkového tvaru, kdy jedna strana bývá dvakrát i vícekrát delší než strana druhá. Pro tyto konstrukce je potom nevhodnější



Obr. 258. Základní kostra tvaru L

krytem kovová skříň, jak vidíme např. na obr. 256. Skříň má v horní i dolní stěně větrací otvory, podložené děrovaným plechem. Síťové přívody a výstupní koncovky, lišty apod. jsou v tomto případě na boku přístroje, u jiných provedení vzadu.



Obr. 259. Základní kostra tvaru T

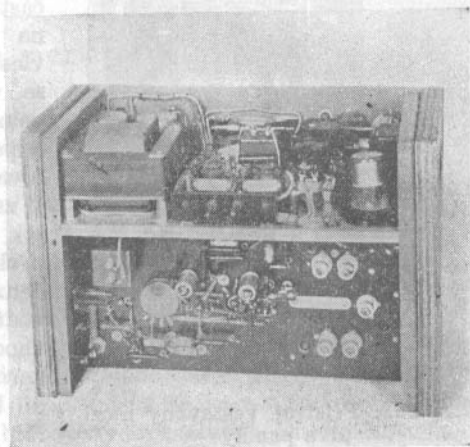
měna. Je to vlastně spojení obou případů nese měřicí přístroje, stupnice, zdířky a jiné součástky, základní kostra K1, K2 je však v prvním případě jak rovnoběžná (K2), tak i kolmá (K1) k čelnímu panelu (obr. 258) a je celkem lhostejné, je-li zhotovena z jednoho kusu zahnutím, nebo ze dvou kusů spojených navzájem v úhlu 90°. Rozdělené řešení základní kostry je výhodnější, neboť každý díl se zhotoví samostatně, odděleně, může se

Obr. 260. Přístroj s kostrou tvaru T

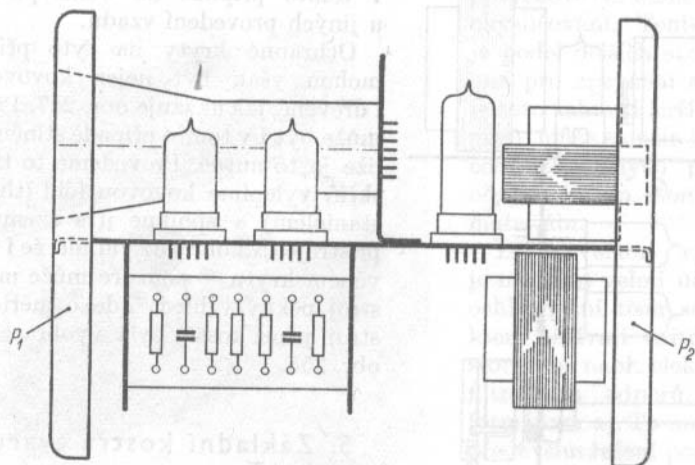
Ochranné kryty na tyto přístroje mohou však být nejen kovové, ale i dřevěné, jak ukazuje obr. 257. Přístroj může být i v tomto případě stíněn, jestliže je to nutné. Provedeme to tím, že skříň vylepíme kovovou fólií (tlustším staniolem) a spojíme ji s uzemněním přístroje. Na obr. 257 vidíme, že i v dřevěném krytu — pouzdrě může mít přístroj pěkný vzhled. Jde o měřicí přístroj, jehož kostra byla vyobrazena na obr. 255.

5. Základní kostra tvaru L nebo T

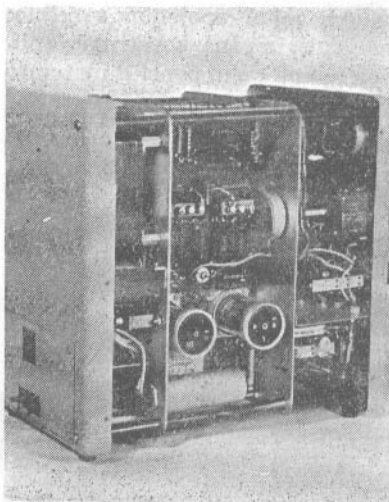
Má-li základní kostra tvar L nebo T, vznikne jejím spojením s čelním panelem další možná konstrukční ob-



i funkčně vyzkoušet a teprve potom propojit navzájem a s čelní stěnou. Obr. 259 ukazuje schematické řešení, kdy obě části K1 a K2 základní kostry tvoří T. Na obr. 260 je řešení přístroje s kostrou tvaru T, tvoře-

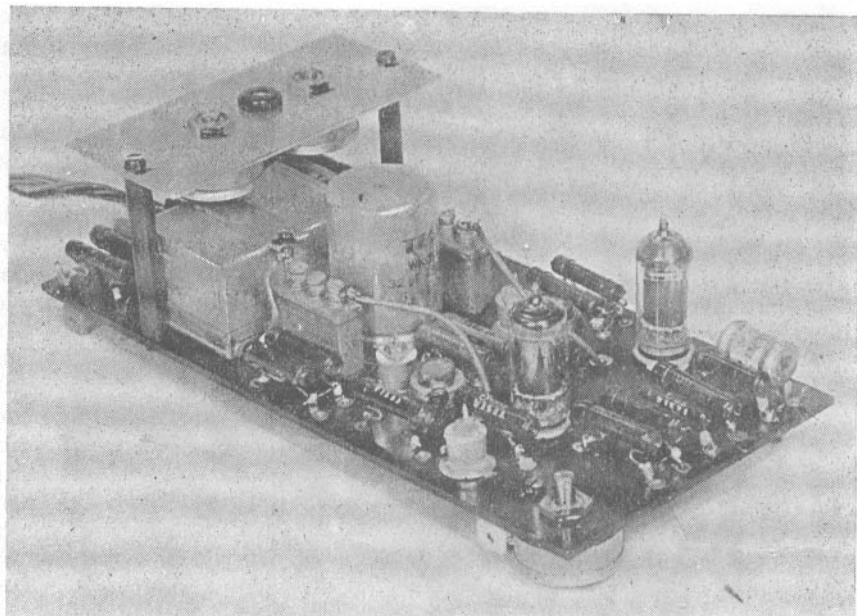


Obr. 261. Konstrukce přístroje mezi dvěma panely



Obr. 262. Přístroj vestavěný mezi dva panely

nou ze základní desky z ocelového plechu, na kterou je kolmo upevněna pertinaxová deska, rovnoběžná s předním čelním panelem. Na horní kovové části kostry je umístěna síťová část, na pertinaxové desce jsou obvody vlastního přístroje. Tato konstrukce se vyznačuje dobrou mechanickou pevností všech součástí až po drobné odpory, pájené na pájecí očka roznyťovaná po ploše pertinaxové desky. V zadní části přístroje jsou přístupné jak síťové přívody, tak doladovací prvky (jádra cívek a padinkové kondenzátory) vysokofrekvenčních obvodů. Kryt na takové přístroje je vhodný ze dvou dílů, rozdělených horní vodorovnou částí kostry. Horní díl bude mít bohaté děrování k větrání, protože obsahuje hlavní zdroje



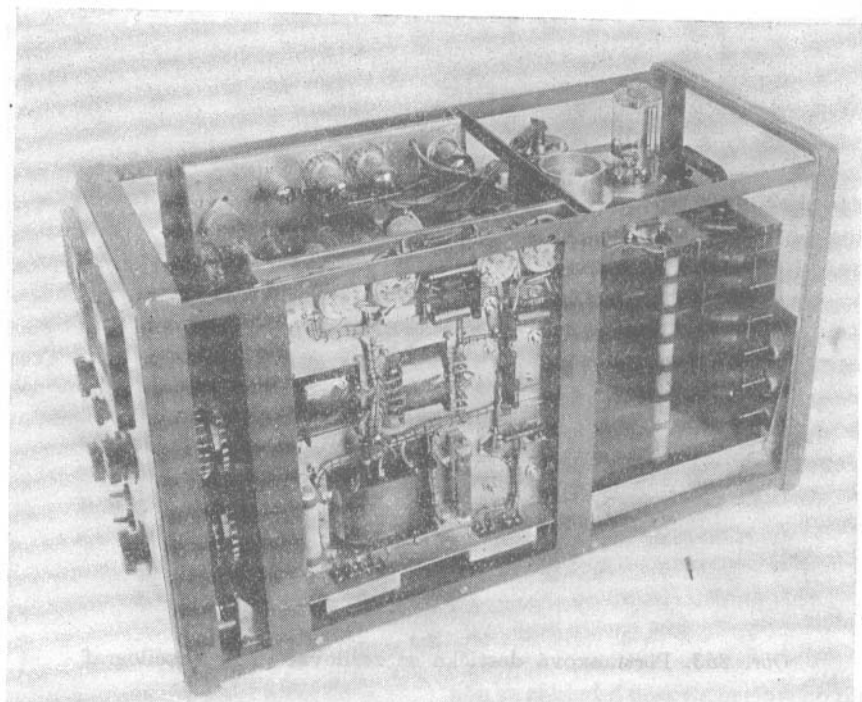
Obr. 263. Pertinaxová destička se zesilovačem pro oscilograf

tepla — usměrňovací elektronku, stabilizátor a síťový transformátor. Spodní část může být tvořena plechem s otvory pro doladování obvodů. Dno přístrojového krytu se opatří několika větracími otvory.

6. Konstrukce přístroje mezi dvěma hlavními panely

Řada přístrojů svou koncepcí a především použitím vyžaduje tvar, u kterého přední čelní panel nemůže zabírat příliš velkou plochu, avšak u kterého není tak velké omezení co do hloubky přístroje. Pak vznikne konstrukce mezi dvěma hlavními panely P1 a P2, jak ukazuje obr. 261. Takovými typickými přístroji jsou např. oscilografy, zdroje napětí aj. Z náčrtku vidíme, že základ přístroje tvoří dva díly: přední (čelní) P1 a zadní panel P2, mezi nimiž je upevněn vlastní přístroj. Je samozřejmé, že základní vodorovná kostra může být doplněna i dalšími pomocnými kostrami.

Na obr. 262 je další možnost konstrukčního řešení přístroje mezi dvěma panely. Oba hlavní panely, čelní i zadní, jsou spojeny v rozích vyztužovacími sloupky, mezi nimiž jsou mezistěny, rozdělující přístroj na několik



Obr. 264. Přístroj řešený mezi dvěma panely s rámem

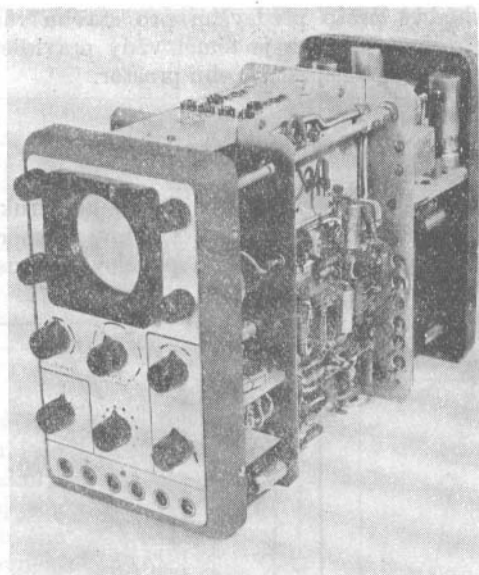
dílů. Mezistěny jednak značně zpevňují celkovou konstrukci, jednak umožňují uchycení dílčích koster a tím rozdělení přístroje na několik jednotlivých dílů, samostatných jak po mechanické, tak i elektrické stránce. Na obr. 262 je přístroj se dvěma mezistěnami, na kterých jsou uchyceny další díly. Na zadní mezistěně je upevněna síťová část přístroje, uprostřed jsou pertinaxové desky, nesoucí samostatné díly přístroje, v tomto případě širokopásmové zesilovače. Tyto pertinaxové destičky (obr. 263) jsou na mezistěnach pevně uchyceny. Stejně dokonale mechanicky pevně však na destičce drží i vlastní součástky, takže deska tvoří mechanicky i elektricky samostatnou část přístroje, kterou lze po zapojení vyzkoušet, a teprve takto funkčně ověřenou zamontovat do přístroje.

Podobné řešení je i na dalším obr. 264. Zde je přístroj montován opět na jednotlivé dílčí kostry, které jsou upevněny v rámu, spojujícím přední a zadní krycí panel. Řešení se vyznačuje velkou mechanickou pevností a dobrou přístupností většiny obvodů. Jednotlivé dílčí kostry jsou zapojeny a přezkoušeny před vlastním zamontováním do přístroje a jsou snadno

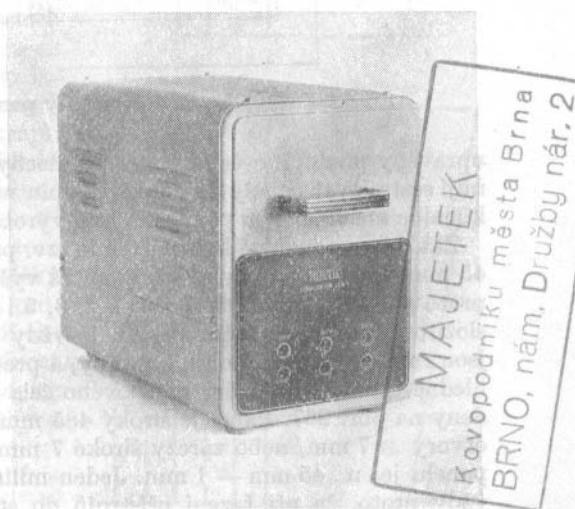
výměnné. Pro snazší výměnu jsou přívody a propojení s ostatními díly přístroje provedeny pomocí propojovacích lišt, jak je vidět z dolní části obrázku.

Konstrukčních řešení přístrojů mezi dvěma panely je řada, uvedme si proto ještě jeden z možných způsobů. Na obr. 265 je oscilograf bez krytu, který má jednotlivé díly montovány opět mezi přední a zadní panel, s použitím jedné mezistěny a dvou spojovacích třmenů v horní a dolní části. Dílčí kostry jsou v tomto případě opět otevřeny směrem ven z přístroje, takže elektronky směřují dovnitř přístroje, a proto se jejich umístění na obou dílčích kostrách má volit vhodným způsobem, aby si navzájem nepřekážely. Že se díly zapojují a zkoušejí samostatně, není třeba připomínat.

Tato konstrukce se vyznačuje ještě další výhodou, a to jednoduchým krytem na přístroji, který může být buď z jednoho kusu, pak se konce pláště překrývají nebo dotýkají na spodu skříně, nebo ještě jednodušeji je ze dvou dílů, jak je dobře vidět na obr. 266. V horní části krytu jsou obvykle větrací otvory, buď promačkávané, jako jsou na uvedeném obrázku, nebo je horní kryt či jeho část přímo z děrovaného plechu. Celek je mechanicky velmi odolný a



Obr. 265. Oscilograf

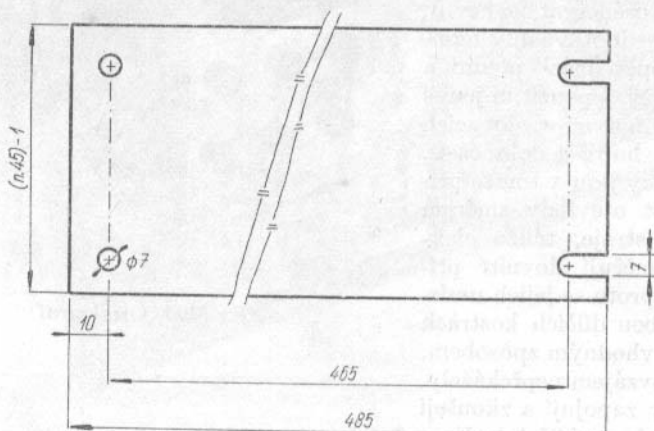


Obr. 266. Kryt na přístroj, řešený mezi dvěma rovnoběžnými panely

vhodný proto především pro stavbu různých měřicích přenosných přístrojů, u kterých je téměř vždy pravidlem požadavek, aby na pracovišti zabíraly co nejmenší čelní prostor.

7. Panelové konstrukce

Panelové řešení přístrojů je v konstruktérské praxi snad vůbec nejrozšířenější. Během doby se všechny rozměry u tohoto způsobu konstrukce ustálily a dnes platí pro panelovou konstrukci norma, podle které jsou



Obr. 267. Rozměry panelového čela

upraveny především čelní panelové plochy. Normalizované rozměry umožňují sestavovat panely do celých skupin měřicích přístrojů, které mají dokonalou mechanickou pevnost a jsou výrobně poměrně jednoduché.

Základem panelové konstrukce je tzv. panelová jednotka, která se rovná 45 mm; jejími násobky se vždy udává výška čelního panelu. Setkáváme se proto s panely, které mají výšku 2, 3, 5 i více panelových jednotek, podle složitosti přístroje. Šířka panelu je vždy 485 mm. Jak bylo již uvedeno, jsou rozměry panelů normalizovány, a proto uvedeme základní míry v přehledné tabulce. Rozměry panelového čela i upevňovacích otvorů jsou uvedeny na obr. 267. Panel je široký 485 mm, 10 mm od jeho krajů jsou buď otvory $\phi 7$ mm, nebo zářezy široké 7 mm (v pravé části výkresu). Výška panelu je: $n \cdot 45$ mm — 1 mm. Jeden milimetr se od celkové míry odečítá vždy proto, že při řazení přístrojů do stojanů se musí počítat s malou nepřesností a je nutno vynechat proto mezi sousedními panely na stojanu asi 1 mm širokou mezeru.

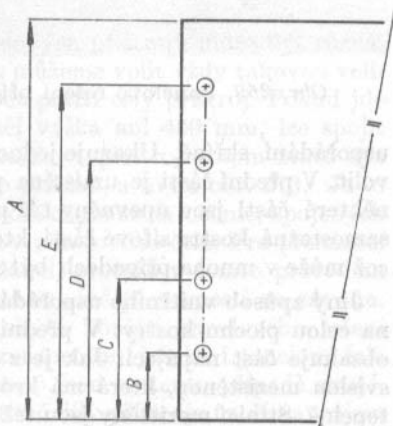
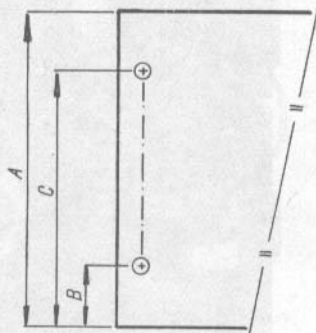
Rozmístění otvorů panelového čela pro upevnění na panelu se řídí výškou panelu, tj. násobky panelové jednotky. Vhodně nám pomůže obr. 268 a tabulka:

Panel	Rozměry [mm]					Panel	Rozměry [mm]				
Pj	a	b	c	d	e	Pj	a	b	c	d	e
1	44	6	38	—	—	6	269	38	83	186	231
2	89	6	83	—	—	7	314	38	96	218	276
3	134	38	96	—	—	8	359	38	128	231	321
4	179	38	141	—	—	9	404	51	128	276	353
5	224	38	186	—	—	10	449	51	141	308	398

V horní části obr. 268 je panel výšky 1 až 5 pj, v dolní části obrázku jsou panely výšky 6 až 10 pj. Z obrázku je patrné, že do výšky panelu 5 pj jsou dva otvory po každé straně panelového čela, od 6 do 10 pj jsou pro upevnění vždy čtyři otvory, samozřejmě, že opět s normalizovanými vzdálenostmi. Střed y kruhových otvorů v rámech a středy upevňovacích otvorů v rámech leží na svislých osách ve vzájemné vzdálenosti 465 mm, to značí, že u panelů jsou 10 mm od jeho bočních okrajů.

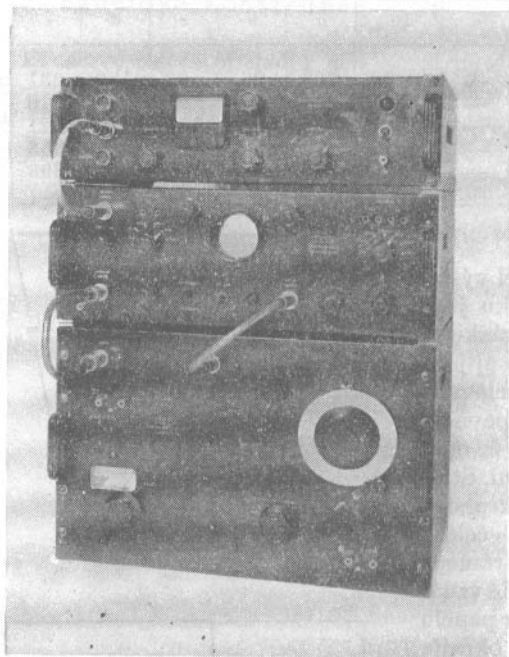
Pro názornost i posouzení vzhledu panelového řešení přístroje uvádíme obr. 269. Na tomto obrázku jsou tři přístroje postaveny na sebe, což toto řešení umožňuje. Spodní přístroj výšky 10 pj má čtyři upevňovací otvory, prostřední a vrchní přístroj jen dva. Z obrázku vyplývá velmi dobře výhodnost tohoto provedení právě proto, že lze jednotlivé přístroje stavět na sebe a navzájem je snadno propojovat.

Panelové přístroje konstruované a používané jednotlivě se upevňují do bočnic z tvrdého dřeva, které nesou celý přístroj a současně jej mechanicky



Obr. 268. Rozměry otvorů na panelovém čelu

zpevňují a umožňují elektricky izolované umístění několika přístrojů nad sebou. Přitom výstupky na spodní hraně bočnice zapadají do příslušných jamek — zahlobení — v horní části bočnice spodního přístroje. V bočnicích jsou též zalisovány matice, do kterých je přišroubováno panelové čelo; bočnice

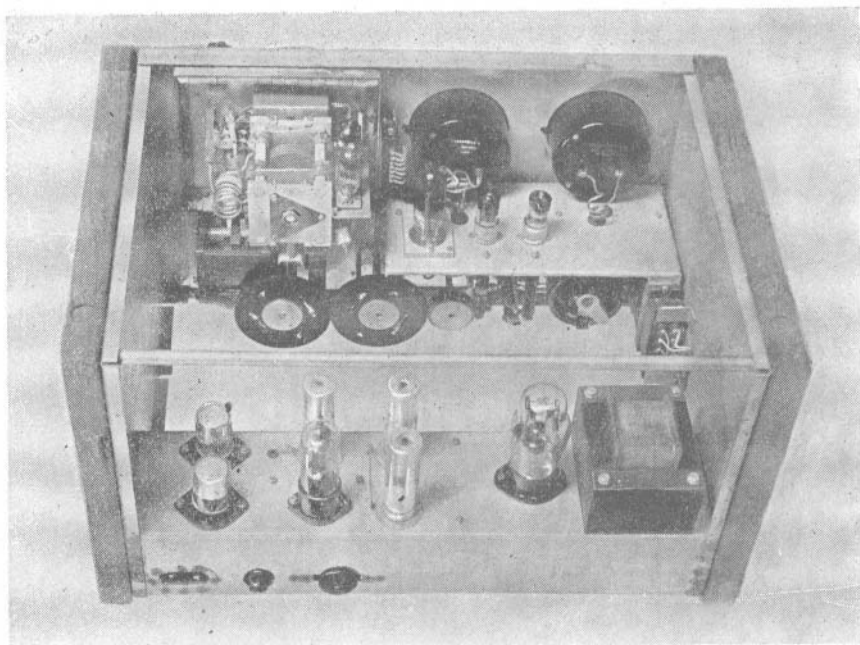


Obr. 269. Panelové řešení přístroje

uspořádání skříně. Ukazuje jedno řešení, které je možno u této konstrukce volit. V přední části je umístěna pomocná kostra s jádrem přístroje, jehož některé části jsou upevněny též přímo na panelovém čelu; v zadní části je samostatná kostra síťové části, která je tak od vlastního přístroje oddělena, což může v mnoha případech být jen výhodné.

Jiný způsob vnitřního uspořádání je na obr. 271, kde je přístroj rozložen na celou plochu kostry. V přední části je opět jádro přístroje, zadní část obsahuje část napájecí. Jak je z obrázku patrné, je síťová část oddělena svislou mezistěnou, která má kromě stínění za účelem oddělit napájecí část tepelně. Stěnicí mezistěny jsou též přímo v přístroji všude tam, kde to konstrukce vyžaduje. Na obr. 272 vidíme otevřený přístroj zespodu, takže jsou všechny stěnicí mezistěny dobře patrné.

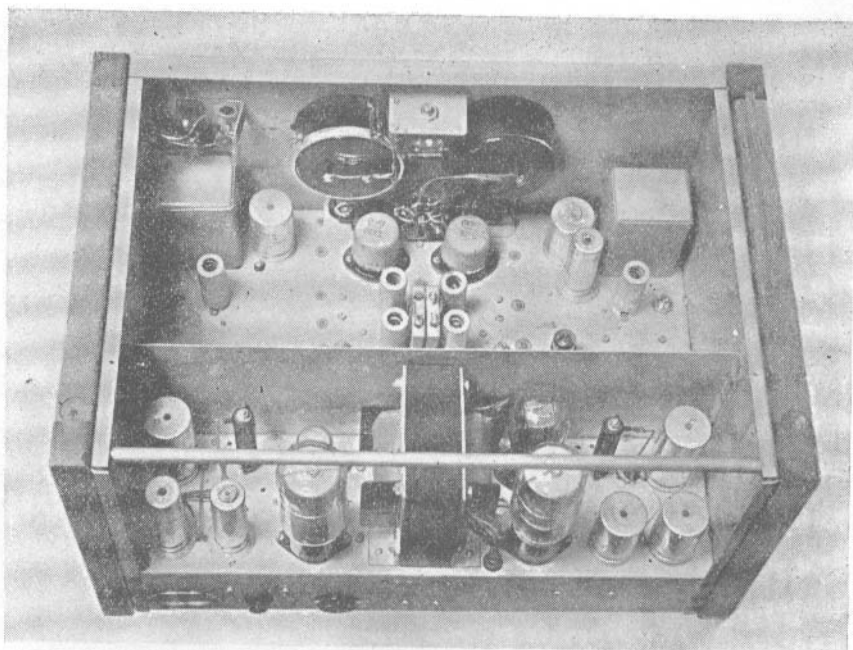
mají mimoto podélné otvory, jimiž lze přístroj uchopit a přenášet. Stejnému účelu slouží i držadla, upevněná na předním panelovém čelu. Podélné otvory v bočnicích vidíme na obr. 269. Bočnice jsou zevnitř kryty plechovými postranicemi, které na ně těsně přiléhají a jsou rozměrově asi o 5 mm ze všech stran menší. Plechové postranice mají podél svých stran zahnutí široké asi 10 mm, které tvoří opěrné plošky pro přišroubování horních, dolních a zadních krycích plechů. Na obr. 270 je zahnutí bočných plechů s otvory pro upevnění krycích plechů. Přitom si všimněme i vyztužovacího sloupku v zadní horní části přístroje, který zajišťuje neměnnou vzdálenost obou bočnic. Z obr. 270 je však také patrné vnitřní



Obr. 270. Panelové provedení přístroje se zahnutými bočnými plechy

Bylo již uvedeno, že výška těchto panelových přístrojů může být různá, od 45 mm (1 pj) do 450 mm (10 pj). Proto můžeme volit vždy takovou velikost panelu, abychom do něhu umístili bez potíží celý přístroj. Pokud jde o velmi složitý přístroj, pro který nestačí výška ani 450 mm, lze spojit dřevěné bočnice pomocí plechů v jeden celek — přístroj potom může být vyšší než 10 pj. I pro takové řešení máme příklad, a to na obr. 273. Je to složitý měrný generátor, vestavěný do několika menších bočnic, spojených navzájem jak bočnými plechy, tak i šrouby panelového čela. Pro přenášení je tento přístroj opatřen dvěma páry držadel, protože v tomto provedení váží několik desítek kilogramů, což je jistě snadné přenosnosti na závadu.

Řadu konstrukčních možností, které skýtá použití panelového řešení přístrojů, doplňuje i obr. 274. Je na něm znázorněno, jak lze i panelové čelo rozdělit na několik samostatných dílů, které jsou v tomto případě svislé. Zde si to vyžádala konstrukce, kde jednotlivé díly přístroje tvoří navzájem samostatné a oddělené jednotky. Přední panelové čelo má v tomto případě jen úzké lišty v horní a dolní části, postranní pásy pro upevnění a držadla.



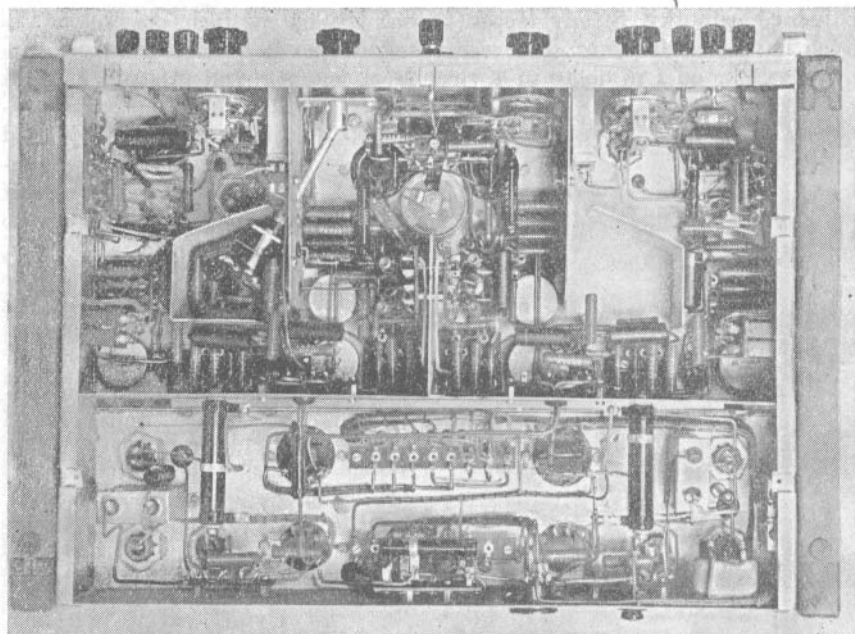
Obr. 271. Vnitřní uspořádání panelového přístroje

Na spojovacích lištách jsou přišroubovány vlastní díly přístroje. Jednotlivé úzké díly přístroje jsou opatřeny propojovacími lištami, kterými je provedeno propojení jednotlivých dílů navzájem i s napájecími zdroji.

Panelová konstrukce stojanová

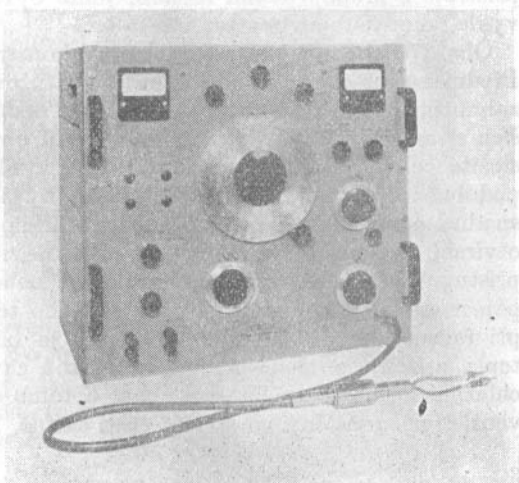
Výhody panelové konstrukce přístrojů vyniknou dále tím, že tyto přístroje lze zcela jednoduše řadit do stojanů, rámu, ve kterých tvoří jediný, velký celek. Do těchto stojanů můžeme přitom upevnit i ty přístroje, které byly dosud upevněny samostatně ve dřevěných bočnicích. Pouhým odšroubováním těchto bočnic lze bez dalších mechanických úprav přístroj upevnit do rámu, protože má otvory upraveny opět tak, že do nich lze upevnit přístroje různých výšek — s různým počtem panelových jednotek.

Stojan je sestaven z rámu, svařených z ocelových nosníků, aby všechny přístroje dobře unesl. Ze stran je rám kryt obvykle plechovými deskami, někdy však i dřevěnými. Kovové bočné stěny mají výhodu v tom, že je lze při montáži snadno odšroubovat: tím je přístroj snadněji přístupný.



Obr. 272. Panelové provedení přístroje — pohled zespodu

Aby byla zajištěna možnost upevnění panelových čel různých velikostí a jejich záměnnost, je třeba také u otvorů rámu dodržovat určitý systém. Otvory rámu jsou rozmístěny podle obr. 275. Na obrázku je nakreslena část rámu s několika otvory a jedním panelem s upevňovacími otvory nebo zářezy. V rámech jsou vrtány otvory se závity M5, a to vždy tak, že svislá rozteč upevňovacích otvorů je střídavě $A = 32 \text{ mm}$ a $B = 13 \text{ mm}$, což dohromady dává výšku



Obr. 273. Vysoký přístroj, řešený do panelů

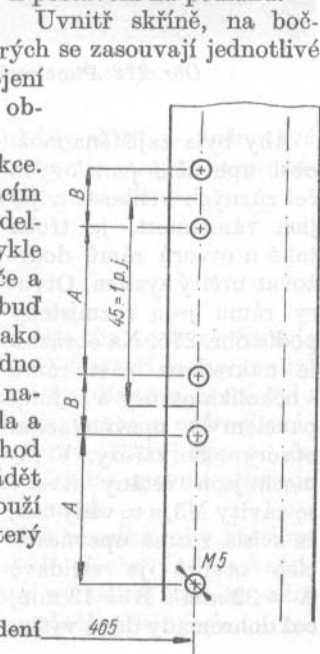
panelové jednotky. Středky těchto otvorů leží na svislých osách, vzdálených navzájem 465 mm. Tak je umožněno upevnit v rámu přístroje různých výšek, od 1 pj do 10 pj i více. Mezi jednotlivými přístroji zůstává



Obr. 274. Panelové provedení se svisle uloženými díly

přítom úzká mezera, umožňující řazení přístrojů nad sebe bez nebezpečí vzájemného přesahování. Největší užitečná šířka kostry nebo krytu přístroje je 440 mm, hloubka skříně je podle vzdálenosti spojovacích lišt buď 187, 337 nebo 487 mm od roviny panelového čela. Tyto tři rozměry jsou normalizované, nejužívanější je 337 mm. Užitečná výška panelových skříní se doporučuje 24 a 42 panelových jednotek. Nižší skříně jsou pro postavení na stole, vyšší k postavení na podlahu.

Uvnitř skříně, na bočních rámech jsou upevněny vodičí lišty, po kterých se zasouvají jednotlivé přístroje do skříně a které zajišťují správné spojení přístroje s propojovacími lištami, jimiž bývá obvykle takový stojan opatřen. Obr. 276 ukazuje přístroj stojanové konstrukce. Přední stěnu tvoří rovná deska s vyztužovacím zahnutím v šířce asi 10 mm, provedeným podél delších stran. Do těchto skříní se konstruují obvykle složité celky, jako zesilovací ústředny, vysílače a podobné přístroje. Zadní stěna skříně bývá buď snadno odnímatelná, nebo provedena přímo jako otvírací, na způsob dveří, aby byly přístroje snadno přístupné. Protože výkonové zesilovací nebo napájecí stupně jsou vždy zdrojem velkého tepla a při řazení jednotlivých dílů pod sebe je odchod tepla ztížen, je třeba u těchto stojanů zavádět chlazení nuceným oběhem vzduchu. K tomu slouží ventilátor, umístěný ve spodní části skříně, který

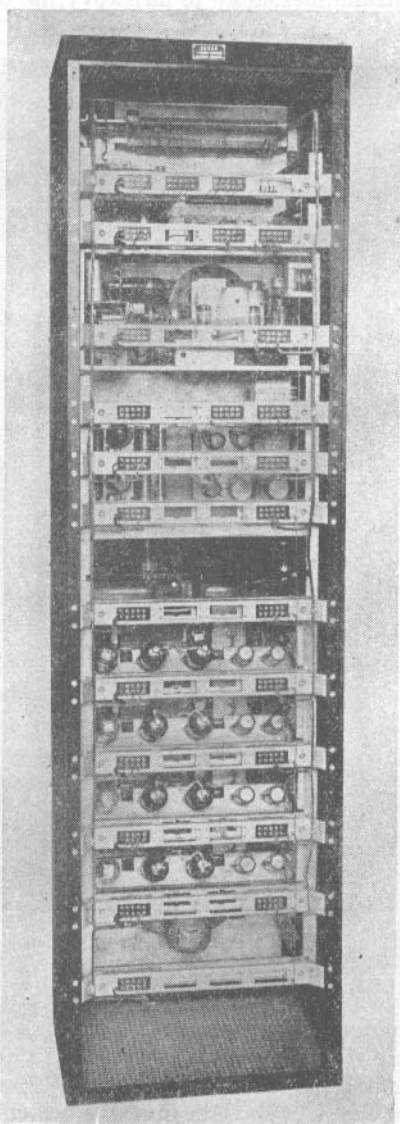


Obr. 275. Otvory rámu stojanu panelového provedení

žene vzhůru proud chladného vzduchu, nasávaného otvory ve spodní části skříně (obr. 277). Nad ventilátorem bývají umístěny ty části, které vyzařují nejvíce tepla.

8. Úzké dlouhé kostry

Některé elektronické přístroje jsou svým složením přímo předurčeny k provedení na úzké, dlouhé kostry. Takové řešení má několik charakteristických vlastností a předností. Především je to možnost snadného a dokonalého odstínění všech obvodů, jindy jsou to požadavky prostorové. Základní kostra je v tomto případě opět vodorovná, ale její delší strana je obvykle dvakrát i vícekrát delší než strana kratší. Náčrt takového provedení je na obr. 278. Šířka kostry většinou nepřesahuje 100 mm, spíše je menší a rozhodující pro ni je dnes obvykle jen okolnost, je-li na kostře umístěn síťový nebo výstupní transformátor, protože obvody elektronek nezabírají většinou při použití moderních miniaturních typů mnoho místa. Součásti na kostře jsou rozmístěny jedním směrem, tj. vstup do přístroje je na jedné straně kostry, signál jde jedním směrem k druhému konci kostry, kde je výstup přístroje. Kostry bývají obvykle ze tří stran uzavřené, dovnitř lze snadno vkládat stínící plechy, jimiž jsou obvody dokonale odděleny (obr. 279). To je často velmi důležitá ba dokonce rozhodující okolnost, pro kterou se s tímto řešením setkáváme nejčastěji u přijímačů pro krátké nebo velmi krátké vlny, u citlivých nízkofrekvenčních zesilovačů nebo



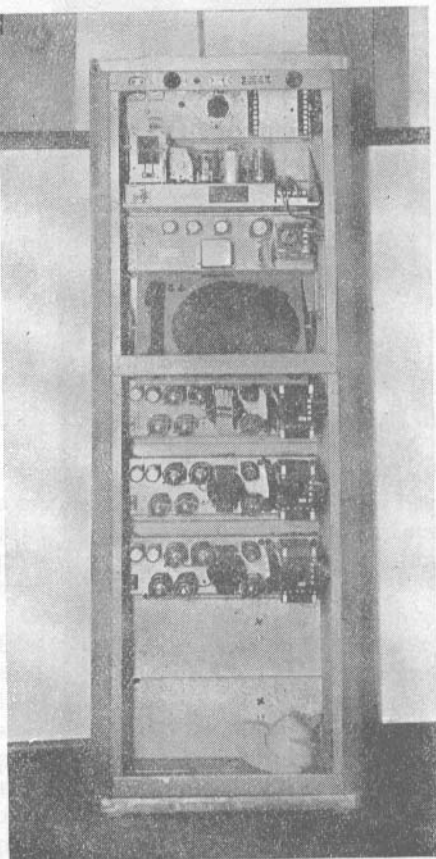
Obr. 276. Stojanové konstrukce

u televizních přijímačů, kde se uvedené přednosti mohou plně osvědčit. Stínící plechy procházejí středem objímek elektronek vždy tak, že na jedné straně mezistěny je mřížkový, na druhé straně anodový okruh elektrony.

Na mezistěně jsou mimoto záchytné body, zemnicí uzly, do kterých jsou svedeny všechny zemnicí spoje z obvodu jedné elektrony.

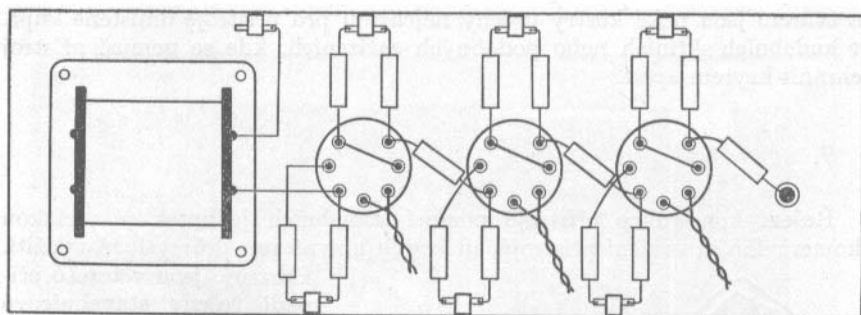
Bylo již uvedeno, že konstrukcí na úzké dlouhé kostry neužíváme jen pro vysokofrekvenční přístroje, ale i pro nízkofrekvenční. Příkladem může být konstrukce jakostního nízkofrekvenčního zesilovače, který je na obr. 280. Z obrázku je patrné, že elektrony následují opět jedna za druhou od jednoho konce kostry ke druhému. Jejich objímky jsou přitom posunuty ze středu, z osy kostry k jedné straně, a to proto, aby na druhé straně zbylo dost místa pro potenciometr hlasitosti, tónové korekce a filtrační elektrolytické kondenzátory.

Konstrukce přístrojů do úzkých koster má však i výhodu mechanické pevnosti celého přístroje, a to i zcela drobných součástí, jako jsou odpory kondenzátory apod. Na bočních stěnách úzké kostry se upevní bakelitová pájecí očka, záchytné můstky, na které se připájejí odpory a kondenzátory obvodu elektrony. Přitom můžeme s výhodou dodržovat zásadu, že kladné napětí je vedeno podél jedné strany kostry, zemnicí vodič



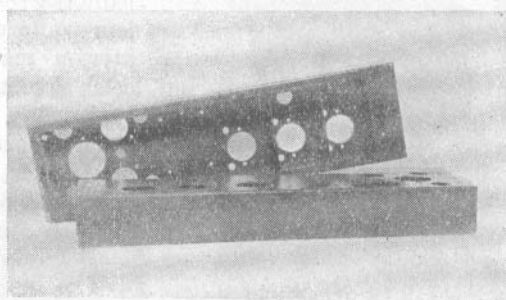
Obr. 277. Chlazení větrákem

podél druhé strany. Pracovní odpory anod nebo mřížek elektronek jsou potom svedeny na jednu stranu kostry, katodové odpory a mřížkové svody na stranu druhou. To je ovšem vhodné nejen pro dobrou činnost přístroje, ale i pro snadnější a rychlejší orientaci v přístroji samém. Konečně je třeba k výhodám uvést i celkem jednoduchou výrobu kostry, která je vysoká asi 50 mm, dlouhá podle potřeby. Svým konstrukčním provedením

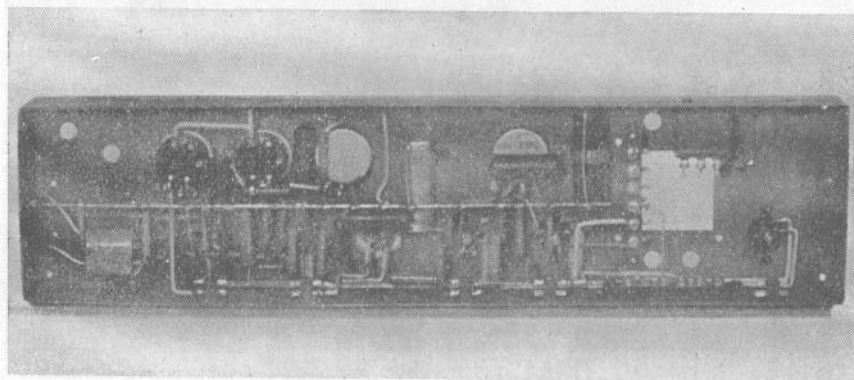


výstup ← E_3 ← E_2 ← E_1 ← vstup

Obr. 278. Úzká dlouhá kostra



Obr. 279. Úzká dlouhá kostra

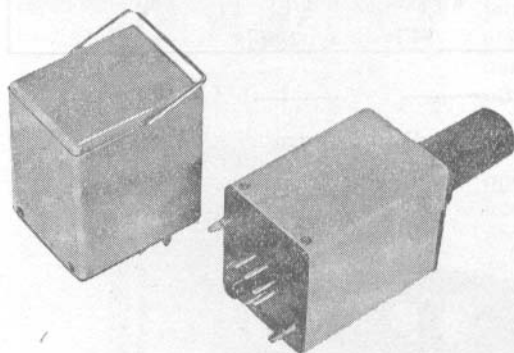


Obr. 280. Nízkofrekvenční zesilovač vestavěný do úzké kostry

a tvarem jsou úzké kostry určeny nejčastěji pro přístroje umístěné kupř. v hudebních skříních nebo podobných zařízeních, kde se nemusí přístroj chránit krytem apod.

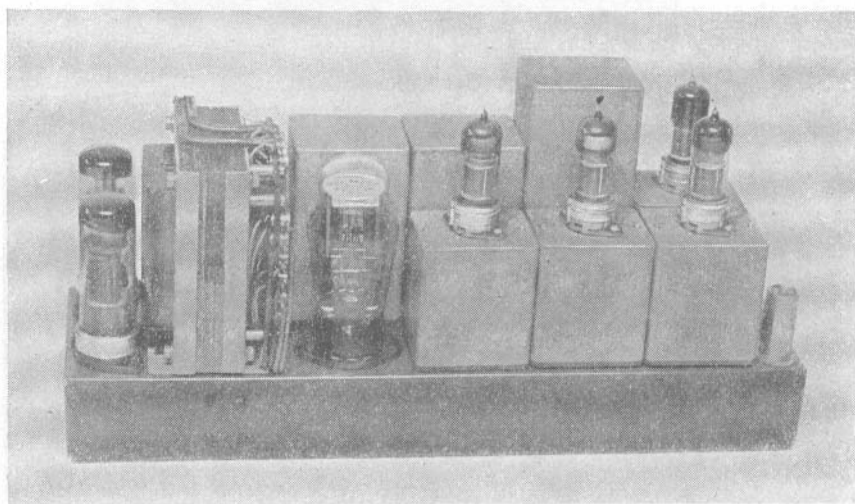
9. Stavební jednotky

Řešení konstrukce přístroje pomocí stavebních jednotek je ukázkou komerčního provedení přístrojů, určených hlavně pro průmyslové využití.

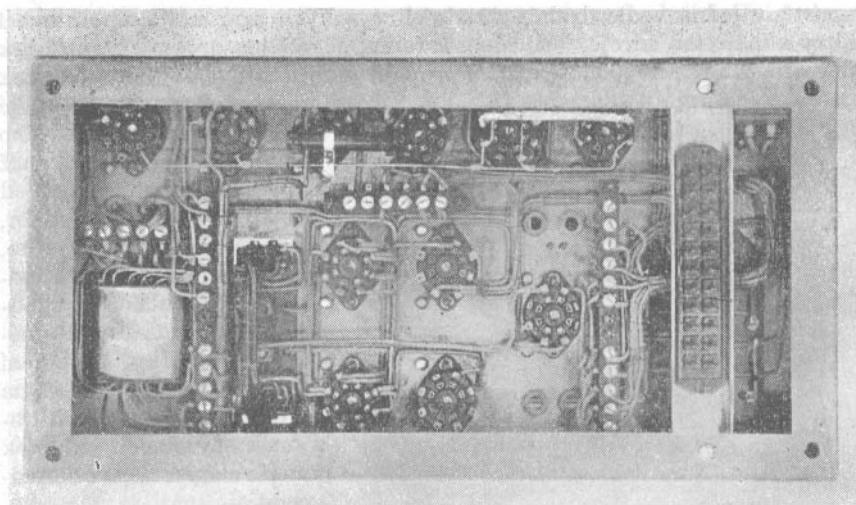


Obr. 281. Stavební jednotka

Přístroje jsou v tomto případě řešeny stavebnicově tak, že je vytvořena řada jednotlivých jednotkových stavebních dílů, které mají vždy určité vlastnosti. Tyto jednotky se spojují navzájem podle účelu a potřeb, kterým má přístroj jako celek sloužit. Jednotky jsou typizovány a vznikly na základě poznatku, že u průmyslových zařízení, např.



Obr. 282. Přístroje se stavebními jednotkami



Obr. 283. Vzhled spodku přístroje se stavebními jednotkami

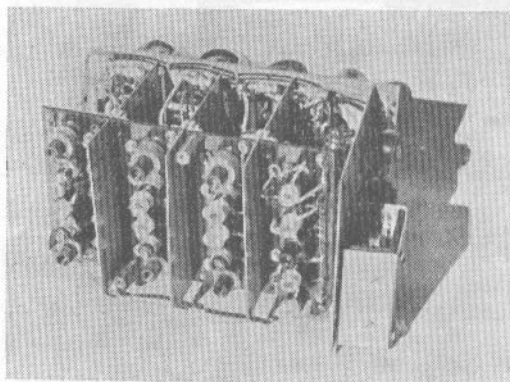
automatických regulačních celků, opakují se často různé obvody v různé kombinaci. Z těchto základních jednotek lze obvykle různou kombinací sestavit většinu z nejužívanějších elektronických regulačních přístrojů.

Stavební jednotky jsou konstruované velmi jednoduché, dnes s výhodou využívají techniky plošných spojů, takže jsou přímo předurčeny pro sériovou, automatizovanou výrobu. Velikosti jednotek jsou sjednoceny, jejich provedení uvidíme na několika obrázcích. Na obr. 281 je stavební jednotka, skládající se z bakelitových výliseků. Ve spodním výliseku jsou zalisovány vývodní kolíky s roztečí, jakou má oktálová objímka pro elektronky, a dva upevňovací kolíky, které drží jednotku v objímce a zabraňují jejímu vypadnutí. Horní bakelitový výlisek má objímku pro elektronku a zalisovaná pájecí očka, mezi která jsou zapojeny drobné součástky. Vzájemná vzdálenost obou výliseků je zajištěna sloupky, které tvoří jeden výlisek s horní destičkou, k spodní destičce jsou sloupky připevněny šroubky M3. Přes jednotku je navlečen ochranný kryt. V krytu je vestavěn jednostupňový zesilovač.

Velkou výhodou stavebních jednotek je možnost, že je lze nejen samostatně vyrábět, ale i zkoušet. Pro řadu typizovaných jednotek se mohou sestavit jednoduché zkušební přípravky, ve kterých se každá jednotka před použitím funkčně vyzkouší a změří, což má nesporné výhody.

Vlastní přístroje jsou sestaveny na kovové kostře, ve které jsou jednotky zasunuty do odpovídajících objímek (obr. 282). Stavební jednotky jsou

umístěny jedna vedle druhé, v zadních vysokých jsou relé a vyhlazovací filtry napájecího zdroje. Vzhledem k tomu, že většina drobných součástek je vestavěna uvnitř jednotek, stačí propojit jen jednotlivé objímky jednotek

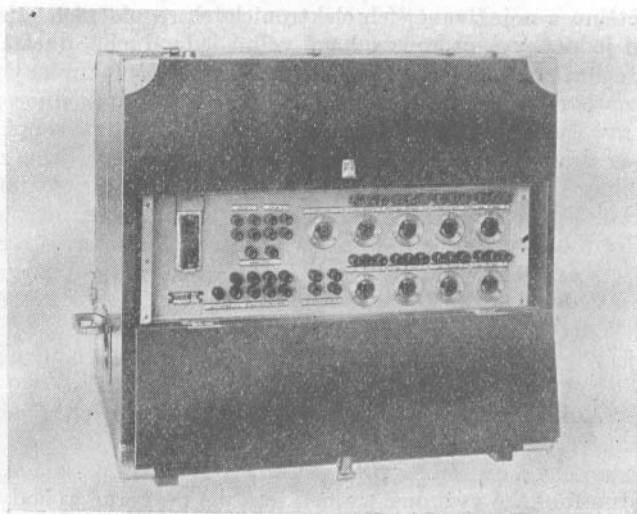


Obr. 284. Příklad komůrkové konstrukce

mezi sebou. Proto také vzhled vnitřku takového přístroje bývá jiný, než obvykle (obr. 283). Pod kostrou je jediný odpor, umístěný zde jen proto, že hřeje (jde o filtrační odpor), který by nebylo vhodné umísťovat dovnitř některé jednotky. Zapojení na kostře se tedy omezí na propojení jednotlivých objímek stavebních jednotek mezi sebou a se svorkovnicemi.

Výhody stavebnicového řešení vyniknou především

u větších sérií a při použití moderní spojovací techniky. K výhodám je nutno přičíst i snadné zjišťování poruch a závad a rychlou opravu vý-



Obr. 285. Konstrukce přenosného přístroje

měnou celé jednotky, což je v mnoha případech rozhodující. Jako nevýhodu stavebnicového způsobu konstrukcí je třeba uvést hospodárnost výroby teprve při větších sériích a často dosti dlouhé spoje, které určují použití těchto jednotek převážně jen pro technické kmitočty, nejčastěji 50 Hz. Proto bývá toto provedení např. u různých konstrukcí regulačních zařízení, dálkového řízení, servomechanismů, počítačích strojů a jiných podobných přístrojů. Z provozního hlediska jsou někdy námitky proti této konstrukci proto, že mezi kolíky jednotky a objímkou vznikají okysličené plošky a vrstvy, způsobující někdy poruchu zařízení. Je samozřejmé, že na vznik těchto závad má vliv i prostředí, ve kterém přístroj pracuje. Praxe a zkušenosti s tímto stavebnicovým provedením ukázaly jak jeho výhody, tak i poznatek, že pro jednotky se nehodí miniaturní heptalové elektronky, ale spolehlivé větší typy, např. elektronky oktalové, jejichž vývodní kolíky jsou dostatečně tlusté, zaručující dobrý dotyk i při delším provozu.

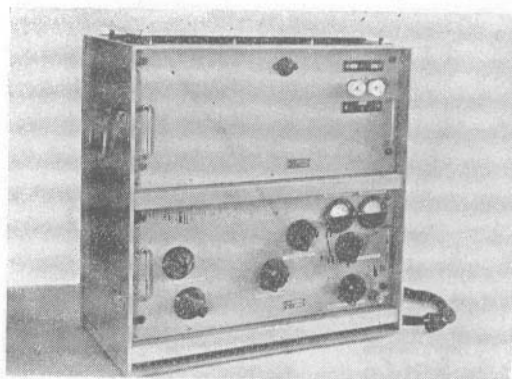


Obr. 286. Konstrukce přenosného přístroje

10. Dělené komůrkové konstrukce

Některé radiotechnické přístroje vyžadují svým složením takové konstrukční řešení, kdy jednotlivé obvody jsou navzájem zcela odděleny, aby na sebe nemohly působit. Přístroj je pak rozdělen na řadu drobných oddělení, komůrek, ohraničujících obvykle obvod jedné elektronky nebo jiný samostatný obvod. Většinou to jsou ohledy na dokonalé odstínění obvodů, které mají důležitý úkol při konstrukci takového přístroje. Proto

bývá toto řešení především u přístrojů vysokofrekvenčních, jako jsou vysílače, speciální přístroje pro velmi krátké vlny apod. Příkladem zde může být konstrukce na obr. 284. V tomto případě jde o krátkovlnný konvertor k středovlnnému přijímači s velkou selektivností a citlivostí. Protože je v konvertoru užito strmých elektronek, je nutné dokonalé stínění mezi jednotlivými stupni, aby nedošlo k nežádoucím vazbám. Pro dokonalé odstínění je ovšem celý konvertor vložen do stínícího kovového krytu, který kolem dokola těsně přiléhá.



Obr. 287. Kombinovaný přijímač — vysílač v přenosném provedení

ale i magnetického stínění nebo použití speciálních součástek. Je tomu tak např. u napájecího zdroje pro automobilové přijímače, u kterého k tomuto provedení vedly požadavky na omezený prostor, nízký a plochý tvar zdroje i mechanickou pevnost zařízení.

11. Konstrukce přenosných zařízení

Uvedme si názorný příklad konstrukčního řešení přístroje, určeného skutečně k častému přenášení a transportům (na obr. 285). Skříň přístroje je z tvrdého dřeva, opatřeného v rozích kování. Celý přístroj je kufříkového tvaru. Na obr. 285 je otevřená část zadní stěny přístroje s přírodními svorkami. Kufřík lze rozevřít kolem závěsů podél jedné hrany a profil otevření je volen tak, že vytvoří stolní provedení ovládacího pultu. Snímek na obr. 286 dokládá důmyslné řešení tohoto přístroje, jehož odklápací stěna slouží jako ozvučnice pro vestavěný reproduktor. Uvedené zařízení slouží k reportážním účelům čs. rozhlasu, obdobné konstrukce lze ovšem použít i k jiným účelům, např. u zesilovačů, vysílačů apod.

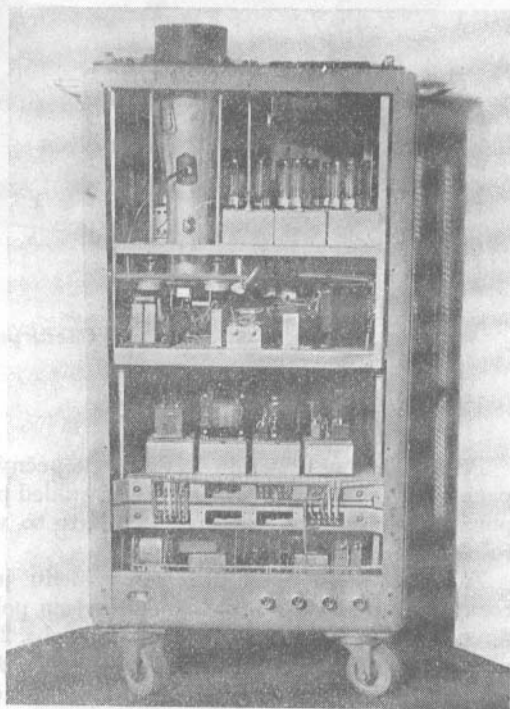
Daleko jednodušší je zařízení na obr. 287. Přenosný kombinovaný vysílač — přijímač je vestavěn do panelové kovové skříně. Z přední části lze přístroj přikrýt víkem, které se připevní přeskami po straně skříně, která má v bocích masivní drážky, umožňující snadné přenášení. Za zmínku

stojí ještě to, že napájecí zdroj, který dosti značně hřeje, je umístěn v horní části přístroje, aby teplem neovlivňoval obvody vysílače. Větrací mezera mezi skříní a pomocnou vrchní deskou usnadňuje odvod tepla, vyzářeného zdrojem.

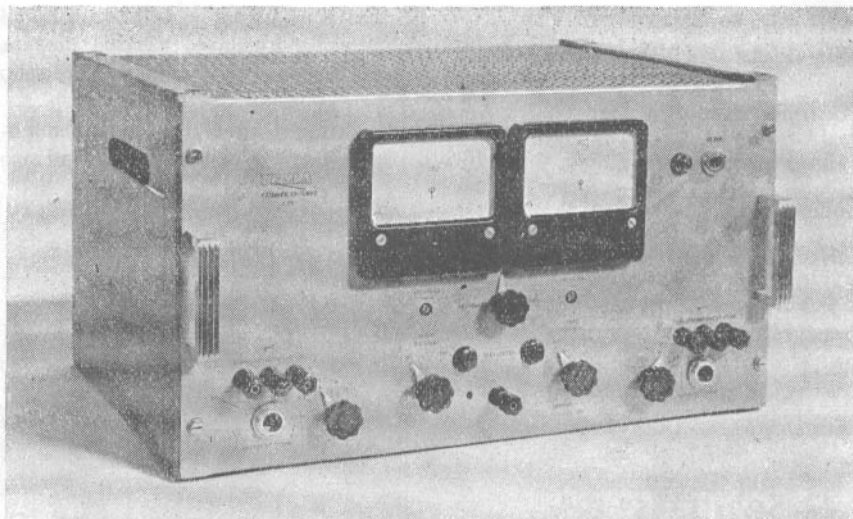
Je samozřejmé, že u těchto přenosných zařízení musí být vnitřní uspořádání panelů takové, jak toho složení přístroje vyžaduje. Není možné pro velkou rozmanitost uvádět různé způsoby. Většinou jde o některou z probraných konstrukcí, někdy i o jejich kombinace, kterých používáme s přihlédnutím na složení přístroje, součástky a předpokládané používání.

12. Konstrukce speciálních elektronických zařízení

Kapitolu o konstrukci speciálních radiotechnických zařízení by bylo možno rozvinout neobyčejně obsáhle, jak ostatně vyplývá z názvu. Kolik různých speciálních konstrukcí, tolik nejrůznějších možných řešení. Při řešení a konstrukci nějakého speciálního zařízení musíme vždy vycházet ze *zapojení* a *účelu*, kterému má přístroj sloužit. Pro vlastní konstrukční provedení potom obvykle vždy volíme některý z uvedených způsobů, často jejich kombinaci. Uvedeme si také příklad. Obr. 288 ukazuje vývojový vzorek kontrolního zařízení pro elektronickou regulaci a vidíme, že bylo použito jak úzkých koster, tak i vodorovných konstrukcí na základní kostru. Obrázek byl uveden také proto, že představuje novou konstrukci skříně — stojanu. Zařízení má kolečka, aby se usnadnilo jeho přemísťování. Ze stínu na pravé straně vidíme, že boky jsou z děrovaného plechu, aby větrání bylo dostatečné.



Obr. 288. Speciální kontrolní zařízení



Obr. 289. Souměrné řešení panelu přístroje

13. Panely přístrojů

Při konstrukci přístrojů bývá pro konečný vzhled rozhodující provedení panelu — přední stěny. Je jisté, že na vzhled panelu má vliv složení přístroje, použité součástky a jejich počet; často se však projeví i vkus toho, kdo řešení čelní stěny navrhuje.

Základní podmínkou dobrého vzhledu je dodržování *souměrnosti* při rozmisťování součástek na panelu, ovšem pokud to přístroj svým složením dovoluje. Že to však je možné, ukazuje obr. 289, kde i poměrně dosti složitý přístroj je řešen se zřetelem na uvedený požadavek. Tento příklad svědčí o tom, že při snaze o vzhled přístroje lze dosáhnout pěkných výsledků, které přístroj, často funkčně složitý, náležitě reprezentují.

Dalším a posledním příkladem vzhledově dobře řešeného přístroje je vysílač na obr. 290. I zde bylo jako hlavního prostředku k dosažení pěkného vzhledu použito souměrného rozdělení celé přední plochy přístroje. Je ovšem samozřejmé, že k dobrému vzhledu přispějí i jiné věci, jako volba povrchové úpravy, použité rámečky na stupnice, měřicí přístroje a konečně i volba knoflíků; zdánlivě to jsou maličkosti, které však mohou ovlivnit konečný celkový úsudek o provedení přístroje. Je ovšem ještě řada dalších okolností, které mají na vzhled přístroje vliv, avšak především je to panel, kterému musíme věnovat vždy největší pozornost, aby vzhled odpovídal možnostem, daným složením přístroje samého.

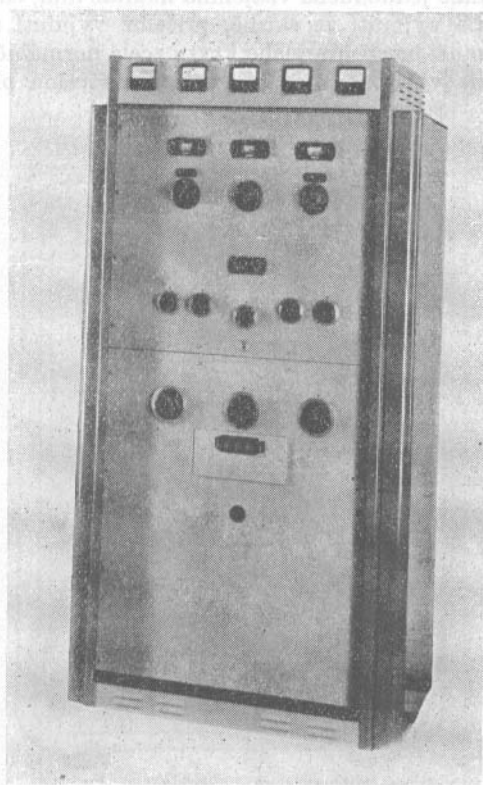
14. Zadní stěny přístrojů

Tak jako k dobrému vzhledu přístroje přispívá vhodné rozmístění součástí na panelu, tak i při řešení zadních stěn elektronických přístrojů je třeba dbát některých zásad. Protože v zadní části přístroje bývají umístěny obvykle síťové přívody, volič napětí, pojistky, popř. výstupní a vstupní svorky nebo konečky, musí se s tím počítat a zadní stěnu přístroje příslušně řešit a upravit. Na obr. 291 je jedno z často užívaných provedení u radiotechnického přístroje. V levé spodní části jsou zdíčky síťového přívodu, vedle nich pojistková pouzdra. Nad nimi je volič síťového napětí. Všimněme si i větracích otvorů a zemnicí zdíčky, jíž celou kostru přístroje uzemňujeme při měření nejen vzhledem k bezpečnosti, ale často i pro dosažení přesných a správných výsledků.

15. Jednotná kovová skříň pro elektronické přístroje

V praxi se velmi osvědčily kovové skříně, které byly zvoleny nejen vzhledem k mechanické pevnosti, ale i vzhledem k obvyklé nutnosti stínění, možnosti snadného tvarování různých ohybů a konečně i pro pěkný vzhled, který lze vhodnou povrchovou úpravou ještě zdůraznit.

Při návrhu jednotné skříně se uvažovalo její použití pro nejrůznější elektronické přístroje, méně nebo více složité, které by bylo možno do této skříně vestavět. Po náležité rozvaze byly zvoleny dvě velikosti skříně. Z celkového rozměru skříně $400 \times 220 \times 135$ mm vyšel vnitřní rozměr základní kostry



Obr. 290. Panel vysílače

374 × 160 mm. Přitom se počítá s tím, že podél delších stran kostry zůstane volné prostory, jimiž je základní kostra oddělena od zadního spojovacího třmenu a vpředu je širší prostor pro různé převody, náhony, stupnice, popř. měřicí přístroje, upevněné na čelním panelu. Celá skříň je řešena z hlediska vyhovujícího nejen co do rozměrů, ale splňujícího i řadu dalších požadavků. Je to např. možnost vyrobít jednotné jednotlivé díly dopředu, dále jednoduchá vzájemná montáž dílů, snadná přístupnost celého přístroje po vyjmutí ze skříňe, přičemž vyjmutí musí být jednoduché a přístroj musí bez ochranného krytu zcela normálně pracovat. Konečně je zde zřetel na vhodné rozložení součástí na celou plochu

umístění vstupních a výstupních koncovek, síťových přívodů a pojistek. Dodržíme-li tyto požadavky, přispějeme tím k praktičnosti a univerzálnosti zařízení.

Skříň se skládá z těchto dílů:

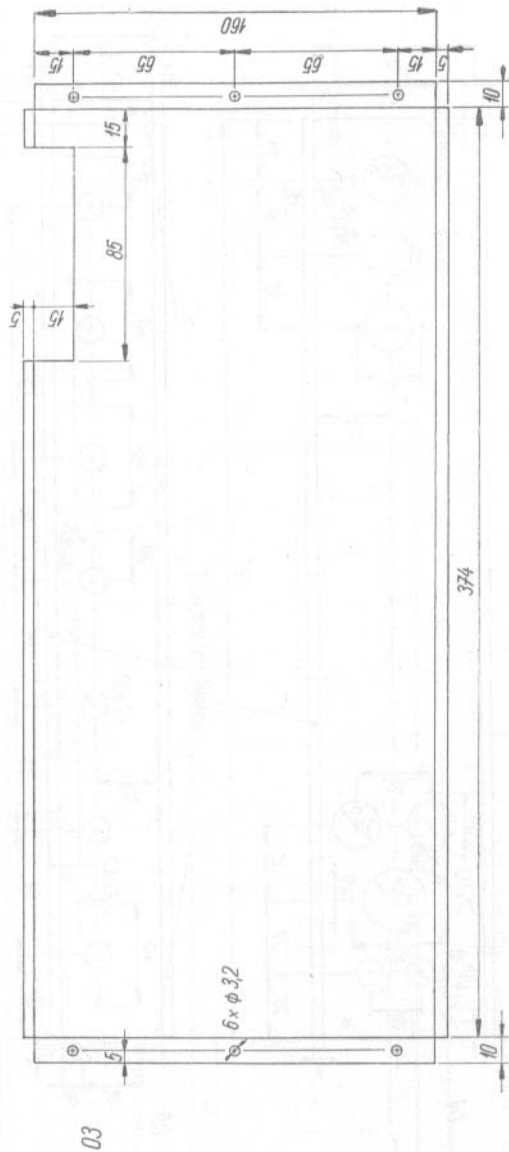
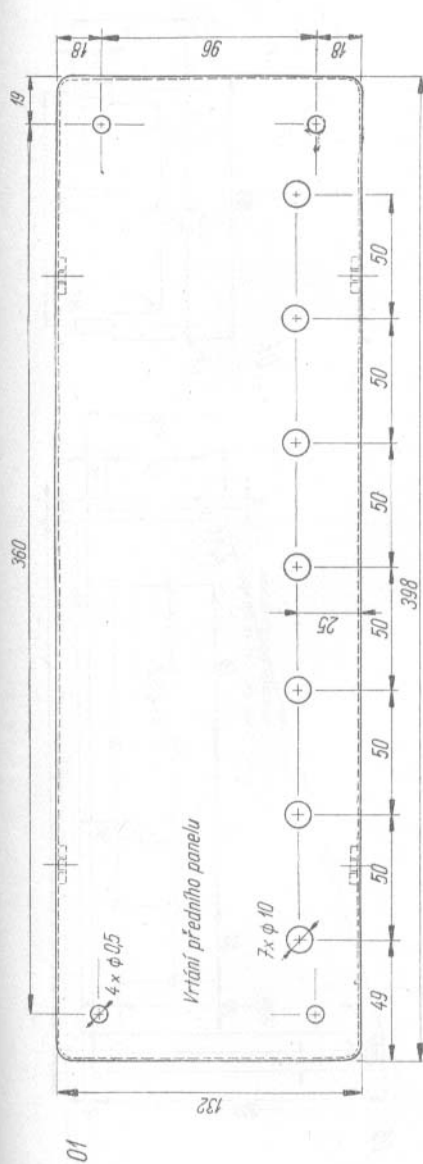
- 01 čelní panel,
- 02 plášť skříňe se zadní stěnou,
- 03 základní kostra (chassis),
- 04 zadní spojovací třmen,
- 05 přední spojovací třmen,
- 06 bočnice přístroje — levá, pravá,
- 07 držadla.

Popíšeme nyní jednotlivé díly podrobněji.

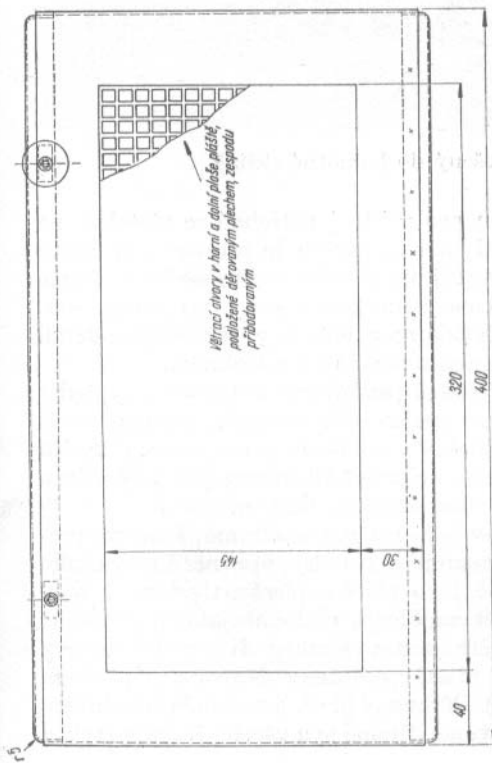
Čelní panel 01 je na obr. 292. Je z ocelového (nesprávně se říká železného) plechu tloušťky 1,5 mm. Rohy a hrany jsou zaobleny. V rozích jsou čtyři otvory

Obr. 291. Nejužívanější řešení zadní stěny přístroje

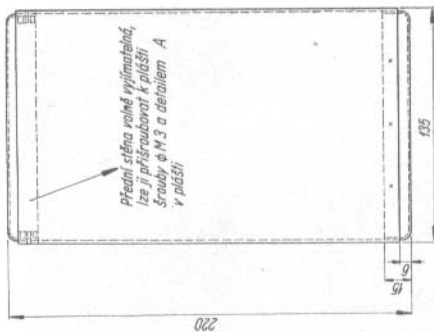
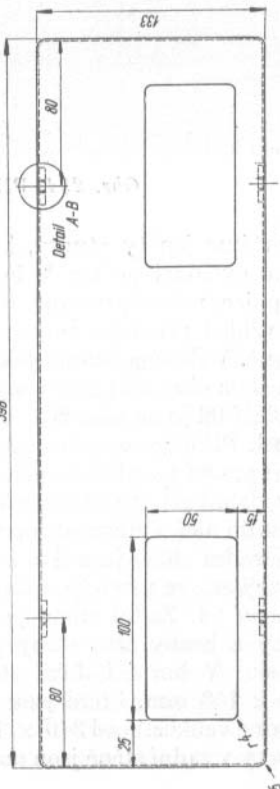
Ø 5 mm v roztečné vzdálenosti 360 a 96 mm. Držadlo 07 prochází otvory v tomto panelu a přitom i otvory v bočnicích 06; tím lze tyto díly pevně stáhnout. Přední panel 01 má vyznačenu řadu otvorů, které odpovídají otvorům předního spojovacího třmenu 05. V panelu samozřejmě



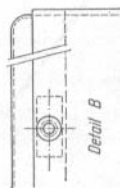
Obr. 292. Čelní panel, základní kostra, třmeny, bočnice a drážka jednotné skříně



Vřtání zadního panelu:



Detail A

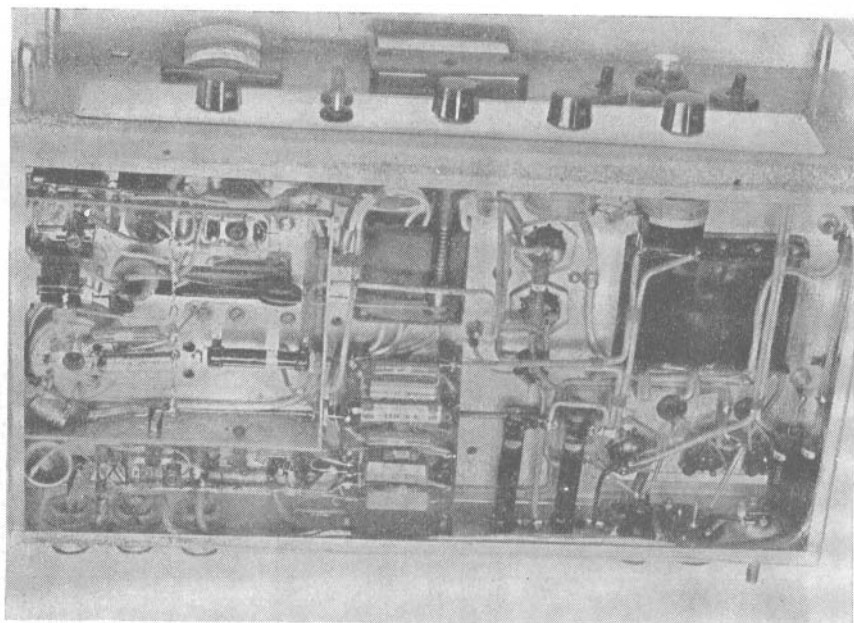


V pletši vyvřtán otvor ϕ 3,2 mm pro zapuštění Srouby M3 vyjímatelné přední stěny

Materiál: pletš a zadní stěna ocelový plech 1mm přední volná stěna plech 15 mm

MAJETEK Brno. 293. Pletš velké jednotné skříně na přístroje

Kovopodniku města Brna
BRNO, nám. Družby nár. 2



Obr. 294. Přístroj, řešený do jednotné skříně

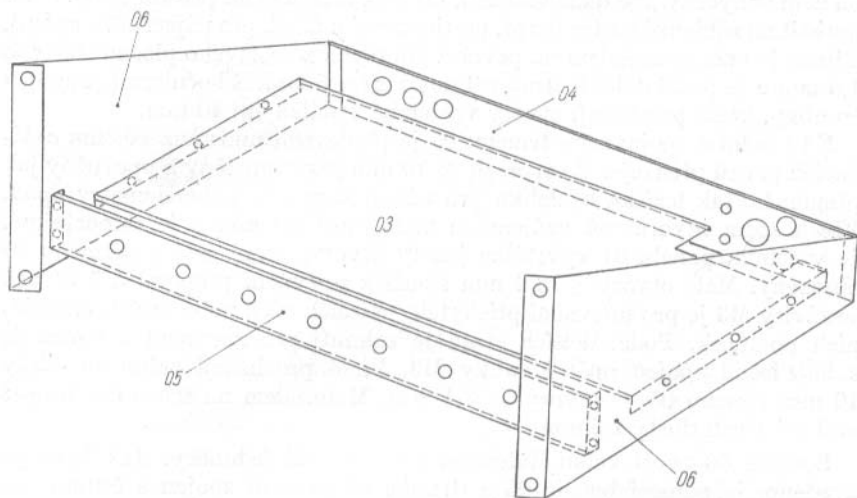
vyvrtáme jen ty otvory, které jsou pro přístroj potřebné se zřetelem na užití ovládací prvky. V horní části čelního panelu je prostor pro různé stupnice, měřicí přístroje, návěští aj. Při umísťování těchto součástí dbáme na vzhled přístroje, proto umísťujeme jednotlivé součásti po panelu souměrně. V delších zahnutých hranách čelního panelu je vyztužení (viz detail A a B na obr. 293), kterým je spojen tento panel 01 s pláštěm 02.

Plášť 02 je na obr. 293. Vidíme, že se připevňuje na zadní stěnu a přední panel. Plášť je se zadní stěnou pevně spojen přibodováním nebo snýtováním; přední panel 01 je volně vyjímatelný a s pláštěm je spojen šroubky M3 (viz detail A). Je vhodné na panel 01 nejprve přibodovat jen podložky a závit do nich vyříznout teprve po svrtání panelu s pláštěm.

V zadní stěně jsou dva obdélníkové otvory 100×50 mm, kterými procházejí síťové přívody, výstupní a vstupní koncovky, upevněné na zadním těmenu 04. Zadní stěna je podobně jako plášť z plechu tlustého 1 mm. Rohy a hrany této stěny jsou opět zaobleny, obdobně jako u předního panelu. V horní i dolní stěně pláště jsou vyříznuty dva velké otvory 320×150 mm, které jsou zevnitř pláště podloženy děrovaným plechem vhodné velikosti (asi 340×170 mm). Děrovaný plech je zevnitř přibodován. Otvory v zadní stěně jsou normalizované, děláme je u všech přístrojů stejné,

bez jakýchkoli úprav. Je ovšem samozřejmé, že pokud uvedené otvory v plášti a zadní stěně nestačí, uděláme podle potřeby ještě další.

Základní kostra 03 je na obr. 292, kde je pochopitelně jen tvar a rozměry kostry. Její otvory se řídí již přístrojem, který na kostru stavíme. Pravidelný tvar kostry je porušen jedině v pravém horním rohu, kde je výřez pro vstupní síťové zdířky, volič napětí a držák pojistek upevněný na zadním spojovacím



Obr. 295. Perspektivní nákres spojení částí jednotné skříně

třmenu. Pod tímto výřezem je zpravidla síťová část: usměrňovací elektronka a filtrační elektrolytické kondenzátory. Dále pod nimi je pak v kostře zapuštěn síťový transformátor, takže celá pravá strana základní kostry tvoří napájecí část přístroje. Podél delších stran je úzké zahnutí v šířce 5 mm, kterým je kostra zpevnována. Podél kratších stran je opět zahnutí v šířce 10 mm se třemi otvory $\varnothing 3,2$ mm, které jsou ve stejných vzájemných vzdálenostech jako odpovídající otvory v bočnicích 06, s nimiž jsou v těchto otvorech spojeny šroubky M3. Vzájemné spojení vnitřních dílů vidíme na obr. 295, kde je dobře patrné, jak je základní kostra připevněna zmíněnými třemi šroubky na bočnicích.

Vzhledem k značné váze některých součástí, které se na kostru montují, jako např. síťového transformátoru, tlumivky, a vzhledem k řadě otvorů, jimiž je kostra rozvrtána a které její pevnosti nikterak neprospějí, je nutné tento díl zhotovit z ocelového plechu tlustého 1,5 mm. Síťový transformátor je do kostry zapuštěn, a to především pro lepší ochlazování. Velký čtvercový

otvor jistě zase zhoršuje pevnost kostry, ale zahnutím okrajů je kostra natolik zpevněna, že nedojde prakticky k jejímu prohnutí ani při umístění např. rozměrného a těžkého síťového transformátoru pro 400 V/150 mA, jak je patrné z obr. 294.

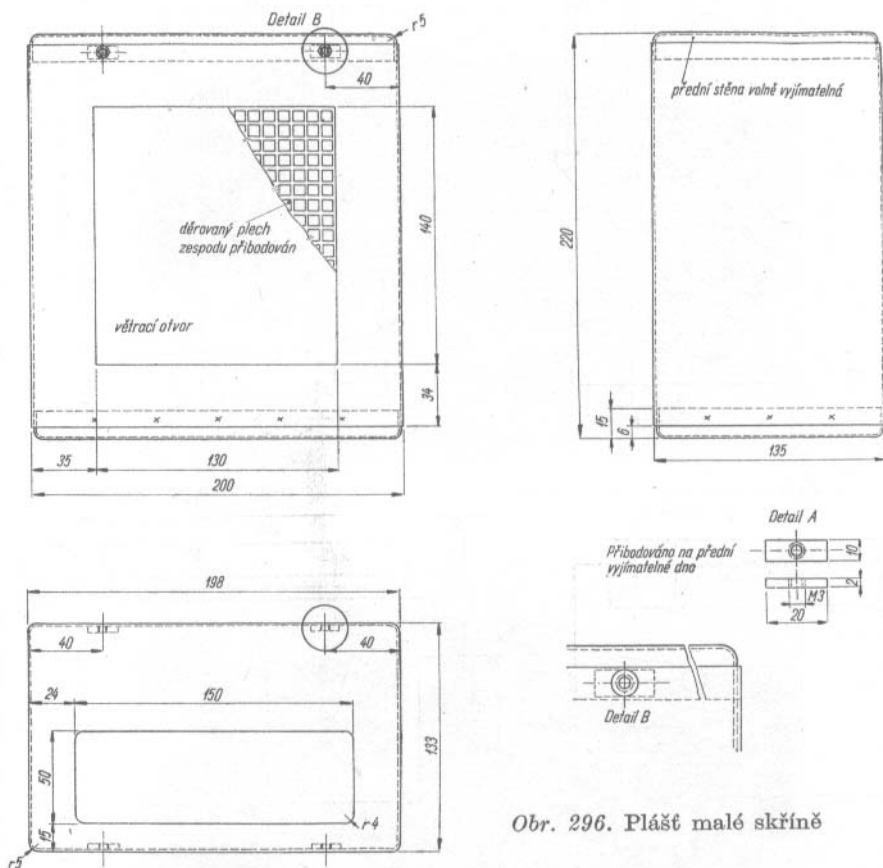
Zadní spojovací třmen 04 slouží jednak jako vlastní spojovací člen, kterým jsou spojeny obě bočnice, jednak jako nosič vstupních a výstupních koncovek, síťových přívodů, voliče napětí a držáku pojistky; popř. jsou na něm uchyceny jiné další součásti, které se zřetelem na prostor apod. nelze umístit na základní kostře (např. pertinaxový můstek pro pájecí očka apod.). Třmen je opět se zřetelem na pevnost zhotoven z ocelového plechu tlustého 1,5 mm a je podél delších stran zahnut v šířce 5 mm. S bočnicemi je spojen šroubky, které procházejí otvory vzájemně vzdálenými 40 mm.

Na předním spojovacím třmenu 05 je především umístěna většina ovládacích prvků přístroje. V otvorech \varnothing 10 mm jsou umístěny a upevněny jak přepínače, tak ložiska hřídelků pro náhon stupnice, potenciometry apod. Všech sedm otvorů má vzájemnou vzdálenost 50 mm a je samozřejmé, že v čelním panelu 01 vyvrtáme jen ty otvory, které jsou na třmenu 05 obsazeny. Malé otvory \varnothing 3,2 mm slouží k upevnění přepínačů, 5 otvorů se závity M3 je pro upevnění příchytek, pájecích oček nebo jiných montážních pomůcek. Podél delších stran je zahnutí pro zpevnění a třmen je s bočnicemi spojen opět šroubky M3, které procházejí zahnutím šířky 10 mm třmenu 05 — otvory \varnothing 3,4 mm. Materiálem na tento díl je opět ocelový plech tlustý 1,5 mm.

Bočnice 06 tvoří velmi důležitou součást celé jednotky. Jak bylo již uvedeno, je pomocí bočnic 06 a držadel 07 přístroj spojen s čelním panelem 01. Přístroj samotný je tedy montován na jednotlivé díly 03 — 06 (obr. 292); čtyřmi spojovacími členy (držadly 07 nebo šrouby) je vnitřek pevně spojen s čelním panelem, který může obsahovat další příslušenství přístroje, jako stupnice apod. Bočnice tvoří proto důležitou část kompletu a na obr. 292 vidíme, že jsou z plechu tlustého 1,5 mm, který je podél tří stran zahnut. Vpředu je možnost spojení s předním čelním panelem, vzadu se zadním spojovacím třmenem a dole je 5 mm široký ohyb pro zpevnění. Nepřehlédněte však, že uvedená zahnutí jsou u jedné bočnice provedena směrem dolů, u druhé nahoru. Na bočnicích jsou dvě řady vždy po čtyřech otvorech. Tři otvory v horní řadě od zadu slouží k spojení se základní kostrou. To jsou otvory se vzájemnou vzdáleností 65 mm. Další tři otvory ve stejné vzájemné vzdálenosti slouží k upevnění pájecích oček nebo jiných montážních pomůcek. Ve zbývajících dvou svislých otvorech, vzdálených 20 mm od předního ohybu, je upevněn přední spojovací třmen. Rozmístění i rozměry dílů jsou voleny tak, aby mezi čelním panelem 01 a předním spojovacím třmenem byla vzdálenost asi 20 mm, mezi třmenem 05 a základní kostrou 03 asi 15 mm a mezi třmenem 04 a kostrou 03 asi 10 mm. Uvedené vzdálenosti jsou vhodné jak pro montáž, tak pro umístění různých

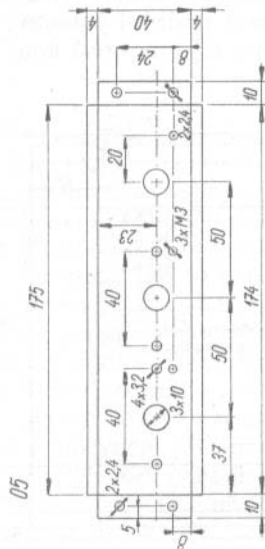
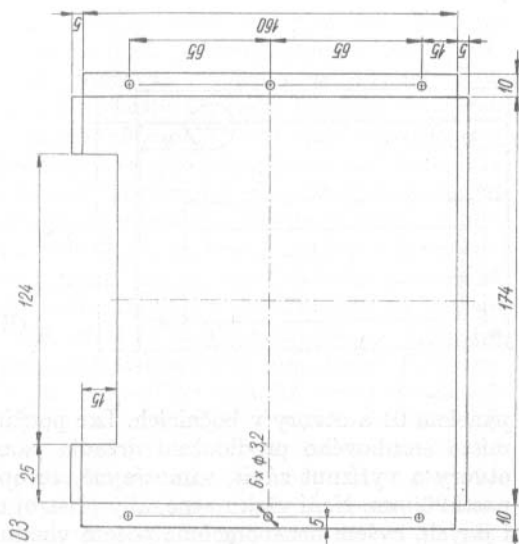
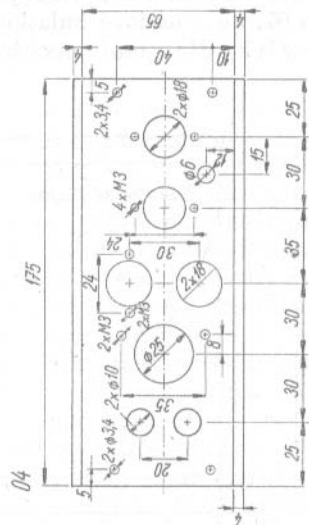
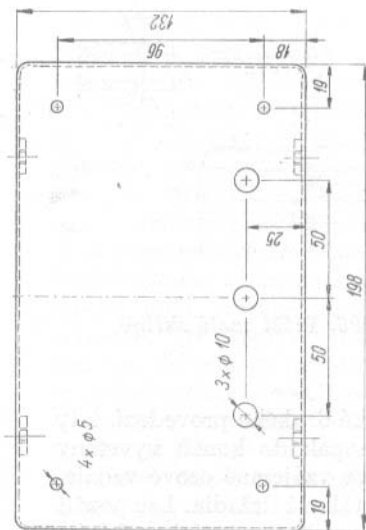
doplňujících součástí nebo dílů, potřebných při konstrukci přístroje; na-
konec jsou mezery mezi díly vhodné i k lepšímu větrání a chlazení přístroje.

Zbývá popsat poslední jednotný díl, držadlo 07. Je z ocelové kulatiny
Ø 8 až 10 mm a je na obou koncích opatřeno závity M4, jimiž prochází



Obr. 296. Plášť malé skříňe

panelem 01 a otvory v bočnicích. Lze použít také druhého provedení, kdy místo šroubového prodloužení držadla jsou naopak do konců vyvrtány otvory a vyříznut závit, samozřejmě, že opět ve vzájemné osové vzdálenosti 96 mm. Není však nutné, aby přístroj měl taková držadla. Lze použít i jiných, ovšem nezapomeňme potom vhodně upravit otvory jak v čelním panelu, tak i v bočnicích.

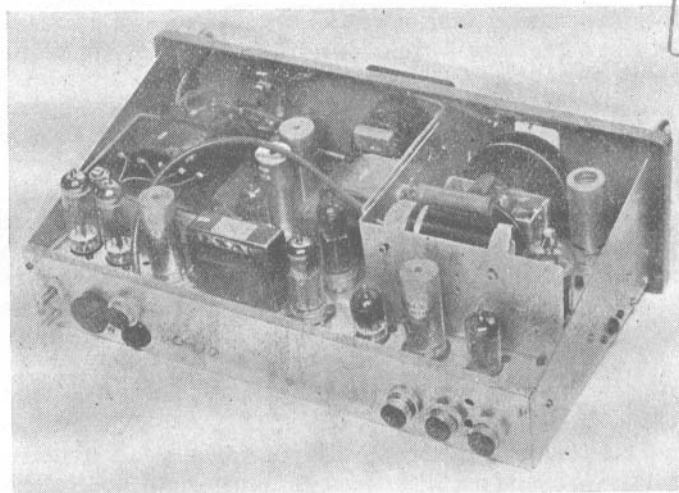


Obr. 297. Čelní panel, základní kostra a třmeny
malé skříně

Zcela obdobně jako velká skříň je řešena i druhá obměna této jednotné skříně. V tomto případě jsou dva rozměry stejné, a to výška skříně 135 mm a hloubka 220 mm. Šířka je poloviční, tedy 200 mm. Tato menší skříň je



Obr. 298. Vnější vzhled přístroje řešeného do jednotné skříně



Obr. 299. Vnitřek přístroje řešeného do jednotné skříně

MAJETEK

Kovopodniku města Brna
BRNO, nám. Družby nár. 2

určena pro všechny ostatní menší elektronické přístroje, které nepotřebují tolik prostoru. Jinak svým složením a konstrukcí se shoduje se skříní velkou a některé díly má také společné, jako např. bočnice a držadla. Plášť a zadní stěnu vidíme na obr. 296; stejně tak i zadní a přední třmen. Základní kostra je spolu s čelním panelem na obr. 297. Rozdělení otvorů nyní odpovídá potřebám této menší skříně a její přesně poloviční šířkový rozměr byl zvolen úmyslně, aby se daly vedle sebe postavit tyto dva přístroje na jeden velký. Ostatní konstrukční údaje pro tuto menší skříně jsou shodné jako u skříně velké.

Plášť skříně s předním panelem a se zadní stěnou je stříkán tepaným lakem. Vnitřní díly, tj. 03, 04, 05, 06, 011, 012 a 013 mají povrchovou úpravu proti korozi buď kadmiováním, zinkováním nebo jiným způsobem, držadla jsou chromována. Celek tvoří velmi vzhledný přístroj, jehož úroveň je možno posoudit z obr. 298, kde je uveden vnější vzhled a na obr. 299 vnitřek vysílače, provedeného do skříně tohoto typu.

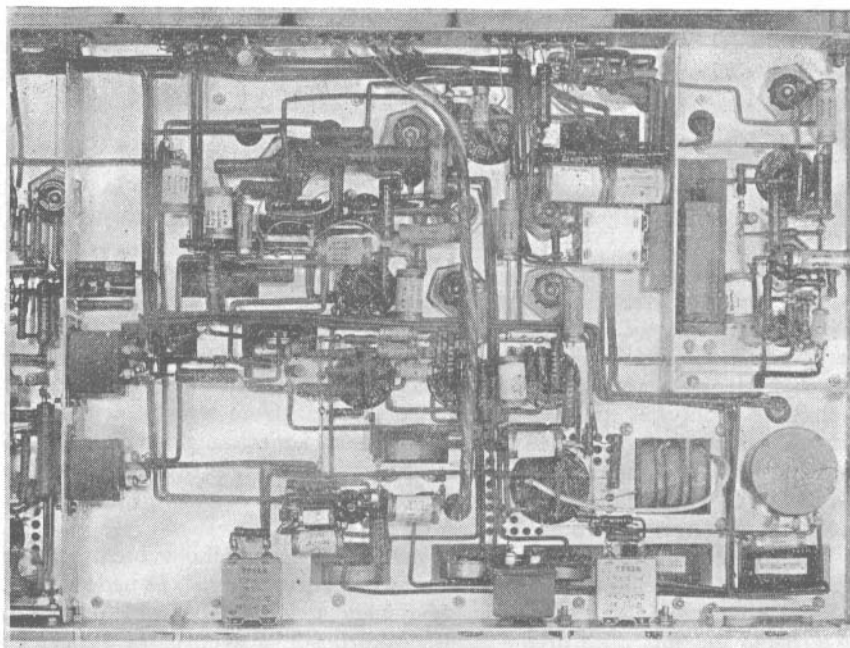
V. Zapojovací technika a zapojování přístrojů

Zapojování přístrojů a s tím související zapojovací technika je jakýmsi „rukopisem“ technika. Podle způsobu a zapojení přístroje se mnohdy usuzuje na zkušenosti, zdatnost a vyspělost pracovníka, protože to velmi dobře ukazuje jeho vztah a poměr k práci. Nejde totiž jenom o to, uložený úkol technicky promyslet, popř. vyvinout. Je třeba zařízení vyrobit a uvést do takového stavu, aby při správném elektrickém i mechanickém řešení bylo schopno příslušné činnosti. I tato skutečnost — dokonalé zapojení přístroje — bývá někdy přezírána, protože někteří pracovníci nevěnují zapojovací technice náležitou pozornost.

Dobře zapojený přístroj nepřináší jen radost z pěkného vzhledu, ale je nejspolehlivější zárukou, že přístroj bude správně pracovat, že nedojde tak snadno k poruše jako u přístroje zapojeného ledabyly, bez ohledu na to, že zařízení má mít také určitý život. Také pozdější eventuální opravy se jistě dělají lépe u přístroje zapojeného dobře a účelně než u přístroje, kde každý spoj visí ve vzduchu, hrozí přetržením, jsou v něm „studené“ spoje, nebezpečí zkratů apod. S mnohými z těchto jevů jsme se setkávali hlavně dříve, kdy nebyly žádné montážní a zapojovací pomůcky a kdy se zapojování přístroje provádělo skutečně „vzdušně“. Dnes je tento způsob práce na ústupu a částečně se udržel jen u zapojování např. rozhlasových přijímačů, avšak i sem již pronikají různé způsoby zapojovacích postupů; většinou vyžadují hlavně účelné zapojení se zřetelem na krátké spoje, stínění a rozložení součástek tak, aby všechny součástky byly mechanicky pevně drženy, spoje neměly možnost se nikde chvět a tím unavovat, čímž vznikaly ulomené přívody aj. Způsobů správného a účelného zapojování přístrojů je mnoho, často se navzájem prolínají a kombinují. V přehledu si probereme nejzákladnějších z nich.

1. Zapojování bez montážních a zapojovacích pomůcek

Zapojování radiotechnických přístrojů bez montážních a zapojovacích pomůcek je způsob, kterého se dnes používá již jen zřídka. Většinou se vždy na vhodném místě kostry umisťují izolované záchytné body, na které se za-

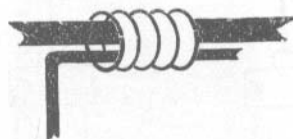


Obr. 300. Přístroj zapojovaný bez montážních pomůcek

chycují drobné součásti. Naproti tomu při zapojování bez těchto montážních pomůcek se součásti pájejí jen na elektronkové objímky a na tlusté vodiče nebo ostatní použité větší součástky. Tento způsob zapojování je dosti obtížný, neboť většinou se nelze vyhnout tomu, aby součástky nevisely „ve vzduchu“ jen na volných přívodech. Takové zapojení je proto dosti nevýhodné, obzvláště pro přístroje přenosné, vystavené otřesům apod. Že lze však i tímto způsobem zhotovit přístroj vzhledný a přitom i dostatečně pevný, ukazuje obr. 300. Odporů a kondenzátorů jsou spojovány v uzlech nebo na tlustších vodičích z drátu $\varnothing 1$ mm. Jako přirozených záchytných bodů je použito volných kontaktních per na objímce elektronky, vývodů potenciometrů nebo kondenzátorů MP, takže i při tomto způsobu zapojování může být přístroj zapojen po mechanické stránce celkem dostatečně pevně.

Ukážeme si při této příležitosti, jak výhodně zpevnujeme přívody a spoje u tohoto způsobu zapojování. Nejprve, jak se správně připojují odporů a svitkové kondenzátory k vodiči z drátu průměru 1 až 2 mm, kterého často používáme jako průběžného vodiče. Nejdokonaleji připájíme přívod tak,

že na průběžný vodič navlékneme spirálku z drátu tlustého asi 0,3 až 0,4 mm (obr. 301), vnitřního průměru asi 2 mm. Spirálka je svinuta z holého, nejlépe pocínovaného drátu. Mezi vodičem a vnitřním průměrem spirálky vznikne mezera, do níž zasuneme přívod, který chceme připájet. Trubičku dokonale propájíme cínem, aby zatekl mezi jednotlivé závitů spirálky a mezi přívod, takže výsledkem je dokonalé spojení vývodu s průběžným vodičem jak po elektrické, tak i mechanické stránce. Podobně dokonalé je spojení, jestliže drátovou spirálku provedeme přímo z vývodu odporu nebo kondenzátoru, navlékneme na průběžný vodič a celek propájíme. Řešení je opět co do spojení dokonalé, má však nevýhodu, která spočívá v nesnadné vyměnitelnosti součástky. Když se odpor nebo kondenzátor při provozu zničí a musí se vyměnit, je tato výměna obtížná, protože součástka drží na vodiči tak pevně, že se při rozvíjení spirálky obvykle zkriví průběžný vodič. Proto se tomuto způsobu připojování součástek vyhýbáme. U spirálky z drátu \varnothing 0,3 až 0,4 mm je to nejjednodušší, protože při výměně součástky se vývod odporu nebo kondenzátoru z trubičky jen vytáhne.



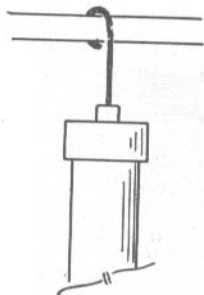
Obr. 301. Spojení dvou vodičů pomocí spirálky

Zjednodušením předešlého případu je takové připojení na průběžný vodič, kdy je vývod pouze zatočen podle průměru vodiče, takže netvoří ani jeden závit (obr. 302). Na vývodu je vytvořen jen jakýsi háček, který je zaklesnut na vodič a celek je dokonale propájen. Tohoto řešení se také často používá a je kompromisem mezi spojem pomocí spirálky a spojem, kdy se dráty pouze dotýkají (obr. 303). Toto spojení není tak bezpečné, především po mechanické stránce. Vodiče se jen dotýkají a i když jsou spolu spájeny, není spoj spolehlivý. Chvěním přístroje, ať již působením např. reproduktoru nebo vnějšími vlivy, se spoj snadno unaví a přeruší se.

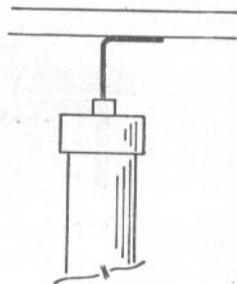
Zpevnění spojů pomocí spirálky z drátu se někdy používá též u objímek elektronek, např. klíčových. U klíčových nebo lamelových objímek je použití spirálky (obr. 304) celkem bez následků a závad a její pomocí se vytvoří na každém kontaktním peru objímky záchytný bod — uzel pro propojování několika vodičů nebo součástek. Spoj je opět mechanicky dokonale pevný, a proto se ho používá hlavně u některých přenosných přístrojů. Naprosto se však nedoporučuje tento způsob u objímek miniaturních elektronek, kde by tím pero v objímce ztratilo zcela pružící schopnost a při zasouvání elektronek by snadno mohla popraskat skleněná patka elektrony a tím se zničit.

Pamatujme tedy, že zapojování přístrojů bez montážních a zapojovacích pomůcek je dnes již celkem řídké. Pokud ho užijeme, vždy se snažíme

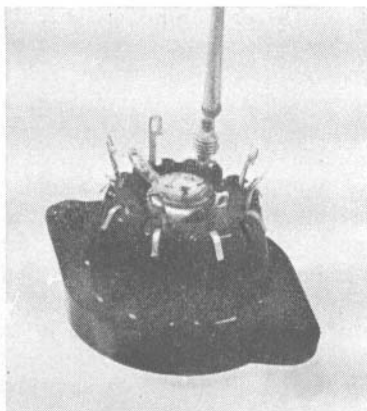
použit všech přirozených záchytných bodů na objímkách elektronek, na potenciometrech, kondenzátorech apod., abychom dosáhli pokud možno co největších zpevnění přívodů.



Obr. 302. Zaklesnutí vývodu součástky za vodič



Obr. 303. Spojení dvou rovnoběžných vodičů



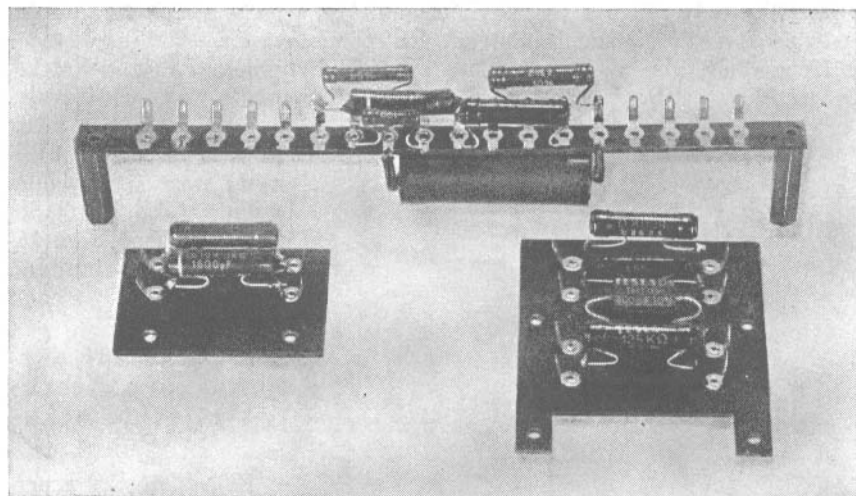
Obr. 304. Spirálka na peru objímky elektrony

2. Montážní destičky s pájecími očky

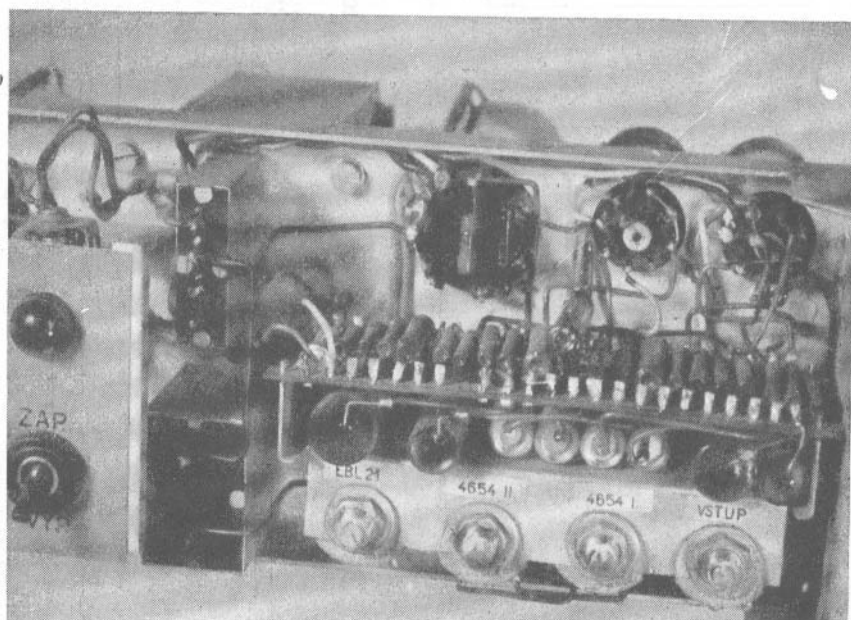
Zapojování přístrojů pomocí destiček s pájecími očky je nejstarší způsob zpevnění montáže drobných součástek. Používá se k tomu *pertinaxových destiček* nebo *pásků s nanýťovanými pájecími očky* (obr. 305), mezi které se zapájejí potřebné součástky. Destička jako celek se vloží na vhodné místo v přístroji a propojí s ostatními součástkami. Destičky mohou mít nejrůznější tvary, pro dvě i více drobných součástek. Někdy to bývají jen různé *pertinaxové pásky*. Mají však vždy za úkol mechanicky zpevnit montáž tak, aby se ani drobné součástky nemohly pohybovat a tím se časem uvolnit ve spojích.

Při použití montážních destiček s pájecími očky je však třeba dobře promyslet rozmístění součástek na destičkách, aby nevznikaly dlouhé spoje. To je jistá nevýhoda tohoto způsobu montáže a zapojování, která je však vyvážená mechanickou pevností. Ostatně součástky se rozmisťují tak jako tak, proto nemusí být na závalu zvětšená opatrnost nutná při rozmisťování součástek na destičku, jejich vzájemná poloha i poloha vzhledem k ostatním součástkám (elektronkám apod.).

Použitím montážních destiček získá přístroj na přehlednosti (obr. 306). Odpory i kondenzátory jsou seřazeny a zapájeny do jednotlivých oček na destičce a s příslušnými místy propojeny vlastními spojovacími vodiči.



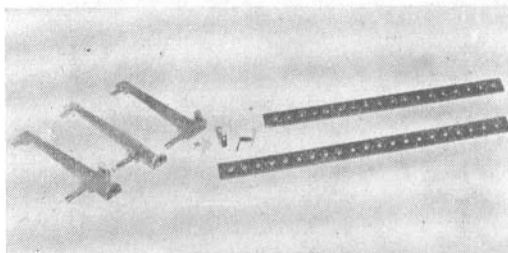
Obr. 305. Součásti připájené na montážní destičku s pájecími očky



Obr. 306. Přístroj se součástkami zapájenými na montážních destičkách

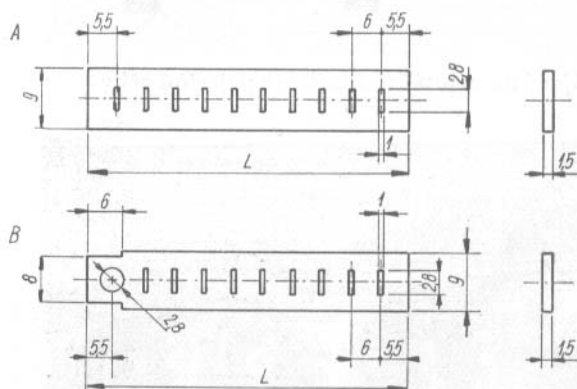
Destičky tedy přispívají k zpevnění montáže, a proto se tohoto způsobu často používá u přenosných přístrojů. Při rozmisťování součástí na destičce je třeba dbát, aby spoje od těchto součástí byly pokud možno krátké,

nikde se nekřížovaly, zvláště ne vodiče mřížkových a anodových cbvdů, protože bychom velmi těžko odstraňovali nejrůznější nežádoucí vazby a kmitání.



Obr. 307. Pájecí můstky

3. Montážní per- tinaxové můstky s pájecími očky



Obr. 308. Rozměry pájecích můstků

Pájecí můstky z per-
tinaxu jsou dnes nejroz-
šířenější montážní po-
můckou pro zapojování
elektronických přístro-
jů. Jestliže byly původ-
ně určeny pro přístro-
je vystavené otřesům,
uplatňují se dnes při za-
pojování nejrůznějších
přístrojů v běžné zapo-
jovací praxi. Jsou oblí-
bené především pro jed-
noduchou montáž, láci
a velmi dobré zpevnění
elektrického propojení.

Pájecí můstky se skládají z lišt, zhotovených z pertina-
xu, pájecích oček a vhodných držáků. Součásti těchto můstků jsou na obr. 307.

Pájecí můstky mají tvar podle obr. 308 (A bez otvoru pro šroub, B s ot-
vorem pro šroub). V pertinaxové liště tlusté 1,5 mm je řada obdélníkových
otvorů, vzdálených navzájem 6 mm. Počet otvorů je různý a podle toho je
i lišta různě dlouhá.

Pro přehled poslouží tabulka, kde

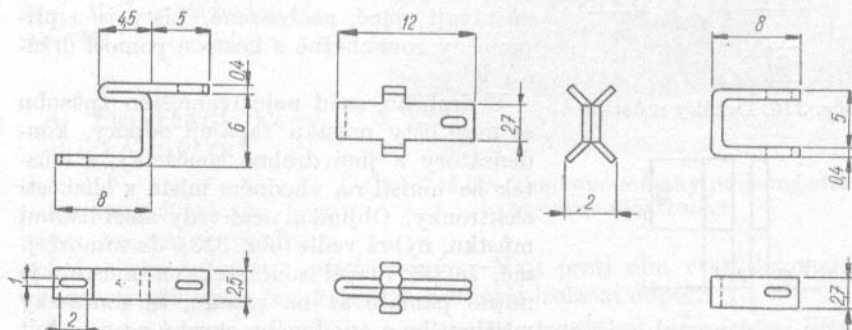
n je počet otvorů v liště,

L délka lišty [mm].

n	L	Číselný znak listy, provedení		n	L	Číselný znak listy, provedení	
		A	B			A	B
3	23	TA10168	TA10268	17	107	TA10182	TA10282
4	29	TA10169	TA10269	18	113	TA10183	TA10283
5	35	TA10170	TA10270	19	119	TA10184	TA10284
6	41	TA10171	TA10271	20	125	TA10185	TA10285
7	47	TA10172	TA10272	21	131	TA10186	TA10286
8	53	TA10173	TA10273	22	137	TA10187	TA10287
9	59	TA10174	TA10274	23	143	TA10188	TA10288
10	65	TA10175	TA10275	24	149	TA10189	TA10289
11	71	TA10176	TA10276	25	155	TA10190	TA10290
12	77	TA10177	TA10277	26	161	TA10191	TA10291
13	83	TA10178	TA10278	27	167	TA10192	TA10292
14	89	TA10179	TA10279	28	173	TA10193	TA10293
15	95	TA10180	TA10280	29	179	TA10194	TA10294
16	101	TA10181	TA10281	30	185	TA10195	TA10295

Do obdélníkových otvorů v listě se zasouvají tzv. pájecí očka v libovolném seskupení, která se po zasunutí v listě upevní prostým zkroucením jazýčků — svých konců. Pájecí očka se vyrábějí ve třech provedeních (obr. 309). Podle potřeby zvolíme příslušný typ a očka do listy zasuneme a zkroucením upevníme. Do otvorů v očkách se zapájejí přívody součástek, takže jsou mechanicky dobře upevněny.

Celé listy — pájecí můstky se upevňují *držáky*, kterých je rovněž několik druhů. Všechna provedení na obr. 310 mají na jednom konci úzký jazýček, na který se nasune jedním obdélníkovým otvorem listu a jazýček se potom zkrutí, čímž se listu v držáku dokonale upevní. Podle potřeby můžeme držáky i kombinovat. Listy na obr. 308B lze upevňovat do otvorů v kostře,

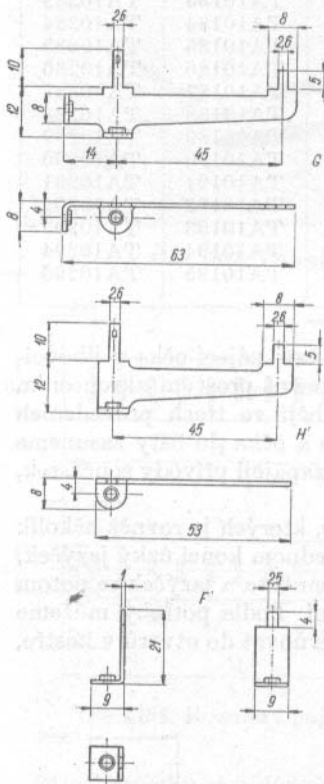


Obr. 309. Pájecí očka

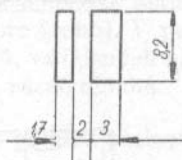
jejichž rozměry jsou na obr. 311. Lišta se zasune svým zúženým koncem do otvoru $8,2 \times 1,7$ mm a otvor $8,2 \times 3$ mm se vhodným nástrojem (páčením) roztáhne tak, že prohnutá dělicí stěna mezi oběma otvory se zamáčkne do otvoru lišty $\varnothing 2,8$ mm a mechanicky jej upevní. Je samozřejmé, že tento typ lišty lze též upevňovat nýty nebo šroubky M2,6 buď přímo ke kostře, nebo přes vhodný sloupek s použitím otvoru $\varnothing 2,8$ mm na konci lišty.

Označení držáků lišt:

- Provedení F: TA10038 s otvorem
TA10039 se závitem M3
G: TA10040 bez otvoru (k přibodování na kostru)
TA10041 se závitem M3
H: TA10042 bez otvoru
TA10043 se závitem M3



Obr. 310. Držáky můstků



Obr. 311. Otvory v kostře pro upevnění můstků

Držáky jsou z ocelového plechu, jsou tlustě pozinkovány a konce, které se zkrucují (jazyčky) a mají malý otvor pro připájení vodiče, jsou pocínované nebo postříbřené.

Umístění můstků v přístroji lze řešit několika způsoby. Na obr. 312 je způsob, při němž se pájecí můstky upevní po obou stranách objímky elektronky. Na obrázku vidíme umístění lišt u objímek a rovněž to, že součástky jsou připájeny jak mezi lištami samotnými, tak i podél jedné z nich. Obrázek též zřetelně ukazuje, že na liště jsou pájecí oka zasunuta jen na ta místa, kde je budeme potřebovat. Ostatní otvory v lištách zůstávají volné, neobsazené. Lišty jsou připraveny rovnoběžně s kostrou pomocí držáků F.

U druhého, snad nejužívanějšího způsobu se mezi lišty můstku zapájejí odpory, kondenzátory a jiné drobné součástky a můstek se umístí na vhodném místě v blízkosti elektronky. Objímka není tedy mezi lištami můstku, nýbrž vedle (obr. 313). Je samozřejmé, že při řazení součástek na můstek je nutno pamatovat na zásadu, že součástky mřížkového a anodového okruhu nesmějí být vedle sebe, aby neumožňovaly vznik nežá-

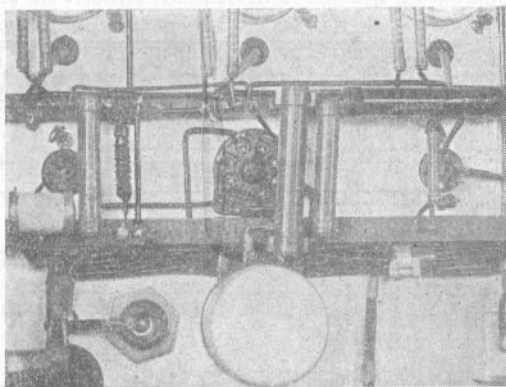
doucí vazby. Obrázek ukazuje názorně nejen pěkný vzhled, ale i velmi výhodné mechanické zpevnění celého obvodu.

U složitých zapojení se mohou pertinaxové lišty upevňovat jak rovnoběžně, tak i kolmo k osám elektronek, takže i při větším množství součástek v obvodu jsou všechny dostatečně pevně zajištěny. Při používání lišt se řídíme stejnou zásadou jako u montážních destiček. Předem si dobře promyslíme rozložení součástek mezi lištami, aby spoje byly co nejkratší a nemohly vznikat různé škodlivé vazby. Je výhodné, je-li mezi lištami volný prostor, aby kolem součástek mohl dobře proudit vzduch a odvádět teplo, vystupující ze součástek a okolí (elektronek, transformátorů apod.). Předností pertinaxových pájecích lišt je dále to, že je lze snadno řezat a upravovat, takže můžeme použít vždy jen nejvhodnější délky. Rovněž výrobně jsou tyto lišty jednoduché a levné, takže se řadí k nejvhodnějším montážním pomůckám.

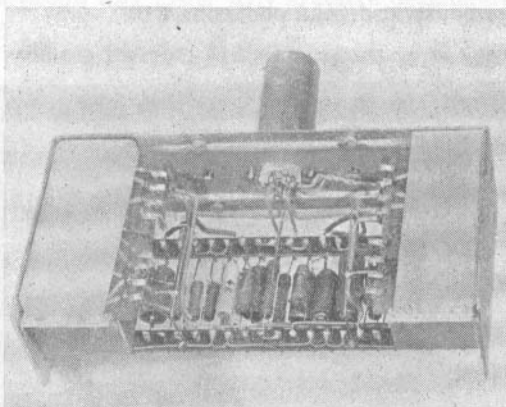
4. Montážní keramické můstky

Keramické můstky jsou svým tvarem i použitím velmi blízké můstkům pertinaxovým. Mají proti nim však dokonalejší vlastnosti při vysokých kmitočtech a lepší izolační odpor.

Montážní keramické můstky jsou tvořeny tvarovými keramickými lištami (obr. 314), zhotovenými z vysokofrekvenční keramiky. Někdy se též nazývají

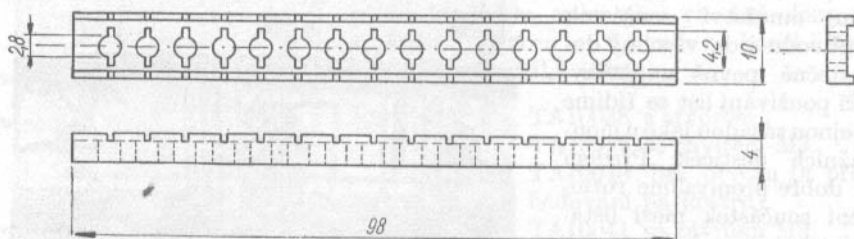


Obr. 312. Pertinaxové můstky po obou stranách objímky elektronky



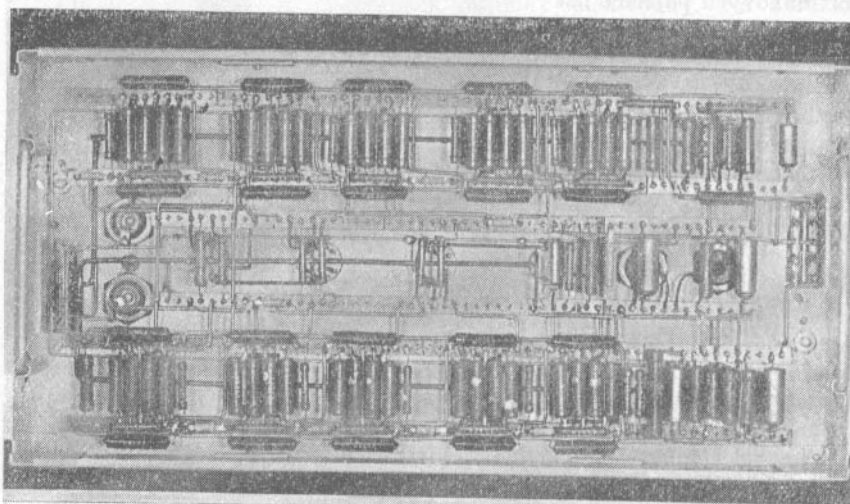
Obr. 313. Pertinaxové můstky po jedné straně objímky elektronky

lišťami „lámacími“, pravděpodobně proto, že lze odломit vhodnou délku lišty s potřebným počtem otvorů pro pájecí očka. Na obr. 314 je též vyznačen tvar otvoru pro upevnění jak pájecího očka, tak i k provlečení šroubu nebo třmenu pro upevnění lišty.



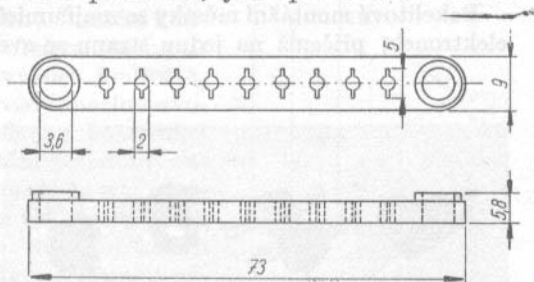
Obr. 314. Rozměry keramických lišt

Z rozměrů lišty je patrné, že do otvorů můžeme použít prakticky všech tří druhů pájecích oček, které jsme poznali u předcházejících můstků pertinaxových. Kromě tloušťky, která je u keramiky pochopitelně větší než u pertinaxu, jsou ostatní rozměry velmi podobné, takže i k uchycení lze používat držáků podle obr. 310.



Obr. 315. Přístroj s montážními keramickými můstky

Keramické lišty slouží hlavně k vytvoření záchytných bodů v ladicích obvodech, na vývody cívek aj. Často však je pomocí těchto lišt provedena montáž celého přístroje, jak ukazuje obr. 315. Podobně jako u montážních destiček, také zde je nutno dbát na vhodné rozmístění součástek na lištách, které se pak umísťují ve vzájemné vzdálenosti asi 45 mm; mezi jednotlivá očka na sousedních lištách se upevňují součástky (obr. 315). Je-li třeba, lze ovšem součásti upevňovat také podél lišt, jak opět obrázek dobře ukazuje. Lišty lze též účelně umístit podél objímky elektronky, takže přívody mohou být v takovém případě zcela krátké, jak toho technika správného zapojování vyžaduje. Podél lišt probíhají rovnoběžně přívody od zdroje žhavičového a anodového napětí. Pokud jde o vzhled, lze celek provést velmi pěkně. I po funkční stránce může zcela vyhovovat, umístíme-li součásti na lišty skutečně s rozmyslem, aby spoje byly krátké a nevznikaly podmínky pro nežádoucí vazby.



Obr. 316. Keramická lišta

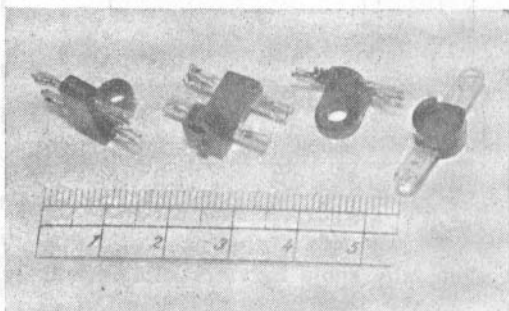
Jiný druh keramických lišt vidíme na obr. 316. Z obrázku je zřejmé, že tato lišta je jednoznačně určena k upevnění pomocí šroubků M3, pro které jsou na obou koncích otvory. Mezi těmito otvory je řada 9 tvarovaných otvorů pro upevnění vhodných pájecích oček, které se, podobně jako u lišt pertinaxových, upevní rozehnutím. Vysokofrekvenční keramika, z níž se tyto můstky vyrábějí, určuje je především do obvodů vysokých kmitočtů a napětí, jako např. do obvodů koncových stupňů vyslačů apod. Keramických montážních můstků používáme obdobně jako pertinaxových montážních můstků, především však tam, kde jde o vysokofrekvenční obvody, kde by mohlo docházet ke ztrátám vlivem nedokonalé vysokofrekvenční izolace, a u obvodů s vysokým provozním napětím.

5. Bakelitové montážní můstky

Pájecí očka, zalisovaná do bakelitových úhelníčků, tzv. bakelitové montážní můstky jsou další, velmi užívanou montážní pomůckou. Setkáváme se s nimi především tam, kde je třeba vytvořit jednotlivé záchytné body, do kterých soustředujeme různé přívody od součástek, vodiče anodového napětí apod. Bakelitové montážní můstky jsou na obr. 317. Bakelitové můstky jsou buď *jednoduché* s jedním pájecím očkem, nebo *dvojitě* se dvěma

očky. Mústek má vylisovanou patku s otvorem pro připevňovací šroub nebo nýt \varnothing 3 mm. Mústky se připevňují na vhodných místech kostry, kde tvoří záchytné body pro připájení drobných součástek, nebo k ukončení průběžných vodičů na kostře, kde je třeba pokračování např. ohebným kablíkem apod. Výhodou těchto mústků je, že je lze umístit kdekoli na kostře, takže součástky se mohou rozmístit naprosto vhodně bez nejmenších obav z nežádoucích vazeb.

Bakelitové montážní mústky se mají umísťovat po obou stranách objímek elektronek, přičemž na jednu stranu se svedou napájecí odpory (R_{a1} , R_{g2} ,



Obr. 317. Bakelitové montážní mústky

MF) a na druhou stranu vodiče směřující k zemi (R_{k1} , C_k , R_{g1} , C_{g2}). Předpokládá to ovšem vhodné natočení objímek elektronek, aby odpovídající spoje byly krátké. Montážních mústků lze však používat též jako vhodných bodů k připojení vývodů cívek nebo transformátorů, pokud ovšem nemají příliš mnoho vývodů. Vzhledem k nevelkým rozměrům lze mústky upevňovat přímo na transformátorech nebo jiných součástkách.

Nevýhodou je, že jeden mústek představuje nejvýše dva záchytné body s různými napětími a skutečnost, že bakelitové mústky jsou pro sériové používání dosti drahé. Mají tedy především význam ve vývojových konstrukcích přístrojů, kde je např. nutno doplnit přístroj nějakým obvodem, který právě lze uchytit příklady na tato očka mústku. Ovšem ze stejných důvodů se uplatní i v konstrukcích amatérských, kde možnost nebo potřeba doplnění hotového přístroje nějakým obvodem je ještě častější.

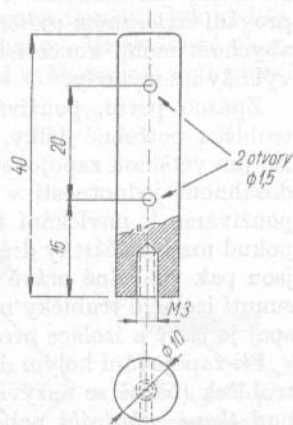
6. Montážní izolační kolíky

Velmi dobrou a přitom levnou montážní pomůckou pro zapojování jsou tzv. izolační kolíky. Kolík je vyroben nejčastěji z nějaké izolační látky, např. bakelitu a pod., někdy jen z pertinaxu nebo turbaxu. Kolíky (obr. 318) jsou dlouhé asi 40 mm a mají ve spodní části závit M3 k upevnění na kostře. Ve vzdálenosti asi 10 mm od obou konců mají otvor \varnothing asi 1 až 2 mm, kterým lze provléknout tlustý průchozí vodič, vedoucí např. napájecí

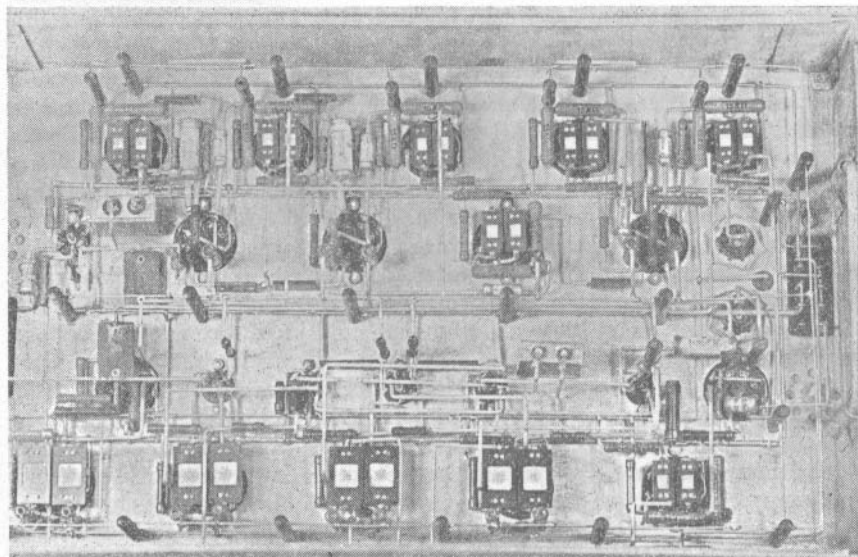
stejnoseměrné napětí. Na vodiče se součásti nebo spoje upevní u některým již popsaným způsobem.

Kolíky se na vhodných místech přišroubují ke kostře a jsou otvory natočeny tak, aby jimi průchozí vodič mohl dobře procházet. Příklad s izolačními kolíky je na obr. 319. Kolíky jsou rozmístěny na kostře tak, aby spoje vedoucí k propojovacím drátům byly krátké. Přitom mohou být součásti uspořádány zcela úhledně. Izolační kolíky se osvědčují hlavně u nízkofrekvenčních přístrojů, méně již v obvodech vyšších kmitočetů.

Z montážních pomůcek se vždy snažíme zvolit ten druh, který se pro danou konstrukci hodí nejlépe. Často se montážní pomůcky navzájem kombinují a tak se stane, že v přístrojích použijeme jak pertinaxových montážních můstků, tak i bakelitových můstků, kolíků apod. Při montáži máme vždy na paměti zásady správného rozmísťování součástí a konstrukce tak, jak jsme je poznali v předešlých kapitolách, aby nebyly vytvořeny podmínky pro vznik nežádoucích vazeb, způsobujících rozhoukání přístroje, oscilace nebo jiné průvodní jevy.



Obr. 318. Montážní izolační kolík



Obr. 319. Příklad s izolačními kolíky

7. Zapojovací materiál

V radiotechnice se používá k zapojování přístrojů různých vodičů. V zásadě může vždy jít buď o *zapojovací drát*, nejčastěji *holý*, *pocínovaný*, na který navlékneme vhodnou izolační trubičku, nebo se zapojování provádí *izolovaným vodičem*, u kterého část izolace na koncích odstraníme, abychom mohli konce na potřebná místa zapájet. Oba způsoby mají své výhody i nevýhody.

Způsob první, používání holého drátu, na který se navléká izolační trubička potřebné délky, je vyhledávanější, protože po vzhledové stránce lze jím většinou zapojovat přístroj lépe než drátem s izolací. Můžeme totiž dosáhnout jednotnosti v tom směru, že stejné izolační trubičky, jakých používáme k navlékání na holý drát, navlékáme i na konce součástek, pokud mají součástky drátové vývody, jako odpory apod. Barevné vývody jsou pak vzhledné právě svou jednotností. Další výhodou je možnost posunutí izolační trubičky po drátě od toho konce, který právě pájíme, takže spoj je čistý a izolace neopálána.

Při zapojování holým drátem se používá v zásadě dvou druhů izolačních trubiček (běžně se nazývají špagety nebo bužírky). Izolační trubičky jsou buď *tkané z hedvábí* nebo *příze* a napuštěné izolačním olejovým lakem, nebo se vyrábějí z *různých izolačních umělých hmot*, např. igelitu. Textilní trubičky se běžně vyrábějí s vnitřním průměrem od 1 asi do 20 mm a v nej-různějších barvách, často i několikabarevné. Dobrý výrobek se po rozstřížení netřepí, je i uvnitř trubičky hladký, vydrží i vysoké teploty a izoluje napětí až 1000 V. Izolační trubičky z umělých hmot mají lepší izolační vlastnosti, jsou vzhlednější, vyrábějí se rovněž v nejrůznějších barvách a^o průměrech, ale nevydrží větší teplotu. Měkknou, vytahují se a různě se krabátí, přičemž po zchladnutí podrží tyto tvary. To je značná nevýhoda, a proto se pro holý drát užívá většinou trubiček textilních. Také pro vývody transformátorů se igelitové trubičky naprosto nehodí, neboť při impregnaci a často i při normálním provozu zcela měknou a ničí se.

Při práci navlékáme na vodič trubičku takového průměru, aby se mohla na drát právě nasunout, aniž by mezi trubičkou a drátem vznikla velká vůle. Pokud pájíme drát s igelitovou trubičkou, snažíme se trubičku od-táhnout pinzetou nebo kleštěmi od pájeného konce, aby se trubička neprořízla horkým drátem; je také účelné na odhrnutém místě držet drát kleštěmi, abychom při pájení odebírali drátu teplo a tím zabránili jeho přechodu do igelitové trubičky.

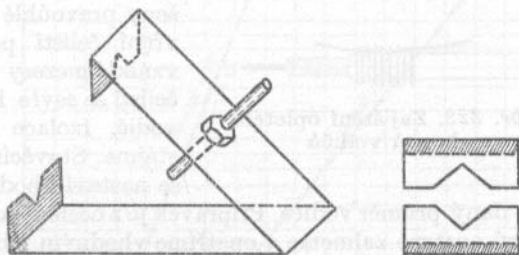
Druhý způsob zapojování je pomocí izolovaného drátu, tlustého 0,4 až asi 1,5 mm, který má izolaci buď igelitovou, nebo pryžovou. Zapojovací dráty s pryžovou izolací jsou vůbec nejvhodnější. Mají totiž všechny vlastnosti, které od těchto vodičů vyžadujeme. Především dokonalou izolaci, která vydrží i běžné provozní teploty vyskytující se v přístrojích, nenavlhá,

konce se celkem snadno zbavují izolace a při pájení se izolace neopaluje. Tato poslední vlastnost je hlavní vlastností, kterou se zapojovací dráty s pryžovou izolací liší od ostatních. Přístroje zapojené drátem s pryžovou izolací jsou velmi vzhledné, protože drát se pěkně formuje a dobře drží tvary.

Dráty izolované igelitovou izolací mají opět různou tloušťku jak vodiče, tak i izolačního povlaku, který mívá nejrůznější barvy. Má podobné vlastnosti jako drát s pryžovou izolací, avšak nevydrží vyšší teploty; při pájení se konce izolace roztékají.



Obr. 320. Smyčka z odporového drátu k opalování izolace

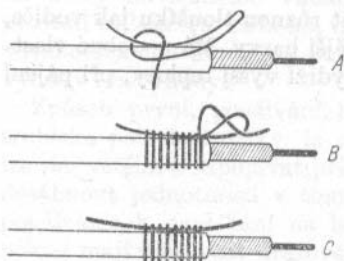


Obr. 321. Přípravek pro stahování izolace

Podobné vlastnosti jako zapojovací dráty mají i *laneka*. Také se vyrábějí s nejrůznějšími druhy izolace a v různé tloušťce. Opět si blíže všimněme hlavních druhů, lanek s pryžovou a igelitovou izolací. Vlastní vodič se skládá z několika tenkých drátků, např. 14 drátků průměru 0,2 mm. Laneka má značnou ohebnost a hodí se pro všechny pohyblivé přívody, u nichž se mění při provozu poloha. I zde je nejvýhodnější pryžová izolace obdobně jako u zapojovacích drátů. Nesmíme však zapomenout na jednu nevýhodnou vlastnost pryžové izolace, tj. stárnutí a s ním související její zpuchření, které urychluje vyšší teplota nebo olej a jiné mastnoty; před nimi vždy pryž chráníme.

Při odizolování drátů a kablíků je třeba dbát na to, abychom vodiče nezařezali nebo nenalomili. To je nebezpečné nejen u tenkých drátů, ze kterých je stočeno laneka, a které se potom velmi snadno ulamují, čímž se zmenšuje celkový průřez vodiče, ale i u jednotlivých, jednožilových drátů, u nichž se i jen zcela lehkým nařiznutím poruší struktura a při chvění v přístroji se drát velmi brzy zlomí. Vodiče s pryžovou nebo igelitovou a jinou izolací se nejlépe odizolují *opalováním izolace pomocí odporového drátu*, který je ve tvaru smyčky upevněn ve vhodném držáku (obr. 320) a napájen napětím

několika voltů z převodního transformátoru. Smyčka se navlékne na izolovaný drát nebo kablík a po zapojení proudu se rozžhavenou smyčkou izolace v potřebném místě odřízne. Výhodou tohoto způsobu odizolování je, že vlastní vodič se neporuší, nevýhodou je zápach a doslova opálený konec izolace, který je většinou málo vzhledný.

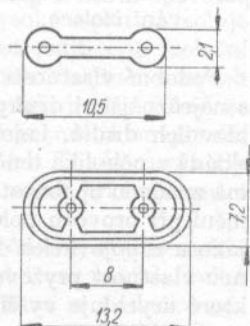


Obr. 322. Zajištění opletení konců vodičů

Jindy se k odstraňování izolace používá speciálních kleští, které mají čelisti upraveny tak, že se jimi vhodným způsobem odstraní izolace zapojovacích vodičů, aniž se vodič poruší. Tvar čelistí je na obr. 321. Čelisti jsou kolmo zahnuty a mají vybroušeny pravoúhlé žlábkky, které jsou při sevření čelistí postaveny proti sobě. Do vzniklé mezery se vkládá drát. Po sevření čelistí se sevře izolace, nikoli však vlastní vodič. Izolace se potom celkem snadno stáhne. Stavěcím šroubem v jedné čelisti se nastaví vhodná vzdálenost obou čelistí

pro daný průměr vodiče. Přípravek je z ocelového plechu tlustého asi 2 mm, který opatrně zahne a opatříme vhodným výřezem s nabroušenými hranami.

Stíněné kablíky a dráty tvoří další skupinu vodičů, používaných často při zapojování radiotechnických přístrojů. Na vodiči je nejprve izolační vrstva pryže nebo jiné hmoty a na ní je navlečena vlastní stínicí trubička (obvykle ve tvaru drátěného opletení), která tvoří buď sama vnější obal celého vodiče, nebo je shora ještě kryta izolační trubičkou, nejčastěji z igelitu nebo z jiné měkké umělé hmoty. Konce stínícího obalu zajišťujeme před roztřepáním buď jen propájením pleťiva cínem, nebo konce obtočíme několika závitů měděného pocínovaného drátu a spolu se stínicím obalem opět propájíme, přičemž přečnívající drát, jímž je stínění obtočeno, slouží k jeho uzemnění.



Obr. 323. Ploché vysokofrekvenční kabely

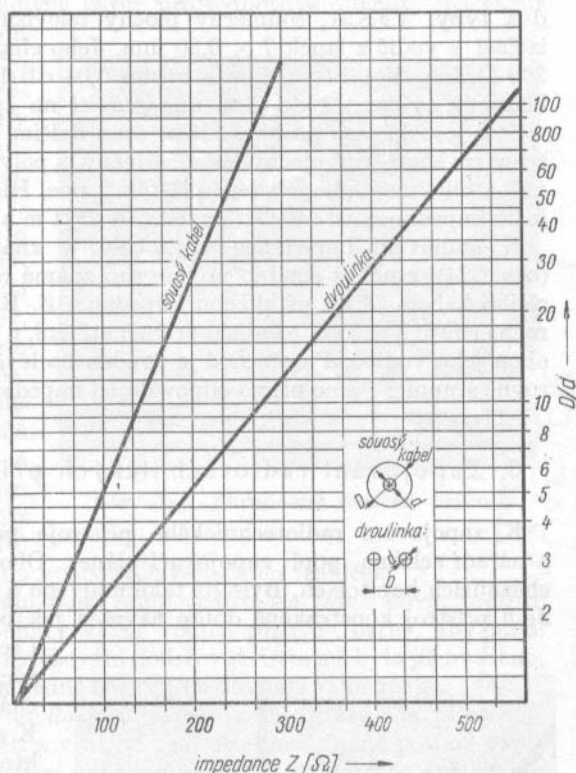
Kablíky bývají někdy na povrchu opleteny textilní tkanicí bez lakové izolace. Takové kablíky jsou velmi ohebné a užívá se jich především jako přívodů ke sluchátkům, reproduktorům, jako pohyblivých přívodů apod. Tyto vodiče jsou obzvláště náchylné k odvinutí opletení, a proto se musí proti němu zajišťovat. Dělá se to tak, že se opletení ovine tlustou hedvábnou nití. Postupujeme přitom podle obr. 322A až C. Nejprve uděláme na niti jednoduchý volný uzel, který potom podle obr. 322B ovjíme volným kon-

cem nitě a nakonec jej provlékneme smyčkou. Druhý konec nitě zatáhneme a tím je zajištění opleteného konce dokončeno.

Zapojovací dráty bývají často různě zdeformovány, a proto se musí před použitím vyrovnat. Platí totiž zásada, aby vodiče v přístroji, které mají být rovné, rovné skutečně byly. Nejsnáze toho dosáhneme tím, že zapojovací drát vhodné délky sevřeme jedním koncem ve svěráku, druhý uchoptíme do kleští, nejlépe kombinálních, a drát napínáme takovou silou, až se nepatrně prodlouží. Tak se po celé své délce vyrovná a lze ho snadno formovat do potřebných tvarů. Tohoto způsobu vyrovnávání se často používá.

Podle druhu izolace a provedení se vyrábí řada různých zapojovacích vodičů. Tak vodič označený písmeny GC je měděný vodič tloušťky 0,5, 0,8 nebo 1 mm s pryžovou izolací, jež vydrží teplotu. Stejnou izolaci má i vodič BGC s tím rozdílem, že jeho jádro je tvořeno nikoli jedním drátem, ale jankem, skládajícím se z 16 až 48 drátků $\varnothing 0,2$ mm, popř. tlustších $51 \times 0,25$ mm

nebo $56 \times 0,30$ mm. Podobně vodiče s izolací pvc se vyrábějí z drátu pod označením U nebo UI a jako lanko s označením HU. Oba uvedené druhy izolace se též vyrábějí jako vodiče stíněné: typ HGFX je z drátů $\varnothing 0,8$ nebo 1 mm s pryžovou izolací, stíněný podobně jako typ UF s izolací pvc. Stíněná lanka BGCF jsou s pryžovou izolací, typ HUF má izolaci z pvc. Tento stručný výčet několika typů a provedení byl uveden jen jako příklad z velkého množství nejrůznějších vodičů, vyráběných našimi závody.



Obr. 324. Nomogram impedance vysokofrekvenčních vodičů

Zvláštní skupinu tvoří vodiče vysokofrekvenční. Z nich jsou nejznámější souosé (tzv. koaxiální) a ploché kabely.

Souosé kabely byly popsány v kapitole o přehledu radiotechnických součástek, a proto zde popíšeme jen vysokofrekvenční kabely ploché. Z těchto „dvoulinek“, jak se nejčastěji tyto kabely nazývají, jsou nejdůležitější dva typy: VFK51, souměrný plochý televizní kabel s polyethylenovou izolací a vodič z lanek $7 \times 0,30$ mm. Jeho charakteristická impedance je 300Ω , kapacita 14 pF/1 m a útlum $0,04 \text{ dB/1 m}$ při 100 MHz . Uvedené hodnoty ovšem též do jisté míry závisí na způsobu montáže. Rozměry tohoto kabelu jsou na obr. 323 spolu s dalším typem VFK53, což je opět televizní souměrný plochý kabel, stíněný, s polyethylenovou izolací a stíněním z hliníkové fólie, obalené pláštěm z pvc. Hlavní vlastnosti tohoto typu jsou: impedance asi 240Ω , kapacita 16 pF/1 m a útlum $0,06 \text{ dB/1 m}$.

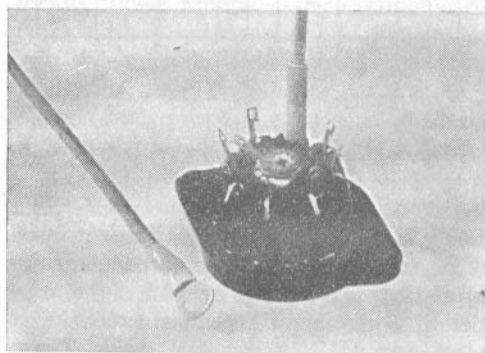
K stanovení impedance vř kabelů je znám jednoduchý nomogram (obr. 324), z něhož snadno určíme pro známé rozměry souosého nebo plochého kabelu jejich přibližnou impedanci Z . Rozměr d je průměr vodiče, rozměr D je u souosého kabelu průměr stínění, u plochého kabelu vzdálenost obou jeho vodičů. Poměr D/d je uveden na levé stupnici, na spodní vodorovné stupnici čteme přímo odpovídající impedanci.

8. Zapojování radiotechnických přístrojů

K zapojování radiotechnického přístroje potřebujeme vedle součástí a nářadí schéma, popř. zapojovací plánek. Obojí jsme poznali již v předcházejících kapitolách. Bylo již také mluveno o důležitosti krátkých spojů. Je-li přístroj konstrukčně dobře navržen jak po mechanické stránce, tak

i se zřetelem na zásady, o kterých jsme se již zmínili, vycházejí jednotlivé spoje krátké. K zapojování potřebujeme některé z uvedených zapojovacích drátů. Konce odizolujeme a na příslušném místě připájíme. Vlastní způsob pájení probereme zvlášť, nyní se ještě vrátíme k zapojování.

Odizolované konce drátu buď připájíme přímo, nebo na ně navlékáme izolační trubičku dlouhou asi 10 mm (v tomto případě z umělé hmoty), kterou před vlastním pájením

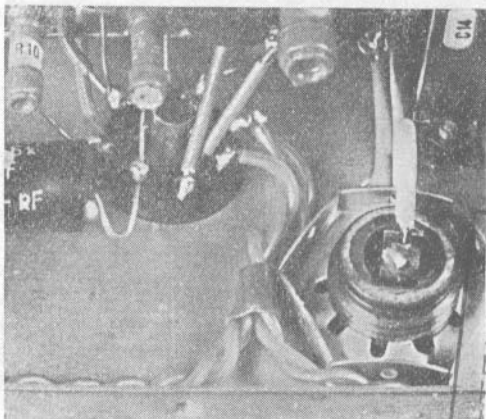


Obr. 325. Vodič s navlečenou izolační trubičkou, připájený na součástku

navlékneme na zapojovací drát poněkud dále od kraje, a teprve po připájení přisuneme až ke spoji, popř. ji převlékneme jinou trubičkou. Zapojovací vodič je tak až k místu připájení na součástku chráněn izolační trubičkou. Spoj navíc získá ještě na vzhledu, jak je patrné z obr. 325.

Při zapojování je *účelné dodržovat jistý sled barev* pro vodiče jednotlivých napětí. Používáme vždy stejných barev pro jednotlivé obvody, což velmi napomáhá orientaci v přístroji.

Tak např. vedení anodového kladného napětí děláme z drátu červeného, žhavicí přívody z drátu černého, záporné anodové napětí z drátu bílého, zemní spoje jsou žluté, vysokofrekvenční spoje zelené a nízkofrekvenční modré. Znamená to mít v zásobě větší množství drátů různých barev, ale vyplatí se to, pokud ovšem tento systém dodržujeme. Upozorňujeme, že tento způsob barevného značení vodičů není dosud normalizován a že uvedené příklady byly jen informativní. Pro všechny barvy zapojovacích drátů používáme jen jednoho druhu koncových izolačních trubiček.



Obr. 326. Zkroucené žhavicí přívody

Obvykle však k zapojování používáme vodiče *jen jedné barvy*, protože málokdy má amatér tak bohatý výběr vodičů různých barev, aby mohl zásadu barevného značení a rozlišování dodržovat. Ostatně bylo již uvedeno, že přístroje zapojené vodičem jedné barvy jsou obvykle vzhlednější.

Důležitější je *požadavek na tloušťku* zapojovacího drátu. Je přirozené, že k vedení anodového napětí a v nf, vf i mf obvodech úplně postačí vodič tloušťky asi 0,5 mm. Pro vedení síťových napětí je však třeba zvětšit jak tloušťku vodiče, tak dbát na dokonalou izolaci, podobně jako u vodičů napájecího kladného napětí. Žhavení elektronek propojujeme drátem 0,8 mm a tlustším, podle toho, jaký příkon má elektronka. Nezapomeňme však, že při paralelním řazení žhavicích vinutí elektronek se jejich proudy sčítají, takže je třeba podle toho volit i příslušný vodič, kterým děláme zapojování.

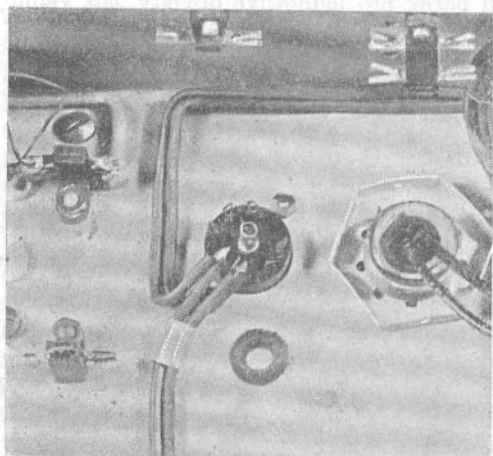
Při zapojování přístroje *postupujeme obvykle od konce*, tj. od síťové části. Síťové přívody od vstupních síťových přívodů přes vypínač a pojistku až k transformátoru provádíme drátem s dobrou izolací, aby nenastal průraz sítě na kostru. U některých přístrojů, např. vysílačů apod., musí být síťové

MAJETEK

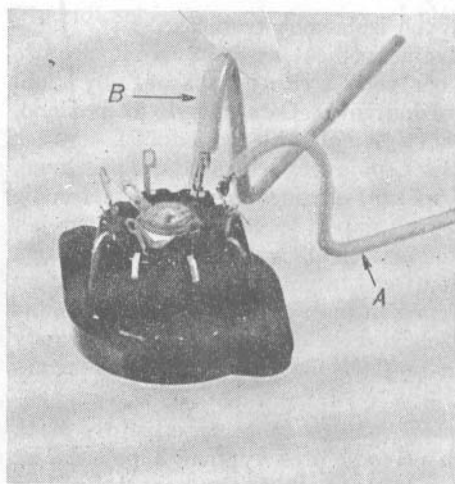
Kovopodniku města Brna
BRNO, nám. Družby nár. 2

vodiče stíněné. Volíme i v tomto případě dokonalou izolaci, která netrpí teplem při pájení stínícího opletení. Velmi vhodný je k tomu stíněný vodič s pryžovou izolací.

Žhavení všech elektronek zapojujeme obvykle tím způsobem, že oba



Obr. 327. Žhavicí přívody rovnoběžně



Obr. 328. Smyčka vodiče u součástky

vodiče, přivádějící žhavicí napětí, navzájem zkroutíme (obr. 326). Je to jednoduchý, avšak účinný prostředek k omezení vlivu škodlivých elektromagnetických polí, vzniklých podél obou vodičů. Obě pole se v tomto případě navzájem ruší. Někdy se setkáme také s připojením žhavicích přívodů podle obr. 327, kdy oba žhavicí přívody jsou vedeny rovnoběžně, avšak jen pro lepší vzhled. Oba vodiče jsou navzájem drženy izolační trubičkou z pvc, která je pevně stahuje.

Vlastní připojení zapojovacího drátu k součástce, ať již jde o objímku elektronky, potenciometr nebo záchytný bod, děláme zhruba dvěma způsoby. Buď je vodič připojen přímo k pájenému místu nejkratší cestou (obr. 327), nebo se před součástkou na zapojovacím drátu udělá malá smyčka (obr. 328), a teprve ta se připájí k součástce. Konec vodiče opět označíme podle potřeby izolační trubičkou (obr. 328B). Smyčku ovšem děláme jen u přívodů, u nichž si můžeme prodloužení o 5 až 10 mm dovolit. Tedy u mřížkových přívodů to jistě dělat nebudeme. Smyčku na zakončení přívodů děláme hlavně pro lepší vzhled, a jeji potřebu

musíme předem promyslet, aby nevznikly nějaké nežádoucí vazby.

Pokud některý vodič k součástce nepájíme, ale připevňujeme šroubem a maticí, dbáme té zásady, abychom drát navlékli na šroub tak, abychom při utahování matice jeho konec zatahovali. Je to dobře vidět na obr. 329. Kdybychom navlékli smyčku na šroub opačně, rozevírala by se při utahování matice. Ostatně vždy navlékáme pod maticí na drát nejprve podložku, a teprve přes ni spoj utahujeme. Avšak i v tom případě dodržujeme zásadu správného nasazení smyčky na šroub.

9. Pájení v radiotechnice

Pájení v radiotechnice věnujeme samostatnou kapitolu, vzhledem k jeho důležitosti. V radiotechnice užíváme téměř výhradně *pájení na měkko*, při kterém se pájka taví při teplotě kolem 200 °C. Pájka se prodává buď v kusech, nebo jako tenká trubička průměru asi 2 mm, uvnitř vyplněná kalafunou. Dobrá pájka má stříbritý vzhled a při ohnutí praská. S větším obsahem olova ztrácí pájka lesk a přestává praskat. Výhodnější je pájka s malým obsahem olova, protože cín je podstatně lepší vodič než olovo. Proto se snažíme raději používat pájky s větším obsahem cínu.

Předpokladem dobrého spojení měkkou pájkou je dobré očištění povrchu pájených předmětů nebo drátů. V některých případech se musí povrch očistit nejprve mechanicky, smirkovým plátnem, pilníkem nebo nožem. Po mechanickém očištění následuje chemické očištění povrchu, které v radiotechnice děláme nejčastěji *kalafunou*, zředěná různými pájecími pastami. S pastami jsou některé nesnáze. Pasta má kov dobře očistit, nesmí však ani zahřát při pájení, ani během času vytvářet kyselé zplodiny, které by jemné drátky porušovaly. Většina past, které jsou na trhu, jsou kyselé. Je pravda, že se jimi spájená místa dobře očistí a pájka při pájení dobře zatéká, avšak k pájení v radiotechnice se vůbec nehodí. Naprosto se vylučuje její používání při pájení vysokofrekvenčních kablíků, které se pastou téměř vždy naruší, dochází k jejich korozi a k brzkému přerušení spoje.

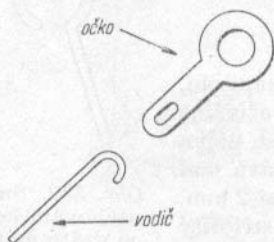
Uvedl jsem již, že při pájení v radiotechnice používáme k očištění spájených míst kalafuny. Je celkem lhostejné, zda jí použijeme v tuhé nebo tekuté formě; pohodlnější je používat kalafuny v roztoku. Užíváme k tomu lihu, ve kterém rozpustíme tolik kalafuny, až vznikne hustší tekutina, jako řídký olej. Do roztoku kalafuny v lihu můžeme přidat několik krystalků anilínhydrochloridu, který podstatně zlepšuje očišťující účinky roztoku a přitom nezanechává nejmenších kyselých zbytků. Tekutina se na spájená místa nanáší buď malým štětečkem, nebo smyčkou drátu, v níž potřebné



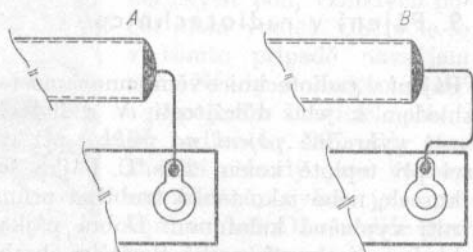
Obr. 329. Směr utahování konce drátu maticí na šroubu

množství tekutiny snadno drží a přenese se na potřebné místo. Kalafuna nezanechává žádných kyselých zbytků, které by mohly spoje porušit. Proto se kalafuna dává též do cínové trubičky, kterou se naplní, a pomáhá přímo při pájení spoje očišťovat.

Vlastní pájení musí postupovat pokud možno *rychle*, aby se pájené předměty nepřehřívaly. Je třeba totiž pamatovat, že např. cívky jsou mnohdy vinuty na trolitulových tělískách, která teplem měknou; měděný drát je dobrý vodič tepla a jestliže vývody cívky jsou krátké a jsou při pájení



Obr. 330. Háček k zaklesnutí do očka



Obr. 331. Chybné a správné připájení součástek

dlouho ohřívány, mohlo by přestupem tepla dojít i k poškození tělíska cívky. Spojení cínem musí být pevné po mechanické stránce a musí tvořit dobré elektrické spojení. Konečně dbáme i na to, aby spoj byl vzhledný.

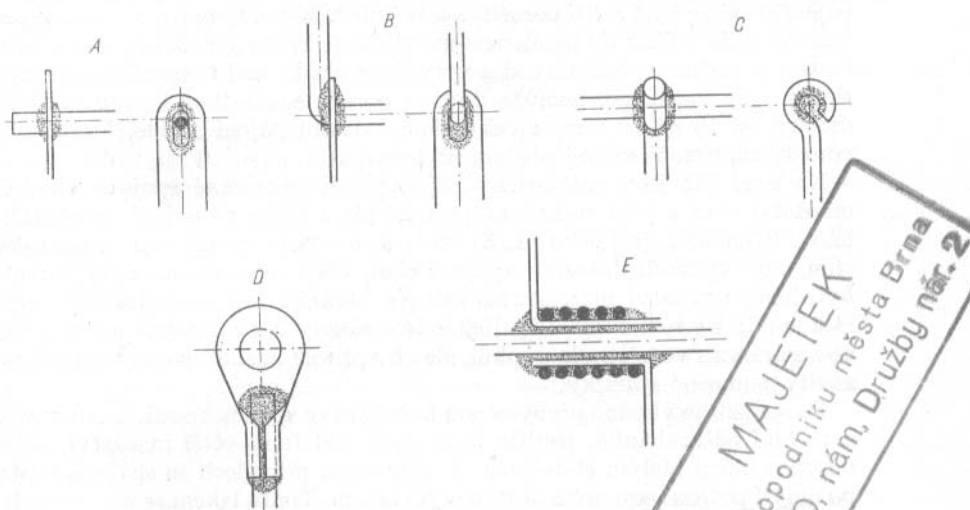
Pro pájení je vhodné, *jsou-li pájené předměty předem pocínovány*. Pájení proběhne potom rychle a cín velmi dobře zatéká do spoje. Proto jsou i zapojovací dráty pocínovány, proto bývají pocínována i pájecí očka. Pokud vodič nebo některá součástka nejsou předem pocínovány, pocínujeme je, pokud možno před vlastním pájením.

Při pájení musí být pájená součást upevněna tak, aby se ani během pájení, ani při chlazení nemohla pohybovat; jinak vznikne tzv. studený spoj, který při provozu velmi brzy upadne — přeruší se.

Dobrý spoj poznáme snadno podle toho, že spájené místo, během pájení leskle stříbrité, po vychladnutí poněkud ztemní, ztratí lesk.

Abyste splnili tyto podmínky, je třeba, *aby bylo pájené místo pájkou dobře prolito*. Cín musí spojem dobře protéci a dobře přilnout. K tomu napomáhá *dostatečně teplá a výkonná páječka*. Pro dobré prohrátí pájeného místa pamatujeme, že hrot páječky musí být přiložen k tomuto místu co největší plochou. Proto jsou měděné hroty páječky spilovány a často zahnuty, abychom se jimi dostali i na místa málo přístupná, kterých v přístroji bývá vždy dosti. Hrot páječky udržujeme stále čistý tak, aby na něm držela vždy kapka cínu a zůstávala čistá, lesklá, nikoli různě strupatá nebo docela

černá. To svědčí o přílišné teplotě tělíska, kdy se měď přehřívá, pájka se oxiduje a spaluje na popel. Hrot páječky čistíme drátěným kartáčem a občas, když se měď „vyžere“ v důlek, dopilujeme hrot na původní tvar. Toto „vyžírání“ měděného hrotu způsobuje rozpouštění mědi v cínu. Snažíme se proto tomuto jevu zabránit, a to několika způsoby. Ve všech případech jde o povrchovou úpravu měděného tělíska. Ukázalo se, že je



Obr. 332. Různé pájené spoje

výhodné tlusté galvanické postříbření. Podmínkou ovšem je, aby stříbro, kterým se tělíska stříbí, bylo čisté. Vhodné je také navaření stříbra na hrot pájky; také v tomto případě je nutné, aby navařované stříbro bylo čisté, jinak nastává zase oxidování a ostatní již popsané jevy. Jiný způsob ochrany spočívá v galvanickém pochromování. Také to je dobrý způsob k zamezení opalování měděného tělíska, stejně však jako u stříbra musíme dbát, aby se pájčka nepřehřívala a přílišnou teplotou se vrstva ochranného kovu nezničila.

V některých případech nestačí při pájení samotná pájka k pevnému spojení, a proto si pomáháme vhodnou úpravou spojovaných částí. Při zapojování jsme již poznali spirálky z pocínovaného drátu, které navlékáme na vodiče v místech, kde chceme provést odbočku, uzly nebo připojit vodič apod. Jindy uděláme na drátech háček, který zaklesneme do pájecího očka a celek dobře propájíme (obr. 330). Takový spoj je potom dostatečně pevný. Proto řada součástek má vývody s podobným otvorem k zaklesnutí přívodu (potenciometry, objímky elektronek aj.).

Při pájení si musíme uvědomit, že pro dobré prohrátí pájených míst je nutné, aby páječka měla teplotu téměř dvojnásobnou, než je teplota tání cínové pájky, tedy kolem 400 °C. Na tuto teplotu se tedy také prohřívají pájené plochy. Proto je ovšem nutné, aby u drobných součástí, jako jsou odpory, kondenzátory, byly ponechány jejich přívody dosti dlouhé, aby se oteplování od pájeného místa k součástce zmenšilo. Nepájíme tedy podle obr. 331A, kde je ponechán jen krátký přívod u kondenzátoru, protože při pájení se může jeho zalití porušit, a když nic horšího, tedy tímto porušeným zalitím může vnikat do kondenzátoru vlhkost. Podle obr. 331B, kdy u součástky ponecháme delší přívod a vytvoříme z něho malou smyčku, a teprve tu do očka zapájíme, nemůže dojít k poruše součástky. Vývod má být dlouhý asi 15 až 20 mm. I tak děláme vlastní pájení rychle, čemuž napomáháme tím, že vývod předem pocínujeme.

Na obr. 332 jsou znázorněny nejobvykleji používané spoje a vhodná množství cínu a jeho rozlití po spoji. Ať jde o přímé připojení vodiče (D), háček (C) nebo pájecí očko (A, B), vždy se na spoji roztaví pájkou jen tolik cínu, aby vytvořil dokonalé spojení obou částí, neskapával tedy v nadbytečném množství mezi součástky. Na obrázku je i spoj drátěnou spirálkou (E). I v tomto případě dbáme této zásady a cínu dáváme jen tolik, aby spirálku s vodiči zcela vyplnil, ale aby přitom zůstaly patrné jednotlivé závity pomocné spirálky.

Po spájení je vhodné přebytečnou kalafunu ze spájeného místa odstranit, a to buď odškrabáním, jestliže je na spoji kalafuny větší množství, nebo omytím lihem malým štětečkem. V některých případech se spájená místa po omytí potřou barevným acetonovým lakem. Tímto lakem se má neutralizovat účinek nejméně stop kyselin a zplodin po pájení a zabránit okysličování spájeného místa.

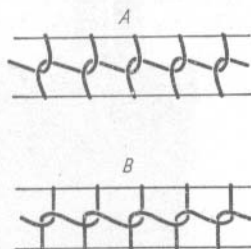
Nakonec se zmíním ještě o pájení vodičů s izolací z lehce tavitelných umělých hmot, jako trolitul, pvc apod. Jestliže je nutno připájet např. souosý kabel s trolitulovou izolací k pájecímu očku, musí se kabel držet po celou dobu pájení až do úplného zchladnutí pájeného místa i vodiče v přímé, nezahnuté poloze co nejblíže u pájeného konce. To proto, že pájený horký vodič velmi snadno prořízne změkklý trolitul nebo igelit, tvořící jeho izolační obal, a spoj je potom nejen v tomto místě odizolován, ale drát nebo lanko je na konci z vodiče vyhrzlé, a spoj je nevhledný.

10. Svazkování vodičů

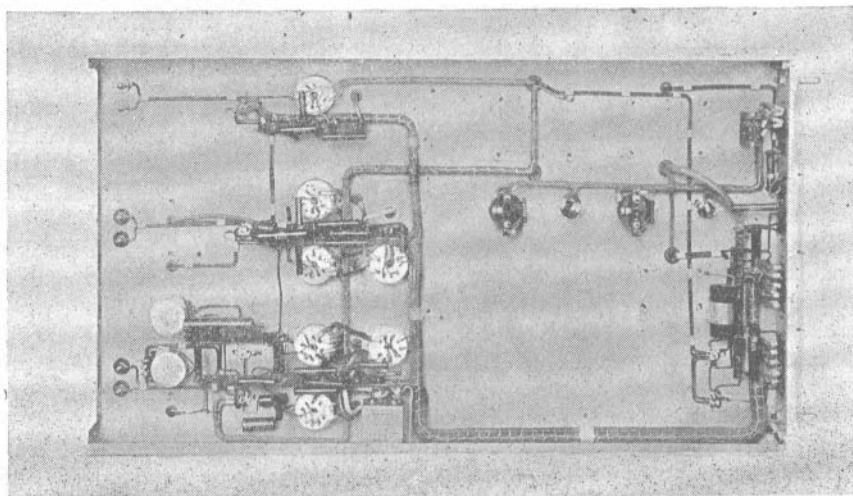
U přístrojů, kde je vedeno více vodičů, bývá zvykem tyto vodiče navzájem zajišťovat a sdružovat do *společných svazků*. Pokud jde o několik málo vodičů, je možné toto zajištění provést úzkými proužky izolační trubičky z umělé hmoty, kterou navlékáme na svazek vodičů v jisté vzdálenosti

od sebe, např. 30 mm. Svazek drží dobře pohromadě a tvoří vzhledný celek. Zajišťování svazků pomocí úzkých proužků izolační trubičky má však jednu velkou nevýhodu. Předem musíme zvolit konečnou délku spojů, popř. zformovat ji, a před vlastním zapojením navléci na ně stahovací proužky. Jinak bychom totiž na svazek proužky nenavlékli.

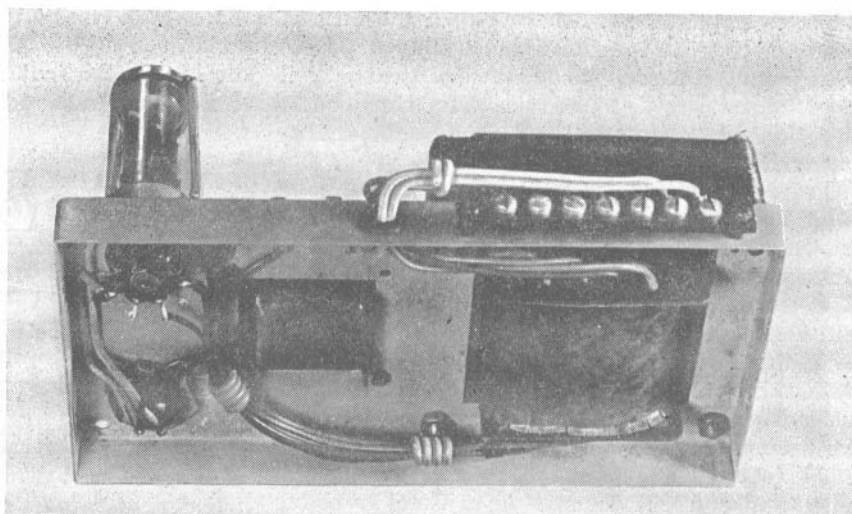
Proto je výhodnější svazkování vodičů pomocí tlusté rezné nebo hedvábné nitě nebo tenkého provázku. Svazky lze v tomto případě vyvazovat až po úplném zapojení, tedy i po zapájení. Svazkování se dělá tak, že se svazek vhodným způsobem ovíjí nití nebo provázkem tak, aby se každá smyčka sama utahovala. Poslouží zde opět nejlépe obrázek 333A, kde je vyznačeno správné pokládání a podvlékání provázků kolem svazku při vyvazování, při kterém jednotlivé smyčky samy drží. Na obr. 333B je chybné ovíjení, při kterém se smyčky snadno uvolňují. K dokonalému zajištění je vhodné provést na jednom místě dvojitou smyčku, čímž se ovin zajistí proti rozvázání. Praxe při svazkování je taková, že asi dvakrát až pětkrát uděláme jednoduchou smyčku a každou třetí nebo šestou potom zdvojíme a tak zajistíme. Samozřejmě, že také poslední, koncová smyčka je dvojitá.



Obr. 334. Přístroj se svazkovánými vodiči



Obr. 333. Svazkování vodičů pomocí nitě



Obr. 335. Vodiče svazkované ovinutím drátem

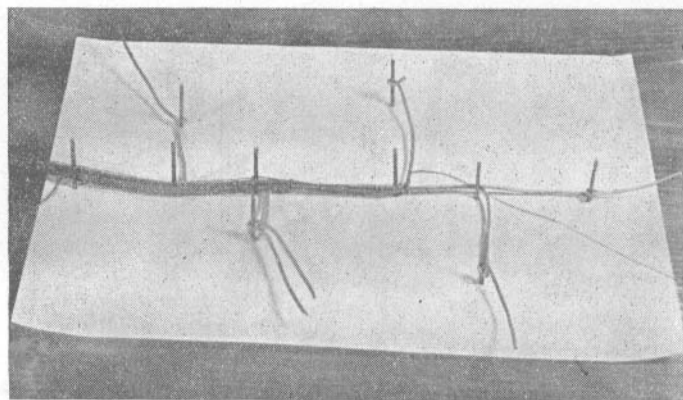
Svazkování vodičů užitečně zpevní zapojení obzvláště u přístrojů, které mají větší počet spojů, jak to vidíme na obr. 334. Zde se svazkování provádí u dvou vodičů, které vedou společně k jednomu místu na kostře. Protože takový svazek vodičů má jistou váhu a při normální poloze přístroje by odpadával od kostry, je na několika místech připevněn ke kostře příchytkami (obr. 334).

Pro jednoduchý způsob svazkování několika vodičů se někdy užívá několika závitů samotného zapojovacího drátu, kterým svazek vodičů na několika místech ovineme. Takový způsob je na obr. 335, kde ho bylo použito při zapojení síťové části k nejjednoduššímu svazkování přívodů, vedoucích od síťového transformátoru k elektronce a tlumivce.

Zmíníme se ještě o tzv. *kabelových kostrách*. Kabelové kostry jsou svazky vodičů provedené podle předem připravené formy, do které se jednotlivé vodiče svazku natahují a formují. Kabelové kostry, běžně zvané „stroměčky“, se dělají u složitějších elektronických přístrojů, není-li nebezpečí, že takto společně vedené vodiče s různými napětími se budou navzájem ovlivňovat. Proto se choulostivé spoje vedou mimo svazek jednotlivými vodiči nejkratší cestou přímo k příslušné součástce.

„Stroměčky“ se prakticky zhotovují tak, že se na papír nakreslí rozmístění součástek na kostře. Papír se potom nalepí nebo napne na desku z měkkého dřeva a do ní se na vhodných místech, kde např. vodiče ze svazku odbočují, zarazí hřebíčky. Vytvoří se tedy jakási hřebíková forma,

do které se postupně zakládají jednotlivé vodiče. Potom se celá kostra sváže nití nebo tenkým provázkem a impregnuje vhodným lakem, pokud je to nutné. Konce vodičů se zbaví izolace, pocínují, naformují. Celek se pak vloží do přístroje a jednotlivé vodiče svazků se připájejí na příslušné součástky. Tohoto způsobu zapojování se používá především u větších sérií, kde se uplatní výhoda, že lze celý svazek včetně vyvázání provést mimo vlastní přístroj a jako celek pak vložit a zapájet do přístroje.



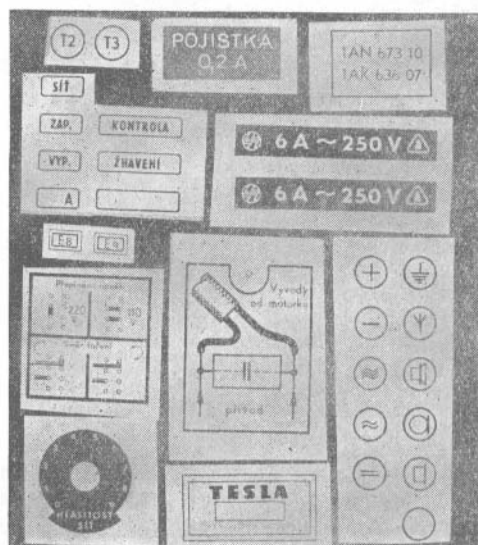
Obr. 336. Forma pro „stroměček“

11. Označování součástek

U složitějších přístrojů je mnohdy dosti obtížná orientace v jejich zapojení. Čím složitější a rozsáhlejší je zapojení přístroje, čím více obsahuje součástek, tím důležitější je pro urychlení orientace zavedení nějakého systému nebo značení k usnadnění práce nejen při vlastním sestavování, ale především při opravách. V kapitole o vodičích jsme již mluvili o zachování barevného označování vodičů pro jednotlivé obvody, v kapitole o součástkách byl uveden způsob jednotného značení vývodů transformátorů a tlumivek. To je jedna ze základních pomůcek, kterou můžeme dodržet buď volbou barevných vodičů, nebo barevných izolačních trubiček, navlékaných na konce vodičů.

Jiným, neobyčejně užitečným a účelným prostředkem jsou *průmyslové obtisky*, které nahrazují pomalá, pracná a nákladná malování písma a dovolují umisťovat potřebné texty přímo na výrobek. Obtisk je přitom dokonalý, vzhledný, výrazný, trvanlivý a především levný.

Obtisky se vyrábějí celkem ve třech různých provedeních. Nejznámější jsou *pozitivní obtisky stahovací*, dále se vyrábějí *negativní obtisky snímací* na různý materiál a konečně *obtisky vpalovací* na porcelán, smalt a sklo pro vysoké teploty. V běžné praxi se nejvíce užívá pozitivních obtisků stahovacích. Obrázek 337 ukazuje rozmanitost obtisků. Jsou to nejen drobné

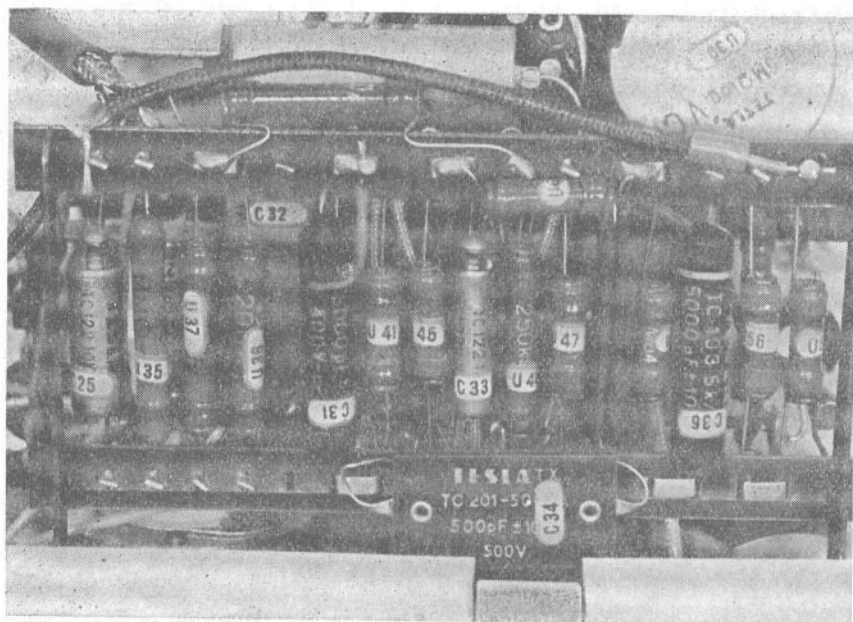


Obr. 337. Obtisky na součástky

ky. Na první pohled je zřejmé, jak je při použití obtisků a schémat, kdy jsou součástky shodně označeny, orientace v přístroji neobyčejně rychlá a přesná. Obtisky se vyrábějí od drobných, jednobarevných až po rozměrné, dvanáctibarevné. Dodávají se v arších 600×800 mm, 750×500 mm nebo 400×600 mm, popř. v menších blocích nebo jednotlivě, podle dohody se zákazníkem. Obtisky se musí skladovat v suché místnosti.

12. Plošné spoje

Jedním, a to nejmodernějším způsobem zapojování elektronických přístrojů jsou tzv. plošné spoje. Plošné spoje se dnes značně rozšířily, především při automatické montáži velkých sérií zařízení. V amatérské praxi se tohoto způsobu zapojování prakticky neužívá, je však vhodné jeho hlavní problematiku znát.



Obr. 338. Přístroj se součástkami označenými obtisky

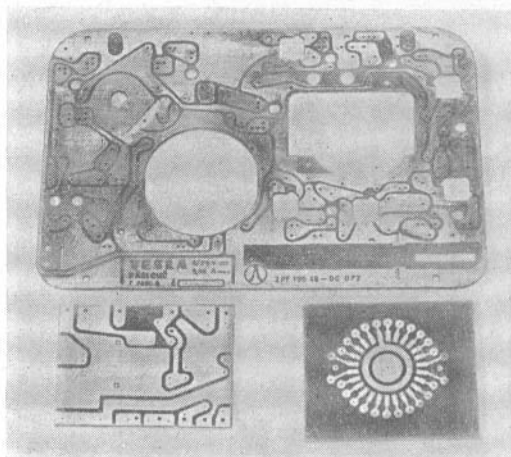
Plošné spoje se dnes nejčastěji dělají *metodou odleptání kovové fólie* do potřebného obrazce a *metodou vypalování spojů* na sklo, keramiku a podobné materiály vypalovacími vodivými laky.

Při prvním způsobu se na destičku z jakostního izolantu, u nás vyráběného speciálního skelného laminátu zvaného Cuprexit, přilepí tenká měděná fólie tlustá asi 0,03 mm. Obraz plošného spoje se nakreslí ve zvětšení 2 : 1 nebo 3 : 1 na papír a fotografickou cestou se z něho získá negativ nebo pozitiv takové velikosti, jakou má mít plošný spoj. Obrazec se přeneše na fólii buď optickou cestou pomocí emulze citlivé na světlo, nanesené na fólii, na kterou se obraz plošného spoje vykopíruje nebo se obrazec přeneše na destičku ofsetovým tiskem.

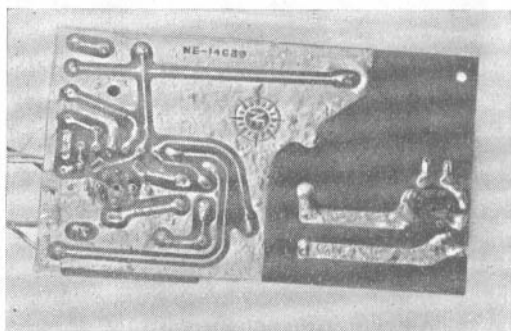
Destička s fólií (obr. 339) pokrytou krycí barvou se leptá a tím se zbaví těch vodivých plošek, které na destičce nemají být. Nyní se již jen vhodným rozpouštědlem odstraní ze zbylé fólie krycí barva, aby bylo možno fólii dobře pájet, do tvarů se na všech potřebných místech vyvrtají otvory a destička s plošnými spoji je připravena k dalšímu zpracování.

Druhým způsobem je metoda vypalovací. Při tomto způsobu výroby plošných spojů se využívá praxe, známé sklářům již dlouhá léta. Jako izo-

lační podložky je použito skleněné nebo keramické destičky. Vodivé plochy jsou na destičce vytvořeny povlakem stříbra, vpáleny do skla nebo keramiky při teplotě blízké bodu jejich měknutí. Tato metoda se uplatní především v obvodech vysokých kmitočtů, kde se mohou výborné vlastnosti keramiky v plné míře osvědčit.



Obr. 339. Destičky s plošnými spoji



Obr. 340. Destička s plošnými spoji a se zapájenými součástkami

Je nepochybné, že budoucnost v mnoha případech patří plošným spojům, které mají skutečně mnoho předností. Především je to možnost hromadné sériové výroby, vyloučení chyb při zapojování, protože všechny destičky a tím i spoje jsou naprosto stejné, dále je to úspora váhy a rozměrů (odpadá kovová kostra a řada mechanických prvků) a konečně jednoduchá montáž. Metodou plošných spojů lze dělat nejen vlastní spoje, ale i indukčnosti, přepínače a jiné součásti, takže je téměř jisté, že v budoucnosti se budou tímto způsobem vyrábět četné přístroje, především po plném rozšíření tranzistorů a ostatních miniaturních součástek. Pravděpodobně to však bude jen v těch odvětvích, kde půjde o malé konstrukční celky vyráběné ve velkých sériích, např. v matematických počítačích strojích apod. U velkých přístrojů, jako např. televizorů, přijímačů apod. se naopak ukazuje, že výhody jsou vyváženy nevýhodami, z nichž nejvýznamnější je velká obtížnost oprav, takže zlevnění, kterého se dosáhne použitím plošných spojů při výrobě, zaplatí zákazník často mnohonásobně při opravách, které jsou nesrovnatelně dražší.

VI. Úprava pracoviště a technologie radiotechnických prací

MAJETEK
Kovopodniku města Brna
BRNO, nám. Družby nár. 6

Úprava pracoviště spočívá většinou ve *vhodném uspořádání pracovního stolu*, který máme k dispozici.

Na pracovním stole děláme různé práce jak mechanické, tak i elektrické. Podle druhu práce upravíme vždy pracovní stůl. Pro *práce čistě mechanické*, výrobu koster aj., které se skládají ponejvíce z řezání, pilování, vrtání a jiných mechanických úkonů, je vhodné překrýt pracovní desku stolu *pomocnou deskou z tlustého dřeva*, na které můžeme dělat všechny uvedené práce bez nebezpečí poškození stolu. Po pravé straně desky připevníme svěrák. Vhodným materiálem na desku bude starší kreslicí prkno formátu A1 s rozměry 960 × 620 mm.

Pro *práce montážní a zapojovací* je neobyčejně výhodná *mechová pryž* tloušťky asi 10 mm, kterou pracovní desku stolu přikryjeme. Přístroje jsou pak na ní uloženy měkce, tak, jak měřicí přístroje a nedohotovené stavby vyžadují. Také pro skříňe přijímačů při opravách apod. je tato měkká pryž neobyčejně vhodná, neboť při různé manipulaci s přístrojem se snadno může pod skříň dostat šroubek nebo jiná drobnost, která by na tvrdém podkladě mohla leštěnou skříň poškrábat. Do mechové pryže se šroubek lehce zamáčkne a nezpůsobí škodu. Mechová pryž se prodává v tloušťce asi od 3 do 30 mm ve všech speciálních prodejnách.

K usnadnění práce zachováváme na pracovním stole určité rozdělení a rozmístění jak nástrojů a náradí, tak i materiálu. Obvykle bývá na pravé straně stolku páječka a ostatní náradí potřebné k práci, na levé straně pak montážní materiál, součástky apod. Uprostřed před sebou máme potřebné měřicí přístroje. Je vhodné přistavit stůl delší hranou ke zdi, a na zeď zavěsit různá schémata a výkresy, kterých právě používáme. K tomu se nejlépe hodí tabule tzv. hobry, což je uměle vyrobená deska z měkkých, lisovaných materiálů. Deska je ideální k zapichování napínáčků, špendlíků a jiných pomůcek.

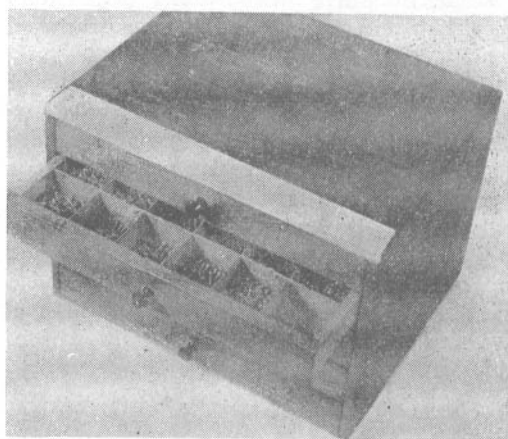
Máme-li možnost pracovního stolu používat trvale, umístíme ho obvykle někde v rohu místnosti. Nad pracovní stůl umístíme ve vhodné výšce polici, na kterou můžeme odkládat nejen knihy, ale umístit i různé měřicí přístroje, potřebné při práci. Polici můžeme buď připevnit nad stůl na zeď,

nebo ji udělat v podobě stojánku na pracovním stole. Druhé řešení má tu výhodu, že poličku lze kdykoli odklidit, aniž zanechá nějaké stopy (skoby ve zdi apod.). Rám pro takovou polici ovšem musí být masivní, aby se pod těžšími přístroji nerozsypal.

Dalším důležitým požadavkem při úpravě pracoviště je osvětlení svítidlem s vhodnou žárovkou nebo zářivkou, jejíž použití je dnes nejuvhodnější.

1. Uložení materiálu

Aby se *choulostivé součástky* nepoškodily, ukládají se do *papírových krabiček*, zesílených polepením pevným papírem. Dobře se osvědčí krabičky od fotografických papírů a desek. Formát 6×9 se hodí pro úschovu drobného materiálu, jako šroubků, matic, oček apod., do krabiček od pohlednic můžeme ukládat malé součástky, jako jsou odpory, svitkové a jiné menší kondenzátory, cívková jádra aj. Na čelní stěnu krabičky nalepíme štítek s označením obsahu. Praxe ukázala, že je vhodnější součástku na štítek nakreslit, než psát její název, protože obrázek je názornější a orientace rychlejší.



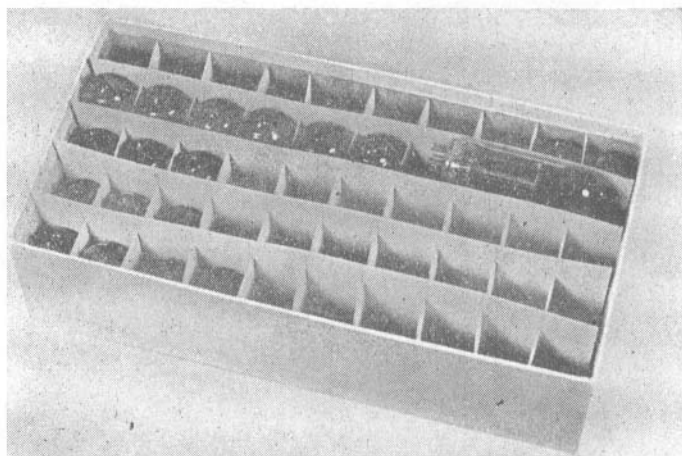
Obr. 341. Příhrádkové zásuvky na drobný materiál

Nejuvhodnější je ovšem ukládání do *zásuvek*, které jsou rozděleny na několik přihrádek, z nichž každá obsahuje jeden druh materiálu nebo součástek. Zásuvky jsou ve zvláštní *skříňce*, která může být z měkkého dřeva. Skříňka (obr. 341) má několik zásuvek, rozdělených podle potřeby papírovými přihrádkami, které jsou dostatečně vyztuženy papírovou lepicí páskou.

Velmi výhodné jsou též zásuvky příslušně rozdělené i pro běžné součástky. V tomto případě budou vnitřní přepážky ze dřeva, nejlépe z tenké překližky; do jednotlivých přihrádek ukládáme potenciometry, přepínače, objímky elektronek aj. Zásuvky jsou opět nad sebou s rozměry asi 15×15 cm, a hloubkou jedné přihrádky 8 cm.

Že lze tímto způsobem neobyčejně dobře ukládat i elektronky, málokdo

dosud ocenil. I pro ně však stačí nastříhat a vlepít do lepenkové krabice (obr. 342) mřížky z papíru vhodných rozměrů, ve kterých jsou elektronky svisle uloženy. Toto uložení elektronek má několik předností. Elektronky jsou navzájem odděleny lepenkovými mezistěnami, takže se navzájem nedotýkají sklem a nemohou se tedy rozbít. Přitom jsou však uloženy tak, aby bylo možno kteroukoli z nich okamžitě vyjmout. Krabička umožňuje též



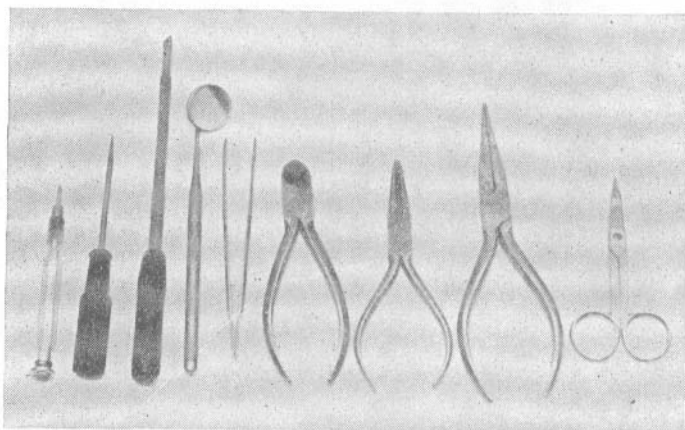
Obr. 342. Uložení elektronek v kartonových krabicích

dokonalý přehled o typech a počtu jednotlivých elektronek. Na papírovou mřížku, oddělující navzájem elektronky, se může nalepit označení typu. Elektronka se má po zakoupení ihned změřit, její hlavní údaje (strmost, anodový proud) napsat na malý kousek lepicí pásky a pásku nalepit na elektronku. Osvědčuje se to při výběru párových elektronek nebo elektronek se stejnými vlastnostmi.

Zvláštní nároky na uložení kladou dráty — vodiče. Pokud jde o smaltovaný drát, je nejvhodnější uložit jej s původní cívkou, na které je navinut přímo od výrobce. Cívky naskládáme do nějaké větší zásuvky nebo krabice. Jednou použitého smaltovaného drátu již znovu nepoužíváme. Zapojovací drát navijeme na cívku velkých průměrů, aby neměl ostré rohy, hrany, které by se obtížně vyrovnávaly. Holý pocínovaný drát navijeme na cívku jako drát smaltovaný. Také izolační trubičky je vhodné navinout na cívku nebo svinout do kruhu, aby se textilní trubičky nepolámaly.

2. Nástroje a nářadí pro radiotechnické práce

Bylo již uvedeno, že k vykonávání radiotechnických prací musíme znát různé práce mechanické a být na ně nějak zařízeni. Výčet běžného nářadí a nástrojů nelze začít jinak, než *šroubovákem*. Šroubováků potřebujeme v radiotechnice několik velikostí, a to od nejmenšího tzv. hodinářského k utahování drobných šroubků neboli „červíků“ až po velké šroubováky pro šrouby, jimiž připevňujeme velké a rozměrné předměty. Je třeba pamatovat,



Obr. 343. Souprava nářadí pro radiotechniku

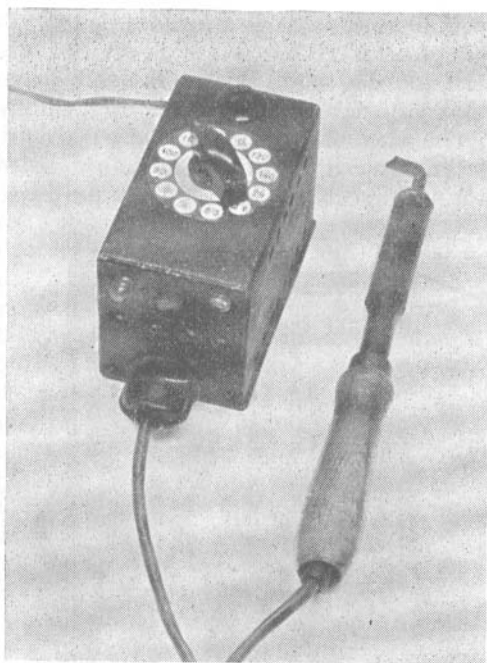
že podle šroubu, velikosti jeho drážky volíme také vhodnou velikost šroubováku. Není vhodné utahovat šroub velkým šroubovákem, protože bychom poškodili povrch plochy, do které je šroub zatahován, ani zase větší šroub utahovat šroubovákem malým. Dochází obvykle buď k poškození drážky šroubu, nebo břítu šroubováku. Ten musí vždy vyplňovat zcela drážku šroubu.

Kleště jsou dalším nástrojem, v radioamatérské praxi často používaným. Nejčastěji jsou to kleště štípací k přeštipování různých spojovacích vodičů, kleště kombinované, ploché a kulaté. Dále používáme různých *klíčů*, *svěrek*, *dolaďovacích klíčů*, *pinzet*, *nástrčkových klíčů*, *štetců*, *zubařského zrcátka* aj., jimiž si usnadňujeme rozmanité práce. Na obr. 343 je souprava nástrojů a nářadí, které při práci nejčastěji potřebujeme.

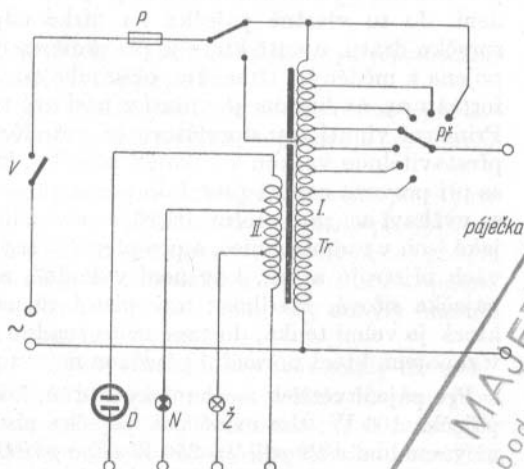
Jedním z neznámějších nástrojů v radiotechnice je *páječka* k pájení spojů a přívodů v elektronických přístrojích. Páječek známe několik druhů. Pro práce v radiotechnice je nejběžnější *páječka síťová* příkonu asi 100 W. Tako-

vou páječkou se prohřejí prakticky všechny spoje, i zemnicí vedení. O vlastním pájení bylo již pojednáno. Velmi dobré služby koná *nizkonapěťová páječka* na napětí asi 15 až 25 V. Má proti páječce na síťové napětí přednost delšího života, neboť drát, ze kterého je topné tělísko, je tlustší než u síťové páječky a prakticky vydrží po léta. Nevýhodou je ovšem to že taková páječka vyžaduje převodní transformátor. Když však již vineme převodní transformátor, uděláme na něm několik odboček, takže páječku můžeme připojit k menšímu nebo většímu napětí, podle povahy pájení. To má ovšem značnou výhodu, protože při trvalém odebírání plného příkonu, jako je tomu u síťové páječky, dochází k již uvedenému rychlému oxysolčení měděného hrotu a k jeho opalování. Vhodně zde sice pomáhá stříbření nebo chromování měděného hrotu, ale při trvalém provozu, kdy je páječka plně vyhřívána, dochází přece jen brzy k opalování mědi.

! Převodní transformátor je vhodným řešením i pro páječku síťovou. Připojením páječky přes transformátor můžeme dosáhnout jejího rychlého rozehrátí, když ji připojíme na vyšší napětí, a naopak pro běžnou potřebu po dosažení potřebné teploty můžeme s páječkou pracovat při nižším na-



Obr. 344. Síťová páječka s převodním transformátorem

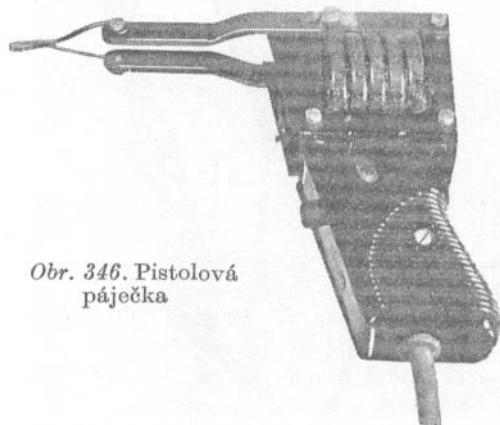


Obr. 345. Schéma převodního transformátoru pro páječku

pětí, aby nedocházelo k upalování měděného hrotu. Přepínací transformátor pro páječku 120 V/100 W je na obr. 344. Transformátor má odbočky 80, 100, 110, 120, 130 a 140 V. Přepíná se běžným přepínačem. Transformátor má však ještě několik dalších odboček a vinutí, aby mohl sloužit ještě k několika jiným úkolům. Jeho elektrické schéma je na obr. 345. Vidíme, že pro páječku se použije zapojení autotransformátoru Tr, aby převodní transformátor nebyl příliš rozměrný. Napětí pro páječku volíme přepínačem P_r. Navíc

má transformátor vinutí II s odbočkami 6 V pro žárovku Ž, 24 V pro telefonní návěští N a 200 V pro doutnavku D, která slouží ke kontrole obvodů prozváněním. Pro některé potřeby je i na primárním vinutí I několik odboček, a to 4 V, 6,3 V, 12,6 V a 24 V. Tato napětí lze odebírat ze zdírek pro páječku. V primárním přívodu je zařazena pojistka P 1,5 A k ochraně transformátoru.

Dalším typem páječky je tzv. *páječka pistolová*. Její obliba vzrostla především v posledních letech, kdy v mnoha případech úplně vytlačila páječku normální



Obr. 346. Pistolová páječka

pro několik výhod. Na obr. 346 je pistolová páječka v nejčastějším provedení. Je to vlastně páječka na nízké napětí, jejíž topné tělísko tvoří smyčku drátu, uvnitř které je při provozu největší teplota. Smyčka je připojena k měděným třmenům, přišroubovaným izolovaně na rámeček transformátoru, na kterém je vinutí z páskové mědi k napájení topné smyčky. Primární vinutí transformátoru je pro síťová napětí 120 a 220 V, volitelně přestavitelnou vačkou v rukojeti páječky, která obsahuje též tlačítko, jímž se při provozu zapíná proud do primárního vinutí transformátoru. Smyčka se vyžhává asi za 5 vteřin. Páječka je vhodná k pájení drobnějších součástí, jaké jsou v radiotechnice, a pro přerušovaný provoz, jako při vývoji a opravách přístrojů apod., kdy není výhodné, aby byla trvale zapojena velká páječka síťová. Předností této pistolové páječky je také to, že smyčkou, která je velmi tenká, dostaneme se snadno i dovnitř různých koutů a míst v zapojení, která normální páječkou nejsou přístupná.

Pro pájení větších mechanických dílů, koster apod. nestačí ani přepínací páječka 100 W, tím méně pak páječka pistolová. K pájení takových dílů užíváme buď *větší páječky 250 W* nebo *páječky dmuchávkové na svitiplýn*.

Na různé mechanické práce se uvedené nářadí doplní dalšími nástroji, jako jsou např. *pilky, vrtáčky, kládívka, ocelová měřítka, nůžky na plech, posuvné*

měrky, důlčičky aj. K řezání hřídelček, plechu apod. užíváme buď *lupenkové pilky* v malém nebo velkém rámu, nebo *listové pilky* na kov. Této pilky můžeme používat také bez rámu: a to samotných listů, které se na té straně, kde pilku uchopíme, zabalí do hadru, abychom se zoubky pilky neporanili. Jestliže u takové listové pilky jednu stranu ubroujíme, lze jí řezat i takový materiál, jako je umaplex — organické sklo — bez nebezpečí jeho popraskání.

Vrtaček používáme nejméně dvou velikostí. Jedné, malé pro upnutí vrtáku do \varnothing 5 až 6 mm, druhé, větší, pro vrtáky \varnothing nejméně 10 mm. Velmi výhodná je ruční vrtačka stojanová.

Ve *svěráku*, upevněném na pracovním stole, děláme řadu prací. Výhodný je svěrák s většími čelistmi, dlouhý asi 10 cm, který umožňuje upnutí i větších součástí. Tento svěrák může být trvale připevněn na pracovní desku, kterou přikrýváme stůl.

Kladívek opět používáme alespoň dvou velikostí. Jedno malé do 50 až 100 g pro důlčikování a podobné drobné práce, druhé větší těžké asi 250 g k nýtování, vyrovnávání apod.

K orýsování používáme *ocelových jehel* a *měřitek* v délce 300 a 500 mm.

Průměry měříme *posuvnou měrkou*, průměry drátů *mikrometrem*.

Při výčtu náradí nesmíme zapomenout ani na *úhelník*, kterým zajišťujeme kolmost stran u vyráběných dílů. Mohli bychom ještě jmenovat další nástroje, jako *různé klíče, závitníky* a mnohé jiné, které všechny patří k vybavení pro mechanické práce, související s radiotechnickou činností.

3. Udržování přístrojů

Měřicí přístroje ukládáme do přihrádek ve skříni, aby se nejen *nepoškodily*, ale nebyly ani vystaveny *zaprášení, vlhkosti* apod.

Při používání nevystavujeme tyto citlivé přístroje *nárazům* nebo jinému *mechanickému namáhání*, které by mohly mít na činnost přístroje nepříznivý vliv.

Přístroje ukládáme v *suchu*, neboť i povrchově upravené kovové plochy by časem rezavěly. Nemůžeme-li při ukládání přístrojů tento nutný předpoklad zajistit volbou vhodné suché místnosti, je třeba kovové plochy občas přetřít hadříkem, namočeným do směsi oleje a petroleje. Potíráme zcela jemně a plochy vždy pak vytřeme do sucha jiným hadříkem, aby nebyly mastné a nechtaly prach, z něhož by se tvořil nečistý maz.

Vnější povrchové plochy přístroje jsou většinou kovové, někdy dřevěné. Kovové plochy jsou obvykle vždy kryty ochranným lakem, dřevěné jsou impregnovány a leštěny vhodným lakem, nejčastěji bezbarvým nebo přírodním šelakem. Krystalové a podobné plastické laky (kromě kladívkového) však nemůžeme čistit přetřením olejem. Zde při udržování povrchu používáme jen kartáče, kterými prach se všech ploch odstraníme.

Také dřevěný povrch se vhodně udržuje lehkým přetřením hadříkem namočeným v oleji a opětným vysušením povrchu. Jestliže je porušena leštěná plocha, musí se buď přeleštit šelakem, nebo přestříkat bezbarvým nitrolakem, který ještě vyleštíme, aby se obnovil lesk.

Přístrojovým štítkům kovovým, např. z eloxovaného hliníku, velmi svědčí vyčištění opět směsí oleje a petroleje s následujícím vytřením do sucha. Černá barva se pěkně osvěží a štítek je opět výrazný. Štítky z organického skla se nejlépe čistí omytím ve vlažné vodě, popř. s použitím mýdla nebo nějakého prášku, opláchnutím a vytřením do sucha.

Závěrem je třeba znovu zdůraznit, že radiotechnické přístroje mají být uloženy v *suchých místnostech s teplotou kolem 20 °C*, a to nejlépe ve skříních nebo příhradách, které mají alespoň látkový záves, aby přístroje byly chráněny před prachem. Velmi užitečné jsou také ochranné látkové obaly.

4. Mechanické práce v radiotechnice

Z mechanických prací, s nimiž se v radiotechnice nejčastěji setkáváme, je třeba uvést řezání materiálu, pilování, vrtání, ohýbání různých tvarů, stříhání a řezání závitů. Při těchto mechanických pracích jde převážně o zpracování kovů, jen někdy to budou materiály nekovové, jako např. dřevo, pertinax, turbax a některé umělé hmoty, např. trolitul a organické sklo.

Stříhání materiálu. Podobně jako měkký materiál (papír, aj.) stříháme nůzkami i kovové plechy. Tenké měděné fólie pro stínění apod. stříháme obyčejnými nůzkami. Tlustší plechy stříháme ručními nůzkami na plech, které jsou daleko výkonnější a umožňují stříhat plechy tlusté až asi 1 až 1,5 mm. Upevníme-li tyto ruční nůžky na plech jednou rukojetí ve svěráku, můžeme stříhat i plechy tlustší. Plech se obvykle v místě stříhu kroutí, deformuje, a proto se musí vyrovnávat vyklepáním dřevěnou paličkou na nějaké rovné tvrdé podložce. Menší plechy můžeme rovnat i ve svěráku.

Poněkud obtížnější je stříhání pertinaxu a turbaxu. Tyto materiály se při stříhání třepí, okraje praskají a nejsou vzhledné. Stříhání bez těchto nepříznivých následků, tedy bez poškození okrajů, lze i u pertinaxu dosáhnout tím, že materiál v místě řezu značněji ohřejeme. Tak lze dobře stříhat jak pertinax, tak i turbax. Při ohřívání se postupuje tak, že místo stříhu se na chvíli vystaví sálavému teplu např. plynového plamene hořáku, a když je materiál dobře prohřátý, rychle stříháme. Materiály z umělých hmot, např. trolitul nebo organické sklo, lze stříhat jen velmi obtížně; většinou praskají a proto je výhodnější tyto hmoty řezat.

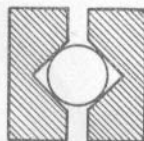
Řezání materiálu. Materiál řezeme buď rámovými listovými pilami, nebo samostatnými listy a pilami lupenkovými. Listová pilka je více známa pod názvem pilka na kov a užíváme jí hlavně k řezání tlustších kovových materiálů, jako jsou různé tvarované úhelníky, tyče, hřídele, tlustý plech aj.

Pokud to je možné, snažíme se vždy, aby řezaný materiál byl pevně uchyten např. ve svěráku. Je-li nebezpečí, že by se tento materiál mohl čelistmi svěráku poškodit, vkládáme mezi materiál a čelisti svěráku vložky z měkkého, třeba hliníkového plechu tlustého asi 1,5 až 2 mm.

K upínání kulatých hřídelů ve svěráku jsou výhodné vložky (obr. 347), jimiž se hřídel ve svěráku pevně stáhne bez nebezpečí poškození. Vlastní řezání listovou pilkou na kov provádíme obvykle ve směru pohybu pilky od těla, neboť se můžeme do pilky snadněji a bez námahy opřít. Tlak ovšem nesmí být přílišný — řezeme s citem, aby se nepoškodil ani materiál, ani pilka. Také při dořezávání je třeba dbát jisté opatrnosti, aby se materiál neodlomil. Poslední tahy pilkou jsou proto jen lehké, materiál přidržíme přitom rukou. Ještě na jednu okolnost nesmíme při řezání, především plechů, zapomínat. Dbáme vždy, abychom materiál upínali ve svěráku nebo v jiném upínacím prostředku co nejlépe řezu. Tím zabráníme kmitání řezaného materiálu a jeho pružení, což kromě velmi nepříjemného zvukového projevu má vliv i na daleko obtížnější vlastní řezání.

K řezání různých otvorů v kostrách používáme pilek lupenkových. Jsou upevněny ve větším rámu, který je nejobvyklejší. Pro drobné úpravy součástek užíváme k řezání lupenkových pilek, upevněných v malém rámu, tzv. hodinářském. Do obou rámu upevňujeme lupenkové pilky vždy tak, aby zuby směřovaly dolů k držadlu a aby tedy docházelo k řezu při tažení pilky dolů. Pilka sama musí směřovat dolů, pokud možno svisle, bez stranové odchylky, která by mohla vést k přetržení pilky. Materiál při řezání opět podpiráme co nejlépe řezu o podložku, protože jedině tak probíhá řezání bez nebezpečí přetržení pilky. Lupenkových pilek je několik druhů: tenké s hustšími zoubky k řezání kovů, tlustší, s řidšími zoubky k řezání dřeva, turbaxu a jiných měkkých materiálů, a tzv. „bleskovky“, tlustší pilky s řídkými zoubky k řezání dřeva. Při řezání oceli a podobných materiálů je výhodné přivádět do řezu mastnou mýdlovou vodu, která napomáhá řezání. Při řezání hliníku a jeho slitin je vhodné mazat řez petrolejem, nebo při řezání současně zabírat částečně do křídly, která zabraňuje zanášení zubů řezaným materiálem.

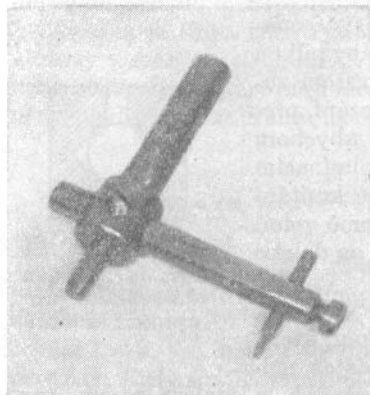
¶ **Začišťování řezaného materiálu.** Materiál, který jsme stříhali nebo řezali, má řezné plochy nerovné, vyžadující zarovnaní a úpravy. K zarovnaní řezných ploch, ostrých hran, zvětšování otvorů v kostrách používáme různých pilníků. Podle materiálu, tvaru pilované plochy a velikosti známe různé druhy pilníků. V zásadě potřebujeme pro tvrdé materiály pilníky jemnější, a naopak pro měkké materiály pilníky hrubší, které podobně jako pilky chráníme před zanášením pilinami nakřídováním. Na dural a hliník je vý-



Obr. 347. Vložka do svěráku pro upínání kulatin

hodné užívat zvláštních pilníků, nebo alespoň před pilováním těchto materiálů pilníky dokonale vykartáčovat drátěným kartáčem, aby jeho záseky neobsahovaly ocelové nebo mosazné piliny, které by při pilování měkký hliník nebo dural vydřely. Na jemné začištění povrchu používáme opět jemnějších pilníků.

Podle tvaru pilované plochy nebo otvoru potřebujeme buď pilník plochý, trojúhelníkový, půlkulatý nebo kulatý. Velikost volíme opět podle velikosti otvoru. Pro drobné a jemné práce jsou určeny tzv. jehlové pilníčky. Jehlové pilníčky upínáme pro lepší držení do zvláštního držáku.



Obr. 348. Výkružník

Pilníky čistíme drátěným kartáčem a zbavujeme mastnoty tetrachlórem nebo jiným vhodným prostředkem, aby se neztěžovala práce s těmito nástroji. Malý jehlový kulatý pilníček je obvykle zbrúšen do špičky a používáme ho k orýsování součástí jako rýsovací jehly. Mnozí pracovníci však raději používají gramofonové jehly upevněné ve zvláštním držáku, ve kterém lze jehly po opotřebení vyměnit.

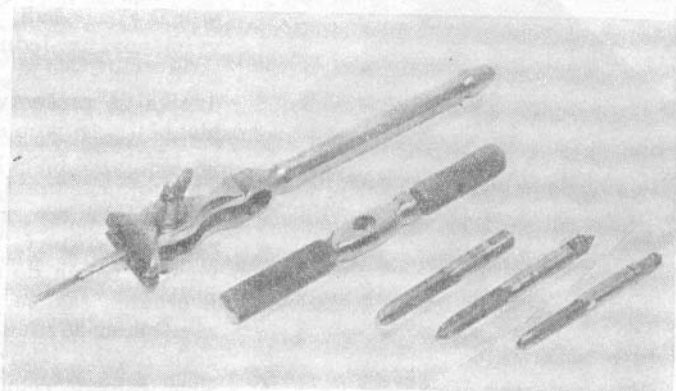
Jemného začišťování dosahujeme smirkovým plátnem. Smirkové plátno se vyrábí v různých stupních hrubosti: od nejjemnějších tzv. lapovacích

papírů až po smirky velmi hrubé, kterých se používá hlavně na měkké hmoty, jako dřevo apod. Nejčastěji se smirkových papírů a pláten používá při zarovnávaní a jemném vyhlazování destiček např. z pertinaxu, turbaxu nebo štítků z organického skla. Aby byla zajištěna rovnost celé hrany, je výhodné položit smirkové plátno na rovnou podložku a potom zbrúšovat podél celé hrany. Důležité přitom je, abychom drželi broušenou desku kolmo k rovině podložky, aby se skutečně brousila celá plocha — tloušťka materiálu a ne jen hrana. Hranu či lépe hrot zbrúšíme až nakonec, a to zcela jemně, opatrně a konečnou úpravu provedeme jemným jehlovým pilníčkem.

Vrtání. Při výrobě koster vrtáme často různé díry. Při vrtání otvorů do plechů, do pertinaxu apod. se často stává, že se spodní okraje roztřepí a vytrhají. Zabraňujeme tomu jednak ostrým nabroušením vrtáků, jednak tím, že plech nebo pertinaxovou destičku podložíme zespodu tvrdou dřevěnou deskou, která se při dovtřívání otvoru v materiálu vrtá společně s ním. Vždy je vhodné, je tliže otvor vrtáme nejprve menším vrtáčkem a potom zvětšujeme převrtáním většími vrtáky, až dosáhneme požadovaného otvoru, přičemž převrtávání můžeme dělat z obou stran, takže téměř žádný hrot

nemůže vzniknout. Ostří vrtaného otvoru začišťujeme buď větším vrtákem (asi dvojnásobným průměrem, než je začišťovaný otvor), nebo tzv. hvězdičkou, což je nástroj k tomuto účelu speciálně vyrobený.

Před vlastním vrtáním je vždy třeba důlčkem vyznačit v materiálu přesně místo, kde má být otvor. Důlčkem v materiálu zabráníme klouzáni vrtáku po ploše materiálu, než se vrták „chytí“. Důlček vyznačujeme do materiálu (plechu apod.) na tvrdé podložce důlčkem a kladívkem. Velmi užitečný je zde samočinný důlček, obsahující dvojici silných pružin, které po

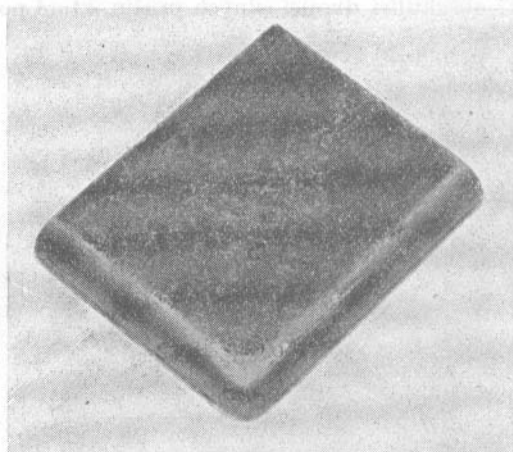


Obr. 349. Závitníky s držákem

nasazení důlčku na vhodné místo a zatlačením shora na důlček samočinně zarazí špičku do materiálu dostatečnou silou, aby vznikl malý důlček pro nasazení vrtáku.

Při vrtání držíme vrtačku vždy svisle, aby otvor nebyl vyvrtán šikmo. Podle druhu materiálu a velikosti otvoru volíme rychlost otáček. Tvrdé materiály a velké otvory vrtáme pomaleji, menší rychlostí otáček, při vrtání otvorů malých a do měkkých materiálů užíváme větší rychlosti otáček. To ostatně zajišťují již vrtačky samy. Malé mají obvykle větší převod a tím i větší počet otáček, větší vrtačky mají rychlost otáček menší. Na velké otvory, např. pro objímky elektronek apod., používáme tzv. výkružníku, což je zvláštní nástroj, který upínáme do vrtačky a velké otvory jím vlastně kroužením vyřízneme (obr. 348). Je třeba si pamatovat, že osa vrtačky musí být při jeho používání kolmá k rovině opracovávaného předmětu (plechu), nebo jinak se na některých místech nástroj zasekává. Dobře se výkružníku používá při upevnění ve stojanové vrtačce. Velmi vhodné je při práci s tímto nástrojem používat opět mýdlové chladicí vody.

Řezání závitů. Z těchto prací děláme v radiotechnice převážně jen řezání závitů otvorů, jen zřídka kdy tyčí nebo hřídelíků. Při řezání závitů do otvorů postupujeme vždy tak, že nejprve vyvrtáme příslušný otvor. Správnou velikost otvoru zjistíme, když požadovaný závit násobíme činitelem 0,8. Tak např. pro závit M3 se předvrtá otvor $\varnothing 2,4$ mm ($= 3 \times 0,8$), pro závit M6 otvor $\varnothing 4,8$ mm apod. Při vyřezávání závitů používáme obvykle trojčlenné



Obr. 350. Přípravek pro vyklepávání kulatých rohů skříní

sady závitníků, tzv. jedničky (je označena jedním proužkem), dvojky a trojky (se třemi příčnými proužky) v pořadí, jak byly vyjmenovány. Jednička má závit jen velmi mělký, dvojka již prořezává závit hlouběji a trojkou se vyřízne závit již zcela načisto. Ve strojnické praxi se užívá někdy také tzv. strojního závitníku, který má tak vhodný náběh do závitu a je broušen tak, že jediným závitníkem se závit vyřízne zcela načisto jako v předěšlém případě celou sadou.

Při řezání závitu je třeba řezaný závit mazat nejlépe olejem nebo při ře-

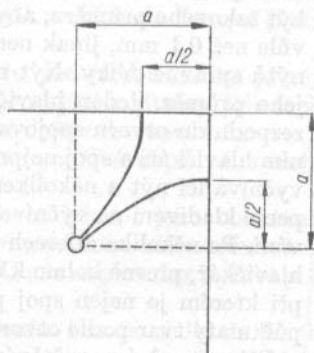
zání do hliníku a duralu vhodněji petrolejem, aby se závitník nezadřel a nezlomil. Závitníky se upínají do zvláštních držáků (obr. 349). Vlastní práci konáme opatrně a s citem, abychom závitník v otvoru nezlomili, protože z hlubších a obzvláště slepých otvorů se zlomený závitník jen velmi obtížně odstraňuje.

Ohýbání plechu. Plech se ohýbá buď do ostré, nebo do zaoblené hrany, a to nejvhodněji ve zvláštním zařízení, ohýbačce. V domácí praxi si různě pomáháme, nejčastěji svěrákem. Mezi čelisti svěráku sevřeme plech tak, aby ryska, označující hranu, byla těsně souběžná s hranou čelisti, a potom příkládáním podložky na vyčnívající plech a poklepem na tuto vyčnívající podložku plech ohneme. Dobře přitom poslouží dřevěná palička. Pokud nestačí čelisti svěráku svou délkou nebo hloubkou, je výhodné upnout do svěráku úhelníky tvaru L a plech ohýbat mezi nimi. V obou případech jde vždy o ohyb do ostré hrany.

Chceme-li dosáhnout ohybů s hranami oblými, pak spolu s materiálem, který ohýbáme, upínáme do ohýbačky, svěráku nebo ramen tvaru L také

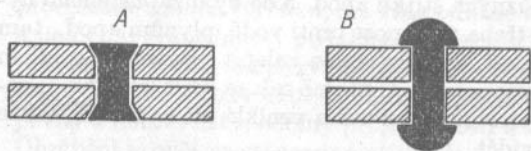
vhodnou kulatinu, obvykle průměru 6 až 20 mm, přes kterou se ohnutí provede, takže ohyb nemá hranu ostrou, nýbrž oblou podle průměru použité kulatiny. Zde je třeba trochu cviku a praxe, aby ohyby měly nejen dobrý tvar, ale byly i na správném místě.

S ohýbáním do oblých hran souvisí též zhotovování skříní s oblými rohy. Zakulacení rohů děláme na přípravku, který je na obr. 350. Je to kus oceli tlustý asi 15 až 20 mm, který má hrany na jedné straně spilovány, takže roh je pěkně zaoblen. Obrázek toto zakulacení dobře ukazuje. Roh skříně, který má být oblý, vystřihneme do tvaru podle obr. 351. Přesné rozměry a tvar se řídí průměrem kulatiny, přes kterou obě hrany ohýbáme. Nastřížený plech v rohu přesně vyklepeme dřevěnou paličkou na uvedeném přípravku. V rohu se vystřížení obou hran opět sejde a spára se zavaří a nakonec opiluje a začistí přesně do oblého tvaru, podle potřeby.



Obr. 351. Nastřížení plechu pro zhotovení kulatých rohů

Nýtování. V radiotechnické praxi se často musí spojovat dvě plochy na pevno. Pokud jde o části kovové, zejména ocelové, je nejvhodnější způsob buď spojování bodováním, nebo svářením. Oba tyto způsoby jsou však možné jen v průmyslové praxi, nebudeme se jimi proto blíže zabývat. Je znám však ještě další způsob, vhodný pro domácí praxi, a to je nýtování. Nýtování má tu výhodu, že je lze snadno provést bez nějakého nákladného zařízení; spoj je přitom pevný a je-li třeba, lze nýtovaný spoj rozebrat odvrtáním nebo usekáním nýtů. Nevýhodou je jeho větší pracnost, protože pro každý spoj je třeba předem vrtat pro nýt otvor do obou spojovaných částí.



Obr. 352. Hlavní druhy nýtování

352A), kdy hlavy nýtů jsou v materiálu zapuštěny a neporušují tedy jeho hladkost, dále nýtování, kdy hlavy nýtů vyčnívají z materiálu ven (obr. 352B). V naší praxi se setkáme také jen s nýtováním za studena na rozdíl od průmyslové praxe, kde hlavně při nýtování větších celků se často používá nýtování za horka. To je vlastně další rozdělení nýtování. Nyní však už k vlastní práci.

V zásadě rozeznáváme nýtování hladké, zvané také zapuštěné (obr.

Při nýtování potřebujeme pro každý druh nýtu několik nástrojů. Pokud děláme zapuštěné nýtování, zcela vyhoví čistě zarovnané ocelové tyčky takových průměrů, jako mají hlavičky nýtu. Pokud jde o nýtování s nýty s půlkulatou hlavou, je třeba mít tzv. hlavičkář a tzv. utahovací nástroj, který ovšem potřebujeme i při nýtování zapuštěném. Při správném nýtování vrtáme obě spojované plochy pokud možno společně, aby otvory byly navzájem dokonale sousedí a nemusely se dopilovávat. Otvor pro nýt má být takového průměru, aby jím nýt jen těsně prošel a nedoporučuje se větší vůle než 0,1 mm, jinak není spoj dokonale pevný. Při nýtování používáme nýtů správné délky. Nýt má vyčnívat ze spojované části asi tolik, jako je jeho průměr. Jeden hlavičkář upneme do svěráku, hlavu nýtu vloženého zespodu do otvoru spojovaných plechů opřeme, uložíme do důlku ve spodním hlavičkáři a spoj nejprve utáhneme nasazením utahovacího nástroje na vyčnívající nýt a několikerým poklepem kladiva. Potom několikrát poklepeme kladivem na vyčnívající konec nýtu, čímž už provádíme vlastní nýtování. Po několika úderech kladiva nasadíme na rozšířený konec nýtu druhý hlavičkář, přesně kolmo k rovině spojovacích plechů a dokončíme nýtování, při kterém je nejen spoj pevně utažen, ale vyčnívající část nýtu dostane půlkulatý tvar podle otvoru hlavičkáře.

Při nýtování zapuštěném postupujeme podobně, jen s tím rozdílem, že nýty z materiálu nevystupují, ale nýtování je provedeno do zahlobení v obou spojovaných dílech:

Při obou způsobech nýtování musí být během nýtování spodní konec nýtu vždy pevně opřen o podpěru, ať již o spodní hlavičkář, nebo ocelovou tyčku (u zapuštěného nýtování), aby spodní část nýtu nevylezla nebo se jinak nezdeformovala, což by nebylo ani pěkné ani pevné.

K nýtování nutno závěrem dodat, že tímto způsobem lze spojovat nejen materiály stejné, ale často i značně rozdílné. Často se setkáváme např. s nýtováním pertinaxu na kov, různých štítků apod. Kde by u zapuštěného nýtování mohla být na závadu třeba netěsnost proti vodě, plynům apod., tam lze po snýtování spoj zacínovat, zapájet, nebo zalepit vhodným lepidlem nebo barvou, takže spoj je potom i těsný. Stejně tak se před lakováním zarovnajít zakytováním různé nerovnosti povrchu vzniklé při nýtování, takže pod barvou není spoj vůbec vidět.

5. Základní izolační hmoty používané v radiotechnice

V radiotechnice se užívá řady izolačních hmot, ať již v podobě desek, tyčí, trubek či jiných tvarů. Zmínili jsme se již o keramice, jejíž vynikající vlastnosti jak pro nízkofrekvenční, tak pro vysokofrekvenční účely jsou všeobecně známy. Bude jistě vhodné uvést i jiné materiály, s nimiž se při radiotechnických pracích setkáváme, a to alespoň ve vzájemném srovnání.

Pertinax, tvrzený papír napuštěný bakelitem, je jistě nejznámějším izolačním materiálem, používaným v radiotechnice na nejrůznějších místech, jako jsou panely, stěny apod. Vyrábí se v tloušťce několika desetin milimetru až několika centimetrů. Pertinax lze obrábět všemi způsoby; při vrtání se vrtáky však v hlubších dírách značně ohřívají, a proto je nutné jejich ochlazování, aby se nepřehřály. Tenké desky, asi 1 mm, lze stříhat i nůžkami na plech, pertinax se však musí v místě stříhu ohřát, jinak se natrhává stříhaná hrana. Pertinax má obvykle hnědou barvu, někdy se však setkáme i s černým pertinaxem, jehož vlastnosti jsou stejné.

Pertinax se vyrábí v několika druzích, z nichž pro radiotechniku je nevhodnější tzv. *superpertinax*, jehož vlastnosti pro vyšší kmitočty jsou lepší než pertinaxu obyčejného. Superpertinax má světlejší zabarvení v lomu a je poněkud křehčí. Tohoto jakostního pertinaxu se používá např. při výrobě kotoučků rádiových přepínačů.

Izolační vlastnosti pertinaxu jsou dobré a jsou dobré i jeho vlastnosti elektrické, především uvedeného jakostního druhu a budou blíže definovány v tabulce společně s jinými izolačními látkami. U nás se pertinax vyrábí pod označením *umacart*.

Turbax — tvrzená tkanina — je svým složením hmota obdobná pertinaxu, s tím rozdílem, že bakelitem zde není prosycen papír, ale tkanina. Vlastnosti turbaxu jsou horší než pertinaxu, alespoň uvažujeme-li vlastnosti z hlediska použití ve vysokofrekvenční technice. Jako nízkofrekvenční izolant je turbax vhodný, protože je laciný a přitom vzhledný. Jeho charakteristická barva je žlutohnědá až světlehnědá. U nás se vyrábí pod názvem *umatex* v deskách, tyčích a jiných tvarech. Velmi dobře se zpracovává, snadněji se řezá i vrtá, bez nebezpečí vytrhávání okrajů. Rezné plochy lze broušením velmi dobře začistit a upravit.

Sklotextit — skelný laminát, je hmota svým technologickým výrobním procesem obdobná turbaxu, má však odlišné vlastnosti. Sklotextit, cuprexit a jinak nazývané hmoty podobných vlastností i složení se vyrábějí napuštěním skelných tkanin epoxydovými pryskyřicemi. Skleněný textil, napuštěný pryskyřicí Epoxy 1101B má neobyčejné vlastnosti. Je především velmi pevný a houževnatý, odolný proti vlhkosti a vydrží vyšší teplotu, až 200 °C. Obrábění je opět velmi snadné, skelné lamináty lze řezat, vrtat a neobyčejně dobře brousit. Charakteristická barva je žlutohnědá. Vzhledem k použitému materiálu jsou také vysokofrekvenční a izolační vlastnosti neobyčejně výhodné, takže se velmi dobře hodí k výrobě základových destiček pro vysokofrekvenční cívkové obvody apod. Dnes se sklotextitu nejvíce používá na destičky plošných spojů, pro které byl vlastně původně vyvinut. Výrobně jsou skelné lamináty asi pětikrát dražší než pertinax, a to především vzhledem k vyšší ceně speciální skleněné tkaniny.

Trolitul, polystyrén, je snad nejrozšířenější vysokofrekvenční izolant, používaný v radiotechnice. Trolitul je umělá pryskyřice, vyráběná z poly-

MAJETEK

Kovopodniku města Brna
BRNO, nám. Družby nár. C

merizujících polyvinylbenzenů a polyvinylkarbazolů ve tvaru desek, tyčí; popř. lze z něho přímo vstříkem vyrábět různé kostičky, tělíska apod. Trolitul má výborné vysokofrekvenční vlastnosti, takže je vyhledávaným konstrukčním materiálem především pro obvody kvv. Je to průhledná látka, obvykle bezbarvá — čirá, často však i šedavého až černého zabarvení. Nevýhodou je nízký bod měknutí, a to při teplotách již obvykle pod 100 °C. Trolitul lze snadno poznat podle charakteristického sladkého zápachu nebo vůně, vznikající např. při jeho řezání. Je rozpustný v řadě organických rozpouštědel, jako např. v benzolu, benzenu, tetrachlóru aj., s nimiž vytváří neobvyčejně dobré lepidlo, vhodné především k lepení cívek a jejich vinutí, tedy v obvodech vysokých kmitočtů a provozních napětí.

Organické sklo. Je známé hlavně pod názvy *plexiglas*, *umaplex* aj. Je to čirá, průhledná hmota, podobná trolitolu, ale naprosto odlišných vysokofrekvenčních vlastností. Zatímco trolitul má tyto vlastnosti vynikající, je organické sklo pro použití ve vysokofrekvenčních obvodech naprosto nevyhovující, protože má příliš značné ztráty. Vyrábí se v deskách tlustých 1 až 30 mm, polepených z obou stran papírem, který chrání desku před poškrábáním. Je houževnatý, nepříliš tvrdý a lze jej velmi dobře řezat, vrtat, pilovat, brousit a leštit do vysokého lesku. Tenké desky je možno dělit (po předchozím naříznutím z obou stran) lámáním v ohýbačce nebo svěráku. Při vrtání je třeba dbát jisté opatrnosti, aby se vrták nezakousl a okolí otvoru se nevyštípl.

K mechanickému zpracování organického skla patří též jeho ohýbání. Organické sklo má tu vlastnost, že při ohřátí na teplotu asi 120 až 140 °C je lze tvarovat a ohýbat do požadovaných tvarů, daných vhodnou formou či přípravkem. Aby však sklo podrželo tyto nové tvary, je nutné, aby ve formě či přípravku vychladlo, jinak by tvary opět ztratilo. Přitom je nutno upozornit i na tu vlastnost, že při dodatečném ohřátí na vyšší teploty má organické sklo tendenci vrátit se zpět do původních, výchozích tvarů, které mělo před tvarováním.

K jeho broušení se používá smirkového plátna různé hrubosti, k leštění nějaké brusné pasty; v nouzi dosáhneme zcela dobrých výsledků leštěním zubní pastou.

Umaplexu se používá k různým účelům v nízkofrekvenční technice, dále jako průhledných okének a krycích desek u různých přístrojů. Nedoporučuje se pro krycí okénka citlivých ručkových měřicích přístrojů, neboť i malým třením povrchu okénka vzniká na něm dosti velký elektrostatický náboj, kterým může být ručka citlivého přístroje ovlivněna do té míry, že údaj přístroje je zcela zkreslený.

Polyvinylchlorid, pvc — igelit je uváděn mezi izolanty, používanými v radiotechnice především pro jeho nejnámější formu, tj. izolační trubičky, sloužící při zapojování přístrojů k izolaci vodičů. Vyrábí se v různých tvarech: deskách, tyčích, trubkách, obvykle žluté až hnědé barvy. Podle použi-

tých změkčovadel je buď zcela vláčný, kdy se ho používá právě k výrobě izolačních trubiček, nebo v nezměkčené formě tvrdý asi jako organické sklo. Zpracování pvc je velmi snadné a lze je provádět všemi známými obráběcími způsoby; igelitové fólie lze navíc svářet, a to buď vysokofrekvenčně nebo i náhražkově tak, že konce plátů přes sebe přeložíme a z obou stran na ně přiložíme kovové destičky, ze kterých necháme vyčnívat asi 1 mm fólií. Kovové destičky s fóliemi sevřeme ve svěráku a potom po vyčnívajících fóliích (uvedených milimetrových částech) přejíždíme tělískem páječky a tím je svaříme. Po začištění je tento způsob spojování zcela vyhovující.

Teflon je novodobý izolační prostředek, který se v poslední době velmi rozšířil především pro své vynikající vlastnosti na vysokých kmitočtech. Mezi jeho výtečné vlastnosti patří značná houževnatost a skutečnost, že vydrží bezpečně teploty do 300 °C. Výchozí výrobní produkt je bílý jemný prášek, z něhož se lisují výrobky nejrůznějších tvarů, ať již desky, fólie, tyče aj., z nichž se vyrábějí součásti pro techniku kvk, průchodky, izolace vodičů, koncovky pro kvk i objímky elektronek. Fólií se užívá k výrobě velmi jakostních kondenzátorů pro vysoké provozní teploty. Teflon v tyčích nebo deskách je bílé, mléčné barvy, dosti měkký a ohebný, nehořlavý.

Závěrem stručného přehledu izolačních hmot uvádíme přehlednou tabulku, ve které jsou hlavní vlastnosti těchto izolantů v porovnání s vysokofrekvenční keramikou — calitem.

	Ztrátový činitel	Poměrná dielek- trická konstanta	Tepelná odolnost °C	Průrazná elektrická pevnost kV/mm	Pevnost v tahu kg/cm ²	Měrný odpor Ω/cm
Pertinax	800.10 ⁻⁴	5,5	200	25	700 až 1000	10 ⁹
Turbax	1000.10 ⁻⁴	5,6	200	25	800 až 1100	10 ⁹
Sklotextit	—	4,5	200	30	35 až 70	10 ⁹
Trolitul	2 až 4.10 ⁻⁴	2,2 až 2,5	100	50	800 až 1000	10 ¹²
Umaplex	100 až 1000.10 ⁻⁴	3	100	4	800	10 ¹²
Pvc	150.10 ⁻⁴	3 až 4	50 až 120	50	700 až 800	10 ¹²
Teflon	2 až 3.10 ⁻⁴	—	300	50	—	10 ¹²
Calit	asi 5.10 ⁻⁴	6,5	1000	25	—	10 ¹⁴

6. Používání speciálních hmot a lepidel

V radiotechnice se velmi často potřebují při práci různé hmoty a lepidla, z nichž nejvhodnější je technická hmota dentakryl a lepidla.

Dentakryl je umělá pryskyřice, tuhnoucí na volném vzduchu s odstupňovanou dobou polymerizace a tím i ztvrdnutí. Vlastnosti technického dentakrylu jsou vskutku pozoruhodné. Především má dokonalé elektrické izolační vlastnosti, je neobyčejně tvárný, tmelí řadu materiálů, a proto se stále víc uplatňuje v nejrůznějších oborech strojírenského, elektrotechnického, keramického a jiného průmyslu. Zhotovené výrobky lze zpracovávat běžnými prostředky a leštit do vysokého lesku. V radiotechnice se do dentakrylu zalévají různé součástky a celé obvody, jako např. magnetofonové hlavičky, cívky apod. Užívá se ho např. tam, kde je třeba zajistit mechanickou stabilitu a pevnost nějakého obvodu, kde je nutno zvětšit odvod tepla, nebo chránit před vlivy agresivního prostředí, nebo jen povětrnosti. Lze jím též spojovat různé materiály. Použití technického dentakrylu je tedy neobyčejně rozmanité a výhodné.

Technický dentakryl se dodává jako bílý nebo žlutý prášek (pryskyřice) a čirá tekutina (katalyzátor). Před použitím se prášek smíchá s tekutinou ve skleněné misce v objemovém poměru 1,5 až 2 díly prášku a 1 díl tekutiny. Vznikne řídká kašička, kterou důkladně promícháme a necháme přikrytou skleněnou destičkou — víčkem — stát asi 3 až 5 min za občasného míchání, aby se prášek v tekutině dobře rozpustil. Optimální teplota pro rozpouštění i následné tuhnutí je 20 až 30 °C. Doba tuhnutí je dána druhem dentakrylu. Vyrábějí se tři druhy:

dentakryl normál s dobou tuhnutí 45 až 60 min při množství přes 100 g,

dentakryl rapid s dobou tuhnutí 25 až 30 min při množství do 100 g,

dentakryl ultrarapid s dobou tuhnutí 18 až 20 min při množství do 25 g.

Po promíchání a rozpuštění prášku v tekutině je dentakryl připraven k použití, nejčastěji k lití. Jako forem používáme nejlépe kovových forem s hladkými stěnami, aby se po ztuhnutí hmoty dal odlitek z formy snadno vyjmout. Pokud je to proveditelné, můžeme s výhodou použít jako forem skla, porcelánu a za jistých opatření i sádry. Sádrovou formu uvnitř izolujeme potřením tekutinou isodentem, která zajistí, že dentakryl k sádře nepřilne. Je ovšem samozřejmé, že vlastní forma je vyhlazena, aby hmota ve formě nedržela ve větších i menších nerovnostech, proti čemuž by i izolace isodentem nebyla nic platná. Izolaci neprovádíme tukem, vazelínou či olejem, které mají nepříznivý vliv na tuhnutí.

Jistou nepříznivou vlastností dentakrylu je to, že při tuhnutí vzniká exotermická reakce a tím teplo. Hmota má v tomto stadiu teplotu asi 40 až 50 °C, což však prakticky není na závadu. Jinou nepříznivou vlastností je to, že při tuhnutí se zmíněnou exotermickou reakcí uvolňují plyny, sice v nepatrném množství, ale přece jen postačitelé k tomu, aby odlitek měl bub-

linky a byl při opracování pórovitý. Tomuto jevu lze čelit tím, že po odlití se nechá hmota ztuhnout v tlakové komoře s přetlakem. Použití takové komory jistě není řešení pro amatéra, a proto dodržujeme především tu část návodu, kde se mluví o rozpouštění prášku v tekutině po dobu 3 až 5 min. Čím lépe je prášek rozmíchán a rozpuštěn, tím méně bublinek vzniká při vlastním tuhnutí. Jiný způsob použití dentakrylu jsme poznali již na obr. 234, kde jím byla zalita vysokofrekvenční výměnná cívka vlnoměru.

Uvedme si ještě jednu z výhodných vlastností technického dentakrylu, a to, že do prášku lze přimísit různá plnidla, barvy apod., jimiž ovlivňujeme strukturu odlitku, jeho barvu i vlastnosti, zvětšujeme pevnost apod., aniž utrpí dobré izolační vlastnosti dentakrylu. Tak lze mísit dentakryl např. se skleněnými vlákny k zpevnění stěn, ocelovými pilinami k získání magnetického materiálu apod. Z toho dále vyplývají neobyčejně výhodné vlastnosti, které tato hmota má. Uvádíme hlavní důležité vlastnosti technického dentakrylu:

Měrný povrchový izolační odpor	$2,8 \cdot 10^6$ [$\text{M}\Omega/\text{cm}^2$]
Měrný vnitřní izolační odpor	$8,9 \cdot 10^7$ [$\text{M}\Omega/\text{cm}^2$]
Elektrická průrazná pevnost	17,1 [kV/mm]
Ztrátový činitel.	$2 \cdot 10^{-2}$
Poměrná dielektrická konstanta	2,6
Navlhavost.	0,46 %

K dalším důležitým a často používaným prostředkům v radiotechnické praxi náleží *lepidla*. Dnes je tak rozmanitý a pestrý výběr, že je těžko určit, které je pro naši práci nejvhodnější, přece však jedno pro své výjimečné vlastnosti vyniká nad ostatní. Je to tzv. *upon*, s oficiálním názvem *Epoxy 1200*. Oblíbenost a rozšíření tohoto lepidla v posledních letech je způsobena jeho vynikajícími vlastnostmi. Epoxydové lepidlo je neobyčejně dokonalý prostředek k slepování kovů, keramiky, skla, kůže, dřeva, papíru, prostě téměř všech hmot kromě termoplastů jako je umaplex, novodur, pvc, trolitulové hmoty a celuloid. Lepicí vlastnosti uponu jsou pro uvedené materiály tak dokonalé, že se jím např. lepí i mostní konstrukce, duralové plechy v leteckém průmyslu, izolátory a jiný keramický materiál. Spojovat lze jen materiál dokonale očištěný, protože lepidlo se nepojí s tuky, vosky a oleji. Spojovací plochy se očistí nejlépe osmirkováním, potom se odmastí tetrachlórem popř. jiným ředidlem.

Lepidlo Epoxy 1200 se skládá ze dvou látek. Jednak je to základní pryskyřice v podobě husté, sirupovité, žlutohnědé, avšak průhledné látky, jednak tzv. tužidlo, což je čirá až žlutohnědá kapalina, značně alkalické reakce. Smíšením těchto dvou látek dochází k polymerizaci pryskyřice, která tuhne v tuhou látku, pevně spojující místa, kam byla nanesena. Pro poměr míšení doporučuje výrobce přesné hodnoty: 100 g pryskyřice a 6,5 g tužidla. Přesné odměření těchto poměrů je obtížné, obzvláště u malých množství,

avšak poměr je nutno skutečně alespoň přibližně dodržet. Výrobce nedoporučuje především větší překročení obsahu tužidla v pryskyřici, protože vlastní polymerizace se zúčastní jen uvedených 6,5 % a přebytek tužidla do reakce nevstupuje a zmenšuje pevnost spoje za současného nebezpečí koroze alkalickými látkami přebytečného tužidla.

Promíchání potřebného množství tužidla i pryskyřice musí být dokonalé a provádíme je ve vhodné nádobě, u menších množství ve víčku apod. Vzhledem k tomu, že tuhnutí pryskyřice následkem polymerizace začne probíhat asi po 1 h, je třeba rozdělovat jen tolik lepidla, kolik právě spotřebujeme. Vytvrzení pryskyřice, tj. úplné ztuhnutí nastává asi za 48 h při teplotě 20 °C. Jestliže se teplota spojovaných částí zvýší, zkracuje se doba vytvrzování tak, že při 50 °C trvá 10 h, při 80 °C trvá 5 h, při 100 °C již jen 45 až 60 min a při 120 °C pouhých asi 30 min. Toho je možno využít při zkracování pochodů tuhnutí pryskyřice v některých případech, kdy je to z výrobních či jiných důvodů nutné.

Rozmíchanou pryskyřici lze ředit speciálním ředidlem a některými látkami, jako např. benzenem, acetonem, tetrachlórem aj., čehož se s výhodou užívá při zalévání a impregnaci vinutí transformátorů a jiných cívek. Využívá se přitom neobyčejně dobré elektrické izolační vlastnosti pryskyřice, která dosahuje až 25 kV/mm. Zředěním některou z uvedených látek se však poněkud zmenšuje pevnost spoje a také polymerizace probíhá asi dvakrát tak dlouho (podle obsahu ředidla). S výhodou zde potom využijeme urychlení tuhnutí pomocí zvýšené teploty.

Další významnou vlastností epoxydového lepidla je to, že do něho lze přidat různá plniva, až do 50 % obsahu, aniž se podstatně mění lepicí vlastnosti. Osvědčují se např.: porcelánová a křemičitá moučka, asbest, sklo, kysličník hlinitý aj. Plniva musí být však dokonale suchá a nesmějí obsahovat mastné složky, které by pevnost spoje zmenšily.

Epoxy 1200 má vedle výborných elektrických izolačních vlastností i neobyčejně výhodné vlastnosti chemické. Odolává dobře i takovým kyselinám, jako je 30% kyselina sírová nebo solná, odolává čpavku, nebo 50% roztoku sodného louhu. Odolává dobře rozdílům teplot od - 30 do + 60 °C i vyšší. Jak již bylo uvedeno, nespojuje epoxydová pryskyřice termoplastické hmoty, což je nutno mít na paměti.

V radiotechnické praxi však používáme ještě jiných lepidel, z nichž velmi rozšířené je *lepidlo na celuloid, trolitul a organické sklo, popř. pvc.*

Celuloidové lepidlo je oblíbeno pro svou dobrou lepicí schopnost především pro materiály celuloidové. Jeho příprava je neobyčejně snadná. Omyjeme v horké vodě starý, nepotřebný film, rozstříháme jej na malé kousky a rozpustíme jej v acetonu nebo ředidlu pro nitrolaky. Ostatně jako dobré celuloidové lepidlo poslouží bezbarvý lak na nehty, který dostaneme v každé drogerii.

Ve vysokofrekvenčních obvodech se s oblibou používá *lepidel trolitulových,*

kteřá mají daleko výhodnější vlastnosti co do vysokofrekvenčních ztrát. Užívá se jich především k zajišťování vývodů vf cívek, jejich vinutí na keramických i trolitulových tělískách. Jako výborné rozpouštědlo trolitulu slouží benzen nebo tetrachlór. Do tekutiny naházíme drobné úlomky trolitulu, abychom dostali hustotu asi jako sirup.

Organické sklo, vyráběné v ČSSR pod názvem umaplex, je možno lepit lepidlem, zhotoveným rozpuštěním úlomků umaplexu v kyselině octové. Koncentrovaná kyselina octová je dobrým rozpouštědlem umaplexu, stejně tak i chloroform, který však obtížněji seženeme. Plochy slepeného umaplexu drží dobře, pokud jsou zbaveny mastnoty, aby lepidlo po celé ploše dobře přilnulo.

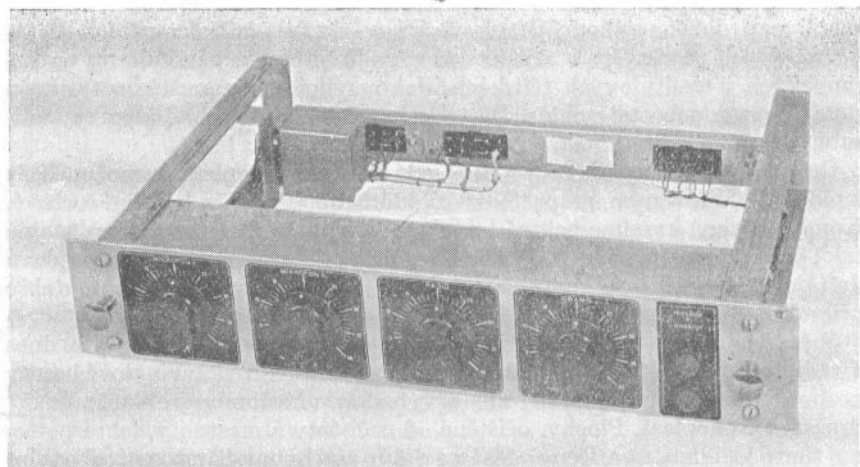
V řadě lepidel je třeba uvést i *lepidlo na pvc*, protože i této hmoty se dnes v radiotechnice často pro nejrůznější účely používá. Pro polyvinylové hmoty nezhotovujeme lepidlo sami, ale s výhodou užíváme výrobku „igelex“ družstva Rohoplast. Plochy, očištěné od nečistoty a mastnoty, lehce potřeme tímto lepidlem a zatížené necháme dobře zaschnout. Tímto způsobem lze dobře slepovat jak různé výrobky z pvc, tak i magnetofonový a zaváděcí pásek čs. výroby.

Pro úschovu uvedených lepidel jsou nevhodnější lahvičky asi 50 až 100 ml, nejlépe s pryžovou zátkou, které velmi dobře těsní; zabraňuje se tedy vysychání lepidla, lahvičku lze snadno a rychle otevřít a pryžová zátka se lepidlem sama nezalepí, jako např. zátky skleněné nebo korkové. Pryžových zátek však nelze použít pro lepidla, která mají jako rozpouštědlo tetrachlór nebo trichlorethylen, které pryž značně napadají a narušují.

7. Přístrojové štítky

Snad nikdo z konstruktérů radiotechnických přístrojů se nepozastaví nad tím, že tato stať je zařazena do kapitoly o vzhledových úpravách přístroje. Podobně jako se snažíme výsledný vzhled upravit povrchovou úpravou, stejně dobrých výsledků po vzhledové stránce dosáhneme i doplněním přístroje vhodnými přístrojovými štítky. I zde může někdo namítnout, že bez štítků a označení by přístroj také pracoval. To je skutečně pravda, avšak označování přístrojů štítky má za účel zlepšit orientaci při ovládání a obsluhu přístroje, a dnes je vzácností elektronický přístroj, který by neměl štítky.

Způsob označování a zhotovování štítků je rozličný. Snad vůbec nejrozšířenější a také nejpoužívanější jsou *štítky leptané na kovové, nejčastěji zinkové destičky*. Zhotovují se fotograficky na tento materiál, plocha mimo text se vyleptá, stupnice, číslice a ostatní text vystupují nad vyleptanou plochu a mají původní, čistou barvu použitého kovu. Vyleptaná plocha je černěná, takže výsledný rozdíl textu od základní plochy je výrazně kontrastní. Lep-



Obr. 353. Přístroj s leptanými štítky

tané štítky jsou vzhledné (obr. 353). Provedení je ovšem výhodné pro větší série, kde se těchto štítků také nejvíce používá, protože potom je jejich cena nízká. Pro jednotlivé štítky je cena neúměrně vysoká, protože je nutné zaplatit celý negativní proces, tj. zhotovení štočku. Velkou předností tohoto způsobu je značná trvanlivost a odolnost štítku proti poškození, vyplývající z toho, že štítek je z kovu.

Jiným způsobem označování jednotlivých prvků přístroje je *štítek rytý*. Jeho vzhled je na obr. 354, z kterého je patrné, že tento způsob je co do vzhledu jeden z nejlepších, ovšem nutno též říci, že i nejdražších. Rytí štítků se provádí přímo na panelu, k tomu účelu zvlášť upraveném, nebo na zvláštní štítek. Je-li čelní panel z hliníku nebo duralu, je vhodné jej sytě černě eloxovat a do černého eloxu vyryt potřebné stupnice nebo text. Vyryté písmo velmi dobře vynikne, neboť je krásně stříbrnitě bílé.

Při rytí do duralu si však někdy musíme počínat opatrně. Některé druhy duralu po eloxování během několika dnů na povrchu neobvykle ztvrdnou, dostanou jakousi sklovitou glazuru, a když se potom dávají rýt, všechny rysky a text se úplně vytrhají na okrajích a roztřepí, takže výsledek je naprosto záporný. Pamatujme proto, že štítky z duralu, určené pro rytí, eloxujeme teprve těsně před rytím, které potom musí být provedeno buď ještě týž den, nebo nejpozději den příští.

Štítky a nápisy se ryjí nejen do materiálů měkkých, nýbrž i tvrdších. Je-li panel např. z ocelového plechu, nastříká se vrstvou dobře držícího laku, nejlépe olejového, který se vypálí a poté se do hladké plochy panelu vyryje označení. Podle barvy panelu se volí barva, kterou se vyrytý text nebo stup-

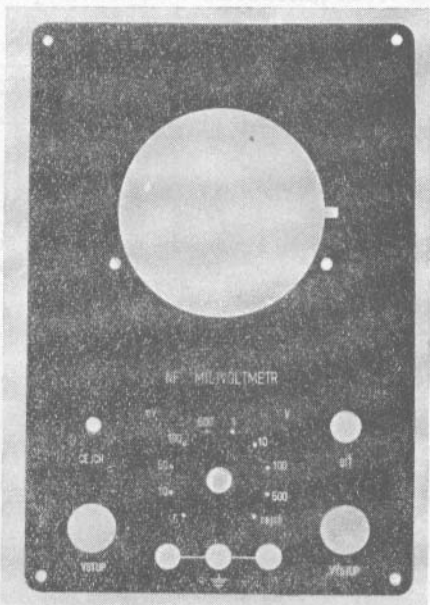
nice a popis vyplní. U světlých panelů se vyrytí vyplní černou nebo jinou tmavou barvou, tmavé panely se vyplní barvami světlými, aby text byl dobře čitelný. Výhodou tohoto způsobu je, že jednotlivé stupnice nebo texty lze vyplnit i různými pestrými barvami, což je např. vhodné u stupnic vlnových rozsahů, nebo při vyplnění rysek světélkující hmotou, jak je to nutné u některých přístrojů.

I pro radioamatéra je dnes způsob tohoto zhotovování štítků dostupný. Přesto však hledáme způsoby, které by byly amatérské práci přístupnější, a pak padne volba na zhotovení štítků nejčastěji *fotografickou cestou*. Při tomto způsobu se štítek nakreslí ve zvětšeném měřítku na papír, potom ofotografuje a fotografickou cestou zmenší na potřebnou velikost.

Při zhotovování štítků je třeba dbát ještě jedné věci, která může často ohrozit jejich úspěšné provedení. Je to skutečnost, že při schnutí se papír smrštuje, většinou dosti nepravidelně, podle rozměru štítku. Je s tím třeba počítat a štítek dělat nepatrně větší a pokud možno na čtvercový formát papíru, aby smršťování bylo ve všech směrech stejné. Po uschnutí se zjistí, jak dalece jsme se rozměrům přiblížili. Většinou se musí dělat fotokopie štítku několikrát, s nepatrnými rozdíly ve velikosti, až rozměry štítku vyhovují. Hodně zde pomůže zkušenost. Musíme také vědět, že samovolným schnutím se smrštuje papír méně než při sušení pozitivu v leštičce. Také zde praxe nejlépe přispěje k úspěšnému zvládnutí práce.

Při zhotovování předloh pro fotografování je třeba psát nápisy na originále úhledným písmem nebo pomocí šablonek (nejlépe pro kolmé písmo), aby štítek nebo stupnice byly vzhledné. I zde známe velmi vhodný způsob provedení nápisů na předlohu, a to pomocí nápisů, textů apod. předem natištěných na bílý křídový papír. Nápisy se z papíru vystřihají a nalepí na vhodné místo předkreslené předlohy pro fotografování. Vzhled takového štítku je velmi pěkný.

Hotové kopie štítku lze na panel vhodným způsobem upevnit např. nalepením, a celek přestříkat nějakým vhodným bezbarvým lakem, např. aceto-



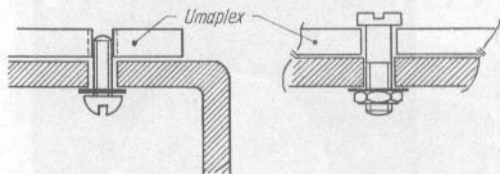
Obr. 354. Přístroj s rytými štítky

novým nebo jiným lakem podobných vlastností. Lepší a velmi vzhledné je provedení, kde fotografický štítek je shora překryt destičkou umaplexu. Pro některé přednosti se dnes tohoto způsobu často používá. Umplex lze velmi dobře řezat, brousit a vrtat. Jediné při vrtání je třeba větší opatrnosti, aby se vrták „nezakousl“. Toto nebezpečí hrozí zvláště tehdy, když je vrtaný

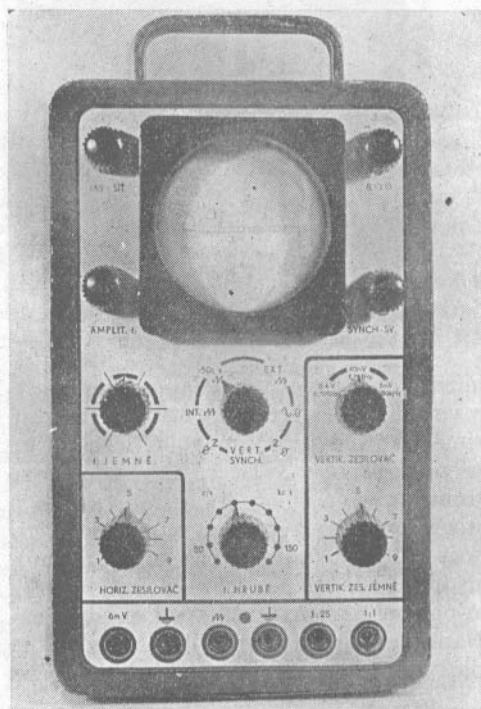
otvor blízko kraje a mohla by se naštvpnout destička.

Pro štítky na přístroje užíváme organického skla tloušťky 1 až 3 mm. Z desky odřízneme nebo odlomíme po předchozím naříznutí z obou stran štítek vhodné velikosti, kterým je kryt vlastní papírový štítek s textem, stupnicemi apod. Často se papírový štítek místo celkem zdoluhavého postupu fotografickou cestou zhotovuje přímo ve skutečné velikosti a popisuje šablonkou.

Umplexové štítky se na panel upevňují dvěma způsoby. Buď přichytíme štítek na panel šroubem s válcovou hlavou shora (obr. 355), tedy tím způsobem, že se ve štítku vyvrtá otvor vždy raději asi o 15 % větší, než je šroub, a tím se štítek k panelu přichytí. Nebo lze štítek k panelu přišroubovat zevnitř tak, že do štítku vyvrtáme na několika místech otvory a vyřízneme závit např. M2. V panelu jsou na příslušných místech vyvrtány opět otvory, zase většího průměru a pod přitahovací šroubky se ještě vloží papírové podložky, aby při náhodném posunu štítek nepopraskal v rozích, v místech upevnění.

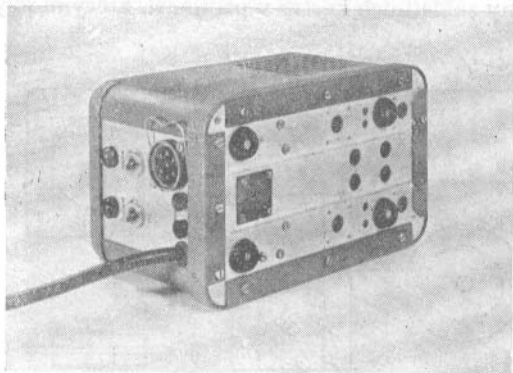


Obr. 355. Upevňování umaplexových štítků na panel



Obr. 356. Přístroj s čelním panelem krytým umaplexem

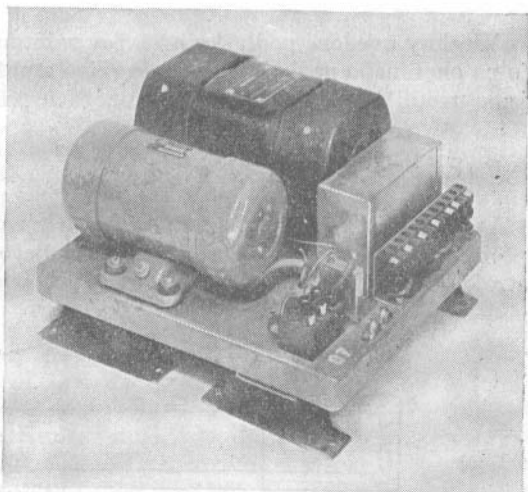
Častější je takové provedení, kdy umaplex tvoří štítek přes celý čelní panel přístroje, jako je tomu např. u oscilografu na obr. 356. Zde jsou ve štítku vyřezány a vyvrtány všechny otvory i velký otvor pro obrazovku, takže štítek tvoří součást čelního panelu, kterým procházejí všechny hřídelky potenciometrů, přepínačů apod. Je-li vlastní papírový štítek dobře proveden, nelze takovému označení prvků přístroje téměř nic vytknout. Nemá ovšem všechny přednosti štítku rytého, je však pro domácího pracovníka nejspolehlivější cestou k dosažení vzhledově dokonalého označení přístroje.



Obr. 357. Pryžové nožky u přístroje

8. Odpružení součástek a přístrojů

Většina radiotechnických přístrojů se skládá z řady různých součástek, více či méně choulostivých na chvění a otřesy. Je proto samozřejmé, že přístroje chráníme podle možnosti proti otřesům, nejčastěji různými *podložkami* nebo *vložkami* pod přístroje. Nejznámější jsou *pryžové „nožky“*, které jsou přišroubovány na spodek skříně, takže na přístroj se nepřenáší chvění ani otřesy a je tedy do jisté míry měkce uložen. Příklad tohoto nejznámějšího odpružení ukazuje obr. 357.

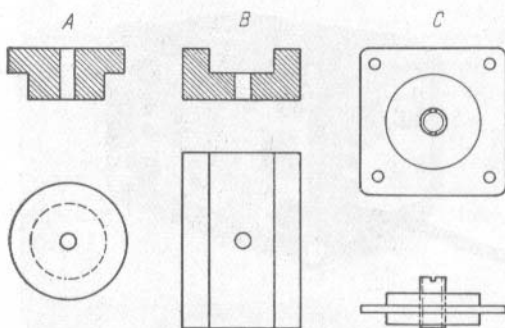


Obr. 358. Přístroj s odpružovacími vložkami

Některé přístroje je třeba upevnit sice odpruženě, přitom však se musí zabezpečit proti posouvání. V takovém případě se užívá různých *pryžových můsteků*, navulkanizovaných na kovové držáky (obr. 358). Základní kostra

má na spodní straně připevněny můstky, které mají otvory pro přišroubování. Přístroj sám jako zdroj chvění nepřenáší však toto chvění na ostatní přístroje.

Známé jsou také různé *podložky* (obr. 359A), užívané k navlečení na třeme-ny základních koster v přijímači, kterými je přístroj odpruženě upevněn ve

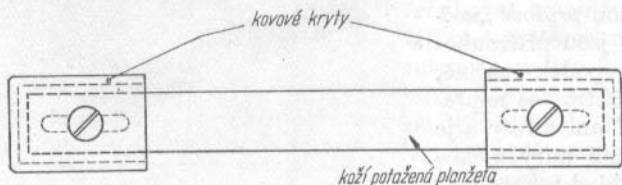


Obr. 359. Odpružovací nožky a závěsy

Všechny uvedené podložky a závěsy zabraňují přestupu chvění z přístroje na okolí nebo naopak. Vyrábí se velké množství těchto pomůcek, z nichž jsme uvedli alespoň několik nejznámějších příkladů.

9. Přístrojové držáky

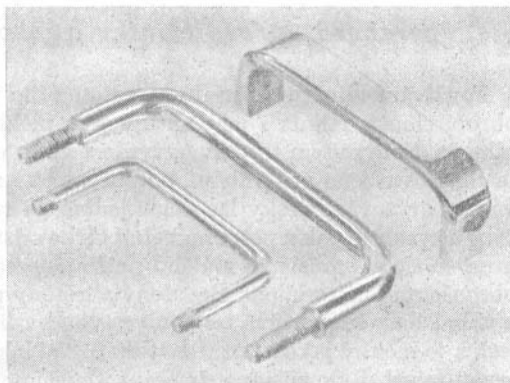
Většina přístrojů, které v radiotechnice konstruujeme, bývá upravena pro přenášení. Na tuto okolnost je třeba pamatovat hned při konstrukci přístroje. U přístrojů řešených do dřevěných bočnic je na možnost přenášení



Obr. 360. Vysouvací držák na přístroje

pamatováno *otvory v bočnicích*. U jiných konstrukcí se přístroj opatří vhodnými *držáky*. Držáků je několik druhů, jednak pro upevnění na horní základnu přístroje, jednak pro přišroubování na čelní panel.

K upevnění na horní základnu přístroje se nejčastěji používá *vysovacích držáků*, jejichž provedení je na obr. 360. Držák se skládá z kovové planžety s podélnými otvory na obou koncích. Planžeta je potažena koží nebo podobným materiálem a na obou koncích zasahuje do kovových nízkých krytů, jimiž prochází šroub, kterým je držák připevněn k přístroji. Šrouby procházejí též podélnými otvory v planžetě. Chceme-li přístroj přenášet, povytáhneme držák (planžetu), který se tím na obou koncích vysune z kovových krytů a umožní zasunout prsty. Po přenesení přístroje se planžetový držák na koncích opět zasune do krytu a přitiskne ke skříni nebo krytu přístroje.



Obr. 361. Držáky přístrojů

Čelní panely jsou opatřeny nejrůznějšími držáky, nejčastěji *kovovými* nebo *bakelitovými*, které jsou přišroubovány k panelu a umožňují zasunování nebo přenášení přístroje (obr. 361). Tyto držáky se někdy také připevňují k horní desce přístroje.

Celkem vysoké držáky na horní desce přístroje jsou vhodné i proto, že tato základna je zároveň též panelem pro některé ovládací prvky přístroje a obsahuje i zdíčky, do nichž se při používání přístroje zasouvají banánky přírodních šňůr a zvětšují tím výšku přístroje.

O těchto držadlech, zhotovených z kulatiny, jsme již mluvili při popisu jednotných skříní. Zde jsme uvedli jen nejpoužívanější typy držáků.

10. Vzhledové úpravy přístrojů

V předcházejících kapitolách jsme mluvili o součástkách a různých konstrukčních řešeních radiotechnických přístrojů. Nyní pojednáme ještě o vzhledové úpravě přístrojů. Někteří pracovníci tuto okolnost přehlížejí a jsou toho názoru, že na vzhledu tolik nezáleží, hlavní že je, aby přístroj dobře pracoval.

Samozejmě dbáme především na dokonalou činnost přístroje, přičemž však jistě najdeme trochu času na práci k dosažení pěkného vzhledu přístroje. Domnívám se ostatně, že každý dobře pracující přístroj si toho plně zaslouží a že je to do jisté míry i vizitkou naší práce.

V zásadě můžeme rozdělit práce na *úpravu vnitřku a vnějšku přístroje*. Zároveň při povrchových úpravách vnitřních dílů půjde převážně o různé způsoby galvanického pokovování, u vnějších povrchových úprav jde především o stříkání nebo lakování skříní, prostě o ochranu povrchu barvením, lakováním apod.

a) Povrchová úprava hliníku a jeho slitin

Používání hliníku a duralu se velmi vžilo především pro jejich snadnou obrobitelnost. Hliník i jeho slitiny jsou měkké, lze je snadno řezat, vrtat, pilovat. Není ovšem tato malá tvrdost vždy výhodná. Opracovávaná deska je choulostivá na poškrábání, odření a na to musíme pamatovat. Rozměřování a orýsování desky lze dělat jediné na rubové, spodní straně, protože čáry a rysky se pak z povrchu velmi těžko odstraňují. Hliník a jeho slitiny se musí leštit a brousit za stálého potírání petrolejem, jinak se hliník vydře obroušeným materiálem. Broušený a leštěný povrch hliníku však není stálý a velmi brzy se pokrývá tenkou vrstvou kysličníku, který již nemá původní lesk a je měkký jako vlastní materiál. Ani lakováním se nedosáhne zvláštní trvanlivosti. Bylo zjištěno, že nejvhodnější povrchovou úpravou jak hliníku, tak i jeho slitin je *uměle vytvořená vrstva kysličníku hlinitého*, který je dostatečně tvrdý, aby chránil měkký kov před poškrábáním. Navíc přijímá jeho struktura dobře nejen různé impregnační látky, ale též různá organická barviva, kterými lze hliník a jeho slitiny velmi vzhledně barvit.

Povrchového okysličení lze dosáhnout dvěma způsoby. Jednak prostým mořením, jednak elektrolyticky. Mezi oběma způsoby je rozdíl v tom, že při moření, které je vlastně korozivním pochodem, se zmenšuje odolnost materiálu, kdežto při elektrolytickém způsobu se naopak odolnost zvětšuje.

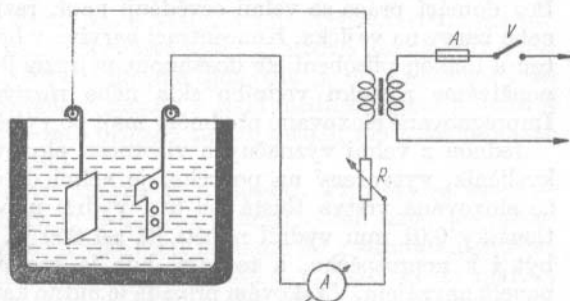
Moří se v louhu, protože hliník a jeho slitiny se v alkalických látkách rozpouštějí. Nejlépe se osvědčuje 10% roztok louhu sodného, horký asi 80 °C, do něhož se ponoří hliníkový panel na 1 až 2 min, popř. se tento postup opakuje. Mezi oběma mořeními se předmět opláchne v čisté vodě a okartáčuje. Po moření se předmět důkladně omyje, aby se všechny zbytky louhu spolehlivě odstranily, jinak na materiál působí dále a rozežirají ho. Mnohdy je vhodné louh neutralizovat kyselinou. Používáme asi 3% roztoku kyseliny solné. Je samozřejmé, že po této neutralizaci se musí předmět opět velmi důkladně omýt v tekoucí vodě, aby se veškeré zbytky kyseliny odstranily.

Mořením hliníku a jeho slitin v louhu nebo roztoku sody získáme krásný bílý povrch, podobný matnému stříbru. Jestliže však hliníková slitina obsahuje měď, potahuje se při moření na povrchu černým nebo šedým povlakem, který je nestálý, a lze ho smýt jen energickým umýváním v teplé vodě, nebo krátkým ponořením předmětu do kyseliny solné. Při tomto způsobu povrchové úpravy hliníku pracujeme s louhy a kyselinami, je tedy třeba dbát

náležitě opatrnosti. Louh i kyseliny jsou silné žíraviny a postříkámeli jimi šaty, zničí se. Také kůži musíme chránit proti postříkání, neboť rány od žíravín se velmi špatně hojí. S výhodou užíváme na kyseliny mis z umělých hmot, užívané původně pro fotografování, na horké louhové roztoky mis buď skleněných nebo smaltovaných.

Pamatujeme, že mořením se dosáhne pouze rovnoměrného začištění a zbarvení povrchu, nikoli jeho větší pevnosti. Mořením také materiálu ubývá, proto se na tuto okolnost musí pamatovat hlavně u závitů a při moření je před louhem chránit.

Daleko výhodnější povrchovou úpravou hliníku a jeho slitin je *elektrolytické oxysličování*, zvané *eloxování*. Předností eloxování proti moření je to, že při něm vzniká na povrchu velmi tvrdý povlak, který chrání předmět před mechanickým poškozením. Při eloxování se povrchové vrstvy hliníku eloxovaného předmětu



Obr. 362. Zapojení při eloxování

účinkem elektrolytu přetvářejí nejprve na nerozpustný hydroxyd hliníový, a pak na kysličník hliníový. Protože tato vrstva kysličníku vzniká přímo z eloxovaného předmětu, nenabývá předmět eloxováním, ale naopak spíše ho ubývá. Eloxováním tedy ochranná vrstva vzrůstá směrem dovnitř materiálu, kterého delším eloxačním pochodem dokonce ubývá.

Při eloxování se eloxované předměty zavěsí do 25% roztoku kyseliny sírové. Pozor při jejím zředování! Vždy se musí lít kyselina do vody, nikdy opačně, voda do kyseliny, protože kyselina pak značně vystřikuje. Předměty se zavěsí na tlusté hliníkové dráty, které slouží zároveň k přívodu proudu. K eloxování můžeme s výhodou použít střídavého proudu. Vyhovuje napětí asi 30 V, proud volíme podle plochy, určené k eloxování. Dobrých výsledků dosáhneme proudem asi 2 až 3 A/dm². Transformátor tedy dimenzujeme podle nejčastěji používaných velikostí panelů. Zapojení eloxačního zařízení je na obr. 362. K vhodnému nastavení proudu slouží regulační odpor *R*, proud se měří ampérmetrem *A* a přivádí k závěsným hliníkovým drátům v eloxační nádobě, na kterých je eloxovaný předmět upevněn.

Před vlastním eloxováním se musí předmět dobře odmastit. Pamatujeme přitom, že eloxační vrstva je tenká a pro zdárný výsledek musí být vzhled předmětu dobrý již před eloxováním. Předmět čistíme v 2% roztoku kyseliny dusičné. Potom jej důkladně opláchneme v tekoucí vodě a rukou se ho

již nedotýkáme. Při eloxování dbáme, aby předměty na obou pólech v elektrolytické lázni měly přibližně stejnou plochu; podle této odhadnuté plochy (na jednom pólu) nastavíme regulačním odporem proud na hustotu asi 2 až 3 A/dm² a podle tloušťky vrstvy řídíme délku vlastního eloxování. Obvyklá doba k vytvoření dostatečně tlusté vrstvy je asi 20 až 30 min. Předmět potom vyjmeme z lázně, důkladně propereme v tekoucí vodě a usušíme.

Povrch hliníku a jeho slitin, zušlechtěný eloxováním, je mléčně bílý. Může se však dále barvit nebo jinak upravovat např. impregnací. Barvit lze s výhodou organickými barvivy i některými anorganickými barvami. Pro domácí práce se velmi osvědčují např. razítkové barvy (alizarinové), nebo barvy na vajíčka. Koncentrací barviva v barvicím roztoku, jeho teplotou a délkou působení lze dosáhnout nejrůznějších odstínů. K impregnaci používáme roztoku vodního skla nebo různých vosků, parafinu apod. Impregnované eloxované předměty mají po vyleštění téměř sklovitý povrch.

Jednou z velmi význačných vlastností eloxované plochy je také to, že kysličník, vytvořený na povrchu, je velmi dobrý izolátor. Bylo zjištěno, že eloxovaná vrstva tlustá asi 6 μ vydrží napětí kolem 100 V a vrstva tloušťky 0,01 mm vydrží napětí již asi 250 V. Tato okolnost může však být i k neprospěchu, a to tam, kde je spojováno několik eloxovaných panelů navzájem. V takovém případě je nutno každý panel opatřit zemnicím šroubem a všechny zemnicí body propojit navzájem tlustým měděným drátem. Vcelku lze však říci, že hliníkové materiály zušlechtěné eloxováním získávají nejen na elektrické a mechanické pevnosti a odolnosti, ale i na vzhledu.

b) Povrchová úprava ocelových předmětů

Povrchová úprava ocelových předmětů záleží buď v *chemickém pokovení* bez proudu, nebo v *galvanickém pokovení*.

Ukážeme si, jak lze chránit ocelové předměty před rezavěním nejjednoduššími prostředky, tj. *pokovováním bez použití elektrického proudu*. Nejsnadnější je *pomělování*. Dobře očištěný ocelový předmět se ponoří nejprve do 15% roztoku kyseliny sírové, ve které se zbaví zbytků mastnoty a nečistoty. To trvá asi 15 min, u velmi znečištěných předmětů déle, ve zvlášť obtížných případech i několik hodin. Po očištění v kyselině se předmět vloží do 10% roztoku síranu měďnatého (modré skalice), k němuž přidáme několik kapek kyseliny sírové. V tomto roztoku se ocelový předmět za malý okamžik potáhne tenkým povlakem mědi. Pokovování tímto způsobem trvá asi 10 až 15 min, kdy je vrstvička již dostatečně tlustá. Během pokovování se předmětem pohybuje, aby vznikající bublinky plynu neulpívaly na materiálu a nezabraňovaly vlastnímu pokovování. Bublínky se též mohou odstraňovat malým štětečkem. Při tomto způsobu pokovení si však nesmíme myslet, že

čím delší dobu bude trvat, tím lepší bude povrch. Při pokovování bez elektrického proudu se ukládají částičky mědi poněkud odlišně než při pokovování galvanickým; vrstva mědi při dlouhém máčení v roztoku modré skalice je sice tlustší, avšak její struktura je krystalická až houbovitá a měď se snadněji odlupuje než u vrstev tenčích. Podmínkou úspěšného pokovení je dokonalé očištění předmětu od rzi, nečistoty a mastnoty.

Lepších výsledků dosáhneme pomědováním předmětů v *elektrolytické lázni* elektrickým proudem. Ke galvanickému pokovování si připravíme elektrolytickou lázeň ze 150 g chemicky čistého síranu měďnatého (CuSO_4), který rozpustíme v 1000 g destilované vody, a pro zvětšení vodivosti přidáme 60 g koncentrované chemicky čisté kyseliny sírové. Do nádoby s roztokem zavěsíme předmět, který chceme pomědit a do vzdálenosti asi 100 mm jako anodu desku, pokud možno z čisté mědi. Zdrojem proudu je akumulátor. Pomědění je v tomto případě nejen tlustší, ale také mnohem pevnější a lépe na předmětu drží.

Jiným způsobem povrchové úpravy je *niklování*. Připraví se lázeň ze 75 g síranu nikelnato-amonného a z 1000 g destilované nebo převařené vody, ke které opět pro zvětšení vodivosti přidáme 50 g síranu amonného. Jako zdroj proudu slouží opět akumulátor 2 až 6 V, jako anoda niklový plech. Ocelové předměty je třeba před vlastním niklováním nejdříve pomědit, aby niklová vrstva dobře přilnula.

Dalším, velmi rozšířeným způsobem ochrany ocelových panelů apod. je tzv. *fosfátování*. Fosfátování ocelových předmětů se zakládá na skutečnosti, že ocel mořená v kyselině fosforečné dále nerezaví a lépe odolává atmosférickým vlivům. Chemicky vznikají při fosfátování na povrchu oceli nerozpustné fosforečnany.

Před vlastním fosfátováním se musí odstranit z ocelových předmětů nečistoty, mastnoty, rez a okuje (v místech svaru), a to nejlépe v tzv. mořicí lázni. Pro materiál pokrytý rží a okujemi je jako mořicí lázeň nejvhodnější opět 15% roztok kyseliny sírové. Moření v této lázni trvá asi 15 až 30 min. Je-li předmět velmi mastný, je vhodné jej předem zhruba odmastit benzínem nebo tetrachlórem. Po moření je nutno předmět neutralizovat louhem nebo jinou zásaditou látkou a potom jej dobře omýt v tekoucí vodě. Vlastní fosfátování se děje v lázni, složené ze dvou základních roztoků.

První roztok se skládá z:

1,5 dílu kysličníku zinečnatého,

6,9 dílu kyseliny fosforečné (měrné váhy 1,6) a

4,2 dílu převařené vody.

Druhý roztok obsahuje 4 g dusitanu sodného ve 200 cm³ vody.

Pro fosfátovací lázeň smícháme:

0,8 litru roztoku I,

9 litrů vody,

0,2 litru roztoku II.

Dostaneme tak 10 litrů fosfátovací lázně, kterou nalijeme nejlépe do ocelové nádoby, ve které lázeň ohřejeme na teplotu 60 až 80 °C. Předmět určený k fosfátování opláchneme znovu ve studené vodě, potom v teplé a pak jej zavěsíme svisle do fosfátovací lázně. Svisle proto, aby bublinky vznikajícího plynu mohly snadno unikát. Doba fosfátování je asi 10 min a vzniká při něm tvrdý bílý povlak. Po fosfátování je třeba předmět umýt dobře vodou a potom ponořit na několik minut do utvrzující lázně, tvořené roztokem 5 g chromanu sodného v 10 l vody. Po vyjmutí z lázně necháme předmět volně uschnout na vzduchu.

Podobně jako při eloxování, tak i při fosfátování lze použít k vytvoření tlustších a pevnějších povlaků elektrického proudu. Stačí opět střídavý proud o napětí asi 12 V. Jednu elektrodu tvoří ocelová deska, druhou vlastní fosfátovaný předmět. Hustotu proudu volíme asi 3 A/dm² plochy, určené k fosfátování. Tímto způsobem dosáhneme na ocelovém předmětu stejnoměrnějšího povrchu, který je tlustší a má šedou barvu.

Také předměty upravené fosfátováním lze barvit. Hodí se k tomu zcela dobře anilinová barviva rozpuštěná v lihu, k nimž je vhodné přidat nějakou lakovou substanci, aby barvivo na povrchu dobře drželo. Dobře se osvědčuje bezbarvý acetonový lak, přidaný do lihového roztoku barviva. Barva se na předmět nanáší buď stříkáním, nebo máčením v barvě po dobu několika minut za stálého pohybování předmětu, aby nevznikly skvrny. Po obarvení předmět opláchneme, necháme oschnout, potřeme lehce olejem a vyleštíme.

Jiným, neobyčejně výhodným a velmi často vyhledávaným způsobem povrchové úpravy ocelových panelů je *kadmiování*. To je velmi účinný prostředek proti rezavění. Ačkoli i niklovaný předmět začne ve vlhkém prostředí rezavět asi po 100 hodinách, zinkovaný asi po 320 hodinách, kadmiový předmět nemá stopy rezu ani po 1800 hodinách! To je nejlepší důkaz, jak výhodný je tento způsob ochrany. Další předností je i to, že kadmiový předmět lze velmi dobře pájet, dalším postupem ještě niklovat, chromovat apod. Výhody této povrchové úpravy jsou tedy zřejmé. Kadmiový předmět má i velmi pěkný vzhled, po vyleštění je stříbrně lesklý.

Kadmiování se provádí ve speciálních lázních a přes své neobyčejně výhodné vlastnosti se do amatérské praxe nerozšířilo proto, že jak kadmiovací soli, tak především anoda jsou nedosažitelné. Proto se musí hledat podniky, které by kadmiování na zakázku provedly.

Konečně ocelové předměty se upravují *okysličením*, tzv. *černěním*. To je nejjednodušší způsob povrchové úpravy ocelových předmětů. Záleží v opálení ocelového předmětu plamenem za přítomnosti oleje. Nejvhodněji se dělá tak, že se předměty, většinou drobné a nevelkých rozměrů, dají na ocelovou mističku, do které se nakape trochu oleje. Stačí obyčejný, znehodnocený olej. Miska se potom zahřívá plamenem, až se olej ohřeje na teplotu, při které začne sám hořet. Hořením oleje a jeho přítomností při tomto pochodu se ocel opaluje, nabíhá nejprve do hněda, později do černa. Pro

dosažení syté černé barvy je obvykle třeba postup opakovat. Po skončeném černění se předměty nechají vychladnout, zbaví se nadbytečných sazí, které se na nich někdy usadí, a vyleští se hadrem.

Povrch černěných předmětů je vcelku dosti pěkný. Dokonalosti se dosáhne nejen opakováním celého pochodu, ale i tím, že při opalování se předměty převracejí a pohybuje se jimi. Tento způsob chrání proti rzi, pokud není prostředí příliš vlhké. V běžném prostředí tato úprava vyhovuje.

V radiotechnické praxi se často setkáváme také se *stříbřením*, především v technice vkv, kde se postříbřují cívky, vodiče a různý montážní materiál i součástky, aby se zvětšila vodivost materiálu na povrchu, kde je především vysokofrekvenční energie při přenosu soustředěna. Stříbření se k těmto účelům běžně používá a prakticky se děje buď bez elektrického proudu, nebo pomocí proudu — galvanicky.

Ponorové stříbření bez elektrického proudu je v amatérské praxi nejčastější a provádí se ponořením očištěné a odmaštěné součástky do vyčerpaného fotografického ustalovače, do něhož se přidá několik kapek kyseliny octové. Toto nejznámější stříbření není jakostní ani co do soudržnosti, ani po fyzikální stránce. Vrstva stříbra není homogenní. Výhodnější je lázeň obsahující kyanidy (pozor, prudký jed, i velmi nepatrné množství je smrtelná dávka!), např. tohoto složení:

1 g dusičnanu stříbrného,
12 g kyanidu draselného,
25 g fosforečnanu sodného a
1000 g destilované vody.

Ponorové stříbření u měděných předmětů děláme při teplotě lázně asi 30 až 40°C, v lázni předmětem pohybujeme a po skončeném stříbření okamžitě důkladně opláchneme v tekoucí vodě.

Dokonalejší výsledků dosáhneme *stříbřením galvanickým*, za pomoci elektrického proudu. Složení lázně pro toto stříbření:

50 g kyanidu stříbrného,
100 g kyanidu draselného,
50 g uhličitanu draselného a
1000 g destilované vody.

Jako zdroje užíváme akumulátoru, proud nastavujeme na hodnotu asi 1,5 A/dm² a teplotu lázně upravíme asi na 35°C. Je samozřejmé, že ocelové předměty před stříbřením se musí předem pomědit. Při práci se stříbřením je nutno znovu co nejdůrazněji upozornit na neobyčejně prudce jedovaté kyanidy, což musíme mít neustále na paměti.

Při všech uvedených způsobech úprav povrchu předmětů a panelů chemickými způsoby je bezpodmínečně nutné nejprve předměty *dokonale očistit od mastnoty, špíny a rezu*, jinak by kovové povlaky nedržely. Nej-

vhodněji odmašťujeme ponořením předmětu asi do 10% roztoku louhu sodného a potom dokonalým omytím tekoucí vodou. Louhem se sice materiál odmastí, ale nezboví rezu. K tomuto účelu je výhodný koncentrovaný roztok chloridu cínatého. Mosazné a měděné předměty očistíme ve směsi dvou dílů kyseliny dusičné, tří dílů kyseliny sírové a čtyř dílů vody. Při míchání kyselin a vody pamatujme na zásadu, že kyselinu vždy přiléváme do vody, nikdy naopak, neboť by kyselina vystřikovala. Jakmile jsou předměty určené k pokovování odmaštěny, nesmíme je již brát do rukou, abychom je znovu nezamastili. Při čištění i leštění po galvanickém pokovení se často velmi dobře uplatní drátěné ocelové kartáče, kterými odstraníme ty nečistoty na povrchu, které na něm pevně ulpěly, a při konečné úpravě dosáhneme lesku.

c) Povrchová úprava kovů lakováním

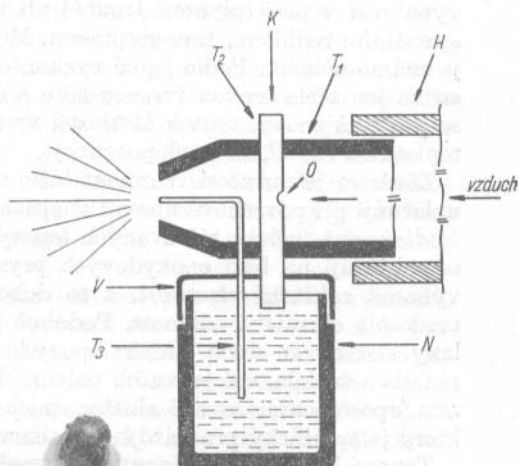
V mnoha případech se kostry nebo panely chrání lakováním. Stříkání vnějších kovových skříní je celkem samozřejmá věc, často však se barvou stříkají i vnitřní panely a kostry, na kterých jsou přístroje montovány. Jestliže u těchto koster je druh barvy celkem jednoznačně určen (hladká barva), vnější postřík skříní se provádí jak barvami hladkými, tak i různými krystalovými, čeřínkovými, kladívkovými a jinými laky, vytvářejícími na povrchu plechu různé vzorky nebo strukturu.

Nejprve si něco řekneme o *hladkém lakování*.

Hladký povrch je vhodný nejen na vnitřní panely, ale dnes často i na vnější kryty skříní. Plech má být před nastříkáním pěkně hladký, bez velkých nerovností. Nejprve předmět postříkáme základním krycím lakem (suříkovým řídkým tmelem), rozředěným na hustotu, při které jej lze stříkat. Tento základní nátěr lze nanést také štětcem. Po zaschnutí, které při normálním vzduchu a teplotě trvá do druhého dne, při vyšších teplotách (v plynové troubě apod.) asi 30 min, se panel „ktyje“ — tmelí. K tmelení se používá lakýrnického tmelu, který je bílý a řídký. Jím se zahradí všechny nerovnosti na povrchu panelu. Po dobrém zaschnutí se tmel přebrousí smirkovým plátnem za přítomnosti vody. Dostatek vody při broušení je nutná podmínka, jinak se povrch vytrhá a poškrábe. Je-li třeba, postup se opakuje (tmelení — broušení), a pak se povrch opět lehce přestříká tímž řídkým základním krycím lakem, kterým byl panel stříkán poprvé. Po zaschnutí zbývá jen nepatrné přebroušení, většinou se již jen velmi lehce opravuje povrch a potom následuje postřík vlastní barvou, který se většinou opakuje. Pro technické panely v radiotechnice se nejčastěji používá různých odstínů šedé barvy.

Pro hladké povrchy jsou dnes nejosvědčenější *syntetické laky acetonové* — nitrolaky a *laky terpentýnové*, které je ovšem nutno sušit — vypalovat při

vyšších teplotách v peci. Tuto skutečnost nelze však považovat za nevýhodu, protože tyto vypalovací laky jsou mnohem tvrdší, pevnější, lépe drží na povrchu a neoprýskávají při nejmenším úderu na kostru. Častější je ovšem používání laků syntetických a nitrolaků, které schnou při normální teplotě. Pokud stříkáme panely sami, můžeme s výhodou použít zařízení, které je u vysavačů prachu a prodává se i samostatně. Lak ovšem musí být náležitě zředěn, aby jej proud vzduchu z vysavače utáhl. Pro toho, kdo nemá podobné zařízení, nebo není-li stříkání tolik, aby se vyplatilo plnit celkem dosti objemnou nádobku u vysavače, je nakresleno podobné vhodné zařízení na obr. 363, podle kterého si může každý zájemce tuto užitečnou pomůcku vyrobit. Skládá se z tenkostěnné trubky T_1 tlusté tak, aby se na ni mohla nasadit pryžová hadice od vysavače. V přední části je tato trubice zúžená. Trubička T_3 je ponořena do nádobky N , ve které je vhodně zředěný lak. K nádobce těsně přiléhá víčko V , kterým prochází sací trubička T_3 a tlaková trubička T_2 , procházející svíslé hlavní trubicí T_1 a mající na straně obrácené k proudícímu vzduchu otvor průměru asi 3 až 4 mm. Trubka končí těsně pod víčkem, tedy nad hladinou laku. V provozu, pokud trubička T_2 má horní otvor K otevřen, není lak rozprašován. Když však otvor K přikryjeme prstem, dochází k rozprašování barvy trubičkou T_3 . Je jisté, že teprve praxe nás naučí volit správnou hustotu barvy.



Obr. 363. Stříkačí pistole pro vysavač

K postřiku malých a drobných předmětů mnohdy stačí „fixírka“, které se používá na školách k postřiku — fixování výkresů. Také v tomto případě je třeba jisté zkušenosti, abychom namíchali barvu takové hustoty, abychom ji mohli foukat tímto nejjednodušším rozprašovacím zařízením. Rozhodně však dáváme přednost tomuto způsobu nanášení barvy na panely před nanášením štětcem, protože dosáhneme rovnoměrnějšího nanesení barvy.

Vnější kryty na přístroje a skříň se stříkají buď hladce a pak je pracovní postup shodný s postupem právě popsaným, nebo se stříkají různými krystalovými, čefínkovými, kladívkovými laky, které vytvoří na povrchu různou plastickou strukturu.

Černý krystalový lak je velmi krásný, když je nový. Je-li však přístroj

vystaven prachu, „zažere“ se prach do struktury laku a velmi obtížně se z ní odstraňuje. Nepomáhá ani kartáčování ani jiný způsob. Výhodou těchto laků se strukturou je však to, že většinou nevyžadují tmelení, protože struktura a plastika laku zakryje většinu běžných nerovností.

Krystalové laky, čeřinky, jsou laky, ve kterých jsou obsaženy dvě látky nestejně schnoucí. Jedna schne rychleji, druhá pomaleji a tím dochází k nepravidelnému svráštování povrchu laku. Všechny tyto laky je třeba vypalovat v peci (plynové troubě) při teplotě kolem 100 °C. Laky se ředí speciálním ředidlem, tzv. glyptalem. Metod pro práci s krystalovými laky je známo několik. Podle jedné vyzkoušené metody se předmět nejprve postříká jen zcela tenkou vrstvou laku a dá do pece uschnout. Po zaschnutí se postříká znovu, tentokrát tlustší vrstvou a dá se do pece uschnout při teplotě asi 100 °C, kdy vykrytalizuje.

Závěrem je nutné si všimnout blíže těch laků, které se dnes pronikavě uplatňují při povrchové úpravě vnějších krytů a skříní přístrojů, tzv. *laků kladívkových*, někdy též zvaných *tepaných*. Tyto moderní povrchové laky se zakládají na bázi epoxydových pryskyřic a z toho již vyplývá jejich výborná základní vlastnost, a to dokonalá přilnavost, vláčnost, značná tvrdost a chemická odolnost. Podobně jako lepidla Epoxy 1200 jsou tyto laky složeny ze dvou složek: epoxydové pryskyřice s přísadou barviva, plnidla a tužidla, což je roztok polyamidové pryskyřice. Teprve před vlastním upotřebením se obě složky smíchají v přesně stanoveném poměru, který je specifický pro každý druh barvy.

Tepané laky jsou většinou laky vypalovací, určené k sušení — vypálení v peci. Lak se po postřiku nechá nejprve zaschnout na vzduchu při normální teplotě po dobu 15 až 20 min; potom se znovu přestříkne a nechá opět schnout na vzduchu, tentokrát 20 až 30 min. Po této době se vysouší 30 až 40 min při teplotě 120 až 130 °C v peci nebo infračervenými lampami.

Tepané laky se výhradně ředí ředidlem, označeným S 6023; jiná ředidla ruší tvoření tepané struktury. Dnes vyrábí n. p. Barvy a laky tyto tepané laky v těchto odstínech: hliník — 9111, hliník matný — 9112, tmavošedá — 9113, béžová — 9222, fialová — světlá — 9331, modrá — 9441, světle zelená — 9551, zelená — 9553, tyrkysové zelená — 9555, oranžová — 9771, oxydově červená — 9881 a červená — 9883. Na skříně elektronických přístrojů je nejvhodnější hliník — 9112 nebo 9111 a velmi efektní modrý odstín — 9441, popř. tyrkysový — 9555.

Velkou výhodou těchto laků je i to, že laky zahladí svou strukturou i drobné nerovnosti povrchu, takže často není třeba tmelení a před vlastním postříkem použijeme jen základní epoxydové barvy S 2300, která se však často vůbec vynechává a povrch panelů se stříká přímo kladívkovým lakem. Konečně nesmíme zapomenout ani na to, že skříně chráněné těmito laky se velmi snadno a dobře čistí, a to i mokrým hadrem, což je velká výhoda proti lakům např. krystalovým nebo čeřinkovým, které se čistí jen velmi obtížně.

d) Povrchová úprava dřeva

Povrchové úpravy dřeva si povšimneme jen zběžně, neboť pro přijímače je trh zásoben řadou různých skříní tovární výroby. Pokud snad budeme zhotovovat v některých speciálních případech skříní sami, platí pro úpravu dřeva několik hlavních zásad.

Dřevěné desky je třeba před vlastním lakováním a leštěním nejprve *dokonale vyhladit*, a to jemným smirkovým plátnem. Pokud je nutné, i zde zahladíme větší nerovnosti v povrchu lakýrnickým tmelem (kytem), kterým nerovnosti vyplníme a po zaschnutí přebrousíme a vyhladíme. Jestliže je povrch dostatečně hladký, přikročíme k barvení. *Barvení nebo moření* dřeva, jak se často tomuto úkonu říká, provádíme nejčastěji postříkem vhodnou barvou „fixírkou“. Jako barviva používáme anilinové, ve vodě nebo lihu rozpustné barvy. Koncentraci a odstín barvy volíme podle účelu a potřeby, jimiž má dřevěná skřín sloužit. Mnohdy používáme při výrobě skříní též dých z tvrdého dřeva, dubu, buku apod. Ty se nemoří, jen vybrousí, vyhladí a leští.

Dosáhne-li dřevěný předmět požadované barvy a je náležitě vyhlazen, přikročíme k jeho *leštění*. Leštění se provádí roztokem šelaku v lihu tak, že smotek hadříku se mírně nasytí tímto roztokem a krouživými pohyby hadříku se plocha leští. Aby lešticí roztok příliš nezasychal, dává se na dřevo několik kapek oleje. V leštění je třeba získat trochu praxe, abychom dosáhli žadoucích výsledků. Pro zvláště velký lesk, jaký mívají skříně továrních přijímačů, se používá bezbarvého nitrolaku.

Často se používá ještě jednoho způsobu povrchové úpravy — *polepování dřeva plátnem* nebo podobným materiálem. Tento způsob úpravy se vžil hlavně u přenosných rozhlasových přijímačů, jako jsou nejruznější kabelkové konstrukce apod. Úprava záleží v tom, že překližkovou skřínku polepíme knihařským plátnem nebo koženkou. Lepíme kličem. Pokud se polepení provede pečlivě a popř. je kombinováno s dřevem, může být přístroj vzhledově velmi zajímavý. Aby byl tento způsob úspěšný, musí být veškerá práce provedena skutečně velmi pečlivě.

Tím jsme skončili pojednání o vzhledových úpravách zhotovovaných přístrojů. Jestliže se snad dříve příliš nedbalo na konečný vzhled přístroje, dnes je to otázka stejně důležitá, jako mnoho jiných, o čemž nejlépe svědčí skutečnost, že řada větších firem má pro tyto účely zvláštní oddělení, pečující o dokonalý vzhled přístroje. A to byl také důvod, proč jsme se těmito problémy zabývali dosti podrobně i v této knize.

Závěr

Co říci závěrem této knihy? Pokusím se vysvětlit čtenářům některé věci se kterými jsme se při jejím psaní setkal. Snažil jsem se zpracovat pro radioamatéry příručku, která by navazovala a doplňovala řadu publikací a knih pojednávajících o radiotechnice a prakticky řešila problémy, s nimiž se pracovník při navrhování a konstrukci radiotechnických přístrojů může setkat.

Osnova tohoto druhého vydání tedy prakticky zůstala stejná jako u vydání prvního, protože se ukázala pro pracovníky začínající v tomto oboru zcela vyhovující. Je přirozené, že při takovém rozpětí osnovy nelze všechny kapitoly probírat tak zevrubně, jak by bylo mnohdy zapotřebí. Bylo zřejmé, že především je třeba seznámit čtenáře se součástkami, které ke své práci nejčastěji potřebují. Proto uvádíme v tomto přehledu nejen běžné známé údaje o dané součástce, ale i její vlastnosti a zvláštnosti, které musíme při jejím používání znát. Proto se čtenář dočte např. nejen o plechách pro transformátory, ale i o vinutí, prokládání, impregnaci apod.

Přehled součástek byl doplněn technickými údaji a podle možností i rozměrovými náčrtů a snímky, aby příručka byla užitečná i těm radioamatérům, kteří v tomto oboru mají zatím jen málo zkušeností. Proto je také část o vlastní konstrukci přístrojů doplněna četnými obrázky, které velmi názorně poučí čtenáře o tvaru, vzhledu nebo provedení přístroje.

Pro přehled a konstrukční způsoby řešení přístrojů jsem zvolil rozdělení do několika skupin, které jsem se snažil doplnit vhodnými snímky. Je jisté, že nejlepší podklady v tomto směru mi mohly dát naše národní podniky, které mají nejvíce zkušeností s konstrukcemi elektronických přístrojů. Doufal jsem proto, že se mi podaří shrnout tyto zkušenosti a aplikovat je v amatérské praxi, aby vznikla příručka, pojednávající o těchto způsobech konstrukce v ucelené formě. Při závěru však vidím, že se mi to podařilo jenom částečně, neboť ne vždy jsem se u podniků setkal s plným pochopením. Je třeba touto cestou poděkovat s. Dostálovi z n. p. Tesla Lanškroun, s. Havlíčkovi z n. p. Tesla Valašské Meziříčí, s. Maurencovi z n. p. Tesla Pardubice, s. Kolaříkovi z n. p. Tesla Brno, pracovníkům n. p. Elektro-Praga Jablonecké Paseky, n. p. Tesla Karlín, závod Moskva v Praze a jiným, kteří měli pro mou práci plné pochopení. Současně poznamenávám, že nutno přihlídnout ke skutečnosti, že přehled radiotechnického materiálu byl zpracováván v druhé polovině roku 1959 a při rychlém vývoji v elektronice není proto možné, aby odpovídal stavu v době vyjítí knihy.

Závěrem bych chtěl vyslovit upřímné poděkování lektoru inž. Jaroslavu Navrátilovi za jeho velmi cenné a podnětné připomínky.

Autor

Rejstřík

Anilinhydrochlorid 287

Barvení hliníku 326

bass-reflexová skříň 156
bezindukční odpor 26
bifilární odpor 26

Cívka jednovrstvová 65
cívka mnohovrstvová 68
cívka s feritovým jádrem 68
cívka vzduchová 71
černění železných předmětů 328
činitel jakosti Q 70
činitel vinutí k cívky 78

Dělená reprodukce 154
dentakryl 314
dielektrická konstanta 34, 49
dielektrikum kondenzátoru 34
divoké vinutí 73
držák krystalu 168
držák pájecího můstku 273
dvojití stínění 211
dvoulinka 284

Elektrická výhybka 155
elektrolytický kondenzátor 164
elektrolytické poměďování 326
elektrostatické stínění 202
elektrostatický reproduktor 153
eloxování hliníku 325
epoxydové lepidlo 315

Faradayovo stínítko 203
formy pro lití dentakrylu 314
fosfátování 327
funkční vzorek 11

Galvanické pokovování 326

Hlavičkář 310

hobra 297

hrníčkové jádro 75
chlazení polovodičů 129, 140
chlazení ventilátorem 245

Impedance tlumívek 86
impregnace lakem 96
impregnace voskem 96
indukčnost odporu 25
indukčnost tlumivky 84
isodent 314
izolační trubička 280

Jmenovité napětí 116
jmenovitý proud 116

Kabelové kostry 292
kadmiování 328
kalafuna 287
kapacita odporu 26
keramická cívková tělíska 71
kmítočtový normál 167
knoflík šipkový 181
koaxiální reproduktor 156
kolektorová ztráta 137
komorové vinutí 73
křížové vinutí 72
kompenzace teploty 218
konečný návrh 12
krátké spoje 195, 212

Lakovaná izolační trubička 280
leptané štítky 317
lakování hladké 330
laky syntetické 320
laky tepané — kladívkové 332
lámací lišta 149, 276
lepení patiček elektronek 204
lepidla 315
leštění dřeva 333
lišta propojovací 171

Mezistěna 217
mezní kmitočet 137
mikrofoničnost 197
mikrofoničnost kondenzátorů 58
monočlánek 161
montážní deska 11, 222
moření hliníku 324
mústek k odpružení přístroje 321

Nabíjecí proud 164
náhony ladicích kondenzátorů 188
niklování 327
nízkonapěťová páječka 301
núžky na plech 304
nýtování 309

Obtisky 293
obvod zhášečí 183
odpružení elektronik 198
odškrabování slídového kondenzátoru 45
opalování izolace 281
organické sklo 312

Pájecí očko 191
pájecí pasta 287
páječka pistolová 302
páječka síťová 300
pájení polovodičů 141
panelová jednotka 238
pentinax 311
polepování dřeva 333
povrchový jev 68
předběžný návrh 11
přichytka 189

Rozmístění součástek 227
rtuťové páry 118
ryté štítky 318
řadiče 112
řezání závitů 308

Skládání usměrňovače 119
sklotextit 311
souměrnost rozložení součástek 254
souosá koncovka 170
souosý kabel 200
stínění objímky elektroniky 205
stínění elektrostatické 202
stíněný vodič 200
stínicí mezistěny 207
studený spoj 288
svazkování spojů 291

Teflon 313
teplota elektronik 144
teplota odporu 18
teplota provozní 216
teplota usměrňovače 118
textilní izolační trubice 280
transformátorový papír 95
trollitul 311

Umacart 311
umatex 311
upon 1200 315
uzlování 207

Varicap 134
vazba transformátorů 199
vybíjecí proud 164
vysokofrekvenční kablík 70

Zapojovací plánek 13
zapojování vzdušné 267
zatižitelnost odporu 18
zemnicí uzly 209
Zenerova dióda 132
zkroucené žhavicí přívody 286
ztrátový odpor kondenzátoru 35
ztrátový úhel dielektrika 35
zvukový zářič 157

POPULÁRNÍ RADIOTECHNIKA

Svazek 7

Kamil Donát

PŘÍRUČKA PRO KONSTRUKTÉRY RADIOAMATÉRY

DT 621.396.6

Vydalo Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, Praha 1 v únoru 1961 jako svou 3638. publikaci ve společném vydání se Slovenským vydavateľstvom technickej literatury v Bratislave v řadě elektrotechnické literatury. Redakce elektrotechnické literatury. Odpovědný redaktor inž. Vladimír Kotěšovec. Vazbu navrhl Stanislav Odvárko. Technická redakce Ludvík Charvát. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 1, Václavské nám. 15, Praha 1 Nové Město. 340 stran, 363 obr. Typové číslo L26/E1-3-II/5428, 24,44 AA, 25,16 VA, D-02*01838, druhé vydání, náklad 13215 výtisků

05/38

Cena váz. výtisku 22,30 Kčs

63/III-8-E1

Publikace je určena radioamatérům, konstruktérům a laborantům v průmyslu a vývoji