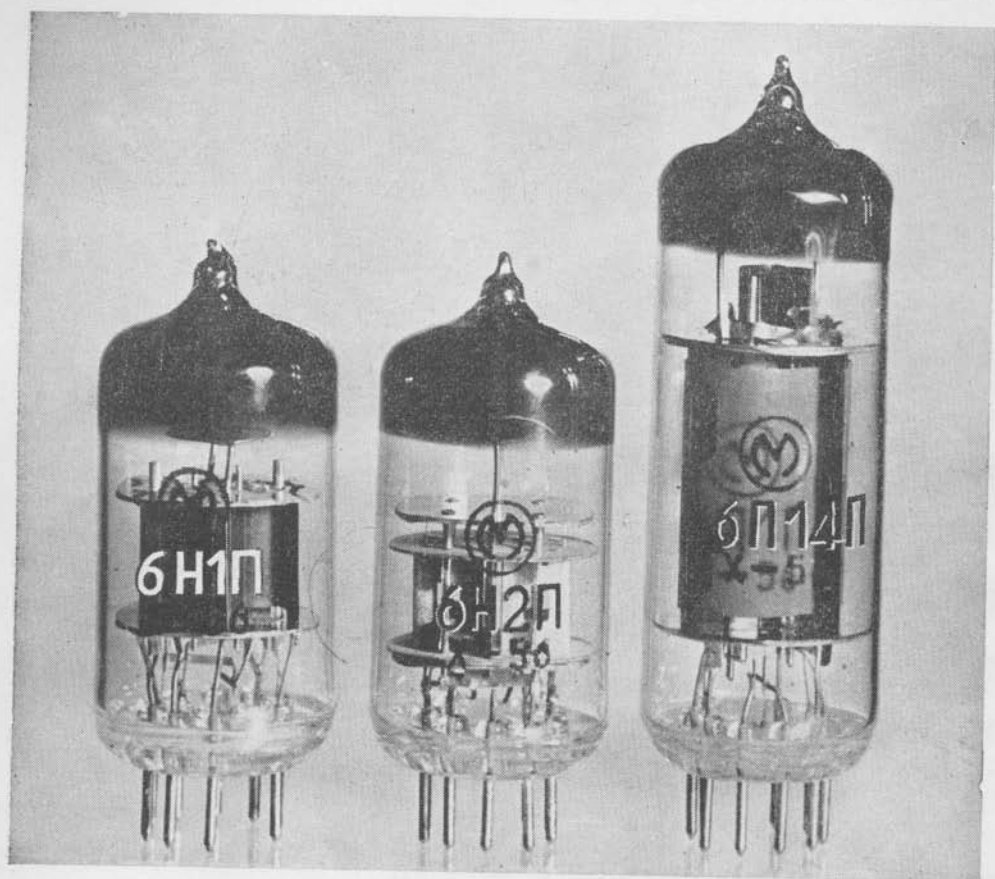
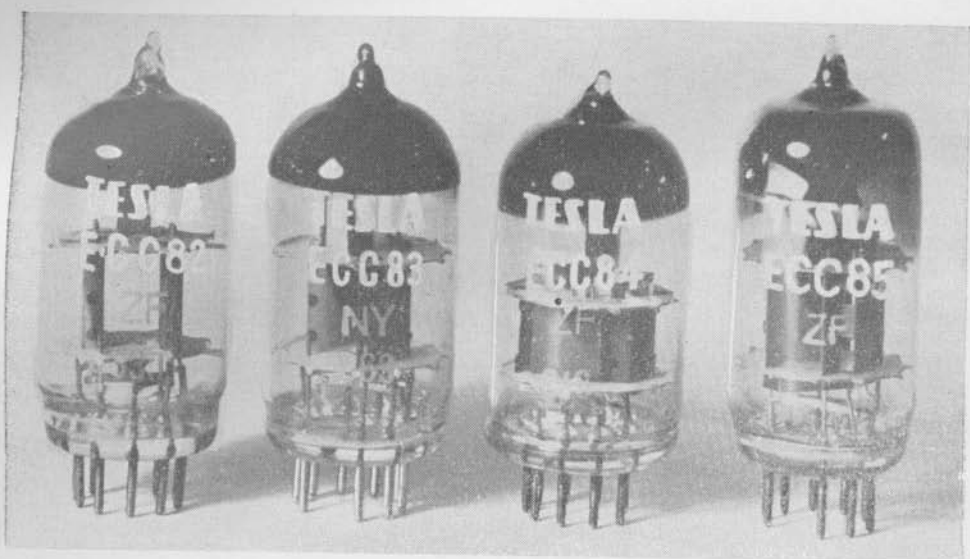


JAROSLAV ZUZÁNEK — JIŘÍ DEUTSCH

ČESKOSLOVENSKÉ MINIATURNÍ ELEKTRONKY

II. NOVALOVÉ ELEKTRONKY PRO ROZHLASOVÉ PŘIJÍMAČE

SNTL



ČESKOSLOVENSKÉ A SOVĚTSKÉ NOVALOVÉ ELEKTRONKY

INŽ. JAROSLAV ZUZÁNEK — JIŘÍ DEUTSCH

ČESKOSLOVENSKÉ MINIATURNÍ ELEKTRONKY

II. NOVALOVÉ ELEKTRONKY
PRO ROZHLASOVÉ PŘIJÍMAČE

PRAHA 1960

STÁTNÍ NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY

PŘEDMLUVA

Navazující na knihu „Československé miniaturní heptalové elektronky“, již jsme zahájili řadu publikací o elektronkách vyráběných v ČSR, předkládáme knihu o novalových miniaturních elektronkách. Bohužel v ní nemůžeme ještě přihlídnout ke kritice naší první knihy, neboť druhý rukopis jsme předali elektrotechnické redakci SNTL v době, kdy jsme teprve opravovali kartáčový výtisk první knihy. Věříme však, že naše druhá kniha bude i přes tuto nevýhodu bez závažných nedostatků, takže se nezmenší její hodnota. Chceme jejím vydáním opět pomoci širokému okruhu techniků pracujících v oboru slaboproudé elektrotechniky, ať to jsou konstruktéři, pracovníci výzkumných ústavů, opraváři, studenti nebo amatéři a vůbec všichni ti, kteří při každodenní práci potřebují údaje o elektronkách.

Od předání rukopisu první knihy došlo k dalšímu vývoji elektronek, novalová řada byla doplněna a stále je doplňována, vznikly nové typy, které nejsou v novalovém provedení, neboť toto provedení již mnohdy nevyhovovalo stále vzrůstajícím požadavkům. O všech těchto novinkách, pokud se vyrábějí v Československu a pokud jsou to elektronky pro rozhlasové přijímače, pojednáváme v tomto svazku.

Děkujeme všem těm, kteří svou pomocí přispěli k včasnému dokončení rukopisu, především ředitelství n. p. Tesla Rožnov a ředitelství závodu ve Vrchlabí za povolení, že jsme mohli uveřejnit závodní podklady, dále pak Inž. Vl. Kratochvílovi z národního podniku Tesla-Rožnov, závod Vrchlabí a Oldřichu Luňákovovi z Technické informační služby Tesla-Rožnov v Praze za jejich cenné rady a pozorné pročtení rukopisu.

Autoři

Ve Vrchlabí v dubnu 1958

OBSAH

Předmluva	5
Znaky elektrických veličin elektronek	10
I. Úvod	13
II. Novalové elektronky	15
1. Vývoj novalových elektronek	15
2. Konstrukce novalových elektronek	18
3. Čs. síťové elektronky pro rozhlasové přijímače	25
3.1 Moderní novalové elektronky	25
3.2 Vř pentoda s rámečkovou mřížkou, pentoda v oktalogovém provedení a starší novalové elektronky	27
4. Technologie moderních elektronek	28
4.1 Technologie celkově a vlastní zpracování elektronek	29
4.2 Výroba polotovarů	36
4.2.1 Katoda	36
4.2.2 Žhavicí vlákno	38
4.2.3 Mřížky	38
4.2.4 Ostatní polotovary	41
5. Světová produkce elektronek	41
II. Moderní rozhlasové přijímače na amplitudovou a kmitočtovou modulaci	43
6. Všeobecné poznatky	43
7. Přijímače osazené heptalovými elektronkami	45
8. Moderní rozhlasové přijímače	48
8.1 Přijímače na amplitudovou modulaci	48
8.2 Přijímače na kmitočtovou modulaci	50
8.3 Kombinované přijímače	54
IV. Elektronky pro rozhlasové přijímače, jejich použití a charakteristiky	57
9. Novalové elektronky	57
9.1 Elektronky EABC80 a UABC80	57
9.1.1 Popis	57
9.1.2 Obdobné typy	58
9.1.3 Použití	58
9.1.4 Elektrické vlastnosti	60
9.2 Elektronky EBF89 a UBF89	64
9.2.1 Popis	64
9.2.2 Obdobné typy	67
9.2.3 Použití	67
9.2.4 Elektrické vlastnosti	67
9.3 Elektronka ECC83	72
9.3.1 Popis	72
9.3.2 Obdobné typy	74
9.3.3 Použití	74
9.3.4 Elektrické vlastnosti	76
9.4 Elektronka ECC84	81
9.4.1 Popis	81
9.4.2 Obdobné typy	81
9.4.3 Použití	82
9.4.4 Elektrické vlastnosti	82

9.5	Elektronky ECC85 a UCC85	87
9.5.1	Popis	87
9.5.2	Obdobné typy	89
9.5.3	Použití	89
9.5.4	Elektrické vlastnosti	92
9.6	Elektronky ECH81 a UCH81	97
9.6.1	Popis	97
9.6.2	Obdobné typy	99
9.6.3	Použití	99
9.6.4	Elektrické vlastnosti	103
9.7	Elektronky ECL82 a UCL82	120
9.7.1	Popis	120
9.7.2	Obdobné typy	122
9.7.3	Použití	122
9.7.4	Elektrické vlastnosti	126
9.8	Elektronka EF86	133
9.8.1	Popis	133
9.8.2	Obdobné typy	136
9.8.3	Použití	136
9.8.4	Elektrické vlastnosti	138
9.9	Elektronka EL84	143
9.9.1	Popis	143
9.9.2	Obdobné typy	144
9.9.3	Použití	144
9.9.4	Elektrické vlastnosti	146
9.10	Elektronka EL86	154
9.10.1	Popis	154
9.10.2	Obdobné typy	154
9.10.3	Použití	155
9.10.4	Elektrické vlastnosti	157
9.11	Elektronka EM80	163
9.11.1	Popis	163
9.11.2	Obdobné typy	164
9.11.3	Použití	164
9.11.4	Elektrické vlastnosti	166
9.12	Elektronka EM81	166
9.12.1	Popis	166
9.12.2	Obdobné typy	167
9.12.3	Použití	167
9.12.4	Elektrické vlastnosti	169
9.13	Elektronka EZ80	170
9.13.1	Popis	170
9.13.2	Obdobné typy	171
9.13.3	Použití	171
9.13.4	Elektrické vlastnosti	172
9.14	Elektronka EZ81	174
9.14.1	Popis	174
9.14.2	Obdobné typy	176
9.14.3	Použití	176
9.14.4	Elektrické vlastnosti	177
10.	Různé elektronky	179
10.1	Elektronka EL80F	179
10.1.1	Popis	179
10.1.2	Obdobné typy	181
10.1.3	Použití	181
10.1.4	Elektrické vlastnosti	183
10.2	Elektronka EL34	186
10.2.1	Popis	186
10.2.2	Obdobné typy	192
10.2.3	Použití	192
10.2.4	Elektrické vlastnosti	194
10.3	Elektronka 6CC41	196
10.3.1	Popis	196

10.3.2	Obdobné typy	196
10.3.3	Elektrické vlastnosti	196
10.4	Elektronka 6L41	197
10.4.1	Popis	197
10.4.2	Obdobné typy	198
10.4.3	Použití	198
10.4.4	Elektrické vlastnosti	201
11.	Slovníček z technologie elektronek	206
V.	Tabulky	211
Tab. I.	Srovnávací tabulka elektronek	211
Tab. II.	Hodnoty elektronek, které budou uveřejněny ve III. svazku	212
Tab. III.	Hodnoty některých miniaturních elektronek používaných v zahraničí	212
Tab. IV.	Hodnoty starých elektronek řady E — triody a vf pentody	214
Tab. V.	Hodnoty starých elektronek řady E — oktody, koncové pentody a elektro- nové ukazatele	214
Tab. VI.	Hodnoty starých elektronek řady E — kombinované elektronky	216
Tab. VII.	Hodnoty starých elektronek řady A	216
Tab. VIII.	Hodnoty nejvíce používaných dvojitých triod	218
Literatura		209

ZNAKY ELEKTRICKÝCH VELIČIN ELEKTRONEK

Napětí:

U_a	anodové napětí
U_{a0}	anodové napětí za studena
$U_{ašp}$	špičkové anodové napětí
U_b	napětí zdroje
U_{g3}	napětí hradicí mřížky
U_{g2}	napětí stínicí mřížky
U_{g20}	napětí stínicí mřížky za studena
U_{bg2}	napětí zdroje pro stínicí mřížku
U_{g2+g4}	napětí stínicích mřížek (např. u heptody)
U_{g2+g40}	napětí stínicích mřížek za studena
U_{g1}	předpětí řídicí mřížky
U_{g11}	napětí při nasazení kladného mřížkového proudu ($I_{g1} = +0,3 \mu A$)
U_g	napětí řídicí mřížky u triod
U_d	napětí diody
$U_{dšp}$	špičkové napětí diody
U_f	žhavicí napětí
$U_{k/t}$	napětí mezi katodou a žhavicím vláknem
U_s	napětí stínítka elektronového ukazatele
U_{ss}	usměrněné napětí
U_{zap}	zapalovací napětí
ΔU	úbytek napětí
U_{δ}	šumové napětí
U_z	závěrné napětí
U_k	kompensační napětí
E_a	střídavé anodové napětí
E_{br}	napětí bručení
E_{g1}	střídavé budicí napětí
$E_{i ef}$	vstupní střídavé efektivní napětí
$E_{i (50mW)}$	vstupní střídavé napětí potřebné pro dosažení výstupního výkonu $P_o = 50 \text{ mW}$
$E_{o ef}$	výstupní efektivní střídavé napětí
E_{osc}	napětí oscilátoru
E_{inv}	inversní napětí
E_{tr}	napětí na transformátoru u usměrňovacích elektronek

Proudy:

I_a	anodový proud
I_{g2}	proud stínicí mřížky

I_{g2+g4}	proud stínících mřížek
I_d	diodový proud
$I_{d\dot{s}p}$	špičkový proud diody
I_{g1}	proud řídicí mřížky
I_k	katodový proud
I_t	žhavicí proud
I_s	proud stínítka elektronového ukazatele
I_{ss}	usměrněný proud
$I_{\dot{s}p}$	špičkový proud
I_{bo}	proud před začátkem provozu

Elektrodové ztráty a výkony:

P_a	anodová ztráta
P_{g2}	ztráta stínící mřížky
P_{g2+g4}	ztráta stínících mřížek g_2 a g_4
P_o	výstupní výkon

Ostatní znaky:

A	zesílení
C	kapacita
D	průnik
R_a	anodový zatěžovací odpor
R_{aa}	zatěžovací odpor mezi dvěma anodami
R_{ekv}	ekvivalentní šumový odpor
$R_g (R_{g1})$	svodový odpor řídicí mřížky
R_{vst}	vstupní odpor
R_{g2}	odpor v obvodu stínící mřížky
R_{g2+g4}	odpor v obvodu stínících mřížek
R_{g3}	svodový odpor řídicí mřížky g_3 (např. u heptody)
R_i	vnitřní odpor
R_k	katodový odpor
$R_{k/t}$	vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem
R_o	ochranný odpor
R_v	předřadný odpor v žhavicím okruhu
R_z	zatěžovací odpor
S	strmost
S_c	směšovací strmost
T	teplota
Z	impedance
d_{tot}	celkové zkreslení
f	kmitočet
b	šířka pásma
t_t	doba nažhavení žhavicího vlákna
t_k	doba nažhavení katody
μ	zesilovací činitel
$\mu_{g2/g1}$	zesilovací činitel u pentod
F	šumové číslo

Kapacity:

Diody a dvojité diody

$C_{a/k}$	kapacita anoda — katoda
$C_{aI/aII}$	kapacita anoda a_I — anoda a_{II}
$C_{a/k+s+f}$	kapacita anoda — katoda spojená se stíněním a žhavicím vláknem
$C_{k/a+s+f}$	kapacita katoda — anoda spojená se stíněním a žhavicím vláknem

Mřížkové elektronky

C_a	výstupní kapacita
$C_{g1/a}$	průchozí kapacita
C_{g1}	vstupní kapacita
$C_{g1/t}$	kapacita mezi řídicí mřížkou a žhavicím vláknem
$C_{g1/k}$	kapacita mezi řídicí mřížkou a katodou

Elektronky se dvěma řídicími mřížkami (např. pentagrid)

$C_{a/g3}$	průchozí kapacita
$C_{g1/g3}$	průchozí kapacita
C_{g3}	vstupní kapacita

Označení elektrod:

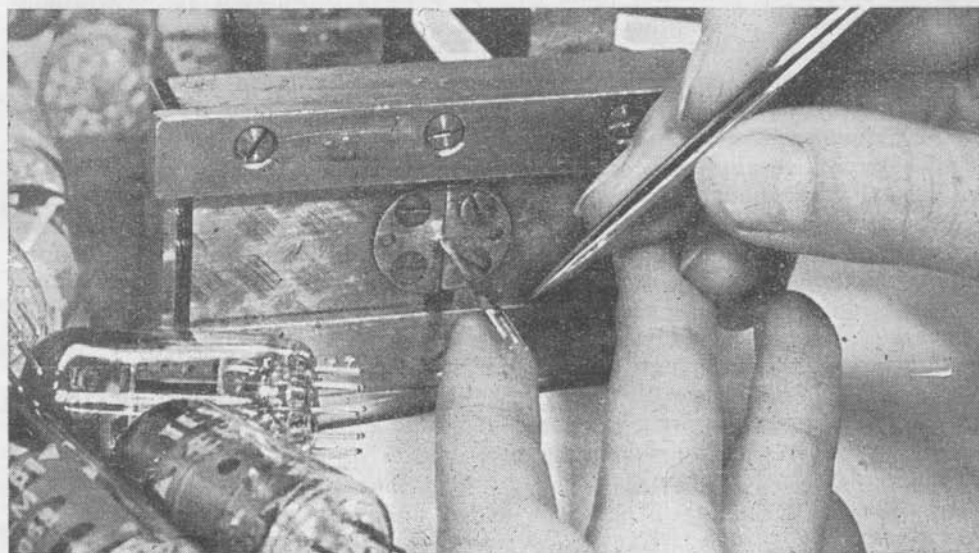
a	anoda
a_T	anoda triody
a_P	anoda pentody
a_H	anoda heptody
d	anoda diody
f	žhavicí vlákno
f_s, f_o	střední vývod žhavicího vlákna
g	mřížka všeobecně, řídicí elektroda u obrazovek
g_1	řídicí mřížka
g_2	stínící mřížka
g_3	hradicí mřížka nebo druhá řídicí mřížka
g_4	stínící mřížka např. u heptody
g_5	hradicí mřížka např. u heptody
g_T	mřížka triody
g_P	mřížka pentody
g_H	mřížka heptody
s	stínění vnitřní, stínítka
m	metalísace
vs	kolík, na který není vyvedena žádná elektroda a přesto se ho nesmí použít jako pomocného spoje; v zahraničí se tyto kolíky označují ic (internal connection)

Poznámka: u dvojitých diod a triod se rozlišují katody, anody, popř. mřížky, římskými číslicemi např. a_I, a_{II} , atd.

I. ÚVOD

Rychlým vývojem televize a kmitočtově modulovaného rozhlasu po druhé světové válce vzrostly požadavky na přijímací elektronky do té míry, že původně užívané miniaturní heptalové elektronky již neobstály. I když byly velkým krokem vpřed ve vývoji přijímacích elektronek, ať již při použití v civilním sektoru (rozhlasové přijímače, první televizní přijímače, různá elektronická zařízení atd.), nebo při použití ve vojenském sektoru (radiolokátory, mobilní přijímací a vysílací stanice atd.), objevily se právě během jejich používání a zejména pak při konstrukci nových zařízení mnohé nedostatky, které bylo nutno odstranit, měly být umožněn, popř. ještě urychlen vývoj všech odvětví sdělovací techniky.

Hlavními nedostatky u heptalových elektronek jsou především poměrně vysoké teploty (zvláště u koncových elektronek) zaviněné stěsnaným systémem v malé baňce, zhoršené čerpací poměry, obtížná montáž a konečně malý počet dotykových kolíků, který se projevil při výrobě sdružených elektronek pro moderní rozhlasové a televizní přijímače. Sdružené elektronky umožňují totiž použít menšího počtu elektronek, takže se konstruovaná zařízení zlevňují, i když jsou takové typy výrobně dražší. Je však známou zkušeností, že sdružené elektronky mají v zařízeních menší poruchovost než dvě nebo tři elektronky jednoduché.



Obr. 1. Jedním z nejdůležitějších polotovarů elektronky je řídicí mřížka. U většiny elektronek pro rozhlasové přijímače se vyrábí ještě klasickým způsobem — se samonosnými závity. Na obrázku je mřížka před nasunutím na tvarovací trn

V této knize pojednáme o novalových elektronkách určených především do rozhlasových přijímačů, zesilovačů a ostatních elektronických a sdělovacích zařízení, a to obdobně jako v prvním svazku díla Československé miniaturní elektronky. V dalším svazku pojednáme o elektronkách, které jsou určeny výlučně pro televizní přijímače, neboť kdybychom je měli popisovat společně, vznikla by neúměrně obsažná, při tom však málo přehledná kniha. V některých případech se však zmíníme částečně i o zapojení uvedených elektronek v televizech, zvláště tam, kde se jich již používá.

Tuto knihu jsme uspořádali obdobně jako knihu o heptalových miniaturních elektronkách, tj. nejprve uvádíme všeobecnou část o konstrukci a technologii novalových elektronek, dále část o jejich použití a konečně vlastní údaje. Celou látku jsme rozdělili do pěti kapitol.

Ve II. kapitole se probírá konstrukce novalových elektronek s přihlédnutím k jejich odchylkám od elektronek heptalových, zdůvodňují se jejich výhody, pojednává se stručně o základním použití elektronek a v několika člancích se uvádějí novinky a zlepšení v technologii přijímacích elektronek. Kapitola je doplněna obrázky, především část o technologii, která obsahuje některé snímky pořízené přímo ve výrobě.

Ve III. kapitole jsou základní typy obvodů moderních rozhlasových přijímačů s novalovými elektronkami. Aby byla zřejmá odchylka od obvodů s dřívě používanými typy elektronek, doplnili jsme krátký přehled moderních přijímačů také několika typy přijímačů osazených heptalovými miniaturními elektronkami.

Ve IV. kapitole je vlastní obsah knihy, tj. popis, použití, údaje a charakteristiky novalových a jiných moderních československých elektronek pro rozhlasové přijímače. V částech, kde popisujeme použití, nemůžeme pochopitelně uvést všechna nejrůznější zapojení jednotlivých elektronek. Volili jsme proto vždy několik typických příkladů, jimiž chceme pomoci technikům ve slaboproudé elektrotechnice v jejich práci. Rovněž jsou v mnoha případech uvedeny jen ty nejdůležitější charakteristiky, neboť při uveřejnění různých speciálních charakteristik by se rozsah knihy neúměrně zvětšil.

Elektronky, jejichž údaje jsou ve IV. kapitole, rozdělili jsme do dvou skupin. V první je převážná většina elektronek — všechny v provedení novalovém; druhá skupina obsahuje pentodu E180F, která náleží spíše k elektronkám zvláštní jakosti (bude popsána podrobněji v knize o elektronkách zvláštní jakosti), dále koncovou pentodu EL34, která musela být vyvinuta z důvodů dále popsaných v provedení oktalovém, a konečně elektronky vyvinuté mezi prvními novalovými typy v ČSR, tj. dvojitou triodu 6CC41 a 6L41.

V poslední kapitole jsou různé tabulky shrnující ekvivalenty československých moderních elektronek, údaje zahraničních novalových elektronek, starších elektronek, osazených československých přijímačů atd.

Kapitoly III až V jsou doplněny několika snímky jednotlivých elektronek a jejich systémů, skupinami elektronek a dále snímky moderních přijímačů, osazovaných novalovými elektronkami.

II. NOVALOVÉ ELEKTRONKY

1. VÝVOJ NOVALOVÝCH ELEKTRONEK

V prvním svazku díla Československé miniaturní elektronky (heptalové elektronky) jsme popsali vývoj elektronek (kap. II), který dospěl přes různé typy konstrukcí až k malým celoskleněným miniaturním elektronkám se sedmi kolíky (heptal). Zmínili jsme se také, že se při používání heptalových miniaturních elektronek objevily různé potíže, které bylo nutno odstranit. Výsledkem tohoto úsilí byly novalové elektronky s devíti dotykovými kolíky na patici většího průměru, takže jsou celkově o něco větší než elektronky heptalové.

Abychom mohli ukázat na nedostatky heptalových miniaturních elektronek, zopakujeme nejprve jejich výhody proti starším konstrukcím a potom rozebereme zlepšení, která přinášejí novalové elektronky.

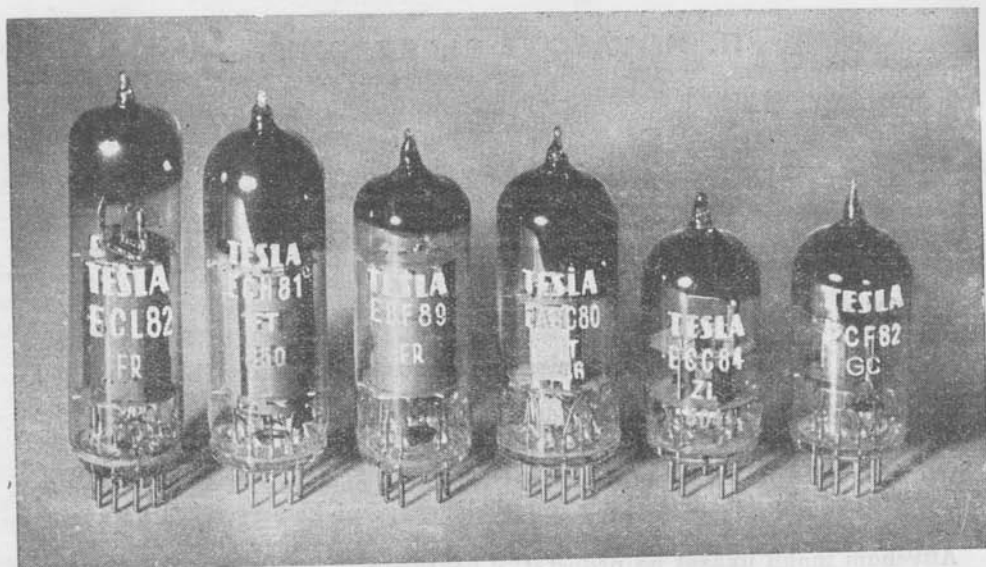
Souhrnně můžeme jmenovat tyto výhody heptalových elektronek proti dřívějším konstrukcím:

- a) malé rozměry a tím úspora místa v zařízeních;
- b) malé mezelektrodové kapacity, malé indukčnosti a kapacity přívodů, malé vzdálenosti mezi elektrodami a tím možnost velkých strmostí a krátkých průletových dob elektronů a konečně velké vstupní odpory na vysokých kmitočtech;
- c) odstranění častých poruch způsobených nedokonalým spájením elektrodových vývodů v patičích starých typů a tím lepší možnost použití elektronek v místech s nestejnoměrnými klimatickými podmínkami;
- d) robustní konstrukce miniaturních elektronek zmenšuje náchylnost k rušivým jevům vlivem vibrací, mikrofoničnosti apod.

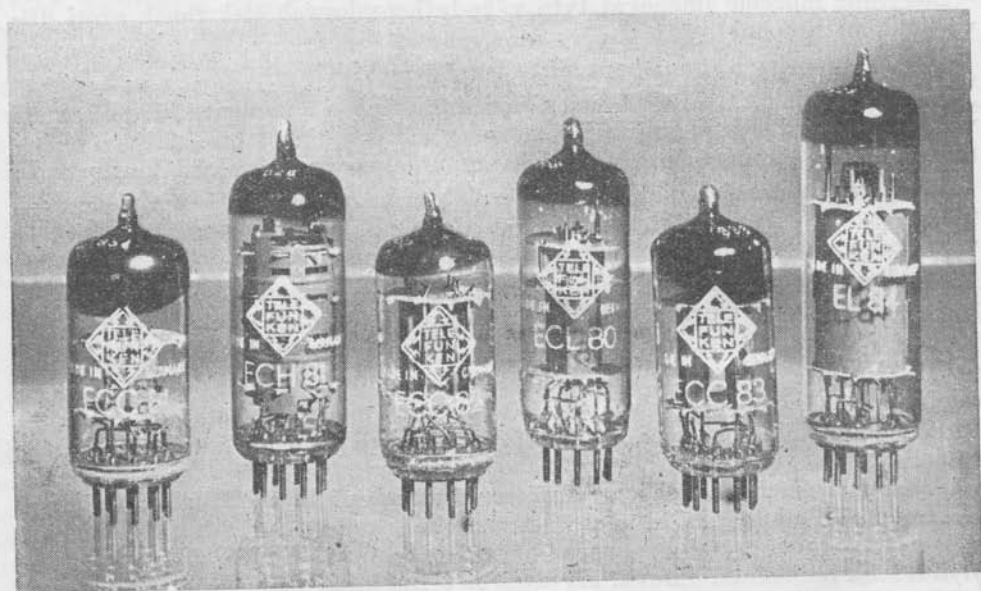
Uvedené výhody však přinesly i některé obtíže. Především se zmenšením vzdálenosti mezi systémem a baňkou podstatně zvýšila teplota baňky, která se snadno zahřívá vzhledem k své menší vyzařovací ploše. Stěsnáním systémů do baňek maximálního průměru 19 mm se zhoršily také poměry při getrování a tím i poměry izolací mezi elektrodami, neboť getr snadno vytvoří vodivý nános na blízkých isolačních destičkách, čímž se také zmenšuje svodový odpor mezi elektrodami. Podobně může nános getru na baňce, je-li baňka blízko systému, způsobit sekundární emisi. Konečně působí stěsnanost systému obtíže i při odplyňovacím indukčním ohřevu, při němž se těžko hledá kompromis mezi dostatečnou mírou ohřevu a snadným odplyněním některých polotovarů.

I když bylo zřejmé, že heptalová konstrukce znamenala ve vývoji elektronek velké zlepšení, nevyřešila všechny potíže dokonale. Projevilo se to především např. u nejčastěji užívaných heptalových typů, a to 6F32 (6AK5) a 6CC31 (6J6), které mají sice výhodné elektrické vlastnosti, avšak přece jen příliš odvážnou konstrukci. Přirozeným následkem toho je jejich značná poruchovost.

Tyto nedostatky se projeví plně především při poválečném rozvoji televize a kmitočtově modulovaného rozhlasu, tj. při přenosu na vysokých kmitočtech.

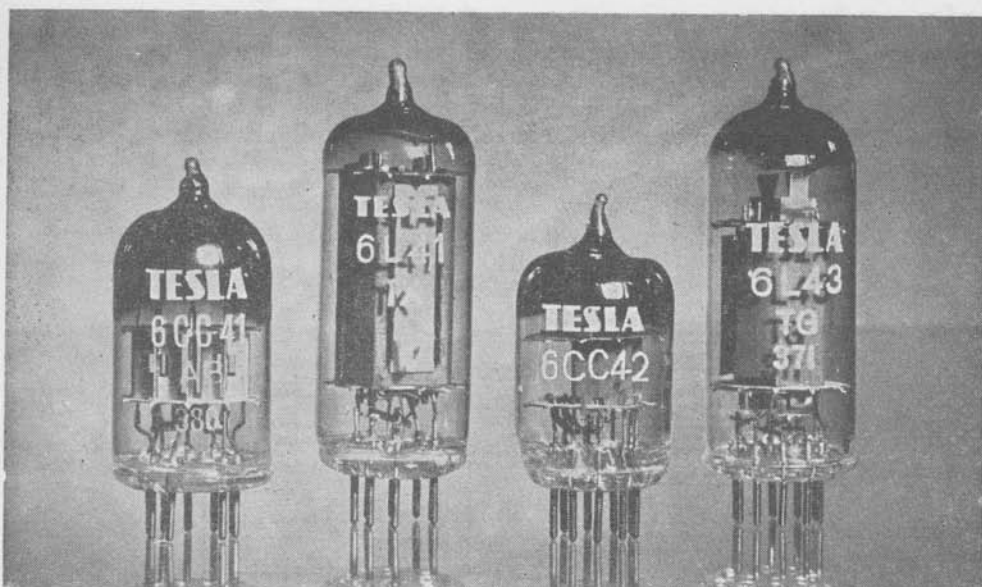


Obr. 2. Skupina sdružených čs. novalových elektronek ECL82, ECH81, EBF89, EABC80, ECC84, PCF82



Obr. 3. Skupina elektronek fy Telefunken (NSR) ECC81, ECH81, ECC82, ECL80, ECC83, EL84

Bylo zřejmé, že bude třeba vyvinout modernější typy, které by spolehlivě pracovaly při vyšších kmitočtech a navíc by neměly uvedené nedostatky. Dalším vážným nedostatkem byl malý počet dotykových kolíků heptalových miniaturních elektronek, neboť bylo nutno vyvíjet sdružené typy, které mají mnohé přednosti v moderních televizních i rozhlasových přijímačích. Jako jediné sdru-

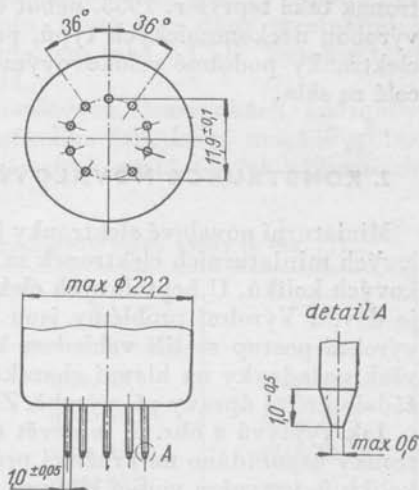


Obr. 4. První řs. novalové miniaturní elektronky: 6CC41, 6L41, 6CC42, 6L43

žené heptalové miniatury se vyráběly typy 6BC32 (6AV6) a 6CC31 (6J6), které však pro provoz v moderních televizních a rozhlasových přijímačích nedostačovaly. Na obr. 2 je skupina sdružených elektroněk pro televizní nebo rozhlasové přijímače. Jako příklad toho, jak jsou takové elektronky výhodné, uvádíme osazení jakostního superhetu: ECH81, EBF89, ECL82 a EZ80, popř. osazení televizního přijímače, který pracuje s pouhými deseti elektronkami (kromě pěti germaniových diod): $5 \times$ PCF82, $2 \times$ PCL82, PL81, PY82 a DY86 (např. „Weissensee“ RFT VEB „Stern“ Radio, NDR).

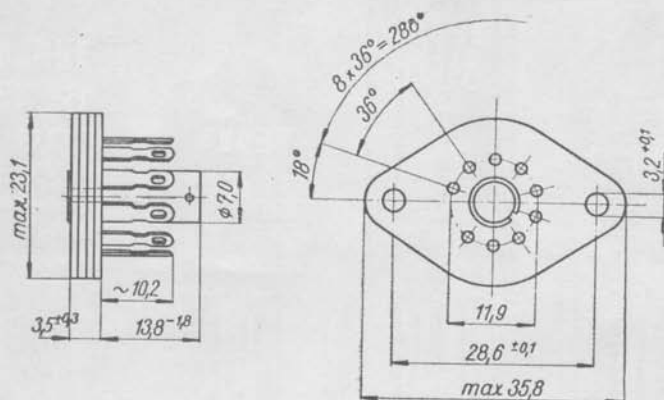
Jak jsme již řekli, výsledkem snahy o odstranění uvedených nedostatků byly právě novalové elektronky s patičí o devíti kolíčkách a s nepatrně zvětšenými rozměry. Úprava přinesla mnohé výhody, které jednak doplňují již uvedené výhody heptalových elektroněk, jednak odstraňují jejich nevýhody. U některých elektroněk (např. ECC84), které mohou pracovat i při vysokých kmitočtech, lze využít většího počtu kolíků k vyvedení elektrod paralelními spoji a tím zmenšit indukčnost a vhodným rozmístěním zmenšit kapacity přívodů.

Novalové elektronky se objevily poprvé ve Spojených státech amerických a již r. 1952 byly na trhu 32 typy. V Evropě se vyráběly první novalové miniaturní elektronky r. 1949



Obr. 5. Rozměry patice novalových miniaturních elektroněk

ve Francii v americké licenci. V Německé spolkové republice se s jejich výrobou započalo r. 1951 a jako první se objevily známé vysokofrekvenční pentody EF80 a EF85. Některé novalové elektronky fy Telefunken (NSR) jsou na obr. 3. Jako další evropské země, kde se začaly novalové elektronky vyrábět poměrně brzy, lze jmenovat Maďarsko, NDR a Československo.



Obr. 6. Objímka pro novalové miniaturní elektronky

První československé novalové elektronky nemůžeme sestavit do ucelené série, neboť byly vyrobeny odděleně, na základě dílčích požadavků sdělovací techniky, tedy bez uvážení, je-li jejich použití dostatečně široké, a také, mají-li v zahraničí běžně užívaný obdobný typ. První novalovou elektronkou u nás byla strmá koncová pentoda 6L43, použitá v telefonních zesilovačích a později i v televizních přijímačích. Byla vyvinuta r. 1953 a téměř současně probíhal vývoj typů 6CC42, 6CC41 a 6L41 (obr. 4). V NDR byla zahájena výroba novalových elektronek také teprve r. 1953, neboť do té doby se závody na elektronky zabývaly výrobou neekonomických typů, patřících do tzv. „Gnomröhrenserie“. Byly to elektronky podobné celokovovým elektronkám s patičí T, avšak vyráběly se celé ze skla.

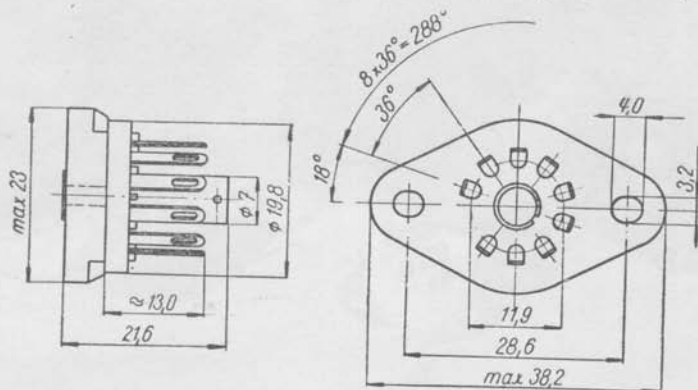
2. KONSTRUKCE NOVALOVÝCH ELEKTRONEK

Miniaturní novalové elektronky jsou celé ze skla, tj. baňka i patice, a od heptalových miniaturních elektronek se liší především svými rozměry a počtem dotykových kolíků. U heptalových elektronek jich bylo jen sedm, u novalových jich je devět. Výrobní problémy jsou u obou druhů zhruba stejné, neboť celkový výrobní postup se liší vzhledem k podobné konstrukci jen nepatrně. Vzrostly však požadavky na hlavní charakteristické hodnoty, jejichž uskutečnění si vyžádalo určité úpravy při výrobě. Zmínujeme se o nich v krátkosti v čl. 4.

Jak vyplývá z obr. 5, je devět dotykových kolíků novalové miniaturní elektrony uspořádáno na kružnici průměru 11,9 mm tak, že vynecháním desátého kolíku je vytvořen vodičí klíč pro jednoznačné zasunutí elektrony do objímky. Konstrukční provedení objímek je stejné jako u elektronek heptalových, liší se pouze rozměrově a pochopitelně počtem otvorů pro dotykové kolíky. Dva typy

novalové objímky jsou i s příslušnými rozměry na obr. 6 a 7. Různé druhy novalových objímek jsou na obr. 8.

Technologie výroby patek je stejná jako u elektronek heptalových: průchodky sklem jsou z plášťového drátu, tj. jádro je ze slitiny niklu a železa a plášť je z mědi. Provedení novalové patky je na obr. 9. Vlastní dotykové kolíky jsou z čistého niklu a jsou s průchodkami svařeny. Na konci jsou zahroceny, aby se snadno mohly zasunout do objímky. Přechodový odpor, vznikající špatným



Obr. 7. Objímka pro novalové miniaturní elektrony

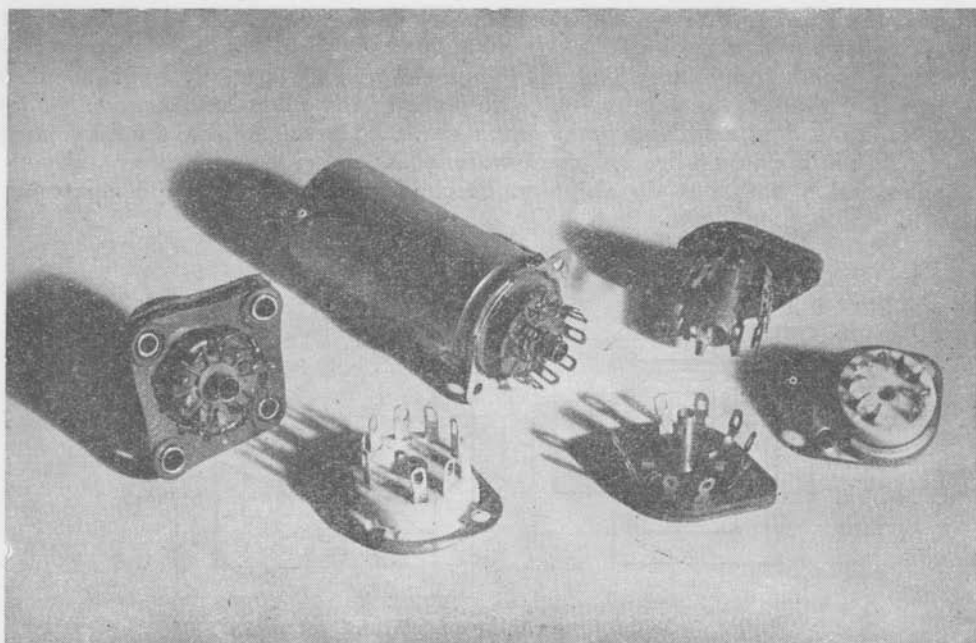
dotykem kolíků s pery objímky, zmenšuje se různými povrchovými úpravami kolíků. Jedním takovým způsobem je elektrolytické leštění. Většina nově vyráběných novalových elektronek v ČSR má již takto upravené kolíky. Na obr. 10 je skupina moderních čs. novalových elektronek.

Průměr patice, baňky a tím také celé elektrony je maximálně 22,2 mm, výška elektrony závisí na velikosti systému, tedy na druhu a použití elektrony. U dosud vyráběných je největší výška 78 mm. Podle výšky jsou novalové elektrony sestaveny do pěti rozměrových skupin, které jsou dány mezinárodní normou (IEC), používanou v celé Evropě a platnou také v ČSR. Výtah z této normy je v tab. 1, která navazuje na obr. 11.

Výhody zlepšené konstrukce, použité v novalových elektronkách, způsobily rychlý vývoj mnoha typů, sestavených do několika řad, které umožnily plně uplatnění moderní techniky v televizních přijímačích, rozhlasových přijímačích

Tab. 1. Rozdělení novalových elektronek do skupin podle jejich výšky (k obr. 11)

Třída	a	b	c	d
I	∅ 22,2	26,2 až 30,9	max. 38,1	max. 45,2
II	∅ 22,2	37,4 až 42,0	max. 49,2	max. 56,3
III	∅ 22,2	42,9 až 47,6	max. 54,7	max. 61,8
IV	∅ 22,2	48,5 až 53,1	max. 60,3	max. 67,4
V	∅ 22,2	59,6 až 64,2	max. 71,4	max. 78,5



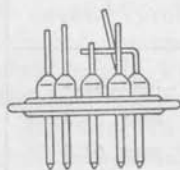
Obr. 8. Různé druhy novalových objímek

na kmitočtovou i amplitudovou modulaci a v mnoha jiných elektronických zařízeních. Zlepšená konstrukce elektronek umožňuje také snadnější výrobu různých typů zvláštní jakosti, tj. elektronek s dlouhým životem, elektronek odolných proti otřesům a nárazům — tedy např. pro letecký průmysl, v lodní dopravě apod.

Uvedme některé příklady konstrukčních zajímavostí novalových elektronek: sdružená elektronka EABC80, určená pro rozhlasový přijímač, popřípadě se žhavicím vláknem upraveným pro žhavení 9,5 V a 0,3 A pro televizní přijímač. Její čtyři systémy — tři diody a trioda jsou sice stěsnány v jedné baňce, přesto však velmi dobře vyhovují mechanickým i elektrickým požadavkům kladeným na moderní elektronky. Otevřený systém této elektronky je na obr. 12.

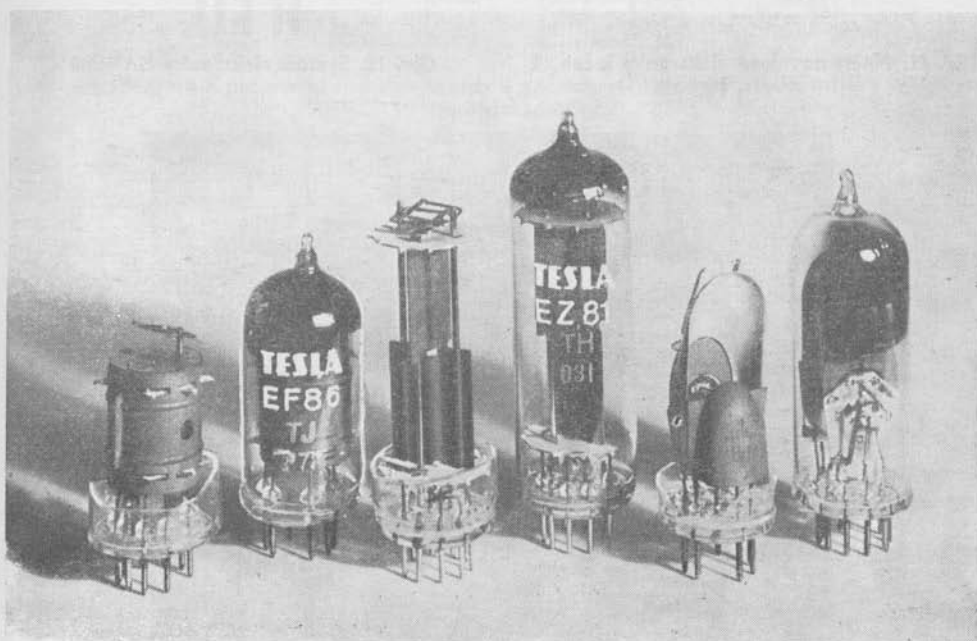
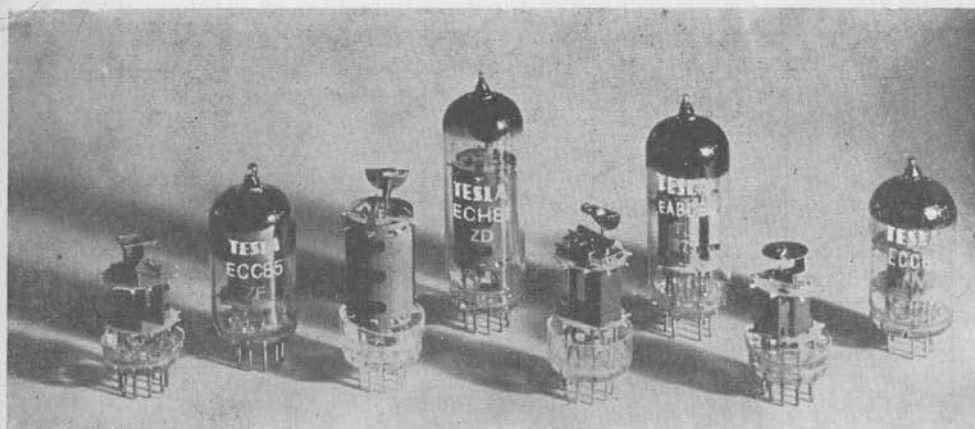
Trioda-heptoda ECH81 představuje značný pokrok ve vývoji směšovací elektronek. Dosahuje totiž větší směšovací strmosti nejen než jednoduchý pentagrid 6H31 v heptalovém provedení, ale také než lokalová ECH21.

Elektronka EL84 může být příkladem toho, jak přechodem na novalovou sérii lze umístit bez zkrácení života do novalové baňky ještě strmou koncovou pentodu s anodovou ztrátou 12 W při užitečném výkonu 6 W, což je hodnota plně vyhovující i pro nejnáročnější rozhlasové přijímače nebo různé zesilovače.



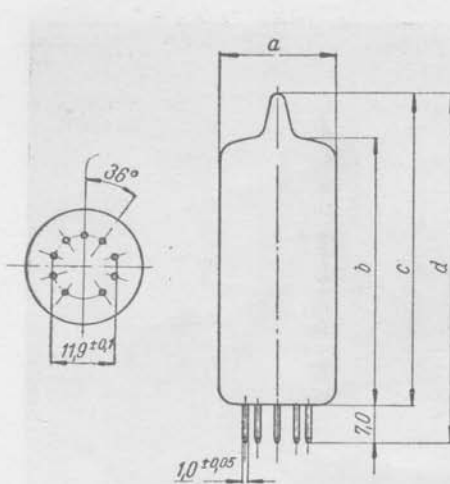
Obr. 9. Patka novalové elektrony

Další podrobnosti o novalových elektronekách vyplynou z popisu jednotlivých typů v kap. IV. Jejich vývoj je dán použitím, jež se stále více přesunuje směrem k vyšším kmitočtům. Požadují se co nejkratší průletové doby elektronů a také co nej-

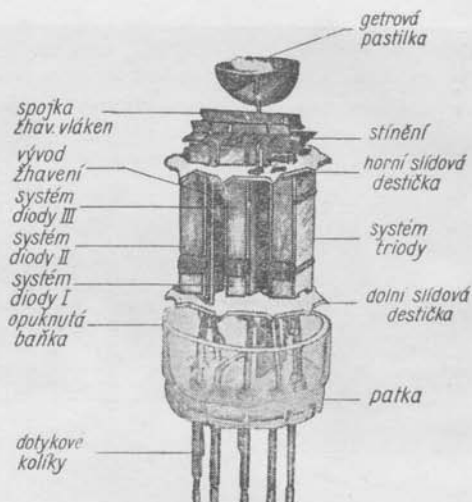


Obr. 10. Skupiny moderních čs. miniaturních novalových elektronek se systémy: a) ECC85, ECH81, EAB80, ECC83; b) EF86, EZ81, EM81

výhodnější poměr S/C , udávaný často jako jakostní činitel, který se může zlepšit zmenšením vzdálenosti mezi katodou a řídicí mřížkou. Pro běžně vyráběné mřížky, tj. se samonosnými závity, lze při žádané stabilitě konstrukce použít molybdenových drátů maximálně průměru 30 až 25 μ . Při použití těchto průměrů je stoupání závitů, jehož se může uvedenou technikou ještě dosáhnout, 150 až 100 μ . Z teorie elektronek je však známa v prvním přiblížení podmínka, že vzdálenost mezi katodou a řídicí mřížkou nesmí být menší než stoupání závitů, takže tím jsou dány hranice pro dosažení maximální strmosti u elektronek.



Obr. 11. Náčrt novalové elektronky k tab. 1 na str. 19



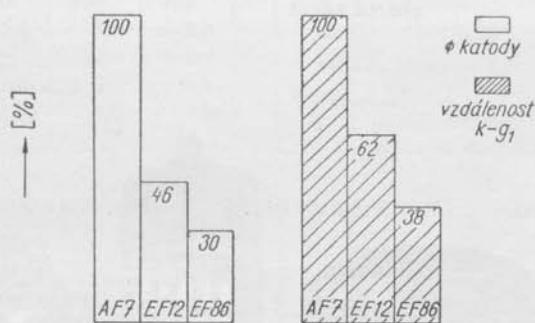
Obr. 12. Systém elektronky EABC80



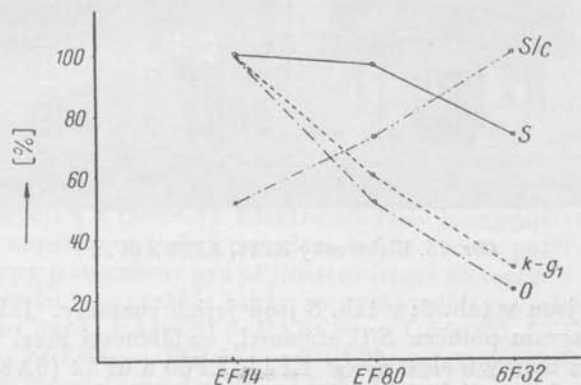
Obr. 13. Elektronky AF7, EF12 a EF86

Aby se umožnil provoz sériově vyráběných přijímacích elektronek i při kmitočtech od 200 MHz výše, bylo třeba zavést novou technologii výroby. Je jí např. technika rámečkových mřížek, použitá i u novalových elektronek ve Spojených státech, kde jí bylo prvně použito r. 1949 u širokopásmových telefonních elektronek v oktalogovém provedení (typ 404A).

Z toho vyplývá, že můžeme považovat vývoj přijímacích elektroněk rozměrově zhruba za ukončený novalovou sérií. To se projevilo i při volbě mezi transistory a subminiaturními elektronkami, neboť polovodiče se uplatňují lépe než subminiaturní elektronky. Určité úpravy se připravují při vývoji běžných typů pro provedení zvláštní jakosti, tj. s dlouhým životem, odolné proti otřesům atd.



Obr. 14. Diagram k porovnání rozměrů katody a vzdálenosti katody od řídicí mřížky u různých typů elektroněk

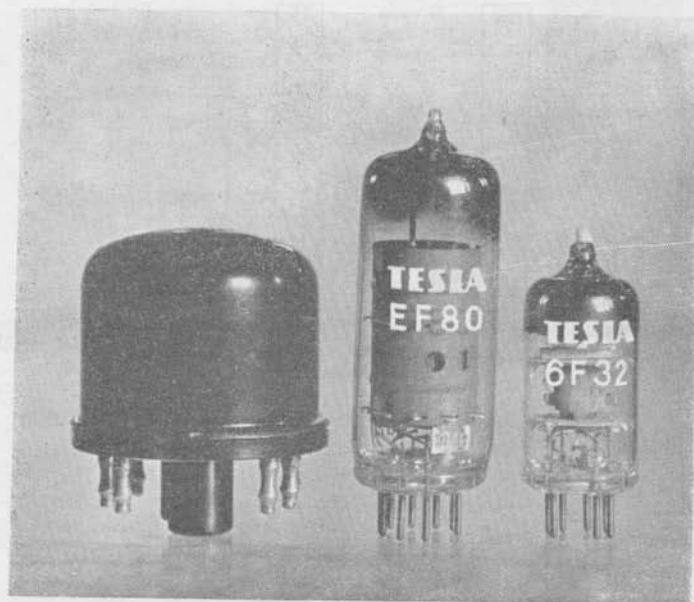


Obr. 15. Diagram k porovnání S/C, strmosti, vzdálenosti k - g₁ a objemu u různých typů elektroněk

Další vývoj je potom možný jen v různých typech pro vysoké kmitočty, jako jsou elektronky tužkové, majákové apod., které však nelze zahrnovat do běžných komerčních typů. Dalším zmenšením rozměrů běžných přijímacích elektroněk by se totiž nutně zkrátil jejich život, při čemž naopak stále vzrůstá snaha o prodloužení jejich života. Také se uplatnilo i zvětšování katodových proudů, avšak technologie až dosud běžně užívané kyslíčnickové katody tomu již nevyhovuje. Rovněž přípustná teplota elektrod se nesmí dále zvětšovat, neboť zpětné vyzařování na katodu způsobuje její přehřívání a tím nestabilní provoz, a také může způsobit dodatečné odplyňování velmi zahřátých elektrod a tím zhoršení vakua. Jako hranici pro zatížení elektroněk bez zvláštního chlazení můžeme určit asi 0,75 W na 1 cm² objemu elektronky. Pro elektronky s nuceným chlazením můžeme uvažovat dvojnásobnou hodnotu.

Z mnoha opatření k prodloužení života elektronek lze jmenovat především zvětšení čistoty výchozích materiálů, zlepšení montážních metod, zvláště se zřetelem na hospodárnost a zvětšení čistoty, znásobení kontrolních metod atd.

Konstrukční údaje novalových elektronek doplníme jejich srovnáním se staršími typy. Z obr. 13 a obr. 14 jsou zřejmé rozměrové rozdíly různých typů, které mají zhruba stejné elektrické vlastnosti. Jsou to typy AF7, EF12, EF86, jejichž



Obr. 16. Elektrony EF14, EF80 a 6F32

technické údaje jsou v tab. 2; v tab. 3 jsou jejich rozměry. Jako další příklad je na obr. 15 diagram poměru S/C , strmosti, vzdálenosti mezi katodou a řídicí mřížkou a objem baňky u elektronek EF14, EF80 a 6F32 (6AK5). Jmenované typy jsou na obr. 16 a jejich elektrické a rozměrové hodnoty v tab. 4 a v tab. 5 (viz str. 25).

Tab. 2. Hlavní charakteristické hodnoty elektronek AF7, EF12, EF86

Veličina	AF7	EF12	EF86
U_b [V]	250	250	250
U_{g2} [V]	100	100	140
U_{g1} [V]	-2,0	-2,0	-2,0
I_b [mA]	3,0	3,0	3,0
S [mA/V]	2,1	2,0	2,0
R_i [m Ω]	2,0	1,5	2,5

Tab. 3. Hlavní rozměry elektronek AF7, EF12, EF86

Údaj	AF7	EF12	EF86
Objem [cm ³]	85	35	16
Délka katody [mm]	18	16	10,5
\varnothing katody [mm]	1,7	0,9	0,85
vzdálenost $k-g_1$ [mm]	0,32	0,2	0,15

Tab. 4. Hlavní charakteristické hodnoty elektronek EF14, EF80, 6F32

Veličina	EF14	FF80	6F32
U_a [V]	250	250	250
U_{g2} [V]	200	250	120
U_{g1} [V]	-5,0	-3,5	-2,0
I_a [mA]	12	10	7,7
S [mA/V]	7,0	6,8	5,1
S/C	0,43	0,63	0,835

Tab. 5. Hlavní rozměry elektronek EF14, EF80, 6F32

Veličina	EF14	EF80	6F32
Objem [cm ³]	35	18	8,0
Délka katody [mm]	16	15,5	12,0
\varnothing katody [mm]	1,0	0,8	0,6
Vzdálenost $k-g_1$ [mm]	0,2	0,12	0,06

3. ČESKOSLOVENSKÉ SÍŤOVÉ ELEKTRONKY PRO ROZHLASOVÉ PŘIJÍMAČE

Pro přehled a snadnou orientaci shrneme dále popisované elektronky pro rozhlasové přijímače abecedně do řady, při čemž uvedeme stručně jejich použití. Na konci je zařazena také širokopásmová pentoda E180F s rámečkovou mřížkou, dále starší typy vyvinuté jako první elektronky v novalovém provedení v ČSR, jichž se v nově vyvíjených přijímačích již nepoužívá, a konečně koncová pentoda EL34, která konstrukcí nepatří mezi tyto elektronky, neboť je ve starším provedení s oktálovou paticí. Její údaje jsme však přesto zařadili, neboť vhodně doplňuje moderní novalové elektronky a velmi často se jí používá ve spojení s nimi. Její starší konstrukce je zdůvodněna v technologických poznámkách v čl. 4.

Typové znaky popisovaných elektronek, kromě dvou starších, značených podle normy Tesla, začínají počátečním písmenem E. To znamená, že to jsou elektronky se žhavicím napětím 6,3 V, kterého se začalo používat již r. 1935 místo dříve užívaného napětí 4 V (série A). Elektronek řady E se používá i v provedení s jiným žhavicím napětím, a tedy i proudem, takže potom patří do řady H, U, popř. P. Takové typy jsou určeny pro přijímače sériové žhavené. V ČSR se řada H v novalovém provedení nevyrábí, takže se vyskytují typy elektricky shodné v řadě P a U, jako např. EABC80 — PABC80 — UABC80, ECH81 — UCH81, ECC84 — PCC84, ECL82 — PCL82 — UCL82 atd. U některých elektronek (vyjma koncové) se žhavicí proud neliší od řady P a může se jich v takovém případě použít buď v paralelním nebo sériovém zapojení. Koncové elektronky se žhavicím napětím 6,3 V mívají značně větší žhavicí proud a usměrňovací elektronky pro paralelní napájení mají obvykle dva systémy, kdežto sériové žhavené elektronky mají jednoduché usměrňovací diody.

Elektronek se žhavicím napětím 6,3 V se může použít jednak v paralelní větvi napájené ze střídavé sítě, jednak v provozu z autobaterie s napětím 6 V. V první etapě vývoje se elektronky se žhavicím napětím 6,3 V zapojovaly též do série s tehdejšími typy řady C, ovšem za předpokladu, že jejich proud byl 0,2 A. Žhavicí napětí 6,3 V mají různé typy elektronek — od patky sloupkové přes celoskleněnou oktálovou až k patkám heptalových a novalových elektronek.

3.1. Moderní novalové elektronky

EABC80 — sdružuje triodu s velkým zesilovacím činitelem, dvojitou a jednoduchou diodu. Trioda je určena pro nf zesilovač napětí, kde bez zvláštních opatření proti mikrofoničnosti může být vstupní efektivní střídavé napětí až

5 mV. Dvě ze tří diod mají malý vnitřní odpor (200 Ω), takže se hodí pro poměrový detektor. Třetí dioda obvyklého typu je vhodná pro amplitudovou demodulaci. EABC80 je určena především pro střední a velké rozhlasové přijímače na amplitudovou a kmitočtovou modulaci.

EBF89 — sdružuje dvojitou diodu a pentodu s exponenciální charakteristikou. Používá se jí pro vř a mf zesilovače, kde se vhodně využívá její malé průchozí kapacity ($C_{gla} = \text{max. } 0,002 \text{ pF}$). Pro svou poměrně velkou strmost ($S = 4,5 \text{ mA/V}$) má pentoda výhodný poměr S/C . Dvou diod s velkým odporem ($I_d = \text{max. } 0,8 \text{ mA}$) se využívá pro amplitudovou demodulaci a pro automatické vyrovnávání citlivosti.

ECC83 — dvojitá trioda s oddělenými katodami, je výhodná svým velkým zesilovacím činitelem ($\mu = 100$). Je určena především pro nf napěťové zesilovače s vazbou RC a dále jako fázový invertor.

ECC84 — strmá dvojitá trioda určená pro vstupní obvody kmitočtově modulovaných přijímačů. První trioda pracuje obvykle jako zesilovač s uzemněnou katodou a druhá jako zesilovač s uzemněnou mřížkou. Oba systémy jsou navzájem odstíněny. Velké strmosti se dosahuje při malém anodovém napětí, což umožňuje v kaskodním zesilovači zapojení obou systémů do série. Při 200 MHz je vstupní odpor 5 k Ω a ekvivalentní šumový odpor 500 Ω , takže se dosahuje značného zesílení při malém šumu.

ECC85 — dvojitá trioda s oddělenými katodami, vhodná pro vř zesilovač nebo měnič kmitočtu v rozhlasovém přijímači na kmitočtovou modulaci, kde se při směšování uplatňuje její poměrně velká směšovací strmost $S_c = 2,3 \text{ mA/V}$. Mimo rozhlasové přijímače se jí může použít též v televizních přijímačích, ovšem v provedení se žhavicím proudem 300 mA (PCC85).

ECH81 — měnič trioda-heptoda pro přijímače na amplitudovou a kmitočtovou modulaci, kde heptodová část pracuje jako mezifrekvenční zesilovač v části na kmitočtovou modulaci, triodová část jako měnič kmitočtu v části na amplitudovou modulaci, anebo oba systémy jako měnič kmitočtu. Trioda v zapojení jako adiční měnič kmitočtu dosahuje měnič (směšovací) strmosti 1,2 mA/V s mezifrekvencí 10,7 MHz, při čemž vstupní odpor při signálním kmitočtu 100 MHz je přibližně 5 k Ω . Použijeme-li dvou ECH81 v kombinovaném přijímači, můžeme dosáhnout při výstupním výkonu 50 mW citlivosti až 20 μV .

ECL82 — sdružuje triodu a koncovou pentodu a je určena pro rozhlasové přijímače, kde může trioda ($\mu = 70$) pracovat jako nf zesilovač s odporovou vazbou a pentoda ($S = 7,5 \text{ mA/V}$) jako koncový zesilovač. Při anodovém napětí 170 až 200 V dosahuje v třídě A výstupního výkonu až 3,5 W (při $E_{1ef} = 6,5 \text{ V}$). Použití této elektronky umožňuje konstruktérům rozhlasových přijímačů sestavit levný, avšak výkonný přijímač („Tenor“) s osazením ECH81, EBF89, ECL82 a EZ80.

EF86 — lineární pentoda s nepatrným brucením a malou mikrofoničností pro vstup nf zesilovačů. Používá se jí např. pro zesilovač snímače v magnetofonu nebo pro vstup mikrofonních zesilovačů. Její systém je krátký a tím dostatečně pevný, takže odolává snadno veškerým mechanickým i akustickým nárazům. Její mikrofoničnost je zmenšena do té míry, že jí může být použito bez obtíží v zesilovači s citlivostí 0,5 mV (pro $P_o = 500 \text{ mW}$), aniž je třeba obvyklých úprav, jako je odpružení objímek apod. Rovněž brucení vznikající vlivem kapacity mezi žhavicím vláknem a katodou je značně zmenšeno, neboť bifilárně vy-

vinuté žhavicí vlákno zabraňuje vzniku magnetického pole. Pentody EF86 se používá také v nejrůznějších zesilovačích, kde se vyžaduje nepatrné brucení a sklon k mikrofoničnosti, tedy kromě uvedených magnetofonů také v zesilovačích zvukových filmů, místním rozhlasu, v elektrocardiografech atd.

EL84 — strmá koncová pentoda se širokým použitím v rozhlasových přijímačích a zesilovačích. Vyznačuje se velkým výkonem při poměrně malém zkreslení. Např. v rozhlasovém přijímači při zapojení jako zesilovač třídy A má při výstupním výkonu 4,5 W zkreslení 6,8 % a zkreslení 10 % při výstupním výkonu 5,7 W při vstupním efektivním napětí 4,3 V. Zapojíme-li dvě elektronky EL84 jako koncový zesilovač třídy AB, získáme výstupní výkon 17 W při zkreslení 4 %.

EL86 — strmá koncová pentoda výhodná pro koncové stupně rozhlasových přijímačů zapojených bez výstupních transformátorů (tzv. nesouměrné dvojčinné koncové stupně). V jednotlivých zapojeních pracuje EL86 s malým provozním napětím. Při 100 V anodového napětí může dosáhnout jedna elektronka v třídě A výstupního výkonu 1,9 W, v dvojčinném zapojení 7,5 W při zkreslení pouhých 2,9 %. Těmito výhodnými vlastnostmi splní tedy snadno i ty nejnáročnější požadavky konstruktérů rozhlasových přijímačů a různých elektroakustických zařízení.

EM80 — elektronový ukazatel s fluorescenčním stínítkem mušlovitého tvaru dosahuje poměrně velkého jasu a umožňuje dokonalé tiché ladění. Je nejen nezbytnou součástí každého jakostního i levnějšího rozhlasového přijímače, ale lze ho také použít jako levného a citlivého indikátoru v měřicí technice.

EM81 — elektronový ukazatel lišící se od předešlého především tvarem stínové výseče, která se v tomto případě zvětšuje (světelný úhel se zmenšuje) se zmenšujícím se napětím na mřížce. Použití jako u ukazatele EM80.

EZ80 — dvojitá usměrňovací dioda pro malé a střední rozhlasové přijímače. Nahrazuje usměrňovací diodu v heptalovém provedení 6Z31, proti které dodává větší usměrňovaný proud ($I_{ss} = 90$ mA). Tvoří mezičlánek mezi zmíněnou 6Z31 a EZ81, tj. usměrňovací elektronkou pro velké rozhlasové přijímače, popř. zesilovače.

EZ81 — dvojitá usměrňovací dioda, která dodává usměrňovaný proud do 150 mA při napětí maximálně 2×350 V a hodí se nejen pro velké a luxusní rozhlasové přijímače, ale také pro dvojčinné zesilovače, měřicí přístroje a jiné přístroje s větším počtem elektronek.

3.2. Vf pentoda s rámečkovou mřížkou, pentoda v oktálovém provedení a starší novalové elektronky

E180F — konstrukčně charakterisovaná rámečkovou řídicí mřížkou je určena především pro několikastupňové širokopásmové zesilovače nejrůznějších oborů sdělovací techniky (nosná telefonie, přenosová vedení pro decimetrové vlny, retranslační vedení, měřicí technika apod.). Rozsáhlé použití tohoto typu je umožněno jeho výhodnými vlastnostmi, především velkým poměrem S/C , který je 1,7, malým ekvivalentním šumovým odporem ($R_{ekv} = 460 \Omega$), velkým vstupním odporem ($R_{vst} = 2,2$ k Ω při $f = 100$ MHz) a jinými hodnotami.

EL34 — strmá koncová pentoda ($S = 11$ mA/V), určená pro zesilovače s velkými výkony. Na rozdíl od dříve popsaných typů je tato pentoda v celoskleně-

ném provedení s oktalovou patičí. Se zřetelem na své použití jako jednoduchý koncový zesilovač velkých výkonů nebo dvojčinný zesilovač s velkým provozním napětím může dosáhnout maximální anodové ztráty 27,5 W. Mezní povolené provozní anodové napětí je 800 V. V dvojčinném zapojení může ve třídě B dodávat výstupní výkon 100 W.

6CC41 — dvojitá trioda s oddělenými katodami malé strmosti a s velkým zesilovacím činitelem, již lze použít jako dvoustupňového odporově vázaného nf zesilovače, popř. jako fázového invertoru pro dvojčinný koncový zesilovač. Tato trioda se vyskytuje zvláště ve starších typech přijímačů, v novějších byla nahrazena výhodnější ECC83.

6L41 — je koncová svazková tetroda vhodná pro vf zesilovač třídy C nebo pro násobič kmitočtu. Rovněž tato elektronka je starší konstrukce a jinde v Evropě se nevyrábí.

4. TECHNOLOGIE MODERNÍCH ELEKTRONEK

V úvodu a v kapitole o konstrukci novalových elektronek jsme uvedli důvody, které vedly konstruktéry elektronek k vývoji novalové série. Uvedeme stručně některé zajímavosti, popř. novinky z technologie výroby, jichž se při výrobě novalových elektronek již užívá, popř. se jejich zavedení připravuje. Předem nutno poznamenat, že technologie novalových miniaturních elektronek neprodělala sice — snad kromě mřížek — žádné převratné změny, přesto však muselo již být při vývoji nových elektronek použito i některých poznatků z technologie elektronek zvláštní jakosti, a to mnohdy i takových, jejichž realizace se až dosud zdála nevhodnou. Tato nutnost vyplynula např. ze skutečnosti, že moderní elektronky musí splňovat řadu nových a hlavně přísnějších požadavků. Např. musí obstát v televizorech, tj. v přístrojích, kde jich pracuje třeba 20 kusů navednou, takže se na ně kladou zvláště velké nároky na potlačení poruchovosti. Lze jmenovat jen namátkou: elektronky musí mít dostatečnou odolnost proti zvýšeným napětím mezi katodou a vláknem; elektronky řady P musí mít do značné míry stejnou dobu nažhavení, aby se na některém vlákně při zapojení v sériovém řetězci nevytvářelo příliš vysoké napětí, zatím co by se ostatní teprve nažhavovaly; vn usměrňovačky musí být dokonale stíněny proti rozptýleným elektronům a jejich elektrody musí být konstruovány tak, aby nevznikalo nebezpečí koronových jevů a musí odolávat všem ostatním vlivům vn, na něž jsou připojeny. Koncové pentody musí uspokojivě pracovat i při malých anodových napětích a nesmějí být náchylné k mikrofoničnosti.

Novalové miniaturní elektronky musí pochopitelně plnit základní nároky na ně kladené, stejnoměrně během celého svého života. To vše se projevilo v jejich vlastní technologii různými dílčími opatřeními a často bylo třeba i podrobnějšího průzkumu některých nepříznivých jevů, který přinesl nové poznatky pro lepší zpracování polotovarů i hotových výrobků.

Další vývoj v technologii přijímacích elektronek klasického provedení s běžnou kyslíčnickovou katodou již nelze očekávat. Předpokládá se však, že dojde k prodloužení života a zlepšování spolehlivosti, a to především stálým zvětšováním čistoty materiálů, lepšími pracovními postupy, zvětšením počtu výrobních kontrol atd.

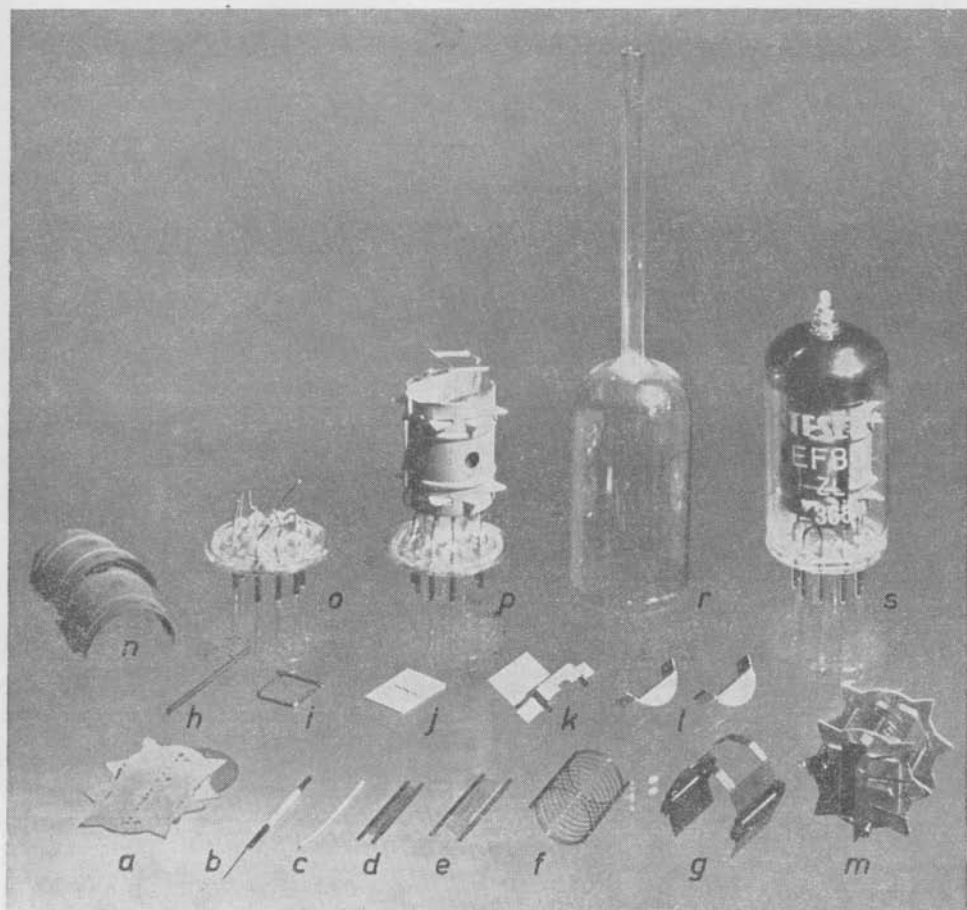
Pro doplnění údajů o elektronkách uvedeme v této knize jen poznatky z technologie moderních elektronek pro rozhlasové přijímače a v dalším svazku je doplní-

me poznámkami o technologii elektronek pro televizní přijímače a některými poznatky o výrobě elektronek s rámečkovými mřížkami.

Nejprve se zmíníme celkově o technologii a zpracování, potom postupně probereme hlavní polotovary. Poznámky doplníme některými záběry z výroby.







4.1. Technologie celkově a vlastní zpracování elektronek

A) I když je rozměrové omezení u novalových miniaturních elektronek menší než u heptalových, narážíme i u nich na značné protichůdné požadavky. Vyplývají jednak ze stále vzrůstajících nároků moderní sdělovací techniky, jednak z nutnosti vyrábět velké série elektronek, určených mnoha různým zařízením sdělovací techniky.



Obr. 17. Polotovary pentody EF86; a) horní a dolní slídová destička, krycí slídová destička (kruhová); b) katoda; c) bifilárně vinuté žhavicí vlákno; d) řídicí mřížka; e) stínící mřížka; f) hradičí mřížka; g) anoda; h) getrový nosník; i) getr KIC; j) výztužná slídová destička nahoře na systému kryje mezery mezi nosníky mřížek; k) spodní stínění; l) horní stínění; m) sestavený systém bez vnějšího stínění; n) vnější stínění; o) skleněný výlisek (patka); p) systém se stíněním, přivařený k patce; r) baňka s čerpací trubičkou; s) zatavená a vyčerpaná pentoda EF86.

Tab. 6. Rozměry katod některých elektronek

Typ	Tvar	Délka postřiku [mm]	plocha postřiku cm ²
EBF89	 1 mm	pentoda $10,5 \pm 0,2$ dioda $3,7 \pm 0,1$	0,41 0,144
ECC83 ¹⁾	 0,8 mm	$8,5 \pm 0,2$	0,21
ECC84 ¹⁾	 1,2 mm 0,75 mm	$7,2 \pm 0,2$	0,29
ECC85 ¹⁾	 1 mm	$9,0 \pm 0,2$	0,356
ECH81	 1,1 mm	trioda $5,4 \pm 0,2$ heptoda $11,9 \pm 0,2$	0,19 0,41
EF86	 0,85 mm	$10,5 \pm 0,2$	0,28

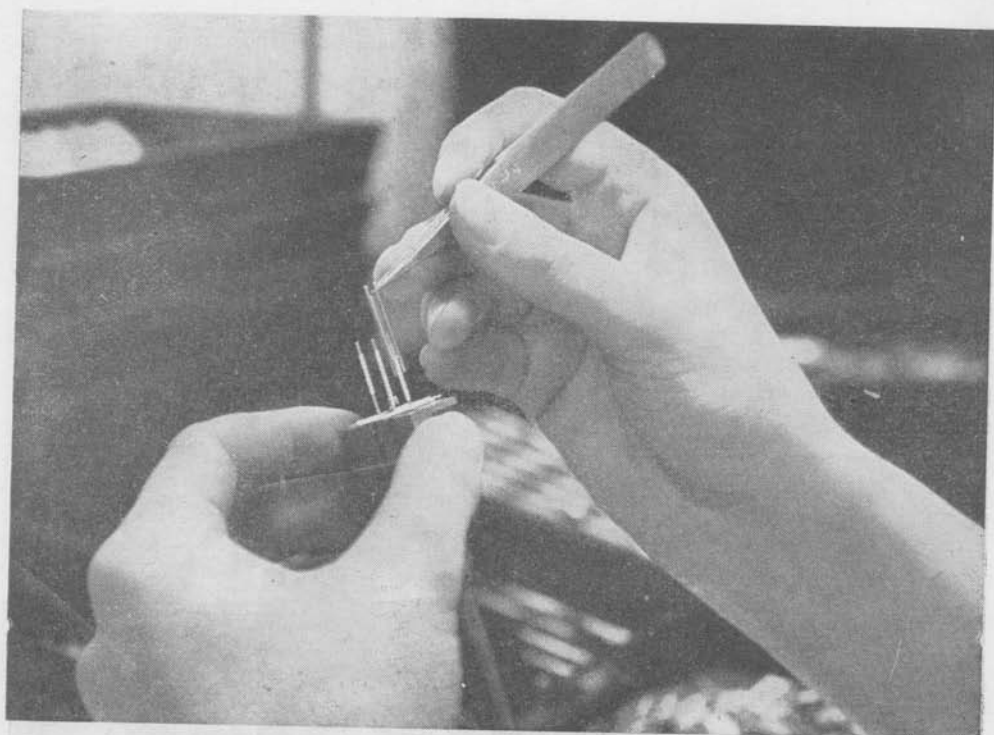
¹⁾ Platí pro jeden systém



Obr. 18. Kontrola elektronky na tzv. chrasticím stole

Podle zkušeností získaných při výrobě heptalových elektronek a prvních typů novalových elektronek lze shrnout požadavky na moderní konstrukci takto:

- a) co nejkratší postřík katody (viz tab. 6, na str. 30),
- b) co nejmenší pracovní potenciály elektrod,
- c) dokonalé stínění celého systému.



Obr. 19. Nasouvání mřížky na katodu (elektronka EABC80)

V některých případech však nelze vhodně sjednotit tyto požadavky s danými možnostmi. Potom nezbyvá, než udělat výjimku a vrátit se zpět k starší konstrukci. Stalo se tak např. u elektronky EL34. Požadavek na velký anodový proud a s tím související zvětšení činné ztráty byl v tomto případě správný a tedy rozhodující, takže mu byla dána přednost před zachováním jednotné novalové řady. Hlavní nebezpečí v tomto případě hrozilo intenzivním dopadem elektronů na vnitřní povrch skla (u novalových elektronek by byla baňka ještě značně blízko elektrodám) vlivem značných potenciálů na elektrodách, což by mělo za následek uvolňování plynů ze skla, a tedy i otravu katody. Tím, že byl průměr baňky zvětšen o 50 % proti novalové řadě, zvětšila se vzdálenost baňky od systému a zmíněný problém byl celkem dobře vyřešen.]

B) Vlastní zpracování novalových elektronek probíhá podobně jako u všech dosavadních typů. Ovšem jsou zde výhodnější poměry pro přeměnu směšových uhličitánů emisní hmoty na kysličníky, neboť objem baňky je větší než objem baňky heptalové, takže plyny, odpařené při vysokofrekvenčním ohřevu z kovových polotovarů, nemohou tak škodlivě působit.

Výhodnější novalová konstrukce nepřináší žádné podstatné zlepšení pro montáž. Naopak, sdružené elektronky mají složitější montáž, takže vzrostl počet svařovaných míst na 35 až 40. Na obr. 17 jsou jednotlivé polotovary pentody EF86 a celý sestavený systém.

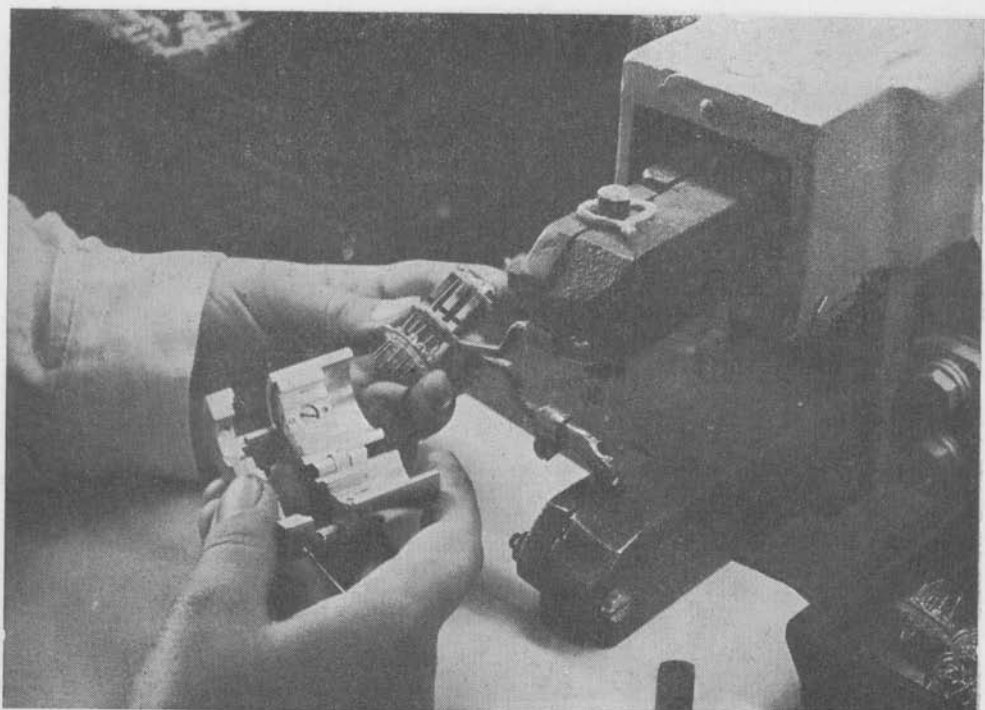
Celkem je na jedné elektronce asi 800 operací. Z toho je vidět, jak je obtížné zajistit spolehlivou výrobu, neboť i sebemenší nedbalostí nebo neopatrností lze



Obr. 20. Přivařování sestaveného systému na patku

snadno elektronku zničit. Po sestavení musí tedy následovat dokonalá kontrola zrakem, která odstraní všechny základní chyby vzniklé při montáži, tj. zkratky, nedokonalé svary apod. Další kontrola svarů následuje po zahořování, kdy se elektronky kontrolují v tzv. chracicím stole, v němž jsou zapojeny jako zesilovač. Při poklepu (obr. 18) na baňku elektronka zesílí jakýkoli pohyb uvolněné části nebo pohyb způsobený nedokonalým svarem a z reproduktoru se ozve chrastivý zvuk.

Jednou z cest, jak zlepšit jakost výroby a tím hotových výrobků, je pečlivé dodržování čistoty na pracovištích, ve skladech, dodržování osobní čistoty,

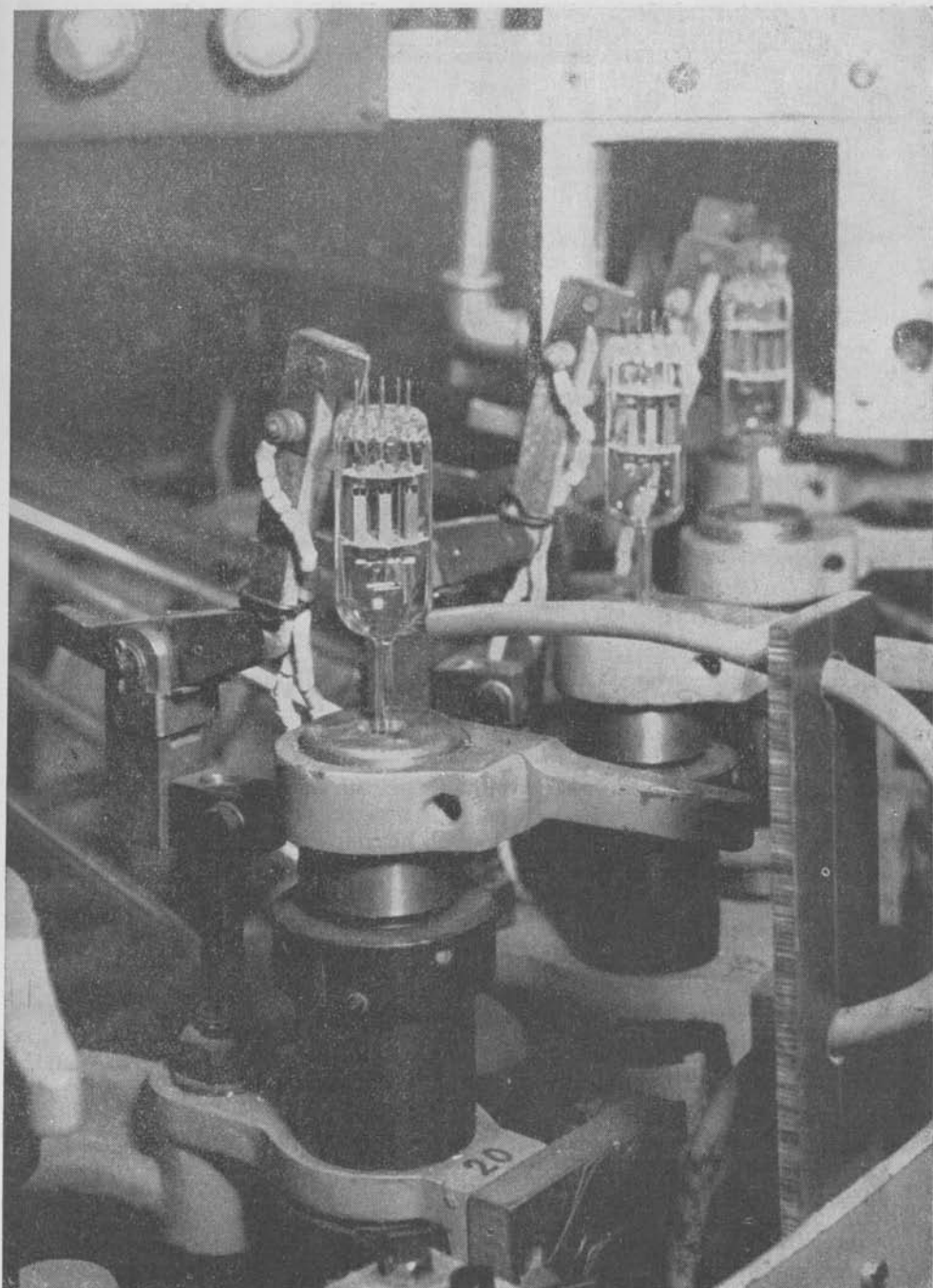


Obr. 21. Sestavený a přivařený systém na patce po vyjmutí z přípravku

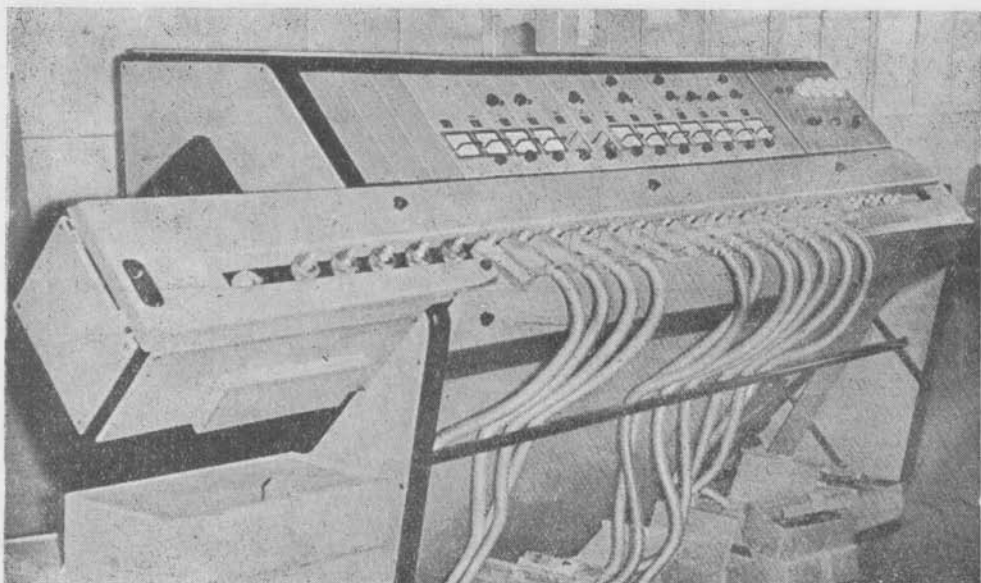
montérek atd. Krátce, snažíme se opatření shrnout, a tím zlepšit „vakuovou hygienu“.

Dalším stupněm zlepšení jakosti výroby je zřízení klimatizačního zařízení, upravujícího ovzduší v montážní hale na teplotu 21 °C a relativní vlhkost na 75 %. Velkým přínosem pro vlastní montáž je zavedení řady montážních přípravků (na obr. 19, 20, 21 je znázorněna montáž elektronky EABC80 pomocí přípravků — obr. 19 nasouvání mřížek na katody, obr. 20 a 21 sestavený systém při sváření a po vyjmutí z přípravku) jednak pro sestavování systémů, jednak pro stavění na patku a zasouvání do baňky. Dosáhne se tím významného zlepšení celého postupu práce, především rovnoměrného sestavování systémů. Přípravky rovněž podstatně ulehčí práci při sestavování. Dokonalost svaru se zajistí především modernisací svářeček — přesně nastavitelné proměnné veličiny čas, proud a tlak — a dále doplněním ofukovací tryskou s přívodem vodíku, popř. směsí vodíku a dusíku.

Všechna tato opatření musí však předcházet dokonalé vyredukování jednotlivých polotovarů, především v čistém vodíku, který je mnohem výhodnější pro konečné zpracování elektronek než dosud užívaná redukční směs vodíku a dusíku. Toto vlastní konečné zpracování, tj. čerpání a hlavně přeměna emisní hmoty spolu se zahořováním, neprodělalo vzhledem k svému nadřazenému a téměř neměnnému postavení žádné zásadní změny. Za zmínku však stojí, že opotřebované čerpací automaty se nahrazují novými třicetipolohovými čerpacími automaty čs. výroby zn. TESLA 11S (detailní záběr elektronek upnutých ve vakuově těsném závěru nového automatu je na obr. 22).



Obr. 22. Záběr z čs. čerpacího automatu TESLA 11S



Obr. 23. Poloautomat k proměrování hotových elektronek

U hotových elektronek je třeba proměřovat jejich základní hodnoty. K tomu účelu byl v Tesle-Rožnov sestaven zvláštní poloautomat (obr. 23), který proměří a roztrídí za pracovní směnu 17000 elektronek typu noval nebo heptal. Zařízení může u každé elektrony měřit až 17 různých hodnot, jejichž analogony byly do něho předem vloženy. Elektronky se přitom samočinně třídí do různých tolerančních skupin.

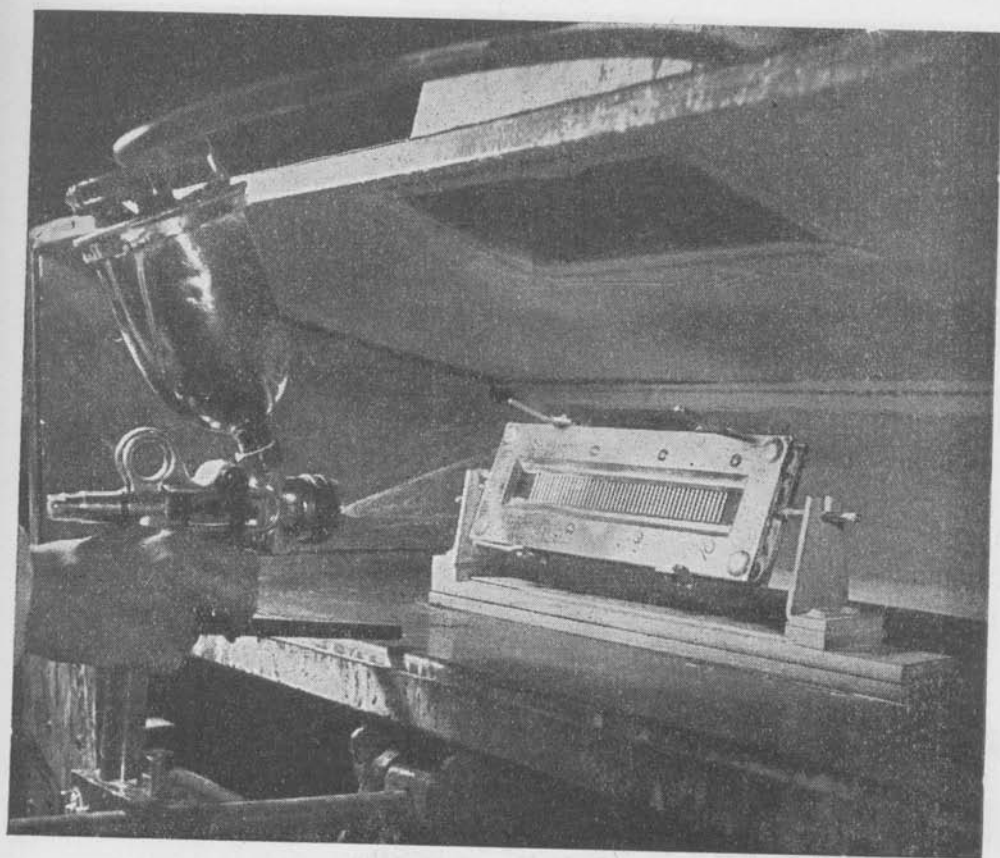
Vyhodnocení počtu odchylek od žádaných hodnot obstarávají počítačla zapojená do každé měřicí pozice. Bezvadné elektronky, které projdou celým postupem měření, se vedou do automatické baličky.

4.2. Výroba polotovarů

4.2.1 Katoda

I když dosud nebyl přesně stanoven optimální poměr výchozích látek pro vznik emise elektronů, uvedeme několik stručných poznámek k dalšímu vývoji nepřímě žhavené kysličíkové katody.

Nejvhodnějším materiálem pro nosný kov katody je stále nikl, původně označovaný C, tj. nikl se značným obsahem hořčíku ve funkci aktivační přísady. Některé jeho špatné vlastnosti, jako je např. sklon k odpařování a tím k zhoršování kapacit mezi elektrodami a zvětšování šumu, jsou vyrovnány necitlivostí k horšímu stupni vakua při přeměně uhličitanů, jeho značnou aktivační rychlostí a schopností obnovení emise při otrávení katody. Obsah hořčíku byl však poněkud snížen — proti dřívějším 0,15 % se nyní doporučuje max. 0,10 %. Rovněž se dbá více na pracovní poměry, zvláště na teplotu při zpracování, a to po zkuš-



Obr. 24. Stříkání katod emisní suspenzí

nosti, že hořík neaktivuje, došlo-li k přeměně při teplotě nižší než $950\text{ }^{\circ}\text{C}$. Počítá se, že se v budoucnu zlepši složení katodové slitiny přidáním malého množství hliníku a chromu.

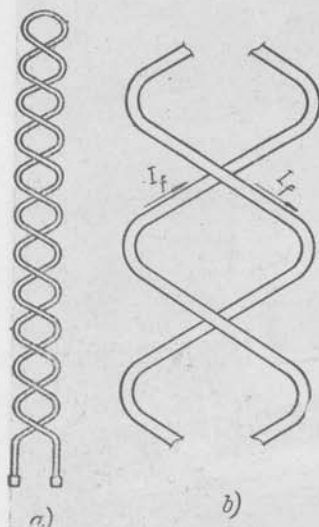
Účinným opatřením je čištění katodových trubiček elektrolytickým leptáním, dříve než se pokryjí emisní hmotou. Tím se odstraní povrchová vrstvička tlustá asi $6\ \mu$. Výhodné je rovněž ultrazvukové čištění katodových trubiček, jehož se začíná stále více používat.

Emisní hmotu tvoří stále uhličitaný barnatý, strontnatý a vápenatý, při čemž jejich vzájemný poměr není kritický. K jejich suspenzi v methanolu a amylacetátu se přidává jako pojidlo stále kolodium.

Hlavním způsobem nanášení zůstalo stříkání, při čemž se zdokonalilo zařízení, především na rovnoměrnější nanášení, aby se dosáhlo přesné a jemné vrstvy emisní hmoty vzhledem k malým vzdálenostem mezi katodou a mřížkou. Tam, kde nepostačuje ani tento zlepšený způsob, katoda se po nastříkání lisuje na přesný rozměr. U katod kruhového profilu se mnohdy emisní suspenze nanáší natíráním. Stříkání katod emisní hmotou — stříkací pistole a rámeček s katodami — je na obr. 24.

4.2.2 Žhavicí vlákno

Aby provoz elektronek v moderních rozhlasových i televizních přijímačích byl spolehlivý, požadují se také od žhavicích vláken stále nové a hlavně lepší vlastnosti než dosud. Je to především naprosto dokonalá izolace v obvodu katoda—žhavicí vlákno, což je mnohdy značně obtížné, hlavně jde-li o vlákno v elektronkách s malým průměrem katody (např. ECC83). V takovém případě je nutno použít velmi čistých a jakostních materiálů na isolační hmotu k pokrytí žhavicích vláken, neboť isolační vrstva musí být co nejtenčí. Může to být např. hmota z umělých safírů. Většina vláken je ve tvaru V (spiralizovaná nebo jednoduchá), výjimkou jsou vlákna bifilární (obr. 25a), jež mají jednotlivé závitů navinuty proti sobě, takže se odstraní nepříjemné bručení, které se přenáší kapacitou mezi vláknem a katodou do zesilovacích obvodů. Magnetické pole vznikající protékajícím proudem v jedné větvi (obr. 25b) ruší magnetickým polem druhé větve (obr. 25b). Vlákna tohoto typu se používá např. u elektronek, které zesilují malá nf napětí (EF86).



Obr. 25. a) Bifilárně vinuté žhavicí vlákno; b) výřez z bifilárně vinutého vlákna s naznačením směru proudů, které vytvářejí magnetická pole s opačnou polaritou, takže se navzájem ruší

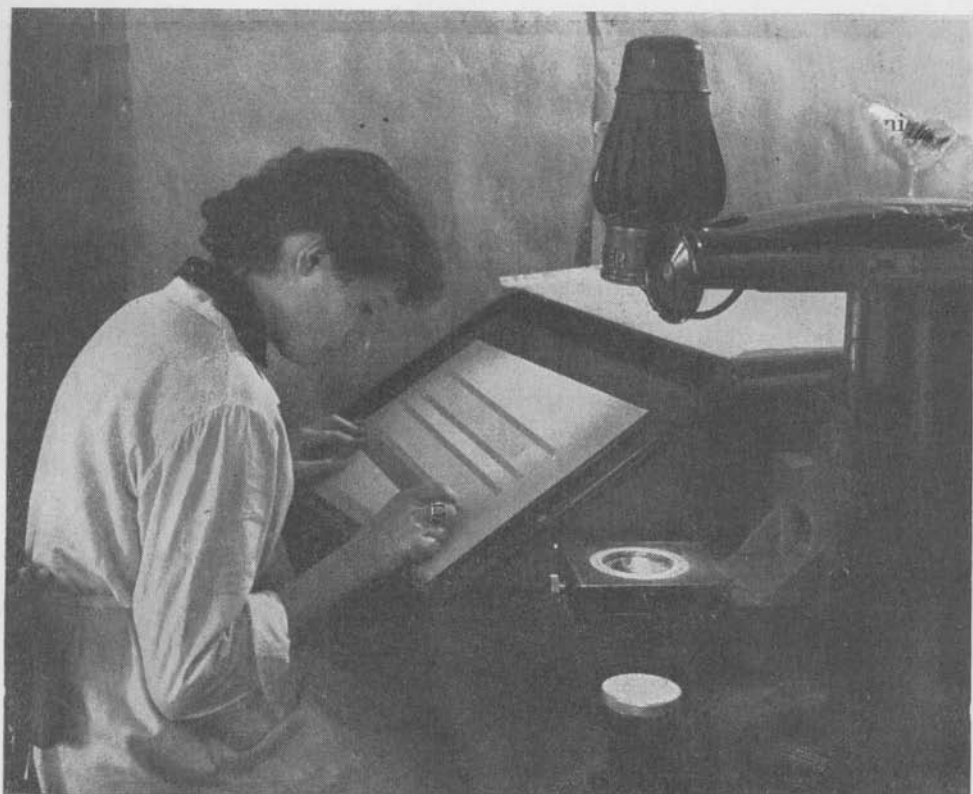
I při výrobě žhavicích vláken platí především požadavek co největší čistoty, za předpokladu, že se použije dokonale kontrolovaných vsázek obloukově tavených kysličníků hlinitých, zvláště umělého safíru, tj. synteticky připravovaného kysličníku hlinitého.

Isolační hmota se nanáší kataforeticky, při čemž se stále užívá klasické suspence s metanolem, malým množstvím pojidla a přísadkou dusičnanu hlinitého, popř. dusičnanu ceritého.

4.2.3 Mřížky

U většiny novalových elektronek popsaných v této knize, tedy i u moderních čs. novalových elektronek se setkáváme ještě s klasickou konstrukcí mřížek, tj. v elektronkách se vyskytují mřížky se samonosnými závitů — tedy na dvou niklových (popř. měděných) nosnících jsou navinuty molybdenové závitů. U některých typů (např. ECC84) se však již projevují potíže svědčící o tom, že se dostáváme na meze konstrukčních možností, především u řídicích mřížek a že tedy nezbyvá než opustit klasickou konstrukci a přejít ke konstrukci nové, odpočívající zvětšeným požadavkům na strmost.

Zvětšené požadavky na novalové elektrony však vyžadují zpřesněnou výrobu i klasicky provedené mřížky. Z toho vyplývá, že je na jejich vinutí nutno použít vždy molybden, a nikoli náhražek, jako jsou slitiny Ni5Mn, popř. NiFeMo, nebo železných nosníků místo niklových nebo měděných. Všechny výchozí materiál na mřížky se musí pečlivě čistit a téměř vždy se musí mřížky povrchově upravit, a to buď zlacením nebo alespoň niklováním. Zabraňuje se tak vzniku mřížkové emise a dosáhne se lepšího ustálení stykových potenciálů. Přítomnost zlata nebo niklu deaktivuje tenké filmy odpařeného barya z katody. Oba uvedené kovy mají samy o sobě vysoké výstupní potenciály, takže nehrozí nebez-



Obr. 26a. Kontrola vyrobených mřížek na projektoru

pečí vlastní emise. Jejich chemická stálost je známa. Samotný molybden působí na vrstvičky Ba jako aktivátor a jeho snadná schopnost okysličení způsobuje souvislá místa, která jsou jednak proměnlivým činitelem z hlediska stykových potenciálů, jednak zhoršují vakuu. Během zpracování se tyto adsorbované, popř. přímo chemicky vázané vrstvy kyslíku rozkládají po dopadu elektronů na volný kyslík, který napadá aktivovaný povrch katody a způsobuje otravu a tím zmenšení emise. Zlacení, popř. niklování přináší nejlepší výsledky, použije-li se vrstvičky tlusté 1μ .

Mluvíme-li o zvětšených požadavcích na novalové elektronky, myslíme u většiny elektronek především na zvětšování strmosti. Vlivem tohoto požadavku se jednak zmenšuje vzdálenost mezi řídicí mřížkou a katodou, jednak se podstatně zmenšuje stoupání řídicího vinutí. Např. u elektrony ECC84 je stoupání pouhých $0,16 \text{ mm}$, což znamená, že navinutá mřížka je značně hustá a snadno se na ní zachycuje prach a jiné nečistoty poletující ve vzduchu a těžko se z ní odstraňují. (Správné stoupání závitů se kontroluje na projektoru zvětšujícím 10 až 100krát — obr. 26a.) Proto je třeba uvažovat o zavedení všech opatření známých z techniky elektronek zvláštní jakosti a tím zvětšit čistotu montáže (kryté montážní stoly s přetlakem čistěného vzduchu, vhodné pláště a šátky montérek, soustavně udržovaná „vakuová hygiena“ atd.). Na obr. 26b je rozpínání mřížky elektrony ECC84.



Obr. 26b. Vnitřní rozpínání mřížky triody ECC84 na požadovaný tvar

Jak jsme se již zmínili, nestačí všechna opatření k zlepšení výroby mřížek splnit stále vzrůstající požadavky na moderní elektronky. Bylo proto třeba použít nové technologie, známé od roku 1949 ve výrobě elektronek, pro širokopásmové telefonní zesilovače. Je to technika rámečkových mřížek, u nichž je v technologii tato základní změna: místo samonosného, volného a tvarovaného závitu se použije tenkého (8μ) wolframového drátu a ten se ovine s trvalým značným tahem kolem nosníků z molybdenu takové tloušťky, že se jejich průměr přímo rovná světlosti řídicí mřížky. Konstrukce však vyžaduje zvláštní opatření při navíjení, aby se jednak zajistil trvalý tah v navinuté mřížce, jednak spolehlivé upevnění závitu na nosnících, které se samozřejmě nesmějí uvolnit během provozu. Tato technologie umožnila další skok vzhůru k hodnotám strmosti a z elektronek zde popisovaných se nová technologie dotýká typu E180F. Poněvadž však použití této elektronky není tak rozsáhlé jako dalších typů s touto technologií (např. E88CC, PCC88, PC86 atd.), popíšeme podrobně celý způsob výroby rámečkových mřížek v dalším svazku, který bude pojednávat o čs. elektronekách pro televizní přijímače.

4.2.4 Ostatní polotovary

Výroba a konstrukce anod, stínění, slídových destiček a ostatních drobných dílů elektronek se proti dřívějším metodám nijak podstatně nezměnily. Je zde však snaha o zrychlení výroby jednotlivých dílů, která umožňuje jednak lepší hospodárnost výroby, jednak výrobu větších sérií. Pro tento úkol se hodí např. nově vyvinutý lisovací automat z NDR, který umožňuje zhotovení běžných kovových součástek pro elektrony s větší rychlostí při menších nákladech na příslušné nástroje. Je založen na principu malých rotačních razníků, které ostříhují zpracovávány pásek bočně, takže se značně šetří na odpadovém materiálu. Na rozdíl od obvyklého výstředníkového lisu s poměrně těžkopádnými nástroji umožní tento nový typ stroje několik postupů najednou a navíc pracuje plně automaticky.

U baněk se vyžaduje se zřetelem na nutnost přesnějšího uložení systému, který se opírá o vnitřek baňky slídovými destičkami, zostření dosavadních tolerancí. Proto se zavádí kalibrace baněk, takže se mohou předepisovat tolerance vnitřního průměru v maximálním rozpětí $\pm 0,1$ mm. Tím se zmenšuje výmět elektronek při závěrečné montáži a rovněž se může zaručit větší stálost elektrických parametrů při otřásání a nárazech.

K dostatečnému odplynění elektronek se používá buď známých trubičkových getrů typu Feba, nebo jakostnějších rámečkových getrů typu KIC.

5. SVĚTOVÁ PRODUKCE ELEKTRONEK

Od vynálezu první elektronky uplynulo více než padesát let a za tu dobu se elektronka rozšířila do všech oborů techniky, takže si je dnes těžko bez elektronek představit. Ve většině průmyslově vyspělých zemích na světě se dnes elektrony vyrábějí a téměř do všech ostatních zemí je přední světoví výrobci dovážejí. Výrobců je mnoho a jen namátkou lze jmenovat nejznámější firmy, jako jsou např. Philips, Telefunken, Valvo, Siemens, Lorenz, Sylvania, RCA, Westinghouse, General Electric, Mullard, Bomac, Mazda, Tungram, RFT, Tesla atd. Jsou to vesměs firmy se starou tradicí, především výrobci američtí a němečtí, jejichž ochranné známky na elektronekách (a pochopitelně i na jiných elektro-

technických výrobcích) jsou známé na celém světě. Lze pochopit, že taková řada výrobců (nejsou zdaleka všichni vyjmenováni) vyrábí velké množství elektronek.

V celém světě se vyrábí ročně více než jedna miliarda elektronek nejrůznějších typů. Největší podíl připadá na USA. Vyrábí se tam ročně přes 500 miliónů elektronek, tedy zhruba 3 elektronky na osobu. Druhou zemí co do množství vyrobených elektronek je SSSR, kde se vyrábí téměř 200 miliónů elektronek ročně. Za nimi následují: Velká Británie, Německá spolková republika, Japonsko, Kanada atd. Na tyto jmenované státy a na další, kde se elektronky vyrábějí, tedy i na Československo, připadá zbytek vyráběného množství elektronek ročně na celém světě. Údaje se vztahují ke konci roku 1957.

Mezi typy, které jsou zahrnuty do celkové výroby, patří pochopitelně všechny druhy od starých — snad i čtyřkolíkových — elektronek, které se vyrábějí k náhradě do starších zařízení (rozhlasových přijímačů, zesilovačů, televizorů atd.), až po moderní novalové typy s rámečkovými mřížkami. Z následujících údajů je vidět přesun během deseti let výroby v USA od starých typů k heptalovým a novalovým miniaturním elektronkám:

	r. 1946	r. 1955
miniaturní elektronky	19 %	52 %
subminiaturní elektronky	3 %	9 %
různé typy s oktálovou paticí	57 %	30 %
celokovové elektronky	21 %	9 %

Rovněž v ostatních zemích se přesunuje výroba směrem k menším rozměrům. V SSSR se vyrábělo r. 1957 zhruba 40 % celkové produkce v miniaturním provedení a několik dalších typů evropské novalové řady bylo právě ve vývoji. V NSR a NDR, kde se výrobní program v moderních typech téměř shodoval, vyráběli celkem 75 % celkové produkce v miniaturním provedení (s novalovými a heptalovými paticemi, při čemž heptalové patice byly hlavně u bateriových elektronek).

Československo, vlivem poměrně nedávného zahájení samostatné výroby elektronek, vyrábí rovněž převážnou většinu elektronek v miniaturním heptalovém a novalovém provedení — celkem asi 70 %. Ze starších typů se vyrábějí především celoskleněné elektronky — ECH21, EF22, EBL21, UCH21 atd. — pro náhradní osazení prvních poválečných rozhlasových přijímačů a dále některé ještě starší typy, jako jsou AF7, AL4, EBL1, ECH3 atd. Těch je jen nepatrné procento a stále jich ubývá. Jak vyplývá z programu uvedeného v této knize, směřuje další výroba i v ČSR k novým moderním typům.

III. MODERNÍ ROZHLASOVÉ PŘIJÍMAČE NA AMPLITUDOVOU A KMITOČTOVOU MODULACI

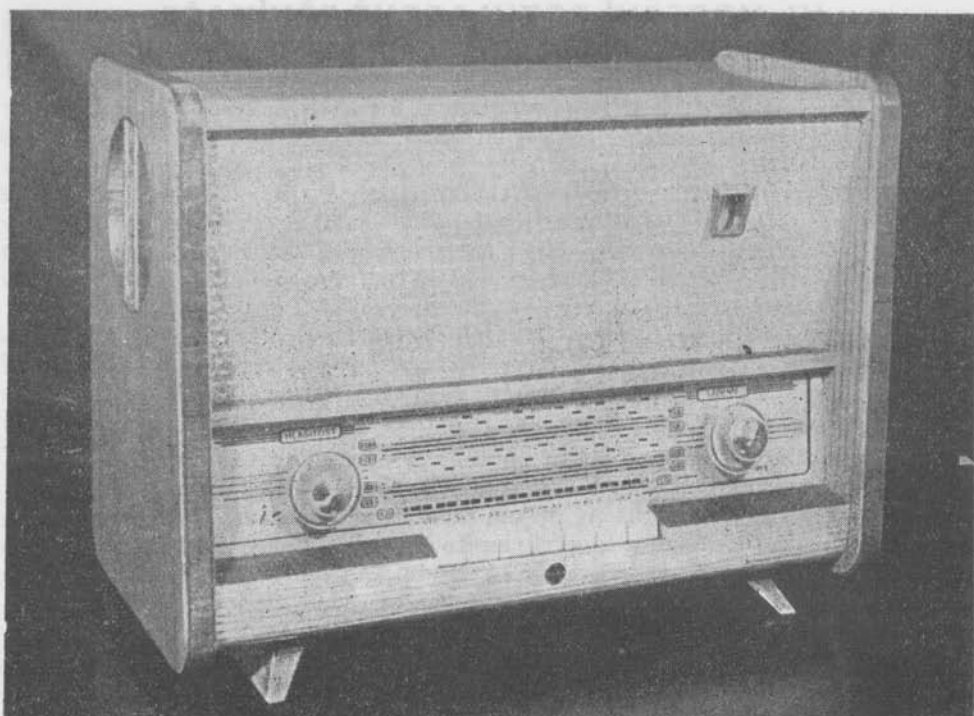
6. VŠEOBECNÉ POZNATKY

Vývoj rozhlasových přijímačů směřuje především k zlepšení jakosti přenosu. V pásmu středních vln neumožňuje velký počet rozhlasových vysílačů dobrý poslech jednotlivých stanic, což je způsobeno především vzájemným rušením silných rozhlasových vysílačů. V zájmu dalšího rozšíření rozhlasu a jeho zlepšení bylo třeba nově zajistit nerušený příjem rozhlasových pořadů. Vzájemné rušení vysílačů odpadlo uvolněním nových kmitočtových pásem v oblasti vysokých kmitočtů, kde je dosah vysílače malý až střední. Na tomto principu byla vybudována v mnoha zemích síť místních vysílačů, se všemi předpoklady ke splnění náročných požadavků posluchačů. Po této pronikavé změně bylo možno rozšířit také přenášené nízkofrekvenční kmitočtové pásmo, a tím dále zlepšit a zpříjemnit přednes rozhlasového přijímače. Podařilo se to zavedením kmitočtové modulace místo modulace amplitudové.

Dnes se zavádí kmitočtově modulované vysílání v pásmu velmi krátkých vln i v Československu. Na rozdíl od západoevropských zemí, kde je pro rozhlasové vysílače uvolněno pásmo 87 až 100 MHz, budou naše vysílače pracovat v pásmu 65 až 73 MHz, tj. v témže pásmu jako se používá v SSSR. Problematika konstrukce přijímačů je však v obou případech shodná přesto, že se používá různých kmitočtů. Jedním z prvních čs. přijímačů s kmitočtovou modulací byl přijímač Kvarteto (obr. 27), v němž bylo použito též heptalových miniaturních elektronek.

Změny ve způsobu vysílání se ovšem projeví v konstrukci moderních rozhlasových přijímačů, takže současně vzrůstaly požadavky jednak na zlepšení některých starších součástí přijímačů, jednak na vývoj součástí zcela nových. Podstatnou součástí přijímače je elektronka, která prošla mnoha nutnými změnami. V této kapitole stručně shrneme tyto změny z hlediska použití na jednotlivých druhích elektronek.

Před zavedením rozhlasu na velmi krátkých vlnách se osazoval asi od r. 1935 směšovací stupeň převážně heptodami nebo hexodami. Pro multiplikační směšovače se tyto elektrony hodí velmi dobře a používá se jich i v moderních přijímačích na amplitudovou modulaci pro kmitočty asi do 30 MHz, ačkoli jsou ze zahraničí známé i v pásmu dlouhých a středních vln případy adičního směšování s triodou. Tohoto způsobu se použilo v ČSR u automobilového přijímače BV2101. Na velmi krátkých vlnách je však nutné adiční směšování, při němž se vyžaduje malý šum triody, popř. strmé pentody. Proto byly vyvinuty elektrony, hodící se pro tento účel. Jsou to převážně dvojité triody, popř. trioda s pentodou v jedné baňce. V prvním případě slouží jeden triodový systém jako oscilátor. Nyní však se používá pro oscilátor i směšovač jen jedině triody v zapojení měniče kmitočtu a druhý systém elektrony je volný pro vř. vstupní zesilovač (ECC85)



Obr. 27. Čs. přijímač na amplitudovou a kmitočtovou modulaci Kvarteto

nebo mezifrekvenční zesilovač, je-li to několikamřížkový systém (ECH81).

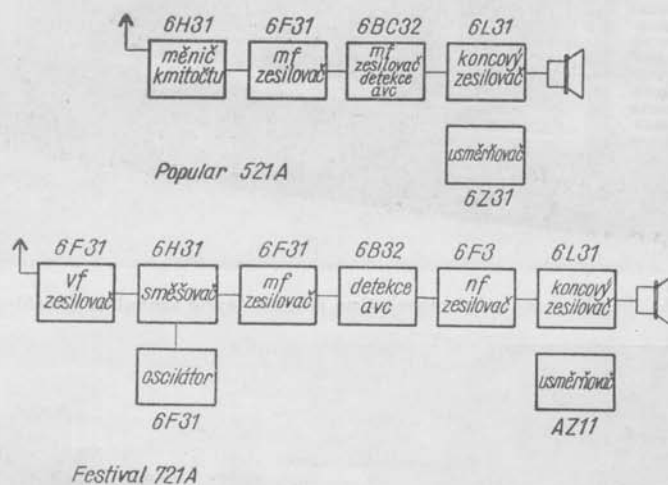
Pro mezifrekvenční zesilovače běžných rozhlasových přijímačů amplitudově modulovaných se hodí pentoda s malou strmostí a s velkým vnitřním odporem. Pro rozhlasové kmitočtově modulované přijímače je výhodnější k dosažení dostatečného zisku na mf kmitočtu (např. 10,7 MHz) při širokém přenášeném pásmu strmá pentoda. Vývoj vysokofrekvenční pentody pro moderní přijímače se proto řídil tímto požadavkem a jeho výsledkem jsou typy se strmostí 4 až 10 mA/V. Dosahuje se jí při anodovém proudu zhruba do 10 mA. Jako příklad můžeme uvést pentodu sdružené elektronky EBF89. Rovněž dvojité diody obvyklé pro demodulaci signálů amplitudově modulovaných nevyhovuje požadavkům kladeným na diody pro diskriminátor. Ty musí mít především malý vnitřní odpor a obě jsou zpravidla sdruženy ještě s dalším systémem v jedné baňce a mají mít pokud možno tento vnitřní odpor stejný (EABC80).

V nízkofrekvenční části přijímače došlo k pronikavým změnám. Jak jsme již uvedli, při kmitočtové modulaci na velmi krátkých vlnách je nízkofrekvenční kmitočtové pásmo podstatně širší než při amplitudové modulaci např. na středních vlnách. Pro dobrý přenos celého přenášeného pásma, tj. víc než 8 kHz, se musí použít několika různých reproduktorů. Bývají v přijímači obvykle dva až čtyři, někdy i pět, při čemž každý jednotlivý reproduktor nebo skupina reproduktorů je určena pro část nízkofrekvenčního spektra. Pro jejich buzení bylo nutno vyvinout vhodné triody pro odporově vázaný nf zesilovač i nové koncové pentody s velkým výkonem, kterého se má dosáhnout při malém zkreslení.

To vyžaduje zavedení účinné záporné zpětné vazby v nf zesilovači, a tím dostatečné rezervy zesílení celého nf stupně. K tomu účelu se hodí např. jednak pentoda EF86, dvojitá trioda ECC83 nebo trioda sdružené elektronky EABC80, jednak koncové pentody EL84 a EL86. První ze jmenovaných elektronek — lineární pentoda — je také vhodná pro magnetofonové zesilovače. Při použití pentody EL86 v koncovém zesilovači lze úplně vynechat výstupní transformátor, protože její optimální zatěžovací odpor je 800Ω , což je hodnota, již se může dosáhnout přímo vhodnou kmitací cívku reproduktorového systému. Tato úprava má výhodu menšího zkreslení a menších ztrát nf výkonu.

7. PŘIJÍMAČE OSAZENÉ HEPTALOVÝMI ELEKTRONKAMI

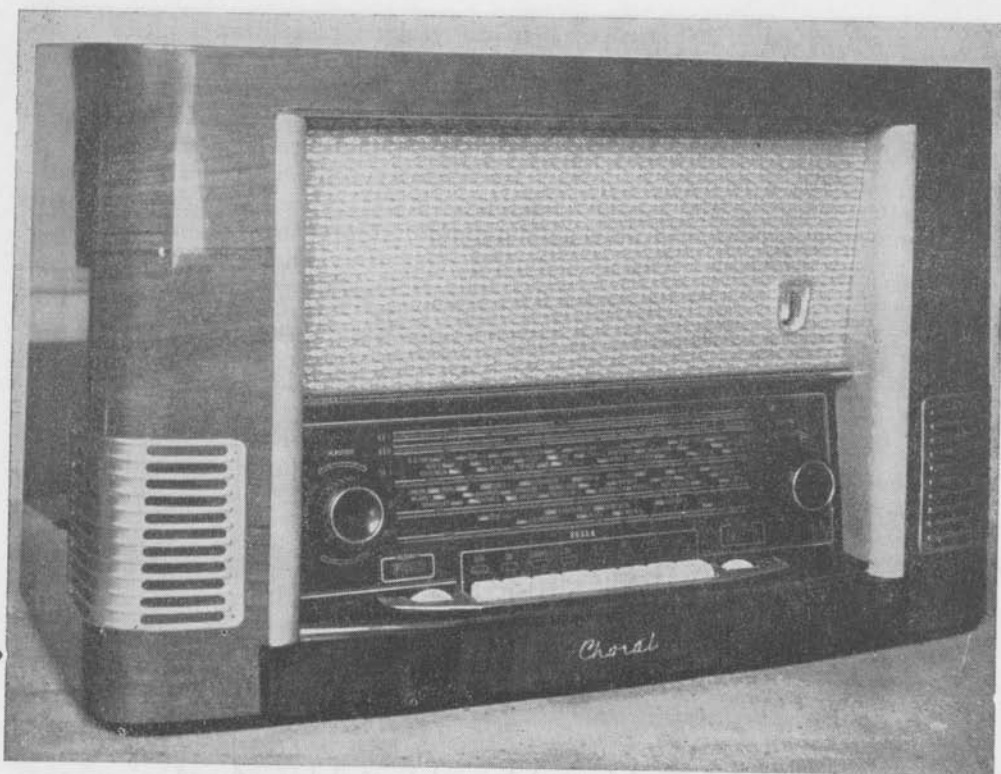
Po zavedení sériové výroby miniaturních heptalových elektronek se podstatně změnilo především zapojení směšovacího stupně rozhlasových přijímačů. Do té doby se totiž v Evropě všeobecně používalo elektronky ECH21 jako multiplikačního měniče kmitočtu, kde trioda pracovala jako oscilátor a heptodová část



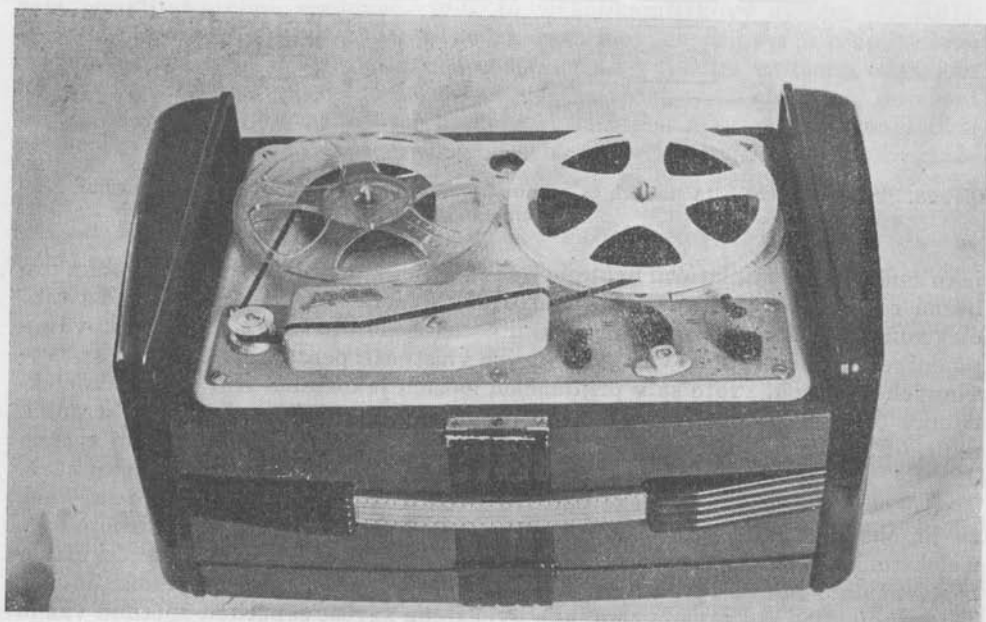
Obr. 28. Skupinová schémata starších čs. přijímačů osazených heptalovými miniaturními elektronkami

jako směšovač. V miniaturní heptalové řadě byla jediná směšovací elektronka pro běžná rozhlasová pásma — heptoda 6H31. V levnějších přijímačích měla tato elektronka sdruženou funkci měniče kmitočtu (oscilátoru i směšovače). Takové zapojení se však neosvědčilo vlivem špatných vlastností pentagridu 6H31 na krátkovlnných pásmech. Proto se v přijímačích lepších jakostních tříd používalo elektronky 6H31 jako směšovače a jako oscilátor se zapojila zvláštní elektronka, např. 6F31 v triodovém zapojení. Tato zapojení jsou popsána v prvním svazku díla Čs. miniaturní elektronky, který pojednává o heptalových elektronkách.

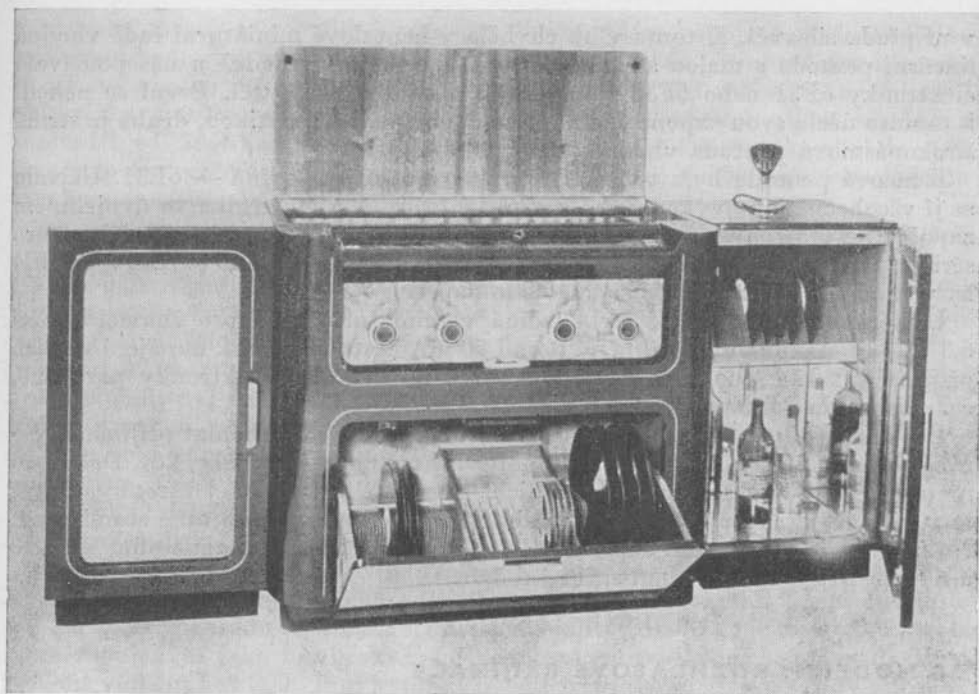
K demodulaci a nf zesílení se používalo elektronky 6BC32, z čehož je zřejmé, že již nebyla dvojitá dioda sdružena s koncovou pentodou, jako tomu bylo u elektronky EBL21. Maximální zesílení triody 6BC32 v odporově vázaném nízkofrekvenčním zesilovači je menší než dosažitelné zesílení pentody v předzesilovači. To se projevilo jako závada tam, kde bylo třeba zavést zápornou zpětnou vazbu



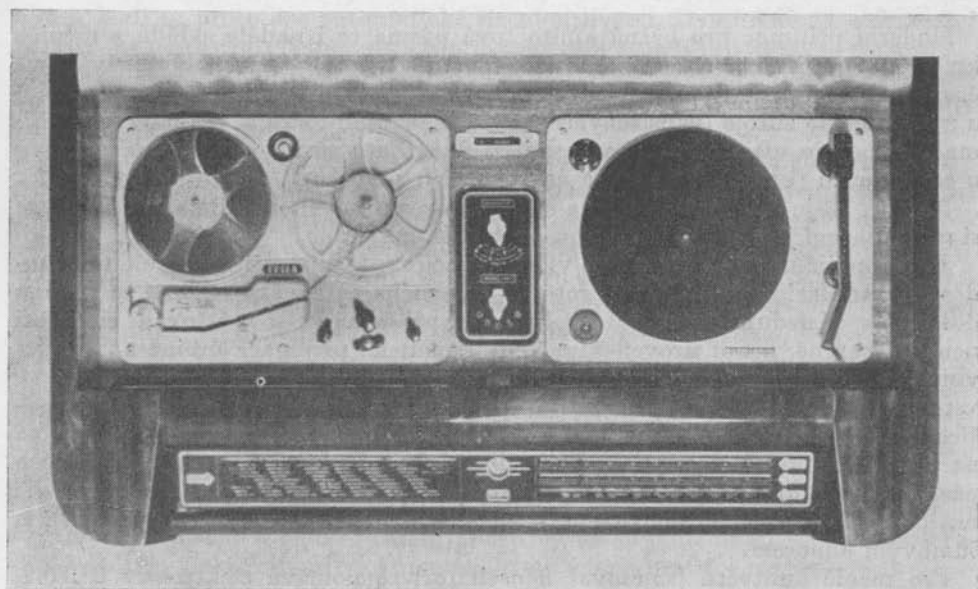
Obr. 29. Čs. standardní superhet na amplitudovou modulaci Choral



Obr. 30. Čs. magnetofon MGK10



a)



b)

Obr. 31. a) Celkový pohled na čs. hudební skříň Jubilant; b) pohled na panel hudební skříňe Jubilant

v nf předzesilovači. K tomu však chyběla v heptalové miniaturní řadě vhodná lineární pentoda s malou strmostí. Proto se celkem nevhodně u nás používalo elektronky 6F31 nebo 6F32 v odporově vázaném zesilovači. První se nehodí k tomuto účelu svou exponenciální převodovou charakteristikou, druhá je strmá širokopásmová pentoda vhodná pro vysoké kmitočty.

Koncová pentoda byla v heptalovém provedení jen jediná — 6L31. Užívalo se jí všeobecně jako výkonového zesilovače třídy A a jen zřídka ve dvojčinném zapojení. Vyjmenované elektronky se vyráběly také se žhavicími vlákny pro sériové žhavení. Vyjma koncovou pentodu a usměrňovací diodu (35L31 a 35Y31) byly shodné s elektronkami se žhavicím napětím 6,3 V.

Usměrňovací dioda 6Z31 byla jediná v miniaturní řadě pro žhavicí napětí 6,3 V. Její maximální usměrněný proud 70 mA často nestačil k napájení větších přijímačů, takže bylo nutno zapojovat dvě usměrňovací elektronky paralelně, což však bylo nevhodné.

Pro doplnění uvedeme několik typických skupinových schémat přijímačů vyráběných v ČSR s elektronkami miniaturní heptalové řady (obr. 28). Dále jsou na obr. 29 až 31 některé výrobky, v nichž jsou ještě heptalové elektronky, i když se v nich již vyskytují novalové miniaturní elektronky, nebo také starší typy. Na obr. 29 je standardní superhet Chorál, na obr. 30 je čs. magnetofon MKG10 a na obr. 31a a 31b hudební skříň Jubilant.

8. MODERNÍ ROZHLASOVÉ PŘIJÍMAČE

8.1. Přijímače na amplitudovou modulaci

Moderní přijímač pro běžná kmitočtová pásma se i nadále skládá z měniče kmitočtu, mezifrekvenčního zesilovače, demodulátoru, v němž se získává současně napětí pro samočinné řízení hlasitosti, nf zesilovače s koncovým stupněm a z napájecího zdroje (usměrňovače). Před měnič kmitočtu se u takových přijímačů zapojuje vf zesilovač jen velmi zřídka. Zato se ho však běžně používá u sdělovacích (komunikačních) a amatérských superhetů.

Na obr. 32 je skupinové schéma středního rozhlasového přijímače. Všimněme si nyní osazení jednotlivých stupňů přijímače.

Jak jsme již uvedli, používá se vf zesilovačů na vstupu přijímače na amplitudovou modulaci velmi zřídka, protože potřebného celkového zesílení se snadno dosáhne v následujících stupních přijímače, při čemž další zvětšování citlivosti není významné, neboť úroveň šumového napětí na přijímací anténě na středovlnném a dlouhovlnném rozhlasovém pásmu je větší než šumové napětí ve vstupní elektronce. Jinak je tomu na pásmech krátkovlnných, kde je při vyšších kmitočtech použití vf zesilovače již důležité. V takovém případě se používá na tomto stupni běžně pentody s malou až střední strmostí, na krátkovlnných pásmech v komunikačních přijímačích však již strmé pentody a pro kmitočty vyšší než 50 MHz se nejlépe hodí trioda s velkou strmostí a malým ekvivalentním šumovým odporem.

Pro měnič kmitočtu (směšovač a oscilátor) se používá elektronky ECH81, která sdružuje triodu a heptodu. Je to běžný typ a najdeme ho mimo nepatrné výjimky ve všech moderních rozhlasových přijímačích. Triodová část pracuje jako oscilátor, část heptodová jako multiplikační směšovač. V anodovém obvodu heptody je zapojena mezifrekvenční pásmová propust, k níž je připojena další

elektronka mezifrekvenčního zesilovače. V obvyklém zapojení se dosahuje se směšovací heptodou zesílení asi 45. Přivedeme-li tedy na první mřížku heptody 20 μV vstupního střídavého napětí, získá se napětí 0,9 mV na mřížce první elektronky mezifrekvenčního zesilovače. Vstupní vysokofrekvenční signál na anténních zdířkách pak je asi 6 μV ; závisí to na zapojení vstupního obvodu směšovače, neboť přizpůsobením antény pomocí indukční vazby s prvním ladicím okruhem se získává transformací na ladicím okruhu vyšší napětí.

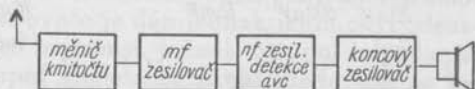
Za směšovačem následuje mezifrekvenční zesilovač, který se obvykle řeší u rozhlasových přijímačů pro běžná vlnová pásma jako jednostupňový. Musí se však použít strmé elektronky, aby se mohl splnit požadavek značného zesílení v jednostupňovém zesilovači. Je to pentoda, která má mít současně velmi malou průchozí kapacitu mezi první mřížkou a anodou, aby byl mezifrekvenční zesilovač dostatečně stabilní. Z moderních elektronek vyhovují tomuto požadavku elektronky EBF89 a EF80, ze starších 6F31 a 6F32. EF80 a 6F32 jsou pentody

s lineární charakteristikou, takže se při jejich použití nemůže řídit zesílení běžným způsobem pomocí avc. Hodí se hlavně pro mezifrekvenční zesilovače televizních přijímačů. Elektronka EBF89 je sdružená elektronka, která obsahuje v jedné baňce pentodu se střední strmostí, a dvojitou diodu. S pentodovým systémem zapojeným jako mezifrekvenční zesilovač se v běžném zapojení dosáhne zesílení většího než 200. Je-li vstupní napětí na řídicí mřížce pentody 0,9 mV, je na anodě diody následujícího demodulátoru vysokofrekvenční napětí asi 200 mV. Pentoda elektronky EBF89 má exponenciální převodovou charakteristiku a hodí se proto pro automatické řízení citlivosti. Dvojitě diody elektronky EBF89 lze použít pro demodulaci a pro získávání napětí pro avc.

V komunikačních přijímačích je obvykle větší počet stupňů v mezifrekvenčním zesilovači. Běžně se používá dvou nebo více stupňů, které mohou být osazeny rovněž pentodami elektronek EBF89.

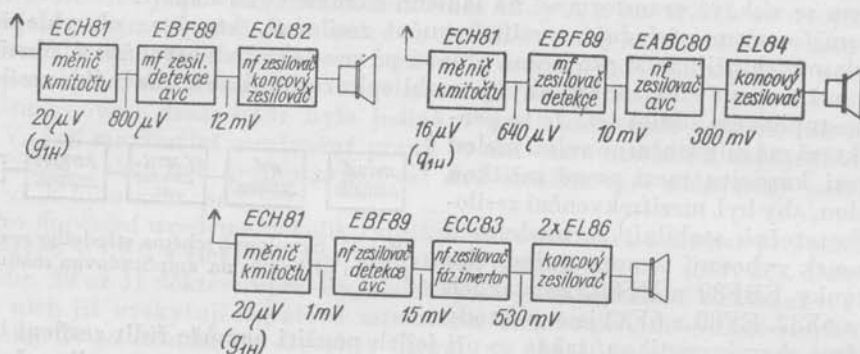
Za mf zesilovačem se mezifrekvenční napětí detektuje. Tato funkce je vždy spojena se získáváním napětí pro avc. K tomu se používá diod; vhodné jsou např. diody sdružené elektronky EBF89. Stačí-li jen jedna dioda, probíhá detekce i získávání napětí pro avc v jediné diodě. Přivede-li se na anodu detekční diody mf napětí 200 mV, bude na pracovním odporu detektoru nízkofrekvenční napětí asi 10 mV. Aby se v koncovém stupni přijímače dosáhlo dostatečného výstupního výkonu, musí se zařadit za detektor nízkofrekvenční předzesilovač. Hodí se k tomu jeden systém dvojitě triody ECC83, který se zapojuje jako nf zesilovač s odporovou vazbou. Zaručuje velké zesílení, neboť její zesilovací činitel je 100. Je-li koncový stupeň přijímače zapojen jako dvojitě zesilovač výkonu, využije se obou systémů elektronky ECC83. Jedna trioda je pak zapojena jako vlastní nf zesilovač, kdežto druhá pracuje jako fázový invertor.

Pro koncový stupeň přijímače se hodí výkonové pentody EL84 a EL86. První z nich je elektronka s velmi různým použitím, které je dáno její výhodnou konstrukcí a tím elektrickými vlastnostmi. Najdeme ji proto v rozhlasových přijímačích všeho druhu v jednoduchém koncovém zesilovači nebo v dvojitě zapojení v zesilovačích větších výkonů, v magnetofonech apod. O výhodných vlastnostech pentody EL86 jsme se již zmínili. V některých přijímačích se vyskytla také elektronka PL82, která při vývoji novalové řady v ČSR byla první



Obr. 32. Skupinové schéma středního rozhlasového přijímače na amplitudovou modulaci

vyráběnou koncovou pentodou. Nízkofrekvenční zesilovač a koncový stupeň může být sdružen v jediné elektronce, např. v typu ECL82. Trioda této elektronky je opět zapojena jako nf zesilovač s odporovou vazbou a pentoda jako koncový zesilovač výkonu. Ve velkých superhetech se mohou zapojit pentody dvou elektroněk ECL82 v dvojčinném zesilovači, při čemž jedna trioda pracuje jako odporově vázaný nf zesilovač a druhá jako fázový invertor.



Obr. 33. Skupinová schémata moderních rozhlasových přijímačů na amplitudovou modulaci



Obr. 34. Jednoduché skupinové schéma rozhlasového přijímače na amplitudovou modulaci

V řadě nových elektroněk jsou také dvě usměrňovací elektronky, EZ80 a EZ81. První je vhodná pro malé a střední rozhlasové přijímače, druhá pro velké a luxusní přijímače s dvojčinným koncovým stupněm, popř. pro zesilovače. Obě elektronky jsou dvojité diody s nepřímou žhavenou katodou, takže jejich žhavicí vlákna mohou být napájena ze stejného vinutí síťového transformátoru jako ostatní elektronky přijímače. Výhodou je současné nazhazování všech elektroněk (včetně usměrňovací), a tím i menší maximální stejnosměrné napětí po zapnutí přijímače.

Na obr. 33 je několik skupinových schémat rozhlasových přijímačů. U jednotlivých stupňů jsou poznamenána vf, mf nebo nf napětí, udávající přibližné zesílení jednotlivých stupňů. Vztahují se na výstupní výkon 50 mW. V těchto skupinových schématech není vyznačena usměrňovací elektronka. Rovněž není vyznačeno zapojení elektronového ukazatele. Ve většině moderních přijímačů se používá elektronky EM80 nebo EM81.

8.2. Přijímače na kmitočtovou modulaci

Zapojení přijímačů na kmitočtovou modulaci se značně liší od zapojení přijímačů na amplitudovou modulaci. Odchyly v zapojení jsou určeny především jiným způsobem modulace, značně vyšším přijímaným kmitočtem a konečně také širším přenášeným nízkofrekvenčním pásmem. Vzhledem k tomu, že se převážně kombinují rozhlasové přijímače na oba způsoby modulace, musely být vy-

vinuty takové obvody, které by při hospodárné výrobě zaručily optimální podmínky pro oba účely.

Na jednoduchém skupinovém schématu (obr. 34) popíšeme stručně funkci jednotlivých stupňů kmitočtově modulovaného přijímače se zřetelem na použití vhodných elektronek moderní novalové řady.

Na vstupu přijímače je vysokofrekvenční zesilovač, který má zaručit dostatečnou citlivost při výhodném poměru signálu k šumu. Protože hlavním zdrojem šumu na vkv je na rozdíl od běžných rozhlasových pásem elektronka, musí se jak elektronka, tak i její příslušné zapojení ve vf zesilovacím stupni na vstupu přijímače pečlivě volit. Většinou se dosáhne malého šumu ve vstupním zesilovači se strmou triodou. V některých případech se může také použít pentody v triodovém zapojení. Typ elektrony pro vf zesilovače je dán jednak jejím ekvivalentním šumovým odporem, který má být co nejmenší, jednak vstupní impedancí, která má být pokud možno velká. Vstupní impedance závisí především na indukčnosti katodového přívodu a na vzdálenosti mezi elektrodami (doba průletu elektronů). Pro zmenšení indukčnosti se katoda vstupních elektronek často vyvádí na dva dotykové kolíky elektrony a vzdálenost mřížky a anody od katody se volí co nejmenší (viz kap. II). Přitom však mají být mezielektrodové kapacity co nejmenší a strmost velká. Těmto požadavkům vyhovují triody elektrony ECC85, kde se jednoho systému použije pro vf zesilovač, druhý systém slouží pak jako další stupeň přijímače. Rovněž se může použít dvojitě triody ECC84, pentody EF80 a pro zvláštní typy přijímačů pentody E180F.

Pro vstupní vf zesilovače se hodí několik druhů zapojení. Jednoduchá trioda může být zapojena jako zesilovač s uzemněnou mřížkou. Jakostní přijímače používají kaskodního zapojení dvou elektronek, např. pentoda v triodovém zapojení a dále trioda nebo dvě triody, kde první z nich je zapojena jako zesilovač s uzemněnou katodou, a druhá jako zesilovač s uzemněnou mřížkou.

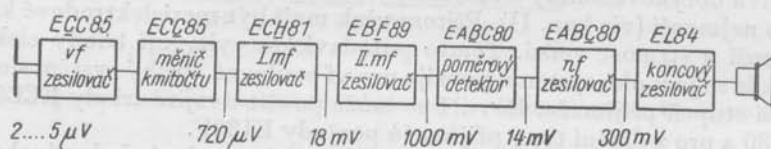
V přijímačích na kmitočtovou modulaci pro vkv se používá výhradně adičního směšování, neboť se strmou triodou se dosáhne podstatně větší směšovací strmosti než při směšování multiplikačním. Při použití strmé triody se uplatní také malý ekvivalentní šumový odpor, takže se v malých přijímačích může často zapojit na jejich vstupu přímo směšovací stupeň, tedy bez vysokofrekvenčního zesilovače. Nevýhoda triody, její malý vnitřní odpor, který tlumí mezifrekvenční pásmovou propust zapojenou v jejím anodovém obvodu, může se poměrně snadno odstranit zavedením vhodné zpětné vazby. Další nevýhodou triodového směšovače je značné vyzařování oscilátorového napětí do antény, které se projeví při použití vstupního vf zesilovače mnohem méně. Rovněž tuto nevýhodu lze odstranit. Zapojí-li se jednotlivé kapacity do můstku, může se vyzařování při pečlivém nastavení téměř potlačit.

Příklad zapojení je uveden u údajů o elektronce ECC85. Z těchto údajů také vyplývá, že se nejčastěji používá měnič kmitočtu, u kterého je pro činnost oscilátoru i směšovače třeba jen jediné triody, takže druhého systému dvojitých triod se může použít např. pro vstupní vf zesilovač.

Mezifrekvenční zesilovač má u přijímače na kmitočtovou modulaci obvykle dva až tři zesilovací stupně, aby se splnil požadavek dostatečné citlivosti. Všechny stupně se osazují elektronekami se střední až velkou strmostí, takže se dosáhne dostatečného celkového zesílení mf zesilovače při dané šířce přenášeného pásma, která je větší než u běžných přijímačů na amplitudovou modulaci. Šířka pásma se pohybuje mezi 100 až 200 kHz, při čemž boky dosažené útlumové charakteristiky mají být strmé. Pro takový zesilovač lze použít pentody ze sdružené elek-

tronky EBF89, která se uplatní především ve druhém nebo třetím stupni mf zesilovače. Na prvním stupni zesilovače se většinou používá z důvodů, které v dalším výkladu probereme, heptodové části elektronky ECH81.

Pokud má mf zesilovač dva stupně, upraví se jeho zapojení tak, aby se dosáhlo maximálního zesílení. Použije-li se více stupňů, je zesílení větší, než je třeba pro dostatečnou citlivost přijímače, takže se přebytku zesílení může využít pro jistá zlepšení. Je to např. úprava vhodného tvaru útlumové charakteristiky mf zesilovače, nebo odstranění vlivu změny vstupní kapacity při avc. Změny kapacity se mohou podstatně zmenšit zapojením neblokovaného katodového odporu malé hodnoty, čímž se zavádí záporná zpětná vazba a tím určité zmenšení zesílení stupně. Pro demodulátor kmitočtově modulovaných napětí, který následuje za posledním stupněm mf zesilovače, je výhodné mf napětí bez jakékoli amplitudové modulace. Obvykle se proto zapojuje poslední mf stupeň jako omezovač. Omezení amplitudové modulace se dosahuje připojením stínice mřížky mf pentody na malý pracovní potenciál, takže se podstatně sníží závěrné mřížkové předpětí elektronky. Dále se zařazuje do obvodu první mřížky člen RC.

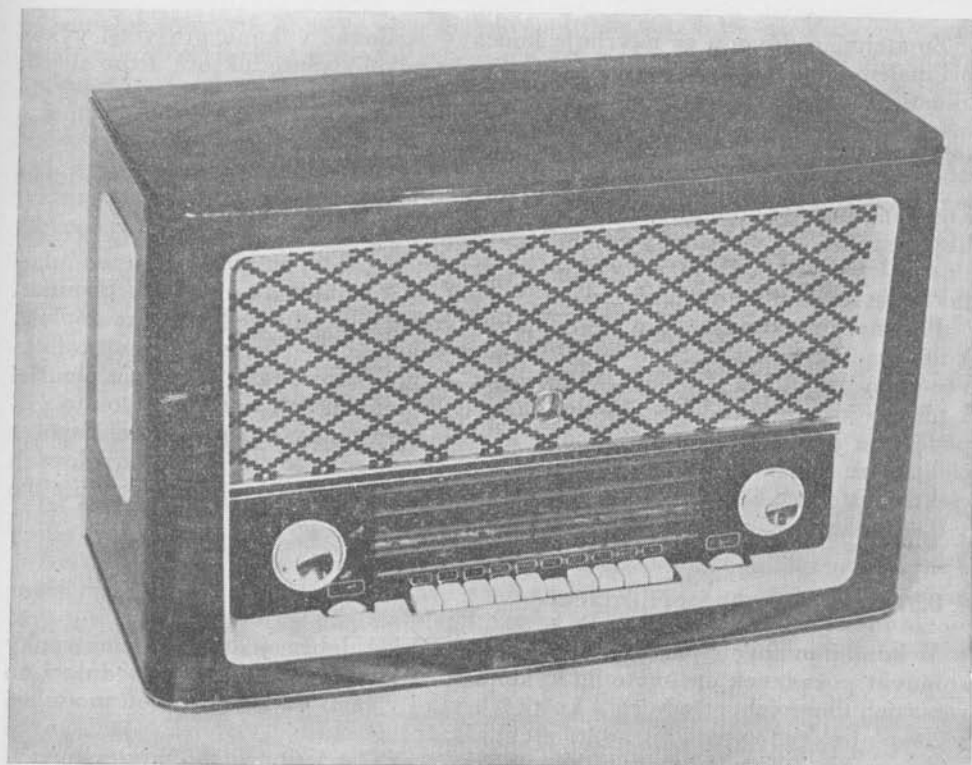


Obr. 35. Typické skupinové schéma přijímače na kmitočtovou modulaci

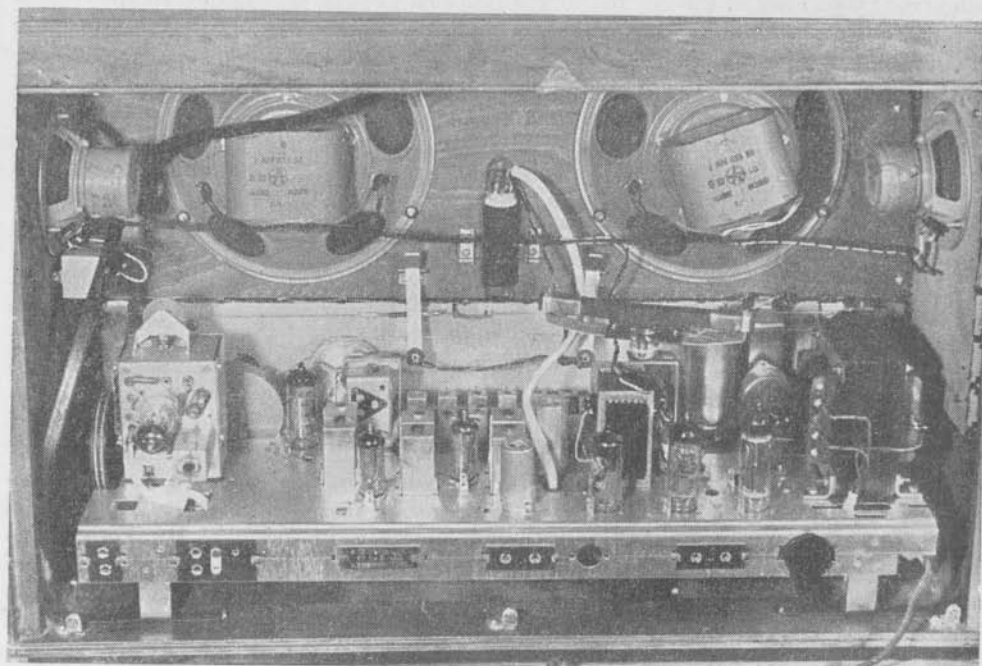
Po dostatečném zesílení v mezifrekvenčním zesilovači se přivádí signál do detektoru. Z různých zapojení demodulátorů pro kmitočtovou modulaci se v rozhlasových přijímačích užívá nejčastěji poměrového detektoru, jehož zapojení je uvedeno v údajích elektronky EABC80 (str. 57). V demodulátorech kmitočtově modulovaných signálů se používá většinou dvojitých diod, jsou však známá také zapojení se složitějšími elektronkami, jako je např. enioda, tj. elektronka se sedmi mřížkami.

Diody pro demodulátory kmitočtově modulovaných signálů mají mít malý vnitřní odpor a obě diody (v demodulátorech se používá dvou diod) mají mít stejné elektrické vlastnosti. První požadavek je dán konstrukcí diod, druhého lze dosáhnout správnou technologií při výrobě elektronky. Zvláštní důraz se klade především na dodržení určitého poměru vnitřních odporů jednotlivých diod, které se obvykle vyrábějí jako dvojice a jsou sdruženy v jedné baňce s dalším systémem. Z novalových elektronek se hodí pro poměrový detektor dvě diody sdružené elektronky EABC80, která mimo zmíněnou dvojici diod (B) obsahuje také jednu diodu pro amplitudovou demodulaci (A) a triodu vhodnou pro nf zesilovač s odporovou vazbou.

Pro nf zesilovače nebo obracecí fáze se hodí dvojitá trioda ECC83, popř. pentoda EF86. Poněvadž kmitočtová modulace umožňuje, jak bylo již uvedeno, použít širšího nízkofrekvenčního pásma, může se splnit požadavek věrnějšího přednesu rozhlasového přijímače. Nízkofrekvenční stupně přijímače se navrhuje tak, aby se dosáhlo dostatečného zesílení pro zavedení záporné zpětné vazby, které se využívá k zmenšení zkreslení nebo k úpravě nízkofrekvenční útlumové charakteristiky.



Obr. 36. Čs. kombinovaný superhet Hymnus



Obr. 37. Pohled do čs. přijmače Hymnus

Ze stejného důvodu se navrhuje koncový zesilovač výkonu pro větší výkon při malém zkreslení, aby bylo možno připojit několik reproduktorů a tím zlepšit akustické vlastnosti přijímače. Zmenšené zkreslení se podstatně projeví při použití elektronky EL86, která umožňuje zapojit vhodný reproduktor přímo, bez výstupního transformátoru.

Na obr. 35 je typické skupinové schéma přijímače na kmitočtovou modulaci s osazením elektronkami. Ve schématu jsou uvedeny hodnoty signálu na jednotlivých stupních k dosažení výstupního výkonu 50 mW. Na obr. 36 je velký československý superhet Hymnus, ve kterém je mimo části na amplitudovou modulaci také část na kmitočtovou modulaci. Na obr. 37 je pohled do přijímače Hymnus.

Přijímače na kmitočtovou modulaci se vyráběly v cizině jednak jako doplněk k dosavadnímu přijímači na amplitudovou modulaci — pak jsou bez nízkofrekvenčního zesilovače a koncového stupně — nyní jednak jako přijímače sloužící k příjmu jak amplitudově, tak kmitočtově modulovaných signálů. V tomto případě jsou jednotlivé stupně vhodně kombinovány, aby byl co nejmenší počet elektronek a ostatních součástí v přístroji. U nás se s novou řadou novalových elektronek vyrábějí jen rozhlasové kombinované přijímače, o nichž se zmíníme v dalších kapitolách.

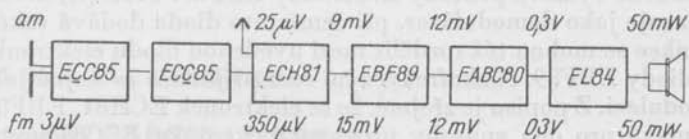
8.3. Kombinované přijímače

V kombinovaných přijímačích nemohou dost dobře jednotlivé elektronky splňovat požadavek optimálního výkonu v části na amplitudovou modulaci na rozsazích dlouhých, středních a krátkých vln i v části na kmitočtovou modulaci v rozsahu vkv. Je proto nutno přepínat vhodně obvody elektronek, avšak ani to vždy nestačí i při volbě konstrukce přijímače se zřetelem na jeho minimální výrobní cenu. V takovém případě se musí použít pro daný stupeň přijímače jiné elektronky pro běžné vlnové rozsahy a jiné pro provoz na vkv. Je to způsobeno především značně odlišným kmitočtem přijímaného signálu, odlišným mezifrekvenčním kmitočtem a jiným způsobem demodulace.

Má-li se dosáhnout dostatečného zesílení ve vstupní části přijímače pro vkv, musí se zařadit před směšovač vysokofrekvenční zesilovač a zvolit adiční směšování. Pro tyto účely se však nehodí elektronky používané k jiným účelům na vlnových pásmech, na nichž se přijímají amplitudově modulované signály. Ani použití přepínače ve vstupních obvodech pro vkv by nebylo konstrukčně snadné. Proto je nutno zařadit na vstup přijímače elektronku, která by pracovala pouze v části na kmitočtovou modulaci.

Směšovací elektronky pro běžná vlnová pásma, amplitudově modulovaná (např. heptodová část elektronky ECH81), lze však již využít i pro vkv, jestliže se přepínačem změní její funkce a pracuje-li potom jako první mezifrekvenční zesilovač. Při kmitočtové modulaci je totiž nutno použít k dosažení potřebného zesílení v přijímači většího počtu stupňů mf zesilovače proti běžným vlnovým pásmům. Jak jsme se již zmínili, volí se v přijímačích na kmitočtovou modulaci značně vyšší mezifrekvence než při amplitudové modulaci; obvykle je $f_m = 10,7$ MHz. Takový kmitočet, podstatně rozdílný od kmitočtu na běžných rozhlasových pásmech (kolem 460 kHz), je nutný, protože při kmitočtové modulaci má kmitočtové pásmo propuštěné mf zesilovačem šířku asi 200 kHz. Z toho vyplývá, že mf pásmové propusti musí splňovat pro oba druhy provozu zcela jiné požadavky, neboť kmitočtové pásmo mf zesilovače při amplitudové modulaci je asi 10 kHz. Musí se proto použít v kombinovaném mf zesilovači dvou druhů mf

pásmových propustí, které se však mohou spojit do série jak v mřížkových obvodech jednotlivých elektronek mf zesilovače, tak v obvodech anodových. Takový kombinovaný mf zesilovač se musí řešit s přepínačem, neboť je nutno alespoň u jednoho okruhu přerušit průchod nežádoucích signálů. Pro demodulátory obou způsobů příjmu jsou nutné různé diody, popř. celé jiné elektronky. V novalové řadě se však vyrábějí také elektronky sdružené, které obsahují jak diodu pro detektor amplitudové modulace, tak diody pro poměrový detektor kmitočtové modulace (EABC80).



Obr. 38. Skupinové schéma kombinovaného přijímače

Nf část kombinovaného přijímače je společná pro oba druhy provozu a řeší se podle zásad uvedených v popise přijímačů na kmitočtovou modulaci (viz čl. 8. 2).

Na obr. 38 je typické skupinové schéma kombinovaného rozhlasového přijímače pro vkv a pro běžná rozhlasová pásma (dv, sv, kv). Pro kmitočtově modulanou část tvoří vstup přijímače elektronka ECC85, jejíž jedna trioda pracuje jako vf vstupní zesilovač a druhá jako měnič kmitočtu. U sdružené elektronky



Obr. 39. Čs. kombinovaný přijímač Filharmonie

ECH81, která následuje za ní, se využívá pro kmitočtovou modulaci jen heptodové části jako prvního stupně mf zesilovače. Druhý stupeň mf zesilovače tvoří pentoda elektronky EBF89. Za mf zesilovačem následuje poměrový detektor, v němž je využito dvou diod (B) elektronky EABC80. Její triodový systém je zapojen jako odporově vázaný nf zesilovač. Poslední stupeň přijímače — koncový zesilovač výkonu — je osazen pentodou EL84.

Při přepnutí na rozhlasová pásma amplitudově modulovaných signálů pracuje elektronka ECH81 jako měnič kmitočtu na vstupu přijímače a jednostupňový mf zesilovač využívá pentody elektronky EBF89. Třetí (A) diodový systém EABC80 pracuje jako demodulátor, při čemž tato dioda dodává také napětí pro avc. Obě funkce se mohou též rozdělit mezi uvedenou diodu elektronky EABC80 a mezi obě diody EBF89. Nízkofrekvenční část přijímače je stejná jako pro kmitočtovou modulaci. Z popisu je zřejmé, že se elektronek ECH81, EBF89, EABC80 a EL84 využívá pro oba způsoby provozu, elektronka ECC85 pracuje jen při příjmu kmitočtově modulovaných signálů.

Ve skupinovém schématu jsou velikosti signálu na jednotlivých stupních obou druhů provozu, k dosažení výstupního výkonu koncového zesilovače, 50 mW. Citlivost na běžných rozsazích je udána jako průměrné napětí na řídicí mřížce heptody ECH81 a citlivost na vkv jako napětí na anténních zdírkách přijímače pro 300 Ω , je-li poměr signálu k šumu asi 26 dB.

Na obr. 39 je čs. kombinovaný přijímač Filharmonie.

IV. ÚDAJE ELEKTRONEK PRO ROZHLASOVÉ PŘIJÍMAČE, JEJICH POUŽITÍ A CHARAKTERISTIKY

9. NOVALOVÉ ELEKTRONKY

9.1. Elektronky EABC80 a UABC80

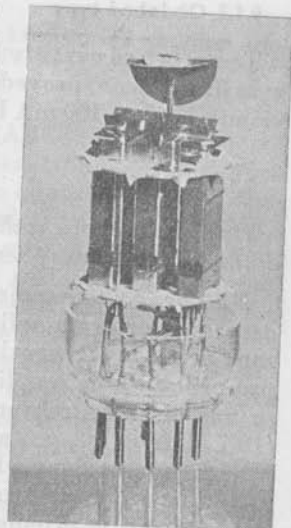
9.1.1 Popis

Elektronka TESLA EABC80 (a také UABC80) sdružuje čtyři systémy — triodu a tři diody. Trioda se zesilovacím činitelem 70 je určena pro nf zesilovače v rozhlasových přijímačích. V televizních přijímačích (tam se jí však používá většinou v provedení se žhavicím proudem 300 mA, tedy v řadě P jako PABC80) se jí může použít k oddělování synchronizačního napětí. Dvě diody — označované d_{II} a d_{III} — mají malý vnitřní odpor ($R_{i d_{II-III}} = 200 \Omega$ při $U_a = +5 V$) a jsou proto určeny pro poměrový demodulátor rozhlasových přijímačů na kmitočtovou modulaci (popř. PABC80 pro demodulátor zvukové části televizních přijímačů). Dioda označovaná d_I má velký vnitřní odpor ($R_{i d_I} = 5,0 k\Omega$ při $U_a = +10 V$), hodí se tedy pro demodulátor v rozhlasových přijímačích na amplitudovou modulaci.

Jak jsme se již zmínili v kapitole II, sdružená elektronka EABC80 je ukázkou výhodné konstrukce novalových elektronek. Pouze při použití devíti kolíků lze v jediné elektronce zatavit čtyři systémy. Přesto je celá konstrukce pevná a vyhovuje velmi dobře pro běžné použití v rozhlasových, popř. televizních přijímačích. Trioda a dioda d_{II} mají samostatné katody, diody d_I a d_{III} mají katodu společnou. Pro stejnoměrnost systémů je anoda triody stejného tvaru jako jsou stínění diod d_{II} a d_{III} , takže systémy tvoří ucelenou konstrukci (viz obr. 12 a 40). Mají žhavicí vlákna spojená, a to buď sériově nebo paralelně. Přesto, že jsou tyto čtyři systémy zabudovány v jedné baňce, jsou vzájemné kapacity vlivem dobrého odstínění velmi malé (obr. 41).

Sdružením čtyř systémů odpadá v kombinovaných rozhlasových přijímačích na amplitudovou i kmitočtovou modulaci nejméně jedna další elektronka staršího typu (např. by bylo třeba kombinovat 6BC32 a 6B31).

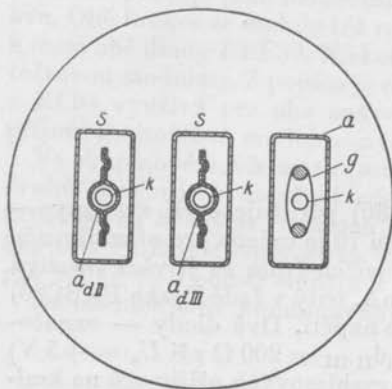
Je-li trioda zapojena jako nf zesilovač, při napětí zdroje 250 V, a zatěžovacím odporu 180 k Ω , dosáhne se vlivem velkého zesilovacího činitele zesílení až asi 53. Zkreslení je přitom 0,55 % při výstupním napětí 5 V. Pro plně vybuzení koncové elektronky EL84 je totiž



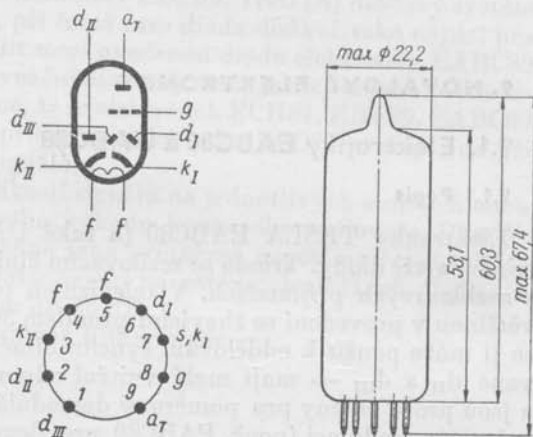
Obr. 40. Systém sdružené elektronky EABC80 na patce

nutno na její mřížku přivést střídavé napětí nejméně 4,8 V. Z uvedených příkladů vyplývají výhodné podmínky elektronky EABC80, a přesto není náchylná k mikrofoničnosti. Tak např. při běžném provedení reproduktoru (akustický činitel 5 %) nejsou žádné potíže s mikrofoničností, když je vstupní střídavé napětí triody větší než 10 mV pro výstupní výkon koncové elektronky 50 mW. Požaduje-li se ještě větší citlivost, pak již jsou nutné různé úpravy k odstranění mikrofoničnosti, jako jsou např. odpružené objímky, úprava reproduktoru atd.

Rozměry a zapojení patice sružené elektronky EABC80 jsou na obr. 42.



Obr. 41. Řez systémy sružené elektronky EABC80



Obr. 42. Zapojení patice a rozměry elektronky EABC80

9.1.2 Obdobné typy

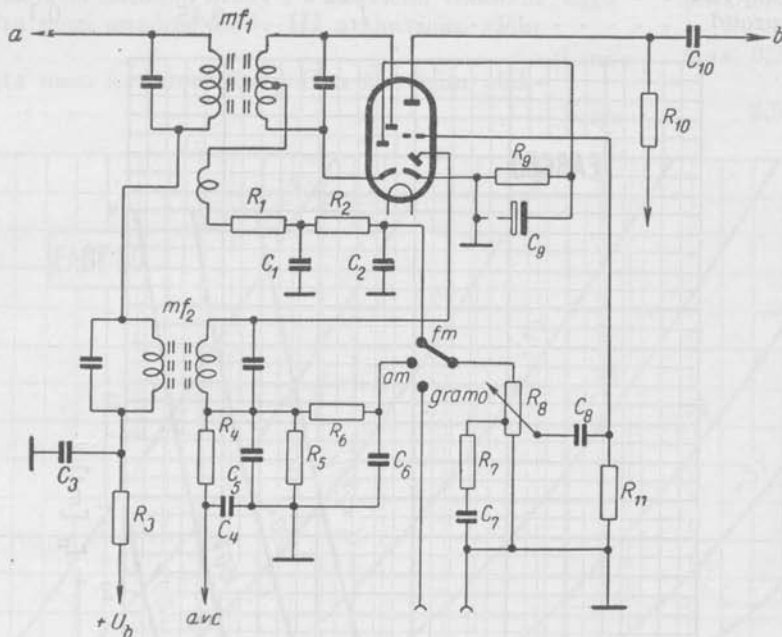
Tento typ se vyrábí v Evropě se stejným označením, v USA ho značí 6AK8. Jak bylo již uvedeno, provedení se žhavicím proudem 300 mA se značí PABC80, se žhavicím proudem 100 mA UABC80. Ze starších elektronek má EBC41 stejnou triodu.

9.1.3 Použití

Demodulátor pro rozhlasový přijímač na amplitudovou a kmitočtovou modulaci a nf odporově vázaný zesilovač

Na obr. 43 je zapojení, pro které byla elektronka EABC80 vyvinuta. Je to demodulátor pro amplitudově i kmitočtově modulované signály a odporově vázaný nf zesilovač v rozhlasovém přijímači. Protože jsou mezifrekvenční kmitočty pro přijímače na amplitudovou a kmitočtovou modulaci velmi rozdílné, mohou se zapojit mezifrekvenční pásmové propusti mf_1 pro kmitočtovou modulaci (10,7 MHz) a mf_2 pro amplitudovou modulaci (468 kHz) do série, bez přepínání. V sérii jsou spojeny vlastně jen jejich primární okruhy. V bodě a je připojena anoda poslední elektronky mezifrekvenčního zesilovače. Druhý okruh pásmové propusti mf_2 je připojen k diodě d_T , která je určena k demodulaci amplitudově modulovaných signálů. Stejnosečná složka usměrněného napětí se vede přes odpor R_4 a slouží k samočinnému vyrovnávání zesílení mf zesilovače a směšovače. Nízkofrekvenční signál se přivádí odporem R_6 na přepínač P_1 , na jehož do-

teky se dále přivádí spoj od zdírek pro připojení gramofonu, a nízkofrekvenční signál z kmitočtového demodulátoru, tvořený mf propustí mf₁ a dvěma diodami d_{II} a d_{III} elektronky EABC80. Jde o tzv. poměrový detektor, jehož princip byl popsán v prvním svazku díla Čs. miniaturní elektronky-Heptalové elektronky (u typů 6B31 a 6B32).¹⁾



Obr. 43. Demodulátor pro rozhlasový přijímač na amplitudovou a kmitočtovou modulaci a mf odporově vázaný zesilovač osazený elektronkami EABC80

Nízkofrekvenční signál se dále vede na mřížku triody EABC80 k potenciometru R_8 , který slouží k nastavení hlasitosti, přes vazební kondensátor C_8 . Předpětí pro tuto triodu se získává mřížkovým proudem na svodovém odporu R_{11} , jehož hodnota je 10 až 20 M Ω . V anodovém obvodu triody je zapojen pracovní odpor R_{10} a vazební kondensátor C_{10} , který je v bodě b připojen na mřížku následující koncové elektronky. Napájecí stejnosměrné napětí U_b je v rozhlasovém přijímači obvykle 250 V. Při tomto napětí a anodovém odporu $R_{10} = 0,2$ M Ω , při svodovém odporu následující koncové elektronky $R_g = 0,8$ M Ω bude anodový proud triody asi 0,8 mA. Současně se dosáhne 53násobného zesílení a jen 0,25 % zkreslení pro výstupní napětí 5 V (dostatečné pro plné vybuzení elektronky EL84). Na mřížce triody EABC80 je tedy pro plné vybuzení koncové elektronky třeba vstupního napětí asi 100 mV a pro výstupní výkon 50 mW jen asi 6 mV. Dosažení těchto hodnot umožňuje zavedení záporné zpětné vazby. V takovém případě se obvykle přivádí část napětí ze sekundárního vinutí výstupního transformátoru zpět na odpor zapojený mezi zemí a studeným koncem potenciometru R_8 .

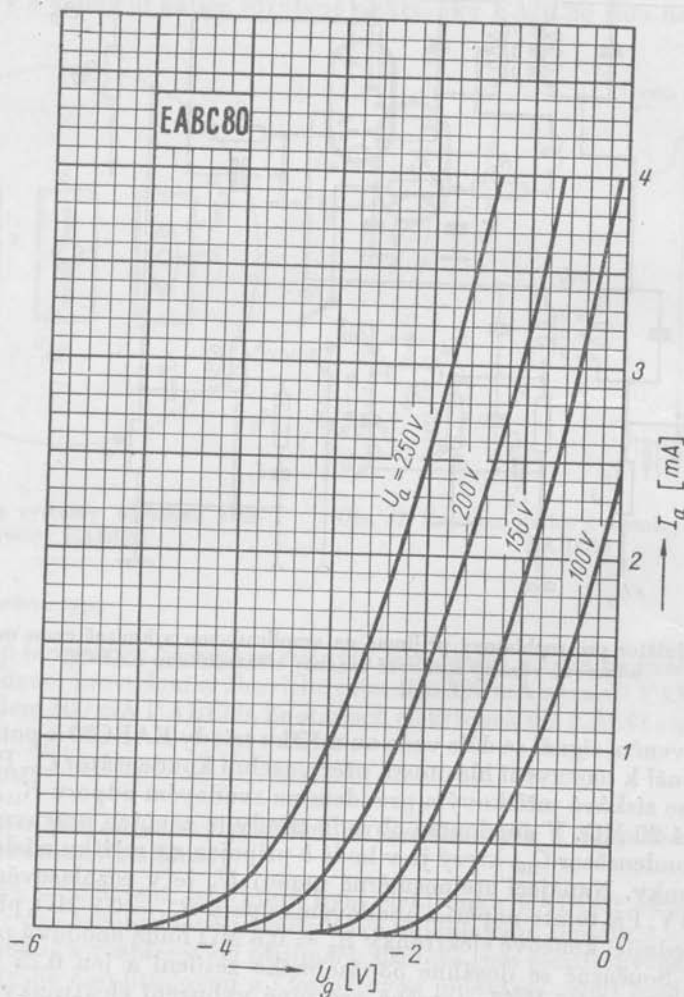
¹⁾ Elektronka 6B32 se nyní značí evropským způsobem EAA91.

9.1.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní, střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Žhavicí napětí	U_t	EABC80	UABC80	
Žhavicí proud	I_t	6,3	28,5	V
		0,45	0,1	A



Dg. 1. Anodový proud triody I_a v závislosti na napěti mřížky U_g .

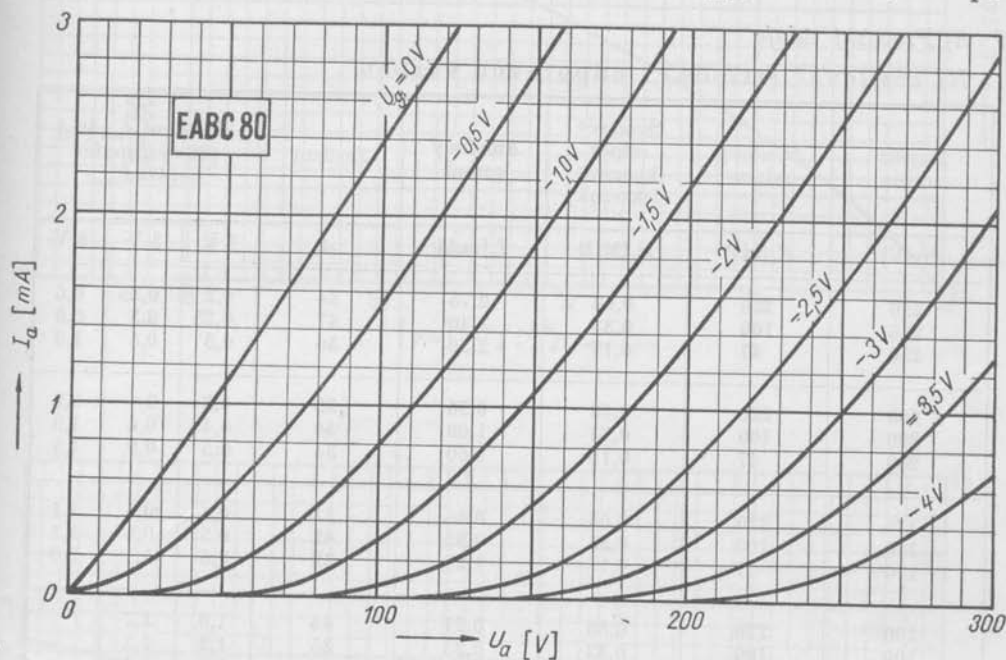
b) Kapacity

Trioda

Vstupní kapacita	C_g	1,5	pF
Výstupní kapacita	C_a	0,8	pF
Průchozí kapacita	$C_{g/a}$	max. 1,8	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem	$C_{g/t}$	max. 0,04	pF

Diody

Kapacita diody I	C_{dI}	1,0	pF
Kapacita diody II	C_{dII}	4,0	pF
Kapacita diody III	C_{dIII}	4,0	pF
Kapacita mezi diodou II a ostatními elektrodami	C_{kII}	4,9	pF
Kapacita mezi katodou diody I a žhavicím vláknem	$C_{kI/t}$	max. 0,25	pF
Kapacita mezi anodou diody III a žhavicím vláknem	$C_{dIII/t}$	max. 0,2	pF
Kapacita mezi katodou diody II a žhavicím vláknem	$C_{kII/t}$	2,5	pF



Dg. 2. Anodový proud triody I_a v závislosti na anodovém napětí U_a .

Trioda a diody

Kapacita mezi anodou triody a anodou diody I	$C_{a/dI}$	max. 0,12	pF
Kapacita mezi anodou triody a anodou diody III	$C_{a/dIII}$	max. 0,1	pF
Kapacita mezi anodou triody a katodou diody II	$C_{a/kII}$	max. 0,01	pF
Kapacita mezi mřížkou triody a anodou diody I	$C_{g/dI}$	max. 0,07	pF
Kapacita mezi mřížkou triody a anodou diody III	$C_{g/dIII}$	max. 0,02	pF
Kapacita mezi mřížkou triody a katodou diody II	$C_{g/kII}$	max. 0,005	pF

c) Charakteristické údaje

Trioda

Anodové napětí	U_a	100	250	V
Mřížkové předpětí	U_g	-1,0	-3,0	V

Anodový proud	I_a	0,8	1,0	mA
Strmost	S	1,45	1,2	mA/V
Zesilovací činitel	μ	70	70	—
Vnitřní odpor	R_i	48	50	k Ω

Diody

Vnitřní odpor diody I při $U_a = +10$ V	R_{idI}	5,0	k Ω
Vnitřní odpor diody II při $U_a = +5$ V	R_{idII}	200	Ω
Vnitřní odpor diody III při $U_a = +5$ V	R_{idIII}	200	Ω
Poměr vnitřních odporů diody II a III	R_{idII}/R_{idIII}	0,66 až 1,5	—

d) Provozní údaje

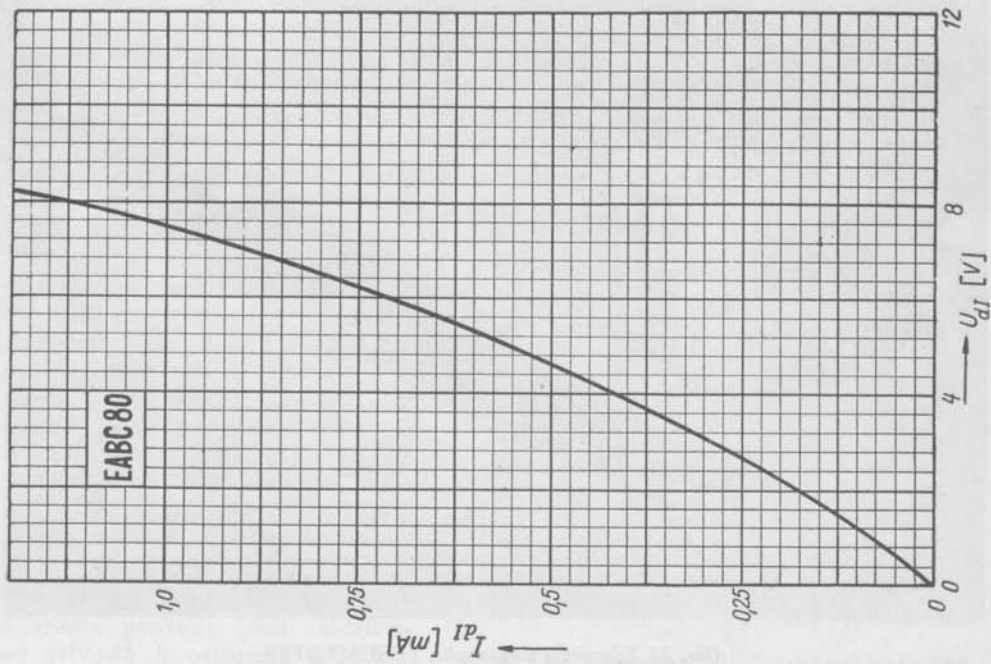
Nf zesilovač (trióda) s odporovou vazbou

Napětí zdroje	Anodový odpor	Svodový odpor koncové elektronky	Anodový proud	Zesílení	Zkreslení d_{tot} [%] při výstupním napětí $E_{o\text{ef}}$		
					3 V	5 V	8 V
U_b [V]	R_a [k Ω]	R_g [M Ω]	I_a [mA]	A			
250	220	0,68	0,76	54	0,2	0,25	0,6
250	100	0,33	1,40	47	0,25	0,5	0,8
250	47	0,15	2,20	36	0,3	0,6	1,0
200	220	0,68	0,56	53	0,3	0,4	0,9
200	100	0,33	1,00	44	0,4	0,6	1,0
200	47	0,15	1,60	34	0,5	0,9	1,5
170	220	0,68	0,46	51	0,4	0,5	1,1
170	100	0,33	0,82	42	0,5	0,8	1,3
170	47	0,15	1,25	32	0,6	1,1	2,0
100	220	0,68	0,21	44	1,0	1,7	
100	100	0,33	0,35	35	1,3	2,3	
100	47	0,15	0,52	26	2,0	4,3	

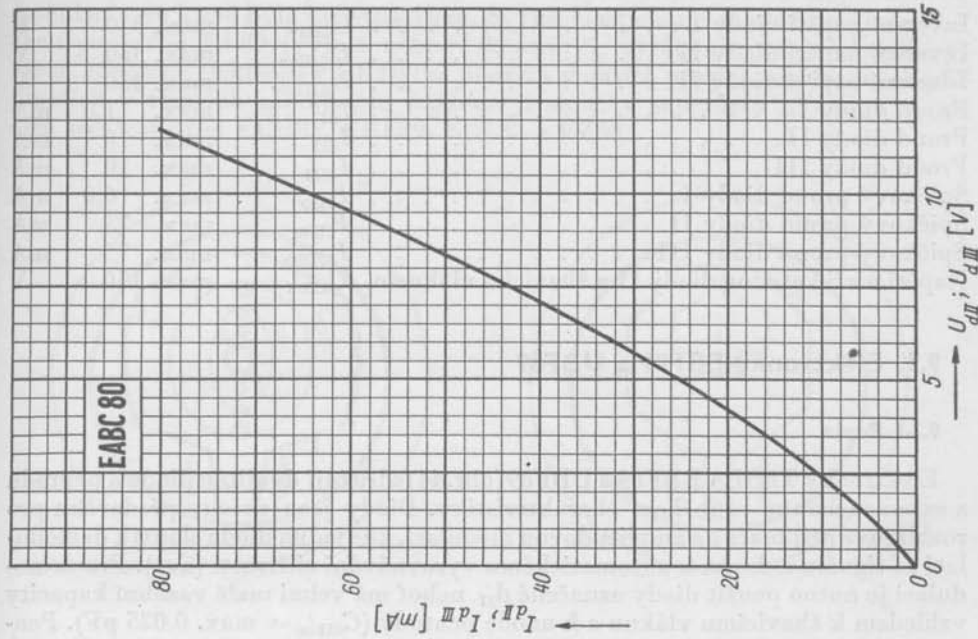
e) Mezní údaje

Trióda

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 550	V
Anodové napětí	U_a	max. 300	V
Anodová ztráta	P_a	max. 1,0	W
Katodový proud	I_k	max. 5,0	mA
Počátek kladného mřížkového proudu ($I_g = +0,3 \mu\text{A}$)	U_{g1}	max. -1,3	V
Svodový odpor prou automatické předpětí	R_g	max. 3,0	M Ω
Svodový odpor pro získání předpětí mřížkovým proudem	R_g	max. 22	M Ω
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem	$R_{k/t}$	max. 20	k Ω
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 150	V



Dg. 3. Anodový proud první diody I_{aI} v závislosti na napětí této diody U_{aI} .



Dg. 4. Anodový proud druhé nebo třetí diody I_{aII}, I_{aIII} v závislosti na jejich anodovém napětí U_{aII}, U_{aIII} .

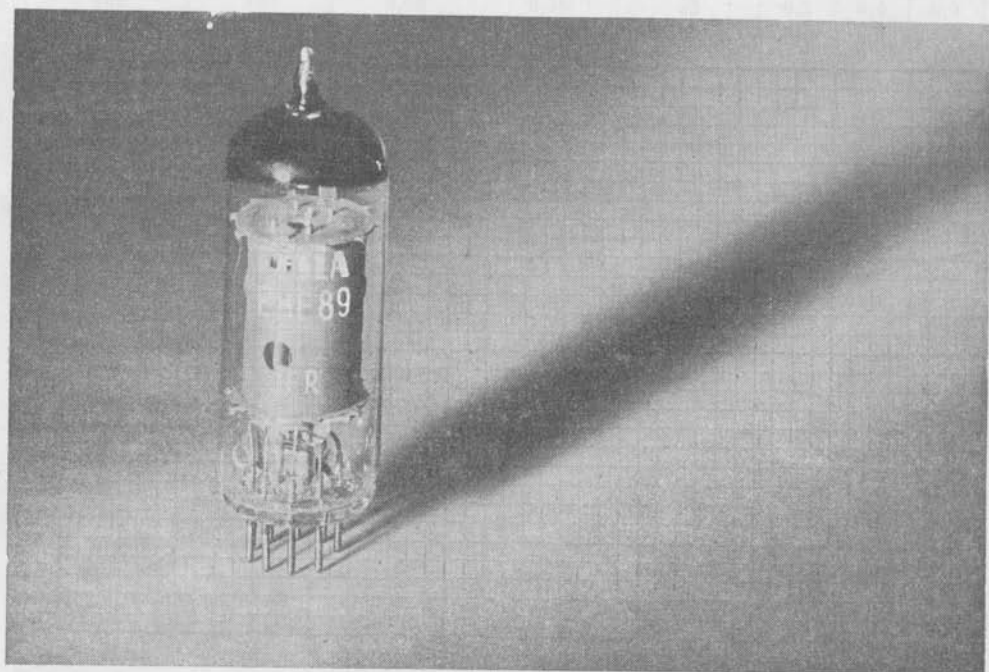
Diody

Inverzní napětí diody I	U_{dIIinv}	max. 350	V
Inverzní napětí diody II.	$U_{dIIIinv}$	max. 350	V
Inverzní napětí diody III	$U_{dIIIinv}$	max. 350	V
Proud diody I	I_{dI}	max. 1,0	mA
Proud diody II.	I_{dII}	max. 10	mA
Proud diody III	I_{dIII}	max. 10	mA
Špičkový proud diody I.	I_{dIsp}	max. 6,0	mA
Špičkový proud diody II	I_{dIIsp}	max. 75	mA
Špičkový proud diody III.	I_{dIIIsp}	max. 75	mA
Napětí mezi katodou diody II a žhavicím vláknem	$U_{kII/t}$	max. 150	V

9.2. Elektronky EBF89 a UBF89

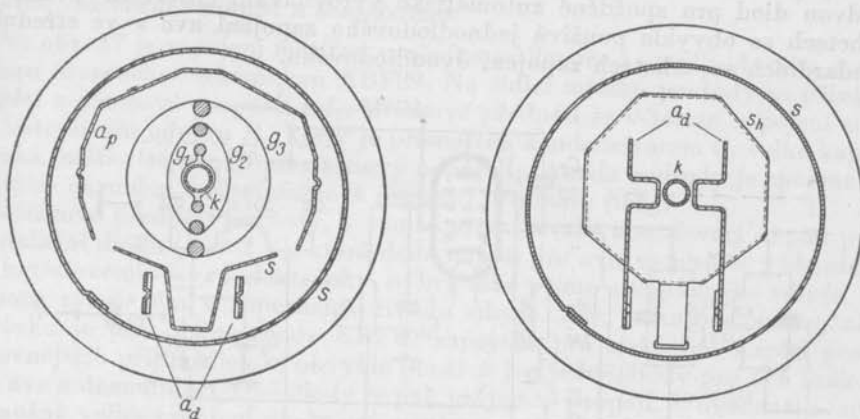
9.2.1 Popis

Elektronky TESLA EBF89 a UBF89 (obr.44) sdružují dvojitou diodu a pentodu s exponenciálním průběhem charakteristiky. Diody jsou určeny především pro rozhlasové přijímače na amplitudovou modulaci, kde jedna dioda slouží k demodulaci nf signálu a druhá k automatickému vyrovnávání citlivosti (ave). Pro demodulaci je nutno použít diody označené d_{II} , neboť má velmi malé vazební kapacity vzhledem k žhavicímu vlákně a k anodě pentody ($C_{dII/a} = \text{max. } 0,025 \text{ pF}$). Pentoda, která je jedinou selektodou v novalovém provedení, má velmi rozsáhlé



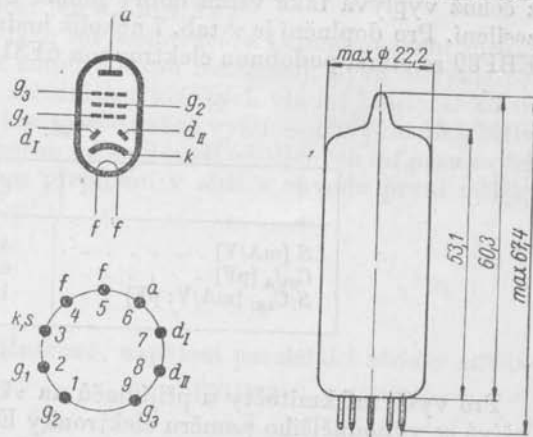
Obr. 44. Sdružená elektronka TESLA EBF89

použití, především však je výhodná pro m_f stupně přijímačů na amplitudovou modulaci, pro které byla konstruována. Svými vlastnostmi se shoduje s jednoduchou pentodou EF89 (vyjma některé kapacity), vyráběnou zahraničními výrobci. Sdružené elektronky EBF89 se používá v našich nových rozhlasových přijímačích v různých zapojeních, najdeme ji např. v superhetu „Tenor“ osazeném elektronkami ECH81, EBF89, ECL82 a EZ80.



Obr. 45. a) Řez systémem pentody EBF89; b) řez systémem diody EBF89

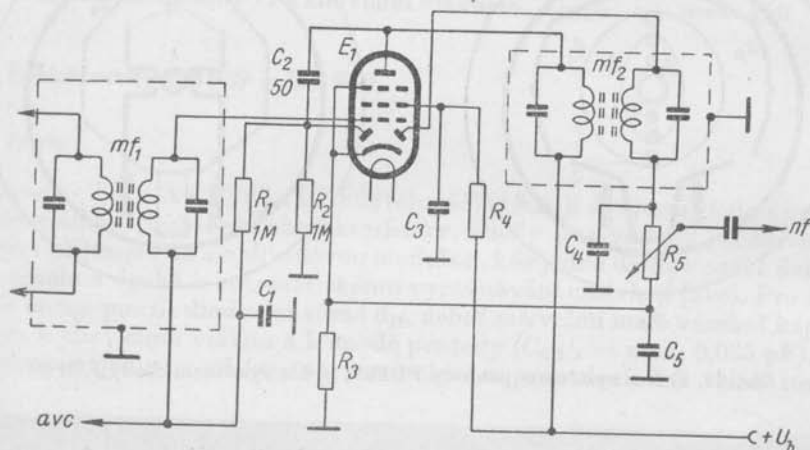
Systémy sdružené elektronky — pentoda a dvojitá dioda — jsou umístěny nad sebou — pentoda dole, diody nahoře. Katoda kruhového tvaru je společná pro oba systémy, nad pentodou je ztvarovaná do trojúhelníku, kterým je uchycena ve střední slídě. Ztvarováním se také zpevňuje katoda proti deformaci mechanickým namáháním. Systémy jsou posunuty od středu ke kraji slídy (viz obr. 45a, b), čímž se získává místo pro přívody diod, které zpevňují současně celou konstrukci elektronky, neboť procházejí od horní až k dolní slídě. Žhavicí vlákno má jeden ohyb (tvar V), který zasahuje právě do části katody pro diody. Je konstruováno se zřetelem i na použití v sériovém zapojení elektronky v různých přijímačích (větší napětí mezi katodou a žhavicím vláknem). Oba systémy — dvojitá dioda i pentoda — jsou chráněny společným kruhovým stíněním před vlivem vnějších elektrostatických a magnetických polí. Přívody k dotykovým kolíkům jsou uvnitř elektronky rozděleny spodním stíněním na dvě části: obě anody diod a anoda pentody jsou odděleny od přívodů k ostatním kolíkům,



Obr. 46. Zapojení patice a rozměry elektronky EBF89

takže se dosahuje malých kapacit mezi oběma systémy (např. $C_{d1/g1} = 0,0008$ pF). Systémy diody jsou od systému pentody pečlivě odstíněny. Řídící mřížka pentody je kruhová a má vzhledem k exponenciálnímu průběhu charakteristiky proměnné stoupání. Druhá i třetí mřížka jsou oválné. Anoda má poměrně malou plochu, neboť se dosahuje jen malé anodové ztráty. Jinak je sdružená elektronka EBF89 běžné novalové konstrukce.

Při zapojení EBF89 v rozhlasovém přijímači se může využít výhodné kombinace dvou diod pro zpožděné automatické vyrovnávání citlivosti. V malých superhetech se obvykle používá jednodiodového zapojení avc a ve středních a standardních superhetech zapojení dvoudiodového.



Obr. 47. Mezifrekvenční zesilovač a demodulátor s elektronkou EBF89; C_5 je elektrolytický kondensátor

Zvětšení celkové citlivosti přijímače při použití sdružené elektronky EBF89 je umožněno vhodnou volbou mezi hodnotami strmosti a průchozí kapacity, z čehož vyplývá také velmi dobrý poměr $S/C_{g1/a}$ a tím značné mezifrekvenční zesílení. Pro doplnění je v tab. 7 několik hodnot k porovnání vlastností pentody EBF89 se starší podobnou elektronkou 6F31 (EF93).

Tab. 7

	6F31	EBF89
S [mA/V]	4,4	3,8
$C_{g1/a}$ [pF]	0,0035	0,002
S/C_{g1} [mA/V; pF]	1,12	1,9

Pro vyšší mf kmitočty u přijímačů na vkv, kde je šířka mf pásma větší, využívá se výhodnějšího poměru elektronky EBF89.

Na obr. 46 jsou rozměry a zapojení patice elektronky EBF89.

9.2.2 Obdobné typy

Elektronky EBF89 a UBF89 se vyrábějí v západní Evropě s tímž označením. Pentodová část se shoduje, mimo některé kapacity, elektrickými hodnotami s pentodou EF89 až na nepatrnou odchylku v proudu druhé mřížky.

9.2.3 Použití

Mezifrekvenční zesilovač a demodulátor

Na obr. 47 je zapojení mezifrekvenčního zesilovače a amplitudového demodulátoru osazeného elektronkou EBF89. Na řídicí mřížku pentody se přivádí mf napětí z pásmové propusti mf_1 . Mřížkové předpětí se v tomto zapojení získává na katodovém odporu R_3 , který je přemostěn kondensátorem C_5 velké kapacity. Druhá mřížka se napájí přes sériový odpor R_4 . Anoda pentody je spojena s primárním okruhem druhé pásmové propusti přijímače (mf_2).

Mřížkové předpětí pentody, v tomto případě také zpožďovací napětí pro demodulační diodu (1 až 2 V), která dodá napětí pro avc, nemusí se vždy získávat na katodovém odporu elektronky, nýbrž také přímo z napájecího zdroje, tj. na odporu zapojeném v záporném přívodu zdroje. Pak je katoda uzemněná. Na obrázku je dále jedna dioda EBF89 zapojena pro získávání napětí pro avc. V levnějších přijímačích se obvykle používá jen jedné diody pro obě funkce, tj. pro avc a demodulaci. Obě diody se pak vzájemně propojí. V uvedeném zapojení je možná volba zapojení diody pro avc na první nebo druhý okruh mf pásmové propusti. Je-li tato dioda zapojena podle obr. 47 přes kapacitu C_2 (50 až 100 pF) na mf_2 , zvětší se průchozí kapacita pentody $C_{g1/a}$ o kapacitu mezi anodou diody a první mřížkou $C_{a/g1}$. Tím se zhorší jakostní činitel, uváděný v tab. 7 na str. 66 jako poměr $S/C_{g1/a}$ a rovněž maximální zesílení elektronky je vzhledem ke stabilitě menší. Zapojí-li se dioda na druhý okruh pásmové propusti mf_2 , dochází vlivem kapacity $C_{a/g1}$ k značné volné zpětné vazbě.

Při obvyklých hodnotách pásmových propustí pro kmitočet kolem 460 kHz je zesílení stupně s elektronkou EBF89 asi 300, je-li napětí zdroje $U_b = 250$ V, sériový odpor v přívodu druhé mřížky $R_4 = 64$ k Ω a katodový odpor $R_3 = 100$ Ω . V tomto nastavení je vnitřní odpor $R_1 = 0,9$ M Ω a strmost 4,5 mA/V. Strmost lze plynule zmenšovat zvětšováním záporného předpětí první mřížky (avc). Při $U_{g1} = -20$ V je již strmost jen 0,2 mA/V.

Použijeme-li elektronky EBF89 jako mf zesilovač v kombinovaném rozhlasovém přijímači (na kmitočtovou i amplitudovou modulaci), bývá obvykle pro běžná rozhlasová pásma dlouhých, středních a krátkých vln mf kmitočet kolem 460 kHz, kdežto pro vkv bývá mf kmitočet značně vyšší — obvykle 10,7 MHz. Pro oba kmitočty se pak používá v celém mf zesilovači oddělených mf pásmových propustí, které se mohou zapojit bez přepínání v sérii v obvodu první mřížky i v obvodu anody.

9.2.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní i sériové střídavým nebo stejnosměrným proudem.

	EBF89	UBF89	
Žhavicí napětí	6,3	19	V
Žhavicí proud	0,3	0,1	A

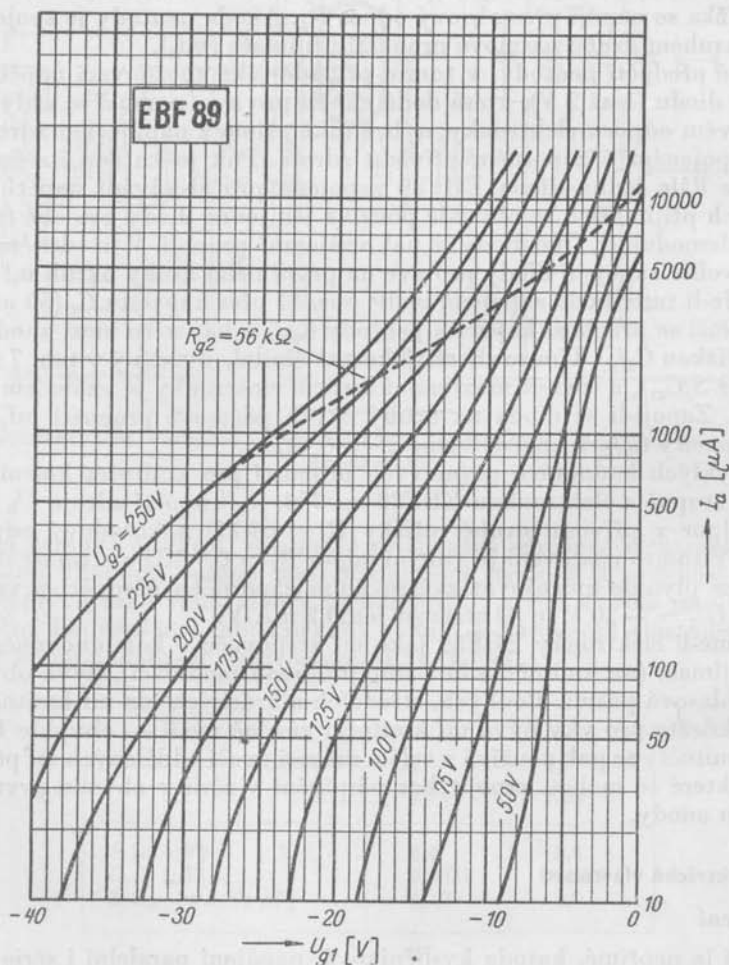
b) Kapacity

Pentoda

Vstupní kapacita	C_{g1}	5,0	pF
Výstupní kapacita	C_a	5,2	pF
Průchozí kapacita	$C_{g1/a}$	max. 0,002	pF
Kapacita mezi řídicí mřížkou a žhavicím vláknem	$C_{g1/t}$	max. 0,05	pF

Diody

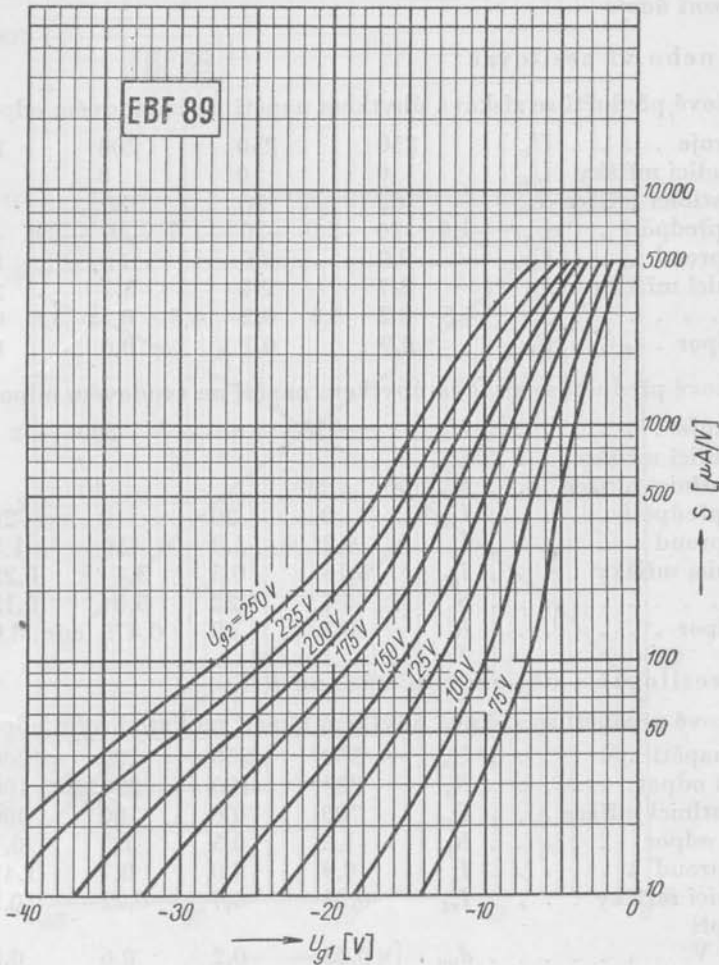
Kapacita diody I	C_{dI}	2,5	pF
Kapacita diody II	C_{dII}	2,5	pF
Kapacita mezi oběma diodami	$C_{dI/dII}$	max. 0,25	pF



Dg. 5. Anodový proud I_a v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} při různých pevných napětích na stínící mřížce. Čárkovaně je vyjádřena závislost anodového proudu I_a na napětí řídicí mřížky U_{g1} při napětí zdroje pro stínící mřížku 250 V a sériovém odporu $R_{g2} = 56 \text{ k}\Omega$ zapojeném v přívodu ke stínící mřížce. Anodové napětí $U_a = 250 \text{ V}$ a napětí hradící mřížky $U_{g3} = 0 \text{ V}$.

Pentody - diody

Kapacita mezi diodou I a řídicí mřížkou	$C_{dI/g1}$	max. 0,0008	pF
Kapacita mezi diodou II a řídicí mřížkou	$C_{dII/g1}$	max. 0,001	pF
Kapacita mezi diodou I a anodou pentody	$C_{dI/a}$	max. 0,15	pF
Kapacita mezi diodou II a anodou pentody	$C_{dII/a}$	max. 0,025	pF



Dg. 6. Strmost S v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} pro různá napětí na stínící mřížce U_{g2} . Anodové napětí $U_a = 250$ V a napětí hradící mřížky $U_{g3} = 0$ V.

c) Charakteristické údaje

Pentoda

Anodové napětí	U_a	250	200	170	V
Napětí hradící mřížky	U_{g3}	0	0	0	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	100	100	100	V

Mřížkové předpětí	U_{g1}	-2,0	-1,5	-1,0	V
Anodový proud	I_a	9,0	11	12	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	2,7	3,3	4,0	mA
Strmost	S	3,8	4,5	5,0	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	1,0	0,6	0,4	MΩ

d) Provozní údaje

da) Mf nebo vf zesilovač

1. Mřížkové předpětí se získává úbytkem napětí na katodovém odporu

Napětí zdroje	U_b	250	250	200	100	V				
Napětí hradící mřížky	U_{g3}	0	0	0	0	V				
Odpor ve stínící mřížce	R_{g2}	62	56	30	0	kΩ				
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-1,0	-20	-2,0	-20	-1,5	-20	-2,0	-10	V
Anodový proud	I_a	9,0	9,0	11	8,5	mA				
Proud stínící mřížky	I_{g2}	2,7	2,7	3,3	2,8	mA				
Strmost	S	4,5	0,2	3,8	0,2	4,5	0,12	3,5	0,11	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	0,9	0,1	0,6	0,3	MΩ				

2. Mřížkové předpětí se získává úbytkem napětí na svodovém odporu

Napětí zdroje	U_b	250	200	V		
Napětí hradící mřížky	U_{g3}	0	0	V		
Odpor ve stínící mřížce	R_{g2}	60	40	kΩ		
Mřížkové předpětí	U_{g1}	0	-20	0	-20	V
Anodový proud	I_a	9,2	1,8	10	1,3	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	3,15	0,5	3,4	0,25	mA
Strmost	S	4,7	0,22	5,0	0,13	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	0,7	10	0,475	min. 8,0	MΩ

db) Nf zesilovač s odporovou vazbou RC

1. Mřížkové předpětí se získává úbytkem napětí na katodovém odporu

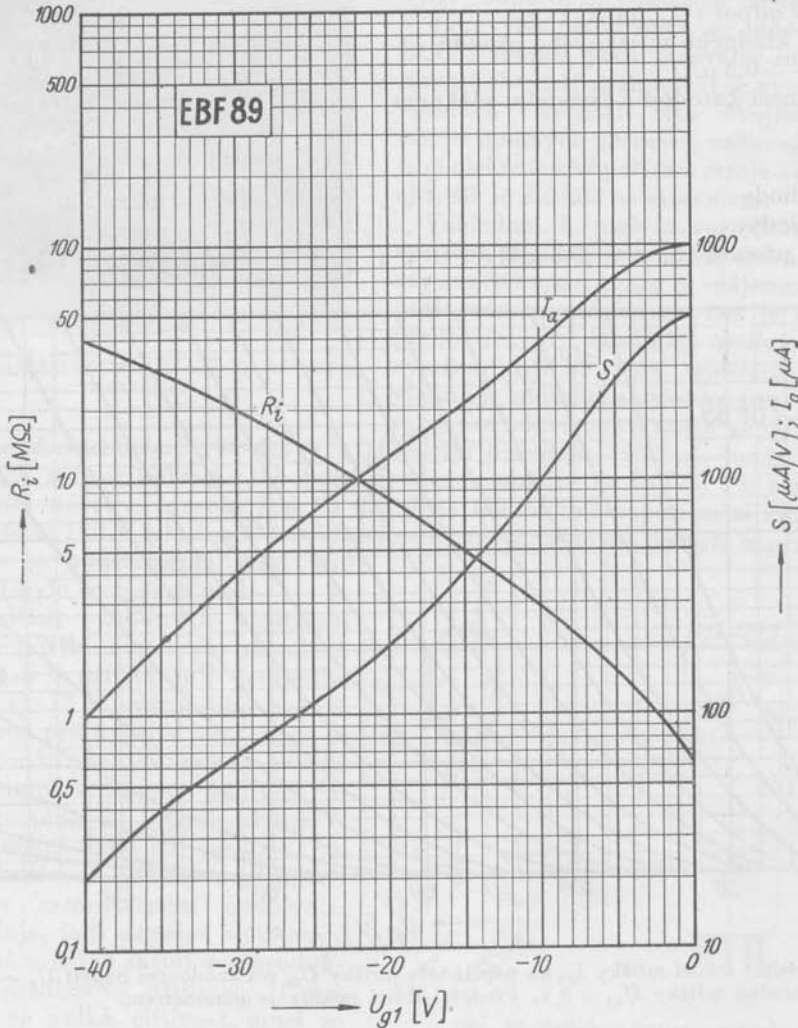
Anodové napětí	U_a	250	250	200	200	V
Zatěžovací odpor	R_a	220	100	220	100	kΩ
Odpor ve stínící mřížce	R_{g2}	700	300	700	300	kΩ
Katodový odpor	R_k	1,2	0,5	1,5	0,7	kΩ
Anodový proud	I_a	0,9	2,0	0,7	1,45	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	0,28	0,7	0,22	0,5	mA
Zkreslení při						
$E_{1\text{ef}} = 3,0\text{ V}$	d_{tot}	0,35	0,2	0,6	0,5	%
$E_{1\text{ef}} = 5,0\text{ V}$	d_{tot}	0,6	0,35	1,0	1,65	%
$E_{1\text{ef}} = 8,0\text{ V}$	d_{tot}	1,05	0,5	1,6	0,7	%

2. Mřížkové předpětí se získává úbytkem napětí na svodovém odporu $R_{g1} = 10\text{ M}\Omega$

Anodové napětí	U_a	250	250	200	200	V
Zatěžovací odpor	R_a	220	100	220	100	kΩ
Odpor ve stínící mřížce	R_{g2}	1,0	0,5	1,2	0,5	MΩ
Anodový proud	I_a	0,79	1,5	0,55	1,15	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	0,24	0,48	0,16	0,37	mA

Zkreslení při

$E_{1\text{ef}} = 3,0 \text{ V}$	d_{tot}	0,5	0,85	0,65	0,85	%
$E_{1\text{ef}} = 5,0 \text{ V}$	d_{tot}	0,65	1,3	1,0	1,4	%
$E_{1\text{ef}} = 8,0 \text{ V}$	d_{tot}	1,3	1,9	1,55	2,1	%



Dg. 7. Závislost vnitřního odporu R_i , strmosti S a anodového proudu I_a na mřížkovém předpětí $-U_g$. Anodové napětí $U_a = 250 \text{ V}$, sériový odpor v přívodu stínící mřížky $R_{g2} = 56 \text{ k}\Omega$. Napětí zdroje pro stínící mřížku je 250 V , napětí hradící mřížky $U_{g3} = 0 \text{ V}$.

e) Mezní údaje

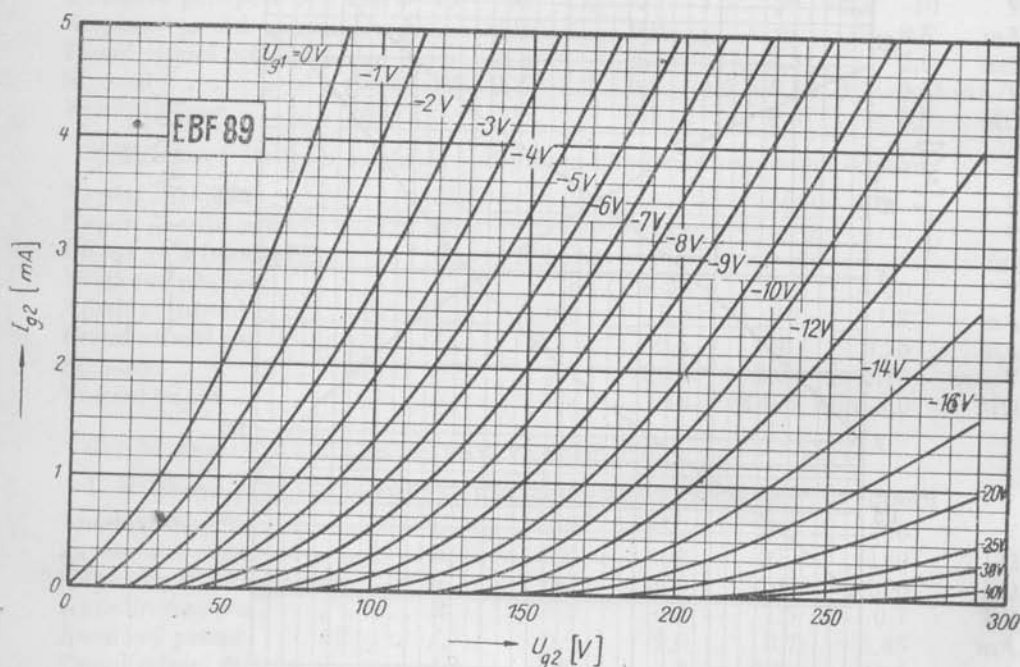
Pentoda

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 550	V
Anodové napětí	U_a	max. 300	V
Anodová ztráta	P_a	max. 2,25	W

Napětí stínící mřížky za studena	U_{g20}	max. 550	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	max. 300	V
Ztráta stínící mřížky	P_{g2}	max. 0,45	W
Katodový proud	I_k	max. 16,5	mA
Svodový odpor	R_{g1}	max. 3,0	M Ω
Svodový odpor (U_{g1} na R_{g1})	R_{g1}	max. 22	M Ω
Počátek kladného mřížkového proudu ($I_{g1} = +0,3 \mu A$)	U_{g1f}	max. -1,3	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/f}$	max. 100	V

Diody

Napětí diody	U_d	max. 200	V
Proud diody	I_d	max. 0,8	mA
Počátek proudu ($I_d = +0,3 \mu A$)	U_{di}	max. -1,3	V



Dg. 8. Závislost stínící mřížky I_{g2} na napětí této mřížky U_{g2} při anodovém napětí $U_a = 250$ V a napětí hradičí mřížky $U_{g3} = 0$ V. Předpětí řídicí mřížky je parametrem.

9.3 Elektronka ECC83

9.3.1 Popis

Elektronka TESLA ECC83 je dvojitá nízkofrekvenční trioda, určená pro vstupní obvody nízkofrekvenčních zesilovačů. V těchto obvodech se jí používá v různých zapojeních, např. jako předzesilovače koncových zesilovačů, kde se uplatní vzhledem k malému bruceň (5 až 10 μV na g_1). Z dalších důležitých použití lze jmenovat fázový invertor pro dvojčinné koncové zesilovače, kdy se může



Obr. 48. Dvojitá trioda ECC83 s otevřeným systémem

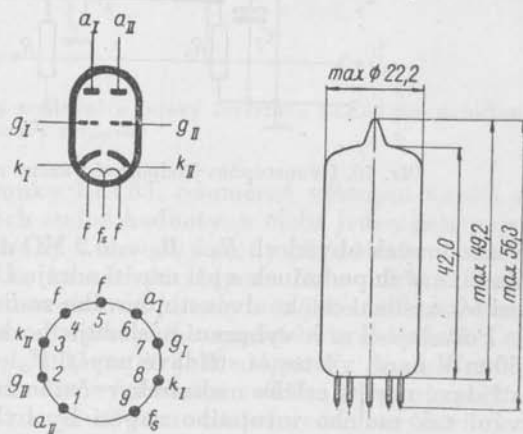
lelně se žhavicím napětím 6,3 V a žhavicím proudem 300 mA, popř. s $U_t = 12,6$ V a $I_t = 150$ mA. Jak bylo uvedeno, používá se ECC83 i u zesilovačů s většími nároky, a proto je u ní dovoleno maximální napětí mezi katodou a vláknem až 180 V, při čemž pro běžný přijímač a zesilovač postačí napětí 50 V. Systém je konstruován tak, aby bručení bylo co možná malé.

Z dalších výhodných vlastností lze jmenovat nepatrné zkreslení, které je 1 % při 200 mV vstupního napětí, tj. 12 V výstupního napětí. Pro různé průmyslové zesilovače se může použít dvojitá trioda ECC83 pro vstupní střídavé efektivní napětí v rozsahu od 500 do 1500 mV. Při zapojení jako nf zesilovač je třeba rozlišovat použití v přijímači nebo v samostatném zesilovači. Rozhoduje, je-li zapojen výkonový zesilovač v jedné skříni s reproduktorem (rozhlasový přijímač). Požaduje-li se velká citlivost, musí se použít zvláštních opatření proti mikrofoničnosti, což při pouhém zesilovači odpadá. Ve velmi přesných zařízeních (např. kardiografy apod.) se může i nepatrné bručení potlačit paralelním připojením napětového děliče paralelně k žhavicímu vláknu, při čemž běžec děliče je uzemněn.

Konstrukce elektronky ECC83 se shoduje s konstrukcí dvojitá triody ECC82, její mřížka je však upravena na dosažení jiných elektrických hodnot. Ze starších elektroněk se dvojitá trioda ECC83 podobá hodnotami 6CC41, má však odlišné zapojení. Rozměry a zapojení patice dvojitá triody ECC83 jsou na obr. 49.

zapojit i před elektronky velkého výkonu, jako je např. EL34. Ve větších rozhlasových přijímačích se využívá jejího velkého zesilovacího činitele ($\mu = 100$) v běžných odporově vázaných zesilovačích. V takových přijímačích se může použít ECC83 rovněž jako fázového invertoru. Kromě obvyklých zapojení se využívá výhodných vlastností této dvojitá triody také v mnohých přesných zařízeních, jako jsou elektronické počítačové stroje apod. Na obr. 48 je ECC83 se systémem.

Vzhledem k malým rozměrům obou systémů jsou kapacity mezi oběma systémy značně malé, takže je vzájemná vazba potlačena na minimum, což je důležité především pro kaskádní zesilovač. Oba systémy ECC83 jsou odděleny, pouze vlákno je společné s vyvedeným středem, takže se elektronka může zapojit paralelně s žhavicím proudem 300 mA, popř. s $U_t = 12,6$ V a $I_t = 150$ mA. Jak bylo uvedeno, používá se ECC83 i u zesilovačů s většími nároky, a proto je u ní dovoleno maximální napětí mezi katodou a vláknem až 180 V, při čemž pro běžný přijímač a zesilovač postačí napětí 50 V.



Obr. 49. Zapojení patice a rozměry elektronky ECC83

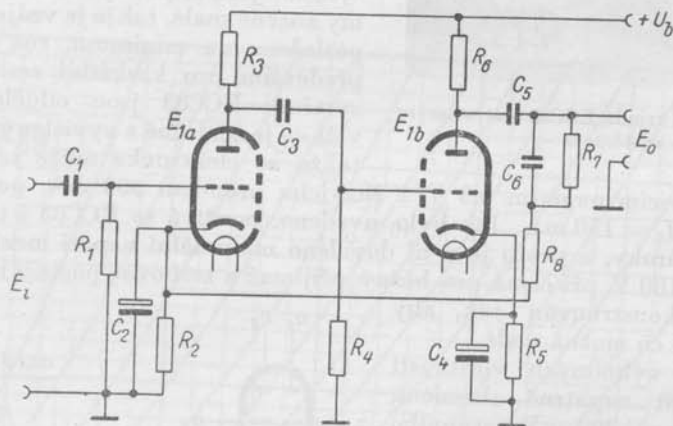
9.3.2 Obdobné typy

Elektronka TESLA ECC83 je shodná s evropskými elektronkami značenými stejným typovým znakem. V USA je její obdobou typ 12AX7.

9.3.3 Použití

a) Dvoustupňový odporově vázaný nízkofrekvenční zesilovač

Malé vzájemné kapacity mezi oběma systémy elektronky ECC83 umožňují zapojit jednotlivé triody jako kaskádní odporově vázané zesilovače. Pro názornost jsou na obr. 50 zapojeny obě triody shodně. Svodové odpory R_1 , R_4 (také u následujících stupňů) mají s paralelními odpory hodnotu $0,8 \text{ M}\Omega$, pracovní odpory



Obr. 50. Dvoustupňový odporově vázaný nízkofrekvenční zesilovač s ECC83

v anodových obvodech R_3 a $R_6 = 0,2 \text{ M}\Omega$ a katodové odpory R_2 a $R_5 = 2,5 \text{ k}\Omega$. Za takových podmínek a při napětí zdroje $U_b = 250 \text{ V}$ je zesílení jednoho stupně asi 60, zesílení celého dvoustupňového zesilovače 3600.

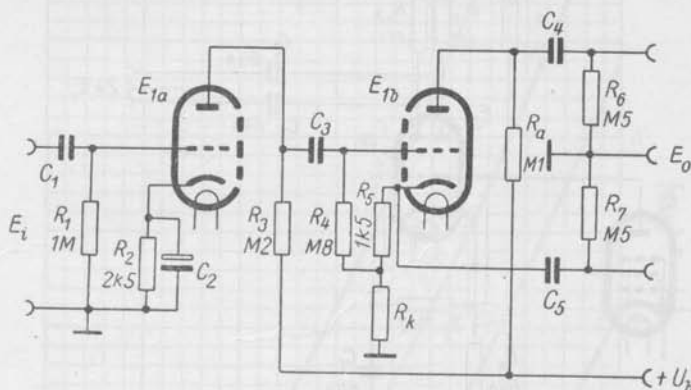
Požaduje-li se k vybudění následujícího koncového stupně na výstupní výkon 50 mW např. výstupní střídavé napětí $E_o = 500 \text{ mV}$, bylo by potřebné vstupní střídavé napětí celého nízkofrekvenčního zesilovače $E_{\text{in}} = 140 \mu\text{V}$. Pro zpracování tak malého vstupního napětí by bylo třeba elektronky zvláštní jakosti s velkými požadavky na mikrofoničnost, bručení a šum, jaké elektronka ECC83 (a za dnešního stavu ani žádná jiná) nemůže splňovat. Při použití v jakostním rozhlasovém přijímači musí proto být vstupní napětí minimálně 10 mV při výstupním výkonu koncového zesilovače 50 mW . Popisovaný dvoustupňový zesilovač má proto značnou rezervu zesílení, takže je třeba v daném případě pro splnění uvedeného požadavku zmenšit zisk nejméně o 37 dB . Vzhledem ke zmenšení zisku zápornou zpětnou vazbou lze dobře zmenšit zkreslení a také upravit útlumové charakteristiky přenášeného pásma v náročných zařízeních sdělovací techniky, jakými jsou jakostní rozhlasové přijímače, zesilovače pro gramofon a magnetofon apod.

Záporná zpětná vazba se může prakticky zavést podle obr. 50. Stupeň záporné

zpětné vazby je dán poměrem děliče napětí složeného z odporů R_7 , R_8 a katodového odporu R_2 první elektronky E_{1a} . Vhodnou velikostí paralelních kondensátorů C_6 a C_2 lze nastavit kmitočtovou závislost záporné zpětné vazby.

b) *Nízkofrekvenční odporově vázaný zesilovač a fázový invertor pro dvojčinný koncový zesilovač*

Na obr. 51 je jedna trioda (E_{1a}) elektronky ECC83 zapojena jako nízkofrekvenční zesilovač s odporovou vazbou. Mřížkové předpětí pro tento stupeň se získává samočinně na katodovém odporu $R_2 = 2,5 \text{ k}\Omega$, který je přemostěn kondensátorem C_2 s velkou kapacitou. Anodový proud protéká anodovým pracovním odporem $R_3 = 200 \text{ k}\Omega$, na němž se odebírá zesílené nf napětí z anodového obvodu první triody přes kondensátor C_3 a přivádí se na vstup fázového invertoru, tvo-



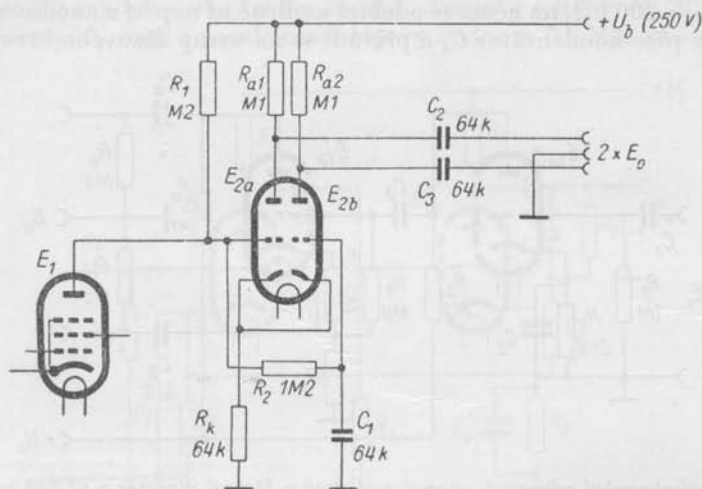
Obr. 51. Nízkofrekvenční odporově vázaný zesilovač a fázový invertor s ECC83 pro dvojčinný koncový zesilovač

řeného druhou triodou (E_{1b}) elektronky ECC83. Souměrné výstupní napětí se získává na dvou pracovních odporech stejné hodnoty, z nichž jeden je zapojen v obvodu anody elektronky (R_a) a druhý v obvodu katody (R_k). Mřížkové předpětí se získává rovněž samočinně na katodovém odporu $R_5 = 1,5 \text{ k}\Omega$. Tento odpor je součástí pracovního odporu v obvodu katody a o jeho hodnotu musí být zmenšen odpor R_k , aby souměrnost výstupního napětí byla dokonalá. Celkový odpor v obvodu katody je $0,1 \text{ M}\Omega$, stejně jako odpor R_a . U elektronky ECC83 se může použít v zapojení jako fázový invertor velkého odporu mezi katodou a vláknem $R_{k/l} = \text{max. } 120 \text{ k}\Omega$, za nímž přímo následuje koncový zesilovač výkonu. Elektronku neohrožuje ani úbytek stejnosměrného napětí na katodovém odporu, neboť nejvyšší přípustné napětí mezi katodou a vláknem je 180 V .

Na obr. 51 jsou na výstupu fázového invertoru také svodové odpory R_6 a R_7 následujících koncových elektronek. Jejich hodnota je $0,5 \text{ M}\Omega$. Následuje-li za popsaným fázovým invertorem dvojčinný koncový zesilovač třídy AB, osazený dvěma elektronkami EL84, stačí pro výstupní výkon 50 mW vstupní střídavé napětí $E_{i \text{ et}} \approx 16 \text{ mV}$. Při použití v rozhlasovém přijímači bývá však výstupní napětí detektoru vyšší, např. 50 mV . Přebytek zesílení prvního stupně s elektronkou E_{1a} umožňuje zavést zápornou zpětnou vazbu a tím zmenšit zisk tohoto stupně až o 10 dB . Za takových podmínek se dosáhne plného výstupního výkonu 11 W při vstupním napětí $E_{i \text{ et}} \approx 800 \text{ mV}$.

c) Fázový invertor s malým zkreslením

Řídicí mřížka první triody (E_{2a}) elektronky ECC83 na obr. 52 je galvanicky vázána s nf zesilovačem, který je osazen např. elektronkou EF86. Anodový pracovní odpor R_1 této pentody je $0,2 \text{ M}\Omega$ a ostatní pracovní podmínky jsou nastaveny tak, aby její anodové napětí (skutečné napětí mezi anodou a katodou) bylo asi 60 V. Toto napětí se nastaví přesně tak, aby společný katodový proud obou triod (E_2) byl 1 mA. Pravá trioda (E_{2b}) elektronky ECC83 má stejné předpětí jako levá trioda, avšak střídavá složka (tj. budící napětí E_i) je pro pravou triodu vyhlazena odporem R_2 a kondensátorem C_1 . Oba systémy ECC83 jsou vázány katodovým odporem R_k . Výstupní napětí se odebírá vazebními kondensátory C_2 a C_3 z ano-



Obr. 52. Fázový invertor s malým zkreslením

dových pracovních odporů R_{a1} a R_{a2} . Tyto odpory je třeba pečlivě nastavit tak, aby výstupní napětí bylo přesně souměrné. Zesílení takto zapojeného fázového invertoru je asi 25. Přitom se uvažují také svodové odpory koncových elektronek v hodnotě $0,64 \text{ M}\Omega$. Maximální výstupní napětí, nutné pro vybudování až do počátku kladného mřížkového proudu koncových elektronek, je asi $E_{o\text{ef}} = 20 \text{ V}$, při čemž zkreslení je asi 1,8 %. Při menším výstupním napětí se zkreslení zmenšuje přímo úměrně.

9.3.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

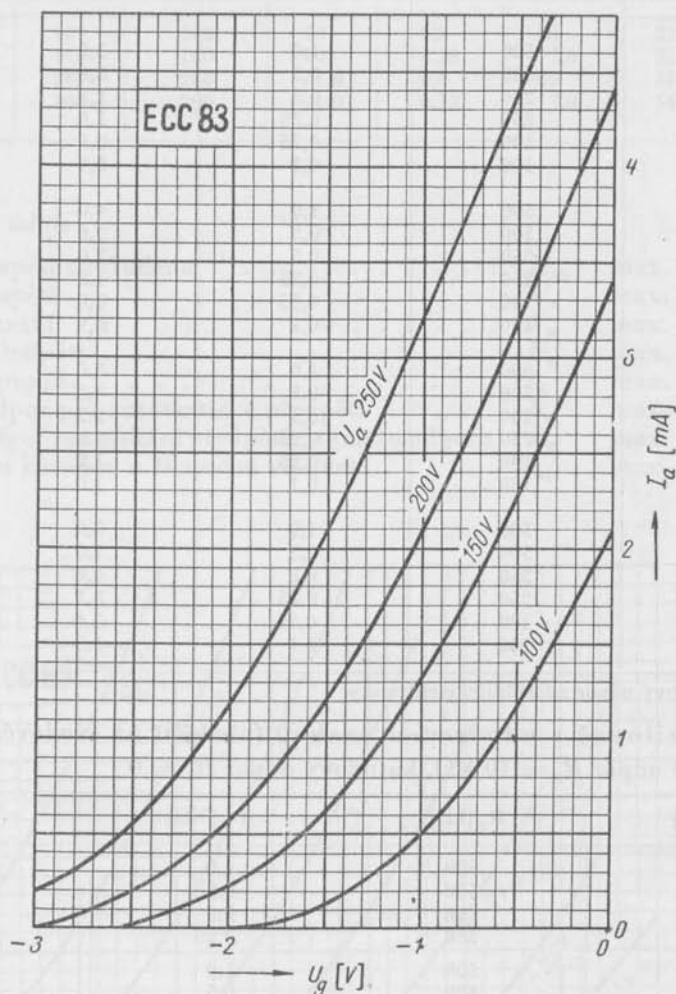
Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení sériové nebo paralelní střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Žhavicí napětí	U_t	12,6	6,3	V
Žhavicí proud	I_t	0,15	0,3	A

b) Kapacity

		Systém I	Systém II	
Vstupní kapacita	C_g	1,6	1,6	pF
Výstupní kapacita	C_a	0,5	0,4	pF
Průchozí kapacita	$C_{g/a}$	1,7	1,7	pF

Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem	$C_{g/t}$	max. 0,15	max. 0,15	pF
Kapacita mezi anodou I a anodou II	$C_{aI/aII}$	max. 0,2		pF
Kapacita mezi mřížkou I a mřížkou II	$C_{gI/gII}$	max. 0,004		pF
Kapacita mezi mřížkou I a anodou II	$C_{gI/aII}$	max. 0,20		pF
Kapacita mezi mřížkou II a anodou I	$C_{gII/aI}$	max. 0,2		pF



Dg. 9. Anodový proud I_a v závislosti na napětí mřížky U_g .

c) Charakteristické údaje

Anodové napětí	U_a	100	250	V
Mřížkové předpětí	U_g	-1,0	-2,0	V
Anodový proud	I_a	0,5	1,2	mA
Štrmost	S	1,25	1,6	mA/V
Zesilovací činitel	μ	100	100	—
Vnitřní odpor	R_i	80	62,5	k Ω

d) Provozní údaje

da) Nf zesilovač s odporovou vazbou (s katodovým odporem)

Svodový odpor $R_g = 1 \text{ M}\Omega$

U_b [V]	R_a [k Ω]	R'_g [M Ω]	R_k [k Ω]	A
300	500	1,0	3,5	70
300	500	0,5	3,0	67
300	250	0,5	1,8	65
300	250	0,25	1,6	60
300	100	0,25	0,9	54
300	100	0,1	0,8	46
250	500	1,0	4,0	67
250	500	0,5	3,0	65
250	250	0,5	2,0	62
250	250	0,25	1,8	57
250	100	0,25	1,0	52
250	100	0,1	0,9	44
200	500	1,0	5,0	64
200	500	0,5	4,3	63
200	250	0,5	2,3	60
200	250	0,25	2,0	55
200	100	0,25	1,2	48
200	100	0,1	1,0	41
100	500	1,0	8,0	55
100	500	0,5	7,0	52
100	250	0,5	4,0	50
100	250	0,25	3,5	44
100	100	0,25	2,0	40
100	100	0,1	1,7	33

*) R_g = svodový odpor následující elektronky

db) Nf zesilovač s odporovou vazbou (předpětí na svodovém odporu)

Svodový odpor $R_g = 10 \text{ M}\Omega$, katodový odpor $R_k = 0$

U_b [V]	R_a [k Ω]	R'_g [M Ω]	A
300	500	1,0	77
300	500	0,5	73
300	250	0,5	73
300	250	0,25	66
250	500	1,0	75
250	500	0,5	70
250	250	0,5	70
250	250	0,25	63
200	500	1,0	71
200	500	0,5	67
200	250	0,5	67
200	250	0,25	69
100	500	1,0	51
100	500	0,5	45
100	250	0,5	45
100	250	0,25	38

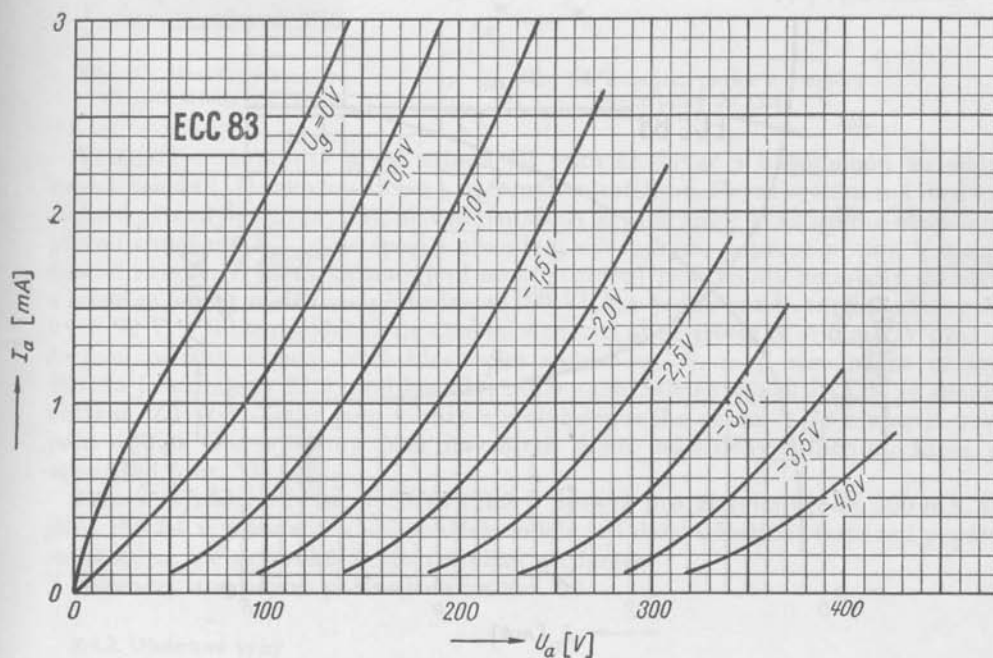
dc) Fázový invertor

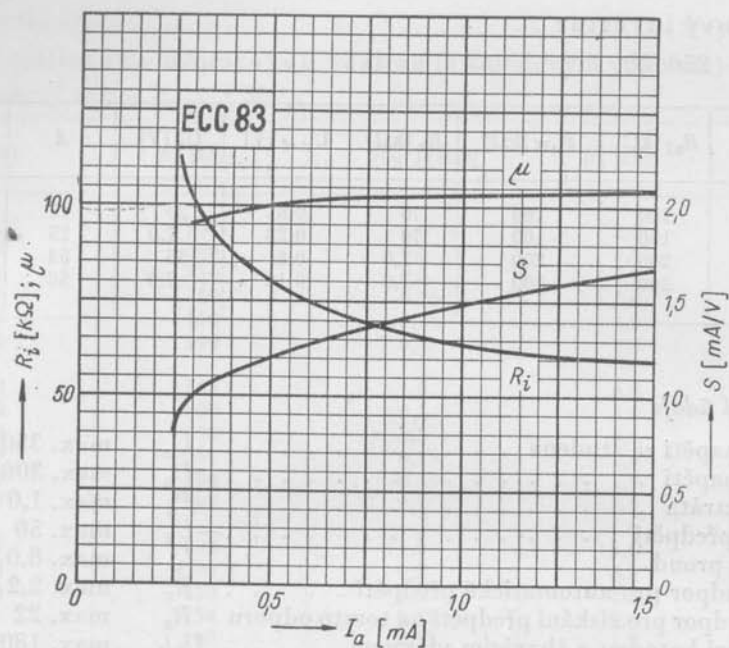
$$U_a = 250 \text{ V}$$

$I_{aI} + I_{aII}$ [mA]	R_{aI} [k Ω]	R_{aII} [k Ω]	R_k [k Ω]	$U_{g\text{ef}}$ [V]	U_a [V]	A	d_{tot} [%]
1,0	100	100	70	0,8	20	25	1,8
1,0	100	100	70	0,28	7,0	25	0,6
1,1	200	200	1,0	0,6	35	58	5,5
1,1	200	200	1,0	0,12	7,0	58	1,1

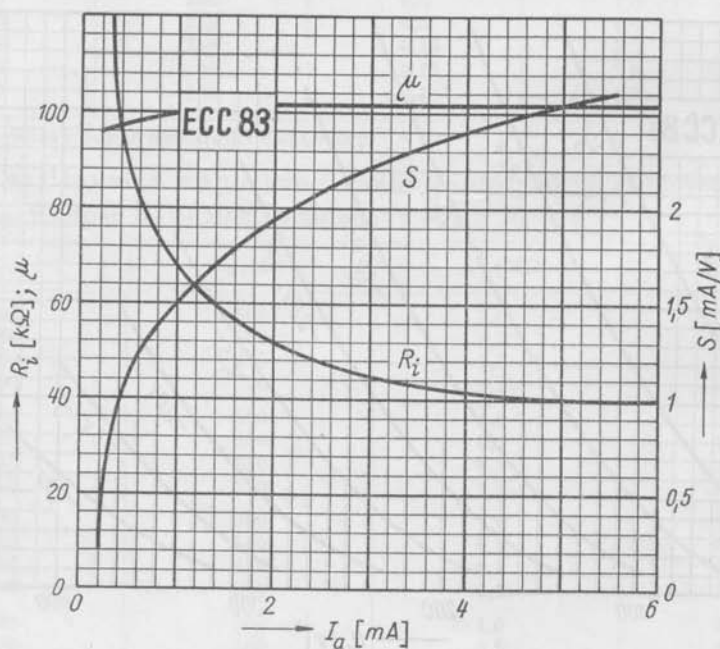
e) Mezní údaje

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 350	V
Anodové napětí	U_a	max. 300	V
Anodová ztráta	P_a	max. 1,0	W
Mřížkové předpětí	$-U_g$	max. 50	V
Katodový proud	I_k	max. 8,0	mA
Svodový odpor pro automatické předpětí	R_g	max. 2,2	M Ω
Svodový odpor pro získání předpětí na tomto odporu	R_g	max. 22	M Ω
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 180	V

Dg. 10. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a .



Dg. 11. Zesilovací činitel μ , strmost S a vnitřní odpor R_i v závislosti na anodovém proudu I_a při anodovém napětí $U_a = 100$ V.

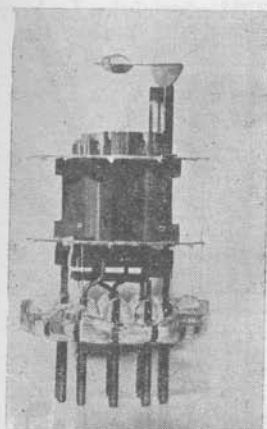


Dg. 12. Zesilovací činitel μ , strmost S a vnitřní odpor R_i v závislosti na anodovém proudu I_a při anodovém napětí $U_a = 250$ V.

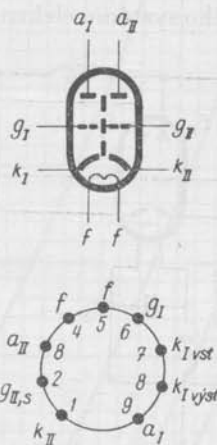
9.4. Elektronka ECC84

9.4.1 Popis

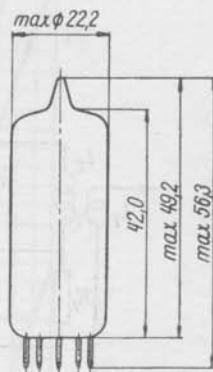
Elektronka TESLA ECC84 je dvojitá trioda určená svou konstrukcí především jako kaskodní zesilovač pro vstupní obvody komunikačních a rozhlasových přijímačů na kmitočtovou modulaci. Rovněž je vhodná pro vstupní obvody televizních přijímačů, tam se jí však používá většinou v úpravě pro sériové napájení žhavicích vláken, tedy pro žhavicí proud 300 mA (řada P). Pro jmenovaný účel se ECC84 hodí svým malým šumovým číslem a velkým zesílením, které je nutné pro dostatečné potlačení šumu následujícího směšovacího stupně.



Obr. 53. Otevřený systém dvojitě triody ECC84



Obr. 54. Zapojení patice a rozměry elektronky ECC84



Většinou se zapojuje první trioda (I) jako zesilovač s uzemněnou katodou, druhá trioda (II) jako zesilovač s uzemněnou mřížkou. První systém má dva katodové přívody (viz obr. 54), přívod označený $k_{I \text{ vst}}$ se spojí se vstupním obvodem, přívod označený $k_{II \text{ vst}}$ se spojí s obvodem výstupním, popř. se připojí k uzemňovací svorce. Z hlediska napájení obou systémů jsou triody zapojeny do série a může se použít malého napětí zdroje (180 V). Pro jednu anodu totiž postačí pouhých 90 V. Při tom se dosahuje značné strmosti obou triod: $S = 6 \text{ mA/V}$ přesto, že jsou mřížky vinuty ještě klasickým způsobem, tj. mají samonosné závity. Mřížka je vzdálena $72,5 \mu$ od katody, takže montáž elektronek ECC84 je značně obtížná. Závity mřížky jsou vinuty z molybdenového drátu $\varnothing 30 \mu$ a mají stoupání 160μ . Oba systémy jsou navzájem dobře odstíněny stíněním, které je uprostřed (obr. 53).

Této dvojitě triody se používá také v úpravě pro žhavicí proud 300 mA, tj. jako PCC84 v televizních přijímačích, takže její další důležité vlastnosti popíšeme v knize o elektronekách pro televizní přijímače.

Rozměry a zapojení patice jsou na obr. 54.

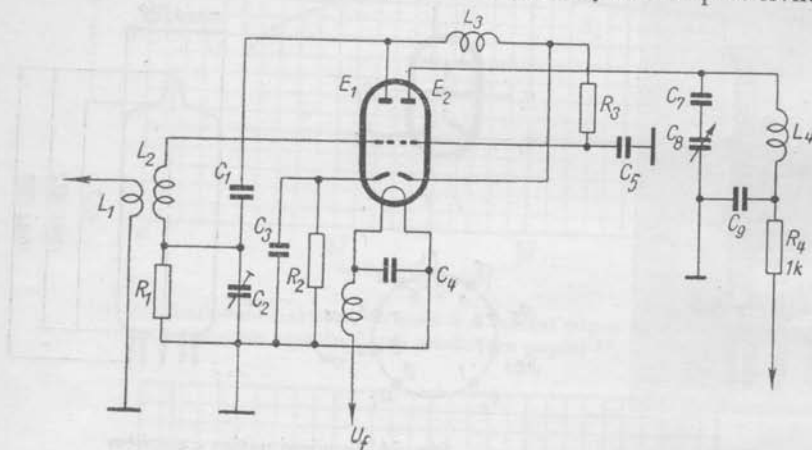
9.4.2 Obdobné typy

V Evropě se tento typ vyrábí se stejným označením, v USA se značí 6CW7, SSSR ho také vyrábí a značí ho 6H14II.

9.4.3 Použití

Vstupní zesilovač na vkv

V komunikačních přijímačích nebo v přijímačích pro amatérská pásma 87 a 144 MHz je výhodný vstupní zesilovač osazený dvojitou tridou ECC84. Na obr. 55 je ECC84 zapojena jako kaskodní zesilovač. Cívka L_1 je spojena s anténou, takže přizpůsobuje její impedanci na vstupní impedanci elektronky, která je připojena paralelně k ladicímu okruhu. Vstupní ladicí okruh tvoří cívka L_2 , kondensátor C_2 a vstupní kapacita elektronky E_1 . Mřížkové předpětí se získává na katodovém odporu R_2 , který je přemostěn kondensátorem C_3 . Neutralizační kondensátorem C_1 se dosáhne stabilní činnosti zesilovače. Anoda prvního systému (E_1) je spojena s katodou druhého systému elektronky ECC84 přes cívku L_3 , která



Obr. 55. Vstupní zesilovač na vkv s ECC84

tvoří další ladicí okruh spolu s výstupní kapacitou první triody a se vstupní kapacitou druhé triody. Tento okruh je zapojen ve tvaru článku II. Vstupní kapacita druhé triody je dána se zřetelem na její zapojení jako zesilovač s uzemněnou mřížkou, kapacitou mezi katodou druhé triody a všemi ostatními elektrodami mimo anodu druhé triody. Její hodnota je asi 4,5 pF. Mřížka druhé triody je spojena přes svodový odpor R_3 s katodou. V anodě je výstupní ladicí okruh laděný kondensátorem C_8 , který je mechanicky spojen popř. s dalšími kondensátory ladicích okruhů přijímače. Ladicí okruhy s cívkami L_2 a L_3 se nemusí v úzkých kmitočtových rozsazích ladit, neboť jejich činitel jakosti při provozu je malý. Okruhy jsou nastaveny na střední kmitočet přenášeného pásma.

Napětí zdroje $+U_b = 180$ V, celkový odebíraný proud je asi 12 mA při katodovém odporu $R_2 = 125 \Omega$, při čemž se dosahuje strmosti obou triod asi 6 mA/V.

9.4.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

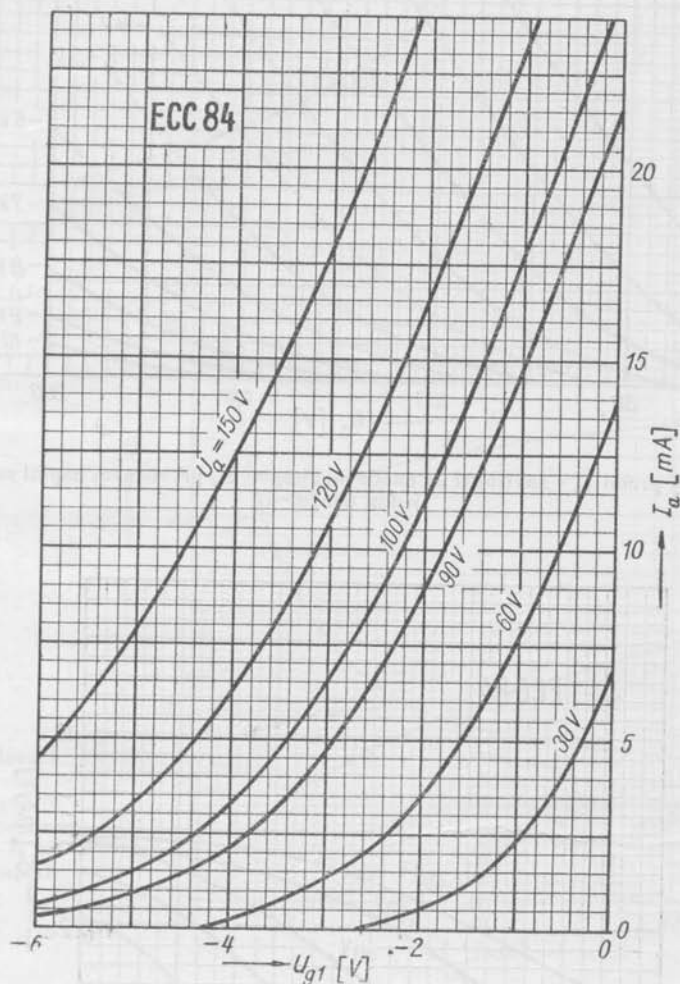
Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní střídavým napětím.

Žhavicí napětí	U_t	6,3	V
Žhavicí proud	I_t	0,340	A

b) Kapacity

Systém I - s uzemněnou katodou

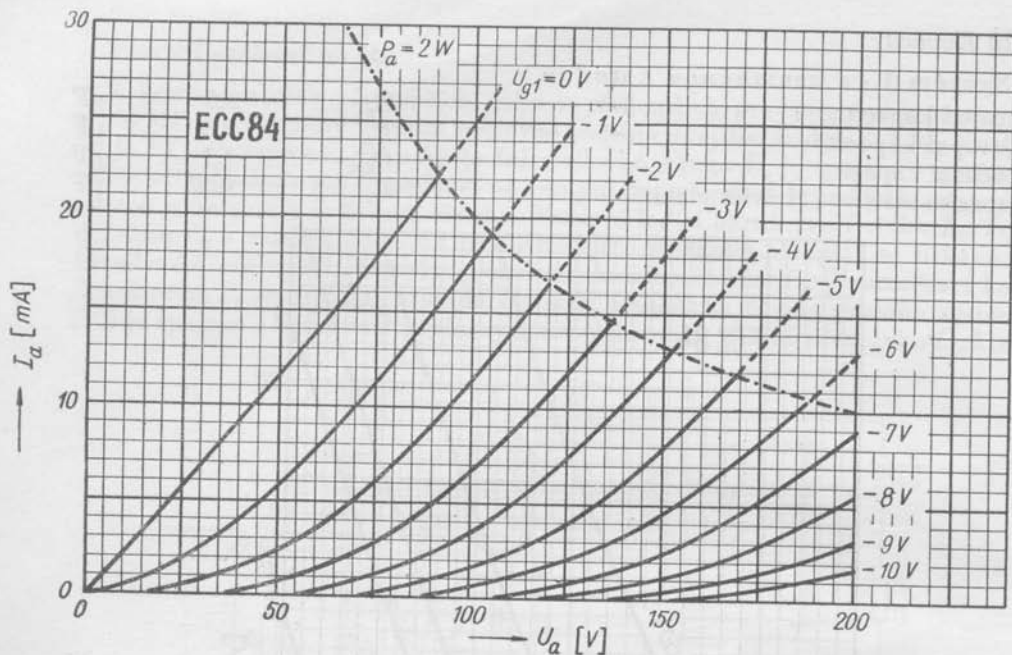
Vstupní kapacita	C_g	2,3	pF
Výstupní kapacita	C_a	0,5	pF
Průchozí kapacita	$C_{g/a}$	1,1	pF
Kapacita mřížka - žhavicí vlákno	$C_{g/t}$	0,25	pF



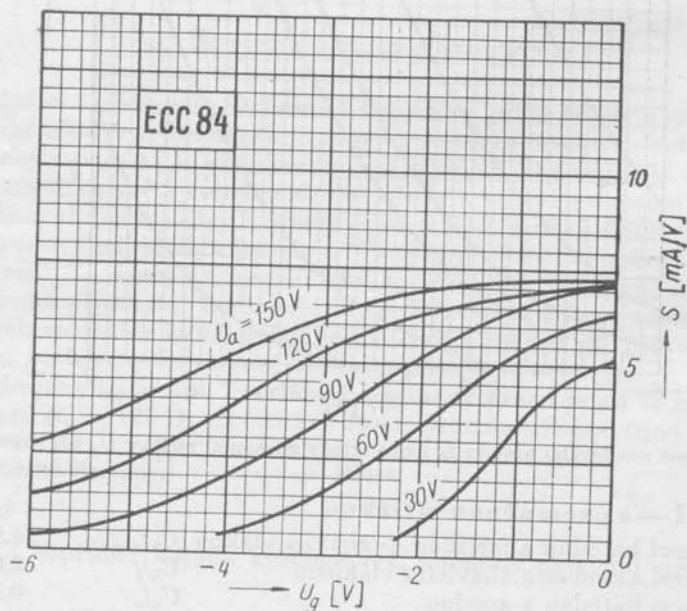
Dg. 13. Závislost anodového proudu I_a jedné triody na napětí mřížky U_g při různém anodovém napětí U_a .

Systém I — s uzemněnou mřížkou

Kapacita mezi katodou a mřížkou + žhavicí vlákno	$C_{k/g+s+t}$	4,5	pF
Kapacita mezi katodou a žhavicím vláknem	$C_{k/t}$	2,5	pF
Kapacita mezi katodou a anodou	$C_{k/a}$	0,17	pF
Kapacita mezi anodou a mřížkou	$C_{a/g+s}$	2,3	pF
Kapacita mezi anodou a mřížkou + žhavicí vlákno	$C_{a/g+s+t}$	2,5	pF



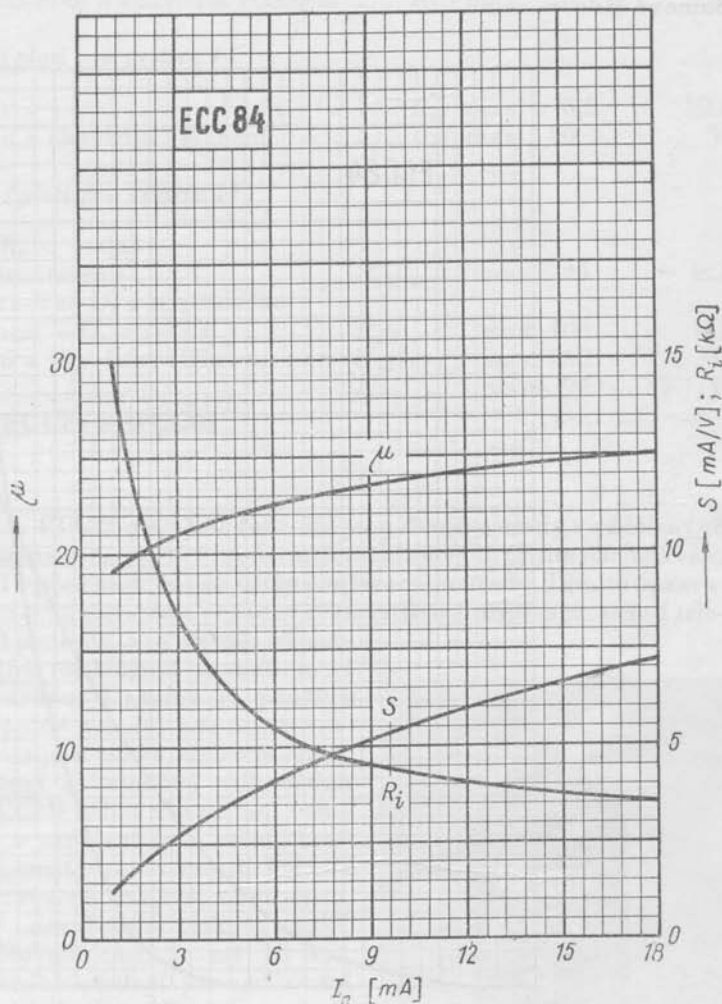
Dg. 14. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při různém napětí mřížky U_g pro jednu triodu.



Dg. 15. Sírmost S v závislosti na napětí mřížky U_g při různém napětí na anodě U_a .

Kapacita mezi oběma systémy navzájem

Kapacita mezi mřížkou I a anodou II	$C_{gI/aII}$	0,006	pF
Kapacita mezi anodou I a anodou II	$C_{aI/aII}$	0,035	pF
Kapacita mezi anodou I a katodou I + žhavicí vláknem + mřížka II	$C_{at/kI+l+gII+s}$	1,12	pF



Dg. 16. Zesilovací činitel μ , strmost S a vnitřní odpor R_i v závislosti na anodovém proudu I_a při anodovém napětí $U_a = 90$ V.

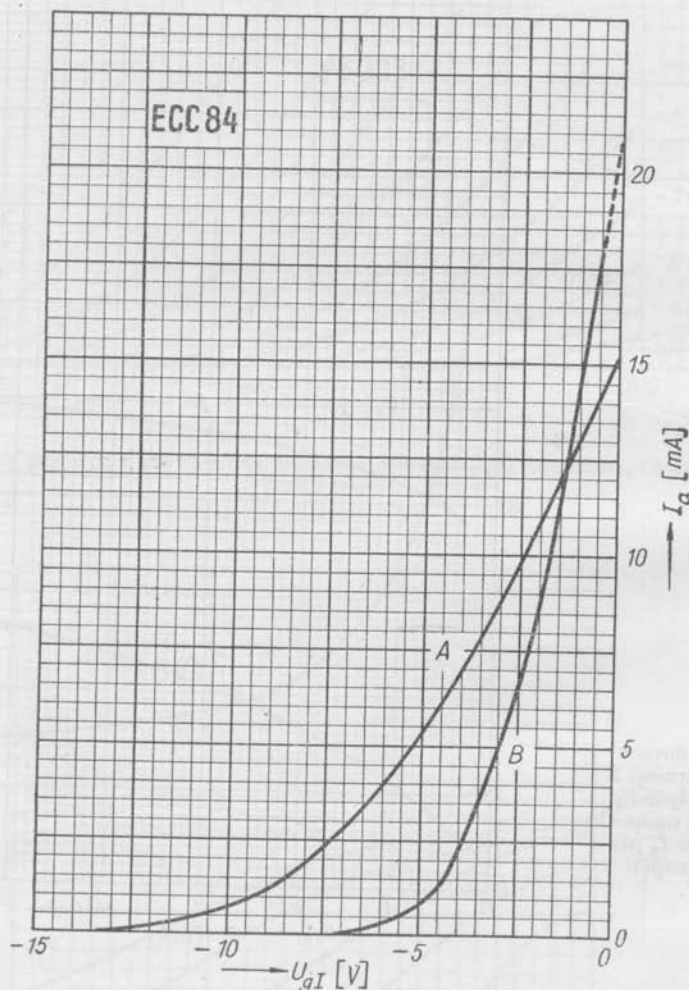
c) Charakteristické hodnoty (platí pro každý systém)

Anodové napětí	U_a	90	V
Mřížkové předpětí	U_g	-1,5	V
Anodový proud	I_a	12	mA
Strmost	S	6,0	mA/V
Zesilovací činitel	μ	24	—
Vnitřní odpor	R_i	4,0	kΩ

d) Provozní hodnoty při kaskodovém zapojení

Vstupní odpor

při $f = 200$ MHz	R_{vst}	4.0	k Ω
při $f = 100$ MHz	R_{vst}	16	k Ω
při $f = 50$ MHz	R_{vst}	64	k Ω
Šumové číslo	F	6.5	—



Dg. 17. Obě triody elektronky ECC84, zapojené jako kaskodní zesilovač se sériovým napájením ze stejnosměrného zdroje. Anodový proud I_a měřený v přívodu k anodě druhého systému v závislosti na napětí mřížky U_{gI} prvního systému. A — předpětí pro mřížku druhého systému se získává na odporu 120Ω zapojeném v katodovém přívodu druhého systému. Mřížkový svodový odpor druhého systému $R_{gII} = 10 \text{ k}\Omega$. B — předpětí pro mřížku druhého systému se získává z děliče složeného ze dvou odporů $100 \text{ k}\Omega$ zapojených mezi svorky napájecího zdroje. Ke středu děliče je zapojena mřížka druhého systému přes svodový odpor $R_{gII} = 100 \text{ k}\Omega$. Napětí zdroje $U_b = 180 \text{ V}$.

e) Mezní hodnoty (platí pro každý systém)

Anodové napětí za studena	U_{a0} max. 550	V
Anodové napětí	U_a max. 180	V
Anodová ztráta	P_a max. 2,0	W
Katodový proud	I_k max. 18	mA
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem	$R_{k/f}$ max. 20	k Ω

f) Mezní hodnoty (platí pro systém I)

Svodový odpor	R_{gI} max. 0,5	M Ω
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/f}$ max. 90	V

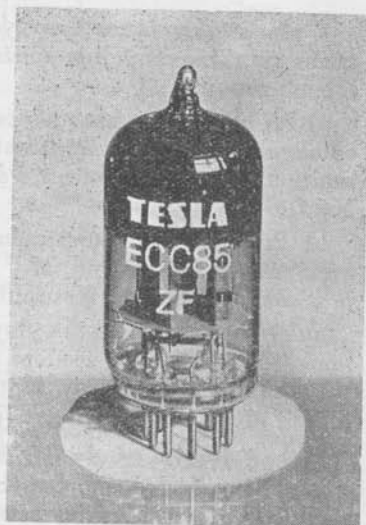
g) Mezní hodnoty (platí pro systém II)

Svodový odpor při $R_k < 100 \Omega$ (přemostěn kondensátorem)	$R_{gII(k)}$ max. 20	k Ω
Svodový odpor, získá-li se U_g z napěťového děliče (zapojení mezi $+U_b$ a zemí)	$R_{gII(g)}$ max. 100	k Ω
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{+k/-f}$ max. 250	V
	$U_{-k/+f}$ max. 90	V

9.5 Elektronky ECC85 a UCC85

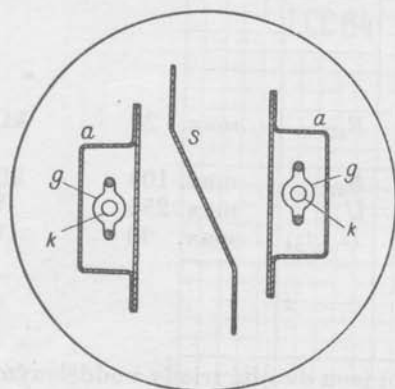
9.5.1 Popis

Elektronky TESLA ECC85 a UCC85 (obr. 56) jsou dvojitě triody s oddělenými katodami, určeny pro různá zapojení v moderních rozhlasových přijímačích na vkv, kde hlavně nahrazují v předzesilovačích dříve používané pentody. Těmito úpravami se mohou mnohem snadněji splnit požadavky na citlivost přijímačů, neboť trioda má menší šum než pentoda, a to vlivem odpadnutí složky vznikající rozdělením proudů mezi stínicí mřížkou a anodou. K tomu se používá v různém zapojení jedné triody, při čemž druhého systému se využije k adičnímu směšování. Rovněž při směšování se využívá výhodných vlastností triody ECC85, neboť vlivem její velké statické strmosti se v zapojení jako měnič kmitočtu dosáhne větší směšovací strmosti. Takové měniče mají navíc značně malé šumové číslo, takže se zbytečně nezvětšuje celkový šum. Vstupní odpor směšovací části je asi 15 k Ω . K dosažení dostatečného zesílení při směšování je výhodný malý vnitřní odpor triody, mnohem menší než u měničích elektronek vícemřížkových. Použije-li se dvojitě triody v předzesilovači v kaskodním zapojení (na rozdíl od typu ECC84, popř. PCC84, musí být oba systémy zapojeny stejnosměrně paralelně — u ECC85 je totiž mnohem větší anodové napětí), může se použít jako měniče kmitočtu nějaké samostatné triody.

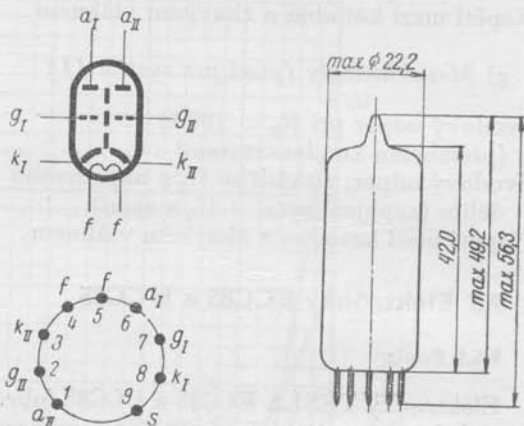


Obr. 56. Dvojitě trioda ECC85

Při konstrukci dvojité triody bylo použito konstrukce ECC81, při čemž byly odstraněny některé její nedostatky, projevující se na kvv. Především jsou oba systémy navzájem dobře elektricky odstíněny (obr. 57). Jednoduché nespiralizované žhavicí vlákno je paralelně zapojené. Vhodným propojením elektrod s dotykovými kolíky se zmenšily indukčnosti přívodů, což je výhodné právě při použití na kvv. Přesto, že jsou kruhové katody 14,6 mm dlouhé (vzdálenost mezi slídami a tedy délka emisní vrstvy je 9 mm), jsou oba systémy dostatečně odolné proti mikrofoničnosti. Vlivem dobrého odstínění obou systémů je vzájemná kapacita mezi oběma anodami pouze 0,04 pF. Odstíní-li se dotykové kolíky anod a jejich přívody, zmenší se vzájemná kapacita na 0,008 pF.



Obr. 57.
Řez systému dvojité triody ECC85



Obr. 58.
Zapojení patice a rozměry elektronky ECC85

V předzesilovači rozhlasových přijímačů na kmitočtovou modulaci nebo přijímačů kombinovaných se může elektronky ECC85 použít ve třech různých způsobech zapojení:

a) Při zapojení s uzemněnou mřížkou je téměř úplně oddělen výstupní okruh od okruhu vstupního. Při tomto způsobu zapojení se dosáhne společně s měničem kmitočtu až k elektronce mf stupně 400násobného zesílení. Vstupní odpor je asi 160 Ω .

b) Při zapojení s uzemněnou katodou je třeba neutralizovat vliv kapacity mezi mřížkou a anodou, aby nedošlo k vlastnímu rozkmitání. V tomto případě je zesílení ještě větší. Vstupní odpor je asi 6 k Ω ($f = 100$ MHz).

c) Při upraveném kaskodovém zapojení lze přizpůsobit vstupní odpor přijímače pro maximální zesílení na stejnou hodnotu jako je anténní odpor požadovaný pro nejmenší šum. Přitom se může současně přizpůsobit i výkon, což je hlavní předností tohoto zapojení.

Výhod dvojité triody ECC85 na kvv je využito také v moderních čs. rozhlasových přijímačích, jako jsou Kvarteto, Hymnus apod. Pracuje tam při kmitočtové modulaci jako předzesilovač a adiční směšovač; při provozu s amplitudovou modulací je celá elektronka odpojena.

Zapojení patice a rozměry jsou na obr. 58.

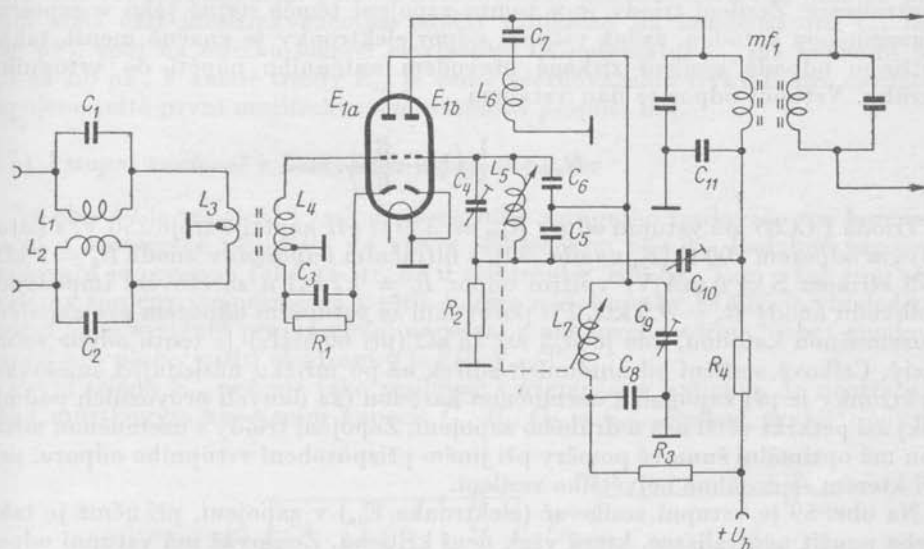
9.5.2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábí tento typ se stejným označením, v USA ho značí 6AQ8. Se žhavicím proudem 300 mA, popř. 100 mA, se vyrábí v Evropě pod označením PCC85, popř. UCC85.

9.5.3 Použití

a) Vstupní zesilovač a měnič kmitočtu pro vkv

Na obr. 59 je elektronka ECC85 v zapojení vysokofrekvenčního vstupního zesilovače a měniče kmitočtu pro přijímače na vkv (E_{a1} a E_{1b}). První trioda (E_{1a}) pracuje jako vf zesilovač, druhá (E_{1b}) jako měnič kmitočtu. Pro zapojení obou



Obr. 59. Vstupní zesilovač a měnič kmitočtu pro vkv s ECC85

stupňů se může volit několik způsobů, které se vyznačují různými vlastnostmi. V uvedeném příkladě jsme vybrali zapojení velmi často používané v rozhlasových přijímačích pro pásma na vkv.

Při volbě zapojení vysokofrekvenčního vstupního zesilovače jsou zásadně tři možnosti: elektronka může pracovat jako zesilovač s uzemněnou katodou nebo s uzemněnou mřížkou, dále jako zesilovač, u kterého je impedance mezi katodou a mřížkou rozdělena na dvě části, a bod mezi nimi je uzemněn. Poslední zapojení tvoří svými vlastnostmi přechod mezi již uvedenými dvěma klasickými způsoby.

Trioda zapojená jako zesilovač s uzemněnou katodou má velký vstupní odpor, takže se její zesílení zvětší ještě o převod anténního napětí, který je dán přibližně poměrem počtu závitů anténní cívky a cívky ladičského okruhu. Poměr závitů obou cívek je dán právě požadovaným převodem odporu antény na vstupní od-

por elektronky pro přizpůsobení. Dosažené zesílení je největší, je-li převodem nastavena podmínka

$$R_{\text{ant}} p^2 = R_{\text{vst}}$$

kde R_{ant} je impedance antény (bývá 75 nebo 300 Ω),
 R_{vst} vstupní odpor elektronky
 p převod.

Při tom se však zhorší poměr užitečného vstupního signálu k šumu, který vznikne především v elektronce, vzhledem k optimálnímu poměru, jehož se dosáhne při jiném nastavení převodu, než je nastavení pro největší zesílení. V popsaném zapojení je nutná neutralisace průchozí kapacity $C_{g/a}$, která bývá u triod značná (u ECC85 je asi 1,85 pF).

Další způsob umožňuje zapojení s uzemněnou mřížkou, které je výhodné tím, že uzemněním mřížky se odděluje výstupní obvod od vstupního, takže není třeba neutralisace. Zesílení triody je v tomto zapojení téměř stejné jako v zapojení s uzemněnou katodou, avšak vstupní odpor elektronky je značně menší, takže většinou odpadá zesílení získané převodem anténního napětí do vstupního okruhu. Vstupní odpor je dán vztahem

$$R_{\text{vst}} = \frac{1}{S} \left(1 + \frac{R_a}{R_l} \right)$$

Trioda ECC85 má vstupní odpor R_{vst} asi 330 Ω při napětí zdroje 250 V, s katodovým odporem 200 Ω (R_l na obr. 59), s filtračním odporem v anodě $R_3 = 2$ k Ω , je-li strmost $S = 6$ mA/V, vnitřní odpor $R_l = 9,7$ k Ω a zatěžovací impedance v obvodu anody $R_a = 9,5$ k Ω . Při porovnání se vstupním odporem pro zapojení s uzemněnou katodou, kde je R_{vst} asi 15 k Ω (při 60 MHz) je tento odpor velmi malý. Celkové zesílení od anténních zdírek až po mřížku následující směšovací elektronky je při zapojení s uzemněnou katodou (za daných provozních podmínek) asi pětkrát větší než u druhého zapojení. Zapojení triody s uzemněnou mřížkou má optimální šumové poměry při jiném přizpůsobení vstupního odporu, než při kterém se dosáhne největšího zesílení.

Na obr. 59 je vstupní zesilovač (elektronka E_{1a}) v zapojení, při němž je také třeba použít neutralisace, která však není kritická. Zesilovač má vstupní odpor značně větší než při zapojení s uzemněnou mřížkou a přizpůsobení vstupního odporu je shodné pro maximální zesílení i pro optimální šumové poměry. Zesílení elektronky se zvětší vlivem převodu anténního napětí na vstupní ladicí okruh. Celkové zesílení zesilovače je asi 2,3krát větší než u zapojení s uzemněnou mřížkou, přitom je menší než zesílení, kterého lze dosáhnout u zapojení s uzemněnou katodou. Výhodou je uváděné nekritické nastavení neutralisace, které v sériové výrobě rozhlasových přijímačů odpadá úplně. Neutralizační kapacitu tvoří v zapojení na obr. 59 kapacita mezi anodou a katodou elektronky spolu s kapacitami spojů. Tato kapacita tvoří dále spolu s kapacitou mezi anodou a mřížkou a oběma částmi cívky L_4 můstkové neutralizační zapojení. Uzemněná odbočka na cívce ladicího okruhu L_4 je nastavena tak, aby se dosáhlo optimální podmínky pro současné přizpůsobení na největší zesílení a největší poměr signálu k šumu. Na cívku ladicího okruhu je těsně navázána anténní cívka L_3 . V přívodu k anténním zdírkám jsou ještě zapojeny paralelní rezonanční okruhy C_1L_1 a C_2L_2 , naladěné na mezifrekvenci. Kondensátorem C_3 je přemostěn katodový odpor R_l (200 Ω). V anodovém obvodu triody E_{1a} je zapojen výstupní ladicí okruh L_7C_0

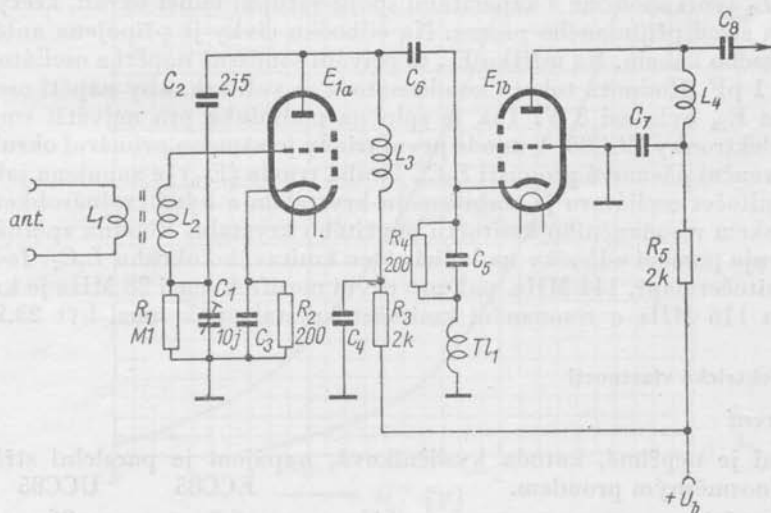
a sériový odpor $R_3 = 2 \text{ k}\Omega$. Na rozdíl od vstupního ladicího okruhu, který je připojenou anténou značně tlumený, takže se nemusí v poměrně úzkém rozhlasovém pásmu ladit, nastavuje se okruh v anodě na přijímaný kmitočet. Děje se tak změnou indukčnosti cívky L_7 , tj. zasouváním jádra cívky současně s laděním oscilátorového obvodu $L_5C_5C_6$.

Druhá trioda ECC85 je zapojena jako měnič kmitočtu a pracuje podobně jako trioda elektronky ECH81 v tomto použití. Uvedeme proto jen provozní hodnoty: napětí zdroje $U_b = 250 \text{ V}$, $R_4 = 12 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$. Při těchto hodnotách je směšovací strmost $S_0 = 2,3 \text{ mA/V}$, vnitřní odpor $R_i = 21 \text{ k}\Omega$ a vstupní odpor při 60 MHz asi $35 \text{ k}\Omega$. Oscilátorové napětí je nastaveno na hodnotu $E_{osc\ ef} = 3 \text{ V}$. Celkový proud pro obě triody ECC85 odebíraný ze zdroje U_b je asi 15 mA . V popise měniče kmitočtu s elektronkou ECH81 bylo navrženo odtlumení mf obvodu průchozí kapacitou mezi systémy elektronky, nutné pro zvětšení zesílení. U elektronky ECC85 nelze tohoto způsobu využít, může se však zavést, jak ukazuje obr. 59, zpětná vazba pomocí doladovacího kondensátoru C_{10} , jímž se přivádí malá část mezifrekvenčního napětí vzniklého na kondensátoru C_{11} (asi 100 pF), zpět na mřížku měnicí elektronky. Kondensátor C_{10} má kapacitu asi $1,5$ až $7,0 \text{ pF}$. V anodě triody E_{1b} je vedle zpětnovazební cívky L_6 pro oscilátor zapojena ještě první mezifrekvenční pásmová propust mf_1 .

b) Vstupní zesilovač v kaskodním zapojení na vkv

Na obr. 60 je zapojení vysokofrekvenčního vstupního zesilovače pro komunikační a amatérské přijímače na vkv s elektronkou ECC85. Podobné zapojení zesilovače je popsáno také na str. 82 u elektronky ECC84. Tam však jsou oba systémy spojeny stejnosměrně v sérii, kdežto u elektronky ECC85 je vhodné zapojení obou systémů pro paralelní napájení z anodového zdroje, neboť anodové napětí pro plné využití elektronky je 250 V .

První trioda E_{1a} pracuje jako zesilovač s uzemněnou katodou. Je neutralisována můstkovým zapojením kapacit C_1 , C_2 , C_{ag} a C_{gk} . Zesílení první triody je



Obr. 60. Vstupní zesilovač v kaskodním zapojení na vkv s ECC85

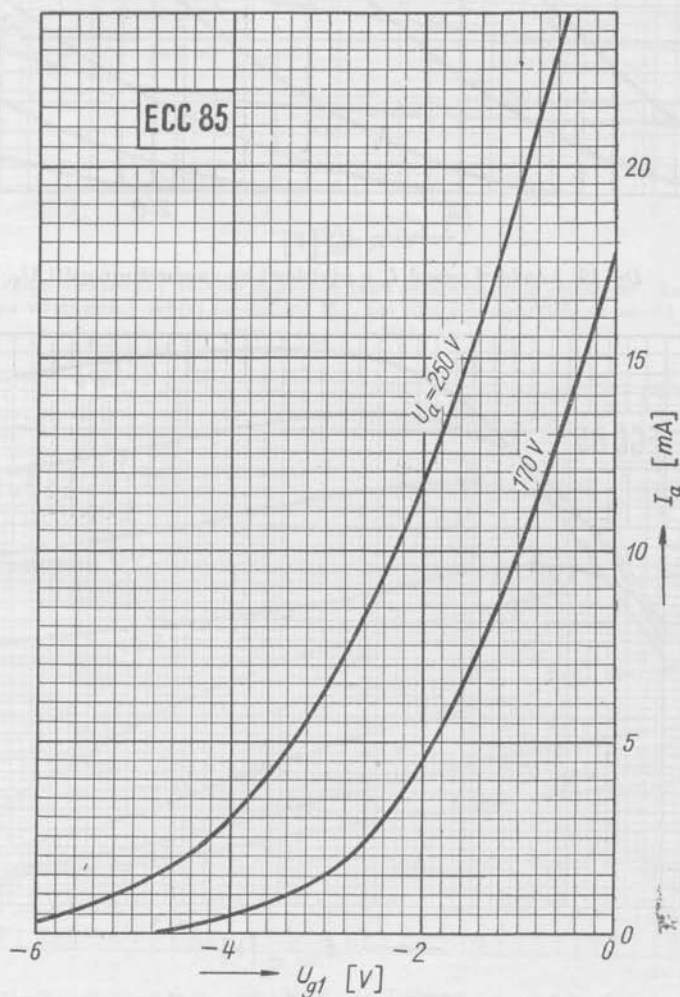
b) Kapacity

Systém I a II

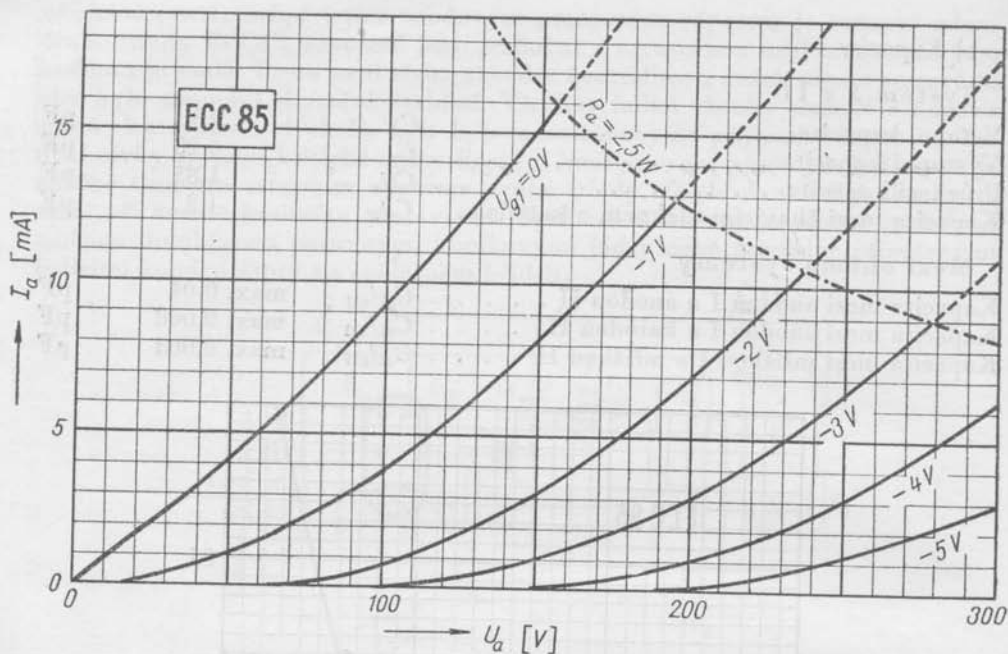
Vstupní kapacita	C_g	3,3	pF
Výstupní kapacita	C_a	0,23	pF
Průchozí kapacita	$C_{g/a}$	1,85	pF
Kapacita mezi žhavicím vláknem a katodou . .	$C_{t/k}$	1,2	pF

Mezi oběma systémy

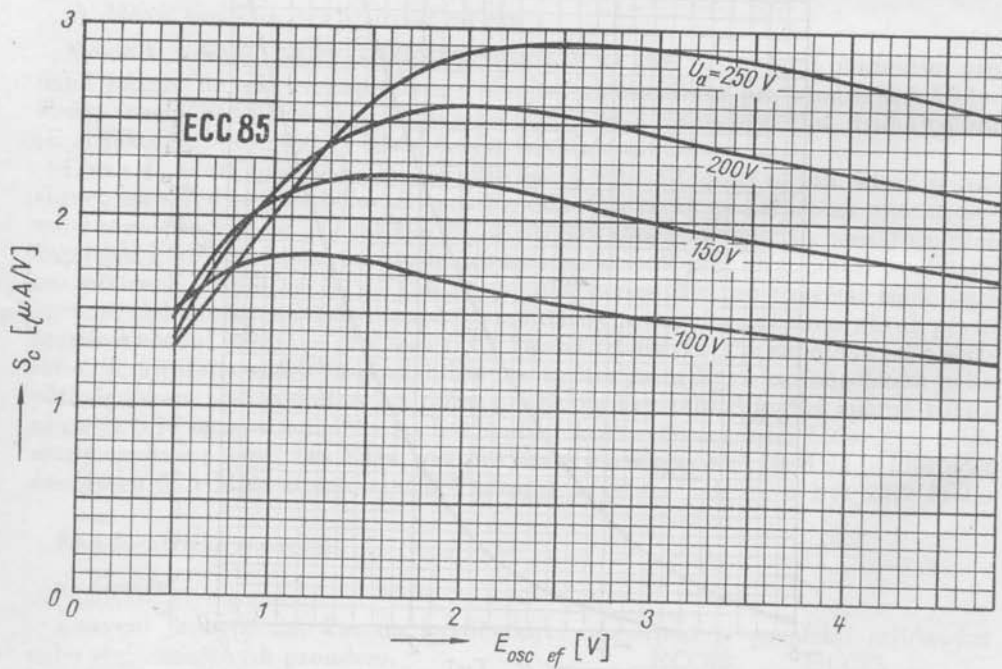
Kapacita mezi anodou I a anodou II	$C_{aI/aII}$	max. 0,04	pF
Kapacita mezi anodou I a katodou II.	$C_{aI/kII}$	max. 0,008	pF
Kapacita mezi mřížkou I a mřížkou II	$C_{gI/gII}$	max. 0,003	pF



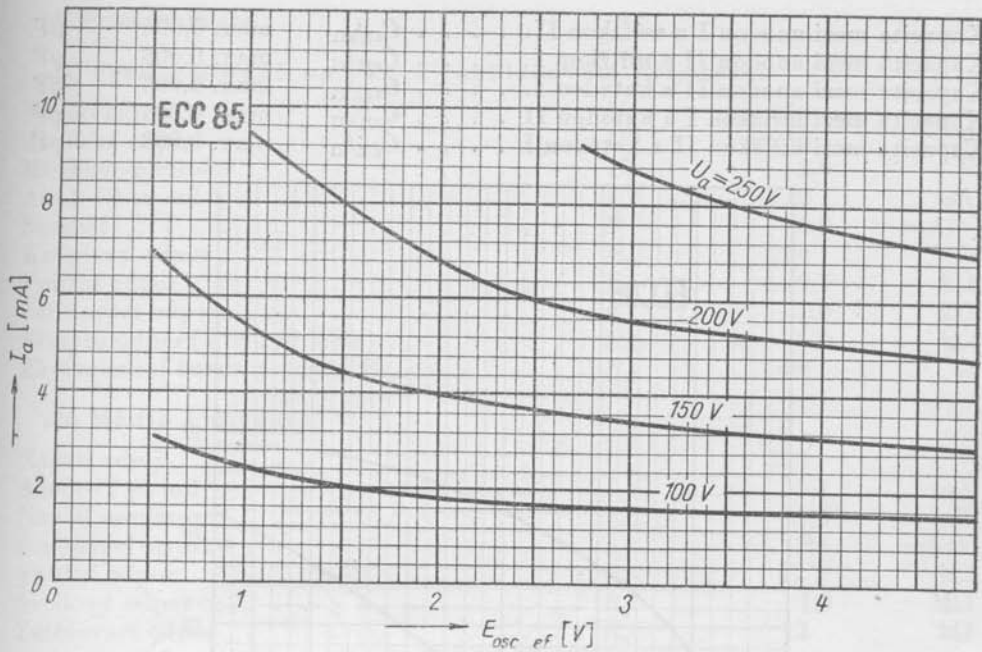
Dg. 18. Anodový proud I_a v závislosti na napětí mřížky U_g pro anodová napětí $U_a = 170$ V a 250 V.



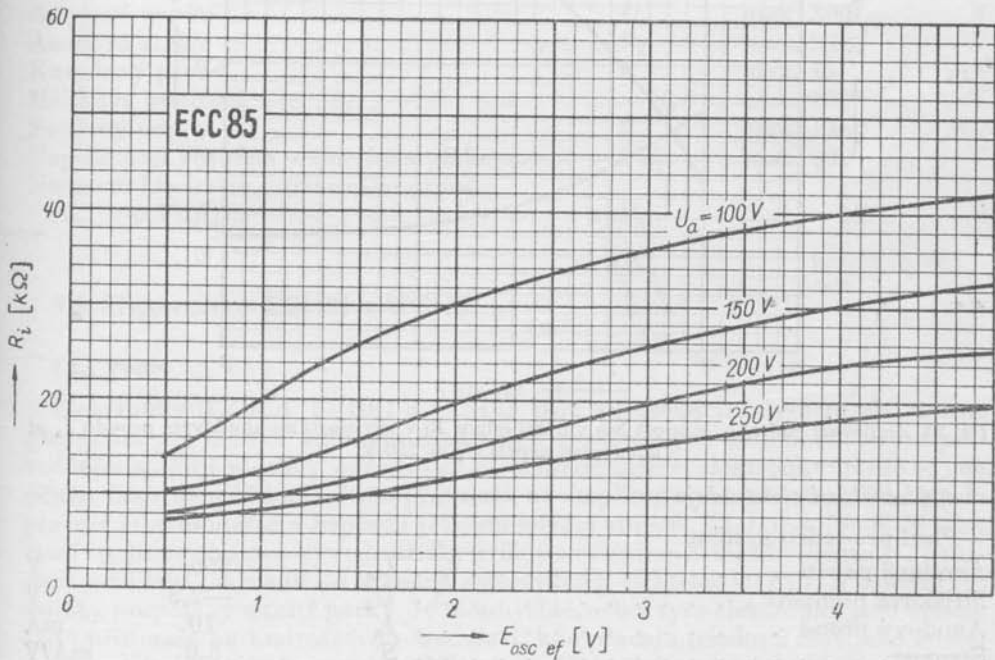
Dg. 19. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a .



Dg. 20. Jedna trioda elektronky ECC85 v zapojení jako měnič kmitočtu. Směšovací strmost S_c v závislosti na výstupním napětí oscilátoru $E_{osc\ ef}$ při různých anodových napětích U_a . Svodový odpor $R_{g1} = 1\ M\Omega$.

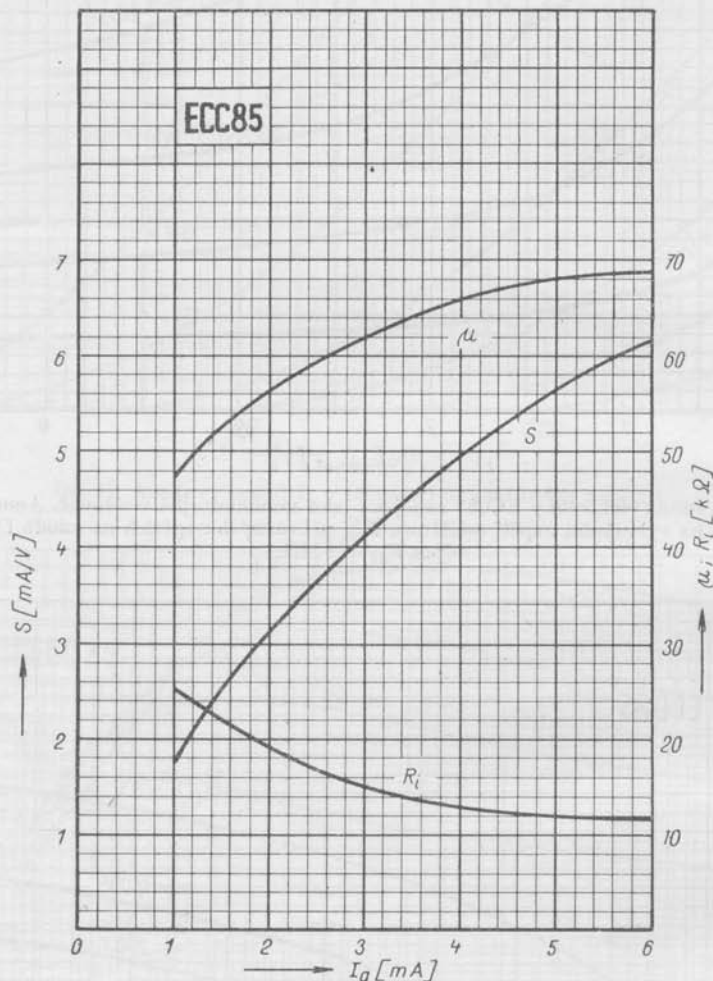


Dg. 21. Jedna trioda elektronky ECC85 zapojena jako samokmitající směšovač. Anodový proud I_a v závislosti na výstupním napětí oscilátoru E_{osc} při různých napětích na anodě U_a . Svodový odpor $R_{g1} = 1\text{ M}\Omega$.



Dg. 22. Jedna trioda elektronky ECC85 zapojena jako samokmitající směšovač. Vnitřní odpor R_i v závislosti na výstupním napětí oscilátoru E_{osc} při různých napětích na anodě U_a . Svodový odpor $R_{g1} = 1\text{ M}\Omega$.

Kapacita mezi anodou I a mřížkou II.	$C_{aI/gII}$	max. 0,008	pF
Kapacita mezi anodou II a mřížkou I.	$C_{aII/gI}$	max. 0,008	pF
Kapacita mezi anodou II a katodou I.	$C_{aII/kI}$	max. 0,008	pF
Kapacita mezi mřížkou I a katodou II.	$C_{gI/kII}$	max. 0,003	pF
Kapacita mezi mřížkou II a katodou I.	$C_{gII/kI}$	max. 0,003	pF



Dg. 23. Zesilovací činitel μ , strmost S a vnitřní odpor R_i v závislosti na anodovém proudu I_a při anodovém napětí $U_a = 250$ V.

c) Charakteristické údaje

Platí pro jeden systém

Anodové napětí	U_a	250	V
Mřížkové předpětí	U_g	-2,3	V
Anodový proud	I_a	10	mA
Strmost.	S	5,0	mA/V
Zesilovací činitel	μ	57	—

d) Provozní údaje

da) Předzesilovač na vkv v rozhlasovém přijímači

Napětí zdroje	U_b	250	V
Anodové napětí	U_a	230	V
Mřížkové předpětí	U_g	-2,0	V
Anodový proud	I_a	10	mA
Strmost	S	6,0	mA/V
Katodový odpor	R_k	200	Ω
Vnitřní odpor	R_i	9,7	k Ω
Zatěžovací odpor	R_a	1,8	k Ω
Vstupní odpor ($f = 100$ MHz)	R_{vst}	6,0	k Ω
Ekvivalentní šumový odpor R_{ekv}	R_{ekv}	500	Ω

db) Měníč kmitočtu

Napětí zdroje	U_b	250	V
Anodový proud	I_a	5,2	mA
Napětí oscilátoru	$E_{osc\ ef}$	3,0	V
Směšovací strmost	S_c	2,3	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	22	k Ω
Svodový odpor	R_g	1,0	M Ω
Zatěžovací odpor	R_a	12	k Ω

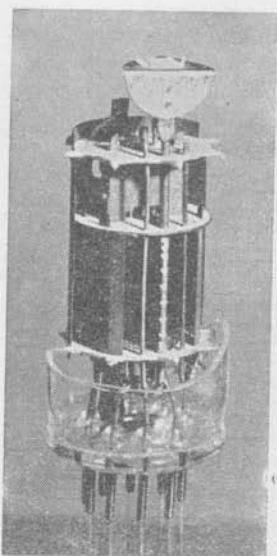
e) Mezní údaje (pro jednotlivé systémy)

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 550	V
Anodové napětí	U_a	max. 300	V
Anodová ztráta	P_a	max. 2,5	W
Katodový proud	I_k	max. 15	mA
Mřížkové předpětí	$-U_g$	max. 100	V
Svodový odpor	R_g	max. 1,0	M Ω
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 90	V
Nasazení kladného mřížkového proudu ($I_{g1} = 0,3 \mu A$)	U_{g1}	max. -1,3	V

9.6 Elektronky ECH81 a UCH81

9.6.1 Popis

Elektronky TESLA ECH81 a UCH81 jsou sdružené triody-heptody určené především pro měniče kmitočtu moderních rozhlasových přijímačů. Svým provedením splňují všechny požadavky na moderní měničí elektronky: může se jich použít jako měničů kmitočtu u přijímačů na amplitudovou modulaci, kde trioda pracuje jako oscilátor a heptoda jako směšovací stupeň. V tomto případě se však musí spojit na objímce vývod mřížky triody s vývodem 3. mřížky heptody, poněvadž u ECH81 na rozdíl od starších směšovacích elektronek (ECH3) nejsou tyto mřížky propojeny uvnitř patky. Je to úmyslné, neboť tyto elektronky jsou určeny i pro přijímače na kmitočtovou modulaci, kde pracuje triodová část jako adiční směšovač (na mezifrequenci 10,7 MHz je směšovací strmost 1,2 mA/V a vstupní

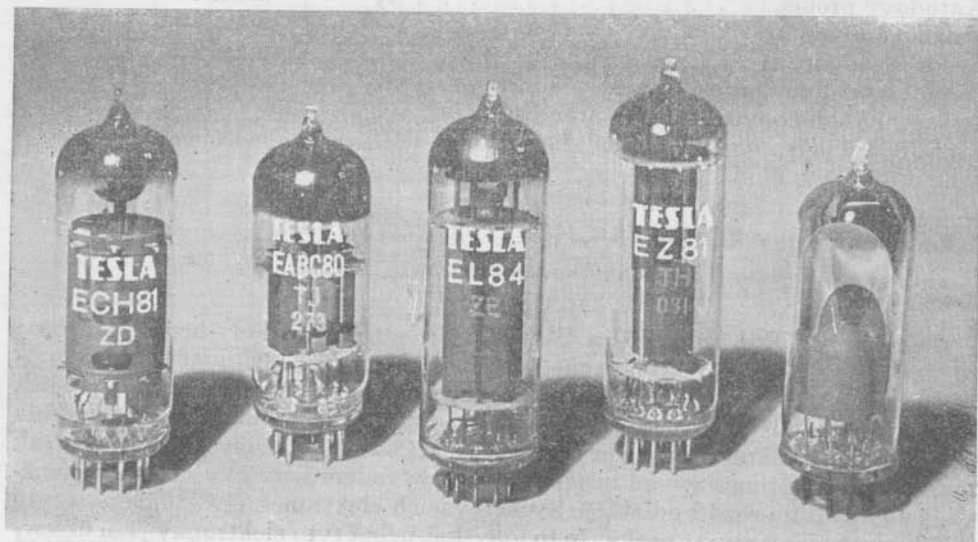


Obr. 62. Otevřený systém
elektronky ECH81

odpor při 100 MHz je 5 k Ω) a heptodová část jako vf nebo mf zesilovač. ECH81 najdeme ve všech moderních rozhlasových přijímačích na amplitudovou i kmitočtovou modulaci. V kombinovaných přijímačích se tak využívá možnosti přepínat z jednoho provozu na druhý, aniž se použije zvláštní elektronky pro každou sekci. Stačí použít příslušného přepínače.

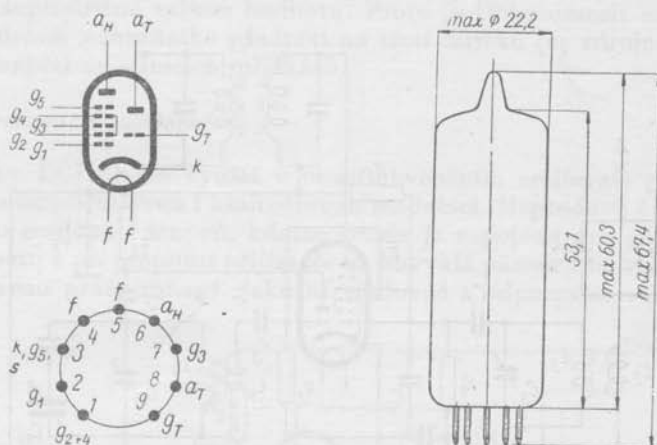
Širokému použití se značnými nároky vyhovuje spolehlivá konstrukce: oba systémy — heptoda i trioda — mají společnou katodu, při čemž nad patkou je umístěna heptoda, a trioda je nad ní (obr. 62). Jinak jsou elektricky zcela odděleny. Přesto, že mají oba systémy společnou katodu, jsou dostatečně pevné, takže netrpí mikrofoničností při normálním provozu v rozhlasovém přijímači. Je to umožněno poměrně krátkými systémy obou částí elektronky (viz tab. 6), které jsou plně chráněny stíněním proti vlivům vnějších elektrostatických nebo elektromagnetických polí. Vzhledem ke krátkým přívodům jsou kapacity heptody malé, zvláště mezi I. mřížkou a anodou (průchozí). Rovněž vzájemné kapacity mezi oběma systémy jsou malé.

Z význačných elektrických hodnot, které jsou dále popsány podrobně, je třeba upozornit především na strmost heptody 2,4 mA/V jako vf zesilovače, při čemž vstupní odpor při kmitočtu 100 MHz je 1,6 k Ω . Heptoda má exponenciální průběh převodové charakteristiky, neboť její první mřížka má proměnné stoupání závitů. Zapojí-li se jako pentoda, zmenší se ekvivalentní šumový odpor na 8,5 k Ω . Při provozu v přijímači na amplitudovou modulaci se může za směšovačem zapojit ještě



Obr. 63. Osazení středního superhetu na amplitudovou modulaci: ECH81 (použilo by se jí dvakrát), EABC80, EL84, EZ81, EM80

jedna elektronka ECH81 a její heptody se použije jako mf zesilovače, pro který se hodí svou malou průchozí kapacitou. O směšovací strmosti triody v adičním směšovači jsme se již zmínili, zapojíme-li ji jako oscilátor v přijímači na amplitudovou modulaci, dosahuje maximální strmosti 3,7 mA/V při 100 V anodového napětí. Může se jí také použít jako nf zesilovače s odporovou vazbou. Na obr. 63 je osazení středního superhetu pro amplitudovou modulaci, v němž by se použilo elektronky ECH81 dvakrát, jednak jako měniče kmitočtu, jednak jako mf zesilovače.



Obr. 64. Zapojení patice a rozměry elektronky ECH81

Sdruženou elektronku ECH81 najdeme také někdy v různých zapojeních v televizních přijímačích. Je to umožněno napájením žhavicího vlákna, které může být paralelní i sériové, neboť žhavicí proud I_f je 0,3 A, což je hodnota potřebná i pro sériové zapojení v televizních přijímačích bez transformátoru s elektronkami řady P.

Na obr. 64 jsou rozměry a zapojení patice elektronky ECH81.

9.6.2 Obdobné typy

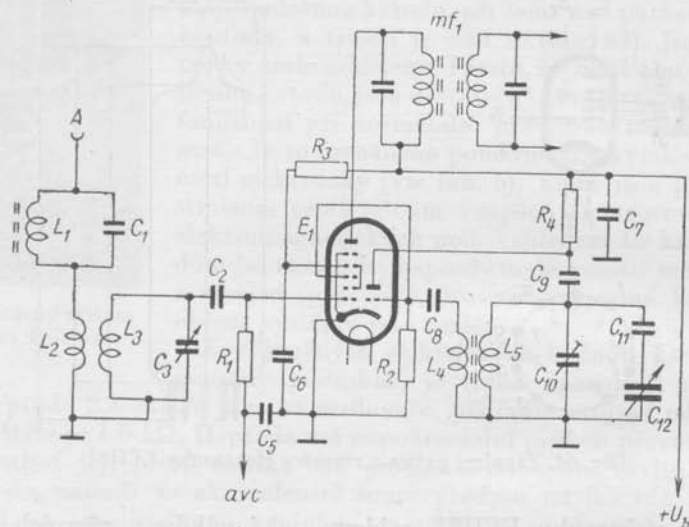
V Evropě se vyrábí tento typ se stejným označením, v USA ji značí 6AJ8 a v SSSR se vyrábí s označením 6Н1П. Pro rozhlasové přijímače se sériovým žhavením se vyrábí u nás i v západní Evropě s označením UCH81 ($U_f = 19$ V, $I_f = 100$ mA).

9.6.3 Použití

a) Měníč kmitočtu

Na obr. 65 je základní zapojení elektronky ECH81 v měniči kmitočtu (směšovači a oscilátoru), které se hodí obecně pro rozhlasové přijímače na dlouhé, střední a krátké vlny. Paralelní ladicí okruh L_1, C_1 zamezuje pronikání rušivého signálu do mezifrekvenčního zesilovače, L_2 je anténní cívka, která je vázána s cívkou vstupního ladicího okruhu L_3, C_3 . Pro přehlednost jsou ve schématu ladicí okruhy jen pro jeden vlnový rozsah.

Řídicí mřížka heptody je spojena odporem R_1 se zdrojem pevného předpětí, které určuje pracovní bod elektronky a současně je spojena také se zdrojem napětí pro *avc*. Stínicí mřížky g_2 a g_4 , vyvedené na společný dotykový kolík, se napájejí z anodového zdroje přes sériový odpor R_3 . Vlivem samočinného řízení zesílení se značně mění proud 2. a 4. mřížky a tím i napětí na těchto elektrodách. Je proto třeba dbát při volbě odporu R_3 na to, aby při maximálním vstupním signálu nebylo řídicí napětí větší než 125 V, pokud je anodový proud heptody větší než 1 mA. Je-li anodový proud heptody menší, může se napětí na stínicích



Obr. 65. Měníč kmitočtu osazený sdrúženou elektronkou ECH81

mřížkách zvětšit. V anodovém obvodu heptody je zapojen první okruh mezifrekvenční pásmové propusti. Třetí mřížka heptody (druhá řídicí mřížka) se spojuje obvykle přímo s mřížkou oscilátorové elektronky — v našem případě s triodovým systémem elektronky ECH81. Optimální vysokofrekvenční napětí oscilátoru na třetí mřížce heptody je asi 12 V (viz dg. 28). Těto optimální hodnoty se dosáhne také nastavením odpovídajícího proudu mřížky triody a třetí mřížky heptody $I_{gT+g3H} = 0,2$ mA. Při správně nastavených pracovních podmínkách je směšovací strmost asi 0,77 mA/V a zesílení zhruba 45násobné. Uváděné hodnoty platí při použití běžné mezifrekvenční propusti mf_1 se středním kmitočtem kolem 450 kHz. Ekvivalentní šumový odpor směšovače je asi 70 k Ω , což představuje při šířce přenášeného pásma $\Delta f = 10$ kHz šumové napětí na první mřížce heptody $E_s = 3,4$ μ V.

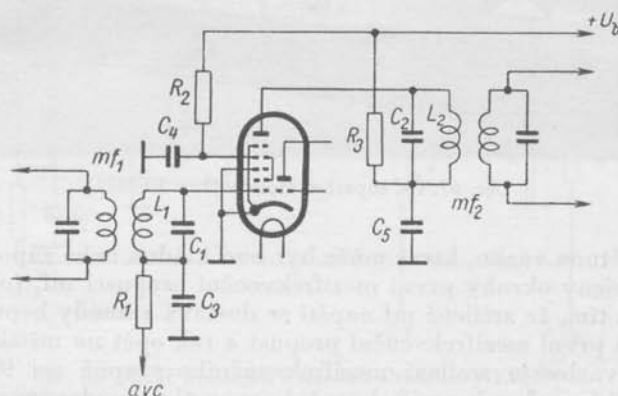
Triodová část ECH81 je zapojena jako oscilátor. Anodové napětí se odebírá také ze zdroje $+U_b$ přes sériový odpor R_4 . Hodnoty v zapojení na obr. 65 jsou: napájecí napětí $+U_b = 250$ V, odpor v obvodu mřížky triody a třetí mřížky heptody $R_2 = 50$ k Ω , sériový odpor v obvodu stínicích mřížek $R_3 = 20$ k Ω , sériový odpor v anodě triody $R_4 = 32$ k Ω a základní předpětí pro první mřížku heptody je -2 V. Celkový katodový proud ECH81 je asi 15 mA, směšovací strmost 0,77 mA/V a vnitřní odpor heptody asi 1 M Ω . Pro zmenšení směšovací strmosti na 1/100 původní hodnoty je nutno (pomocí *avc*) zvětšit záporné před-

pětí první mřížky heptody na $-28,5$ V. Stínící mřížky heptody se mohou napájet též společně se stínící mřížkou následující vř pentody mezifrekvenčního zesilovače. Je však třeba při volbě odporu R_3 zachovat napětí stínících mřížek $U_{g2+4} = 100$ V.

Při přepnutí funkčního přepínače na reprodukci gramofonových desek se často přerušuje přívod anodového proudu oscilátorové triody. Takové vyřazení vstupních obvodů přijímače způsobí zánik předpětí třetí mřížky heptody ECH81, které vzniká průtokem mřížkového proudu odporem R_2 . Anodový proud heptody pak vzroste na nepřijatelně velkou hodnotu. Proto je třeba omezit anodový proud např. přivedením náhradního předpětí na třetí mřížku (ze zdroje $-U_{g1}$), nebo odpojením napětí na stínících mřížkách.

b) Mezifrekvenční zesilovač

Elektronky ECH81 lze využít v mezifrekvenčním zesilovači pro rozhlasové přijímače na amplitudovou i kmitočtovou modulaci. Heptodová část elektronky pracuje jako zesilovací stupeň, kdežto trioda je zapojena pro pásma kv jako měnič kmitočtu a při přepnutí přijímače na obvyklá pásma amplitudově modulaného provozu pracuje např. jako nf zesilovač s odporovou vazbou. Protože



Obr. 66. Mezifrekvenční zesilovač s heptodou elektronky ECH81

jsou použité kmitočty pro přijímače na amplitudovou a kmitočtovou modulaci různé, přepínají se mezifrekvenční pásmové propusti v mřížkovém a anodovém obvodu, nebo jsou také zapojeny v sérii pro oba způsoby modulace. Mezifrekvence přijímače na amplitudovou modulaci bývá kolem 460 kHz, přijímače na kmitočtovou modulaci např. 10,7 MHz.

Pro uvedené použití je zapojena heptodová část elektronky ECH81 jako pentoda — její třetí mřížka je spojena s katodou. Pro její provoz platí zhruba podmínky uvedené v popise mezifrekvenčního zesilovače u elektronky 6F31 (v knize Čs. miniaturní elektronky, díl I, str. 145). Při napájecím napětí $U_b = 250$ V se dosahuje v pentodovém zapojení strmosti $S = 2,4$ mA/V. V přívodu stínících mřížek je zapojen sériový odpor $R_2 = 40$ k Ω a základní předpětí pro větev avc je -2 V. Stejně hodnoty platí také pro vyšší kmitočty při kmitočtové modulaci.

Je-li trioda ECH81 zapojena jako měnič kmitočtu, nastávají zvláštní podmínky. Kapacita mezi elektrodami, a to mezi anodou heptody a anodou triody $C_{aH/aT}$,





Obr. 67. Čs. superhet Rondo (2 × ECH81)

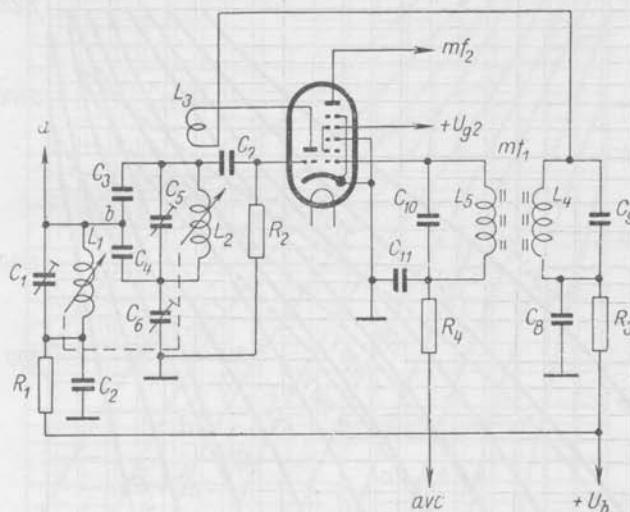
způsobuje zpětnou vazbu, která může být buď kladná nebo záporná podle toho, jak jsou zapojeny okruhy první mezifrekvenční propusti mf_1 (obr. 66). Zpětná vazba vzniká tím, že zesílené mf napětí se dostává z anody heptody přes kapacitu $C_{aH/aT}$ na první mezifrekvenční propust a tak opět na mřížku heptody. Bez této zpětné vazby je zesílení mezifrekvenčního stupně asi 9,6 při strmosti 2,4 mA/V, při impedanci mezifrekvenční propusti v anodovém obvodu heptody 4 k Ω a při kmitočtu 10,7 MHz. Vlivem zpětné vazby (při příznivém pólování okruhu první mf propusti) se zvětší zesílení asi 2,5krát, takže celkové zesílení mezifrekvenčního stupně dosáhne hodnoty 25. Z výrobních důvodů však není možné dodržet kapacitu $C_{aH/aT}$ naprosto stejnou u každé elektronky. Při odchylce této kapacity o $\pm 15 \cdot 10^{-3}$ pF kolísá zesílení mf zesilovače asi o $\pm 10\%$.

Takto řešený mf zesilovač pracuje ještě stabilně i při největší povolené kapacitě $C_{aH/aT}$, při konstrukci se však musí dbát na to, aby nebyla dále zvětšována kapacita mezi anodou heptody a anodou triody nevhodnými spoji nebo jinými vlivy, neboť pak je již nebezpečí přílišného zmenšení tlumení a tím i rozkmitání zesilovače. V zapojení mf zesilovače se používá heptody elektronky ECH81 např. v čs. přijímači Rondo (obr. 67).

c) Mf zesilovač a měnič kmitočtu v rozhlasovém přijímači na kmitočtovou modulaci

Na obr. 68 je zapojení elektronky ECH81 v rozhlasovém přijímači na kmitočtovou modulaci a vkv. Heptodová část je zapojena jako mf zesilovač, tak jak byl popsán v předešlém příkladě. Trioda je zapojena jako měnič kmitočtu s indukč-

ním laděním. Vstupní ladicí okruh je připojen v bodě *a* k anodě elektronky v zesilovače. Cívka L_1 se ladí společně s cívkou oscilátoru L_2 zasouváním hliníkového jádra. Okruh L_1, C_1 je naladěn na přijímaný kmitočet. Vř napětí se přivádí na směšovací triodu ze vstupního okruhu, a to do bodu *b*, mezi dva kondensátory stejné kapacity C_3 a C_4 , tvořící část ladicí kapacity oscilátorového okruhu L_2C_5 . Tento okruh je naladěn o mezifrekvenci níže než přijímaný kmitočet. Cívka L_3 zapojená v sérii s prvním okruhem mezifrekvenční propusti mf_1 umožňuje svou vzájemnou indukčností s cívkou L_2 zpětnou vazbu oscilátoru. Doladovací kondensátor C_6 má při správném nastavení stejnou kapacitu jako vstupní kondensátor C_g triody ECH81. Při tomto nastavení je v bodě *b* minimální napětí oscilátoru, což je důležité se zřetelem na rušení jiných přijímačů vlastním oscilátorovým kmitočtem. Napětí oscilátoru v bodě *b* je menší než 100 mV.



Obr. 68. Měníč kmitočtu s triodou elektronky ECH81

U triody ECH81 lze v tomto zapojení dosáhnout směšovací strmosti asi 1,2 mA/V při napájecím napětí $+U_b = 250$ V a odporu $R_3 = 30$ k Ω . Mřížkový proud triody měřený na odporu $R_2 = 20$ k Ω se nastaví na 0,3 mA změnou vazby mezi cívkami L_3 a L_2 . Při zapojování jednotlivých vývodů mf pásmové propusti mf_1 je nutno určit správné pólování vzhledem k zpětné vazbě vznikající vlivem kapacity mezi anodou heptody a anodou triody. Platí zde podmínky uvedené v předešlém příkladě (str. 101).

9.6.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

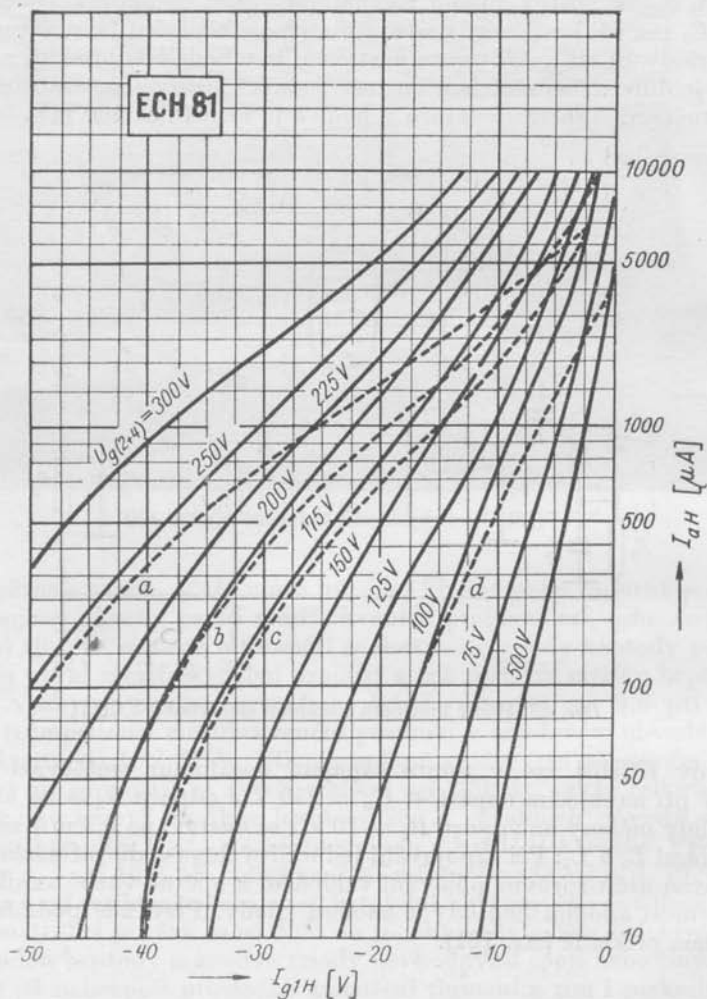
Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní a sériové střídavým nebo stejnosměrným proudem.

	ECH81	UCH81	
Žhavicí napětí	6,3	19	V
Žhavicí proud	0,3	0,1	A

b) Kapacity

Heptoda

Vstupní kapacita	C_{g1}	4,9	pF
Výstupní kapacita	C_a	7,9	pF
Průchozí kapacita	$C_{g1/a}$	max. 0,006	pF



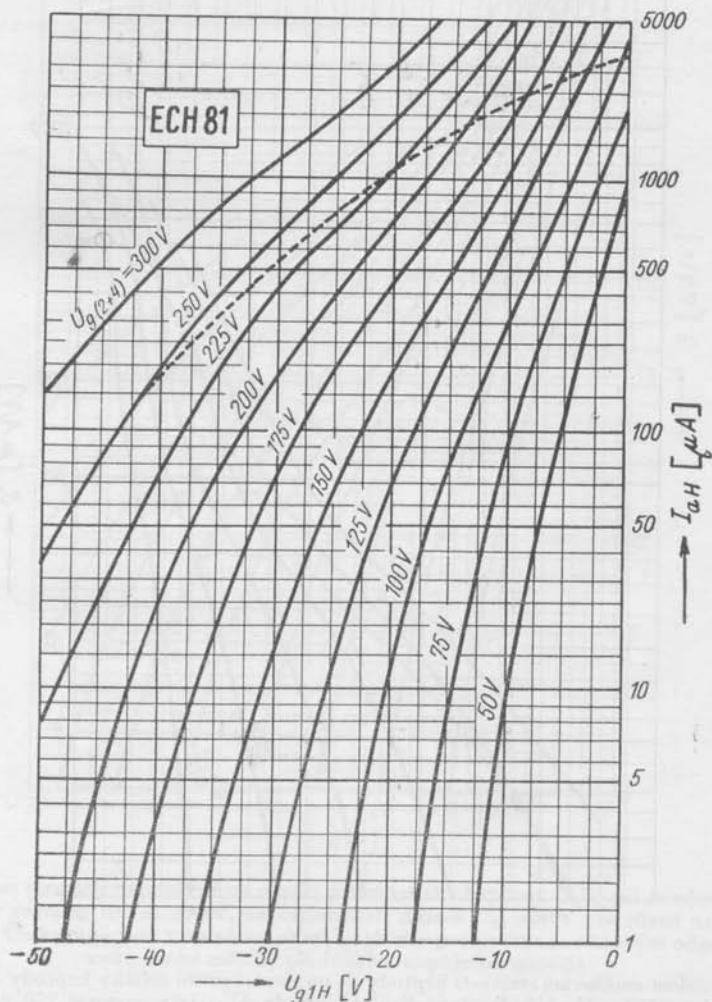
Dg. 24. Závislost anodového proudu heptody I_{aH} na proudu první mřížky I_{g1H} pro anodové napětí heptody U_{aH} v rozmezí 100 až 300 V, napětí třetí mřížky $U_{g3H} = 0$ V a různá napětí druhé mřížky U_{g2H} . Čárkovaně jsou vyznačeny charakteristiky pro některé hodnoty napájecího napětí a sériových odporů, zapojených v obvodu druhé mřížky:

a	$U_b = 250$ V	$R_{g(2+4)} = 40$ k Ω
b	200 V	20 k Ω
c	170 V	20 k Ω
d	100 V	20 k Ω

Kapacita mezi třetí mřížkou a ostatními elektrodami	C_{g3}	6,0	pF
Kapacita mezi první a třetí mřížkou	$C_{g1/g3}$	max. 0,3	pF
Kapacita mezi první mřížkou a žhavicím vláknem	$C_{g1/t}$	max. 0,17	pF
Kapacita mezi třetí mřížkou a žhavicím vláknem	$C_{g3/t}$	max. 0,006	pF

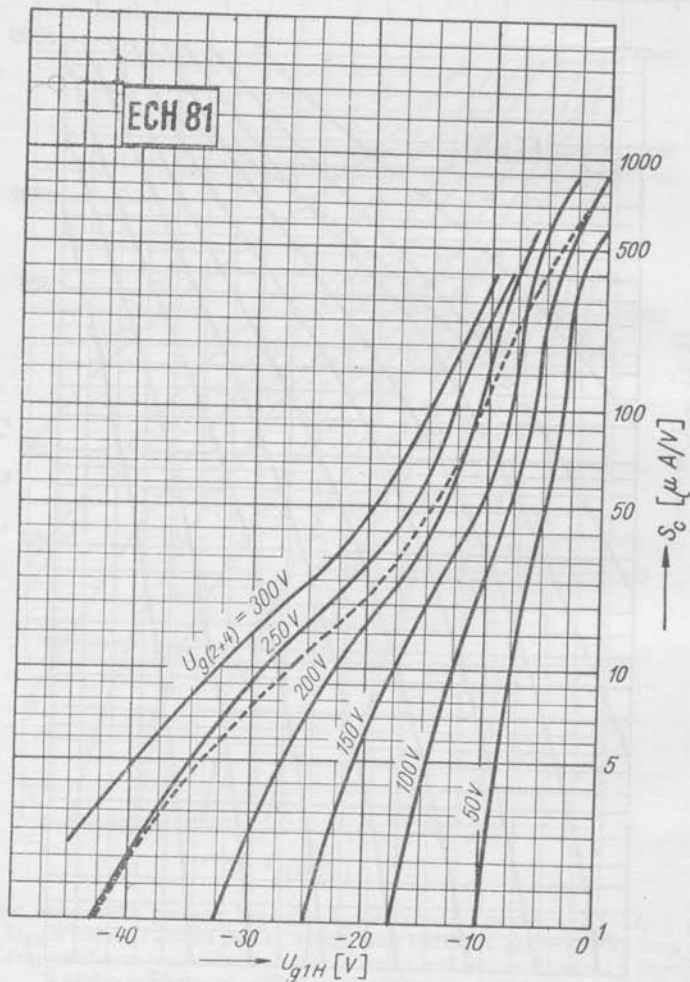
Trioda

Vstupní kapacita	C_g	3,0	pF
Výstupní kapacita	C_a	2,4	pF
Průchozí kapacita	$C_{g/a}$	1,0	pF



Dg. 25. Závislost anodového proudu heptody I_{aH} na napětí první mřížky heptody U_{g1H} . Čárkovaně je vyznačena charakteristika pro napájecí napětí $U_h = 250$ V a sériový odpor v obvodu druhé mřížky $R_{g(2+4)} = 25$ k Ω .

Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem . . .	$C_{g/t}$	max. 0,02	pF
Kapacita mezi anodou heptody a anodou triody	$C_{aH/aT}$	0,20	pF
Kapacita mezi anodou heptody a mřížkou triody	$C_{aH/gT}$	max. 0,090	pF
Kapacita mezi první mřížkou heptody a anodou triody	$C_{g1/aT}$	max 0,060	pF
Kapacita mezi první mřížkou heptody a mřížkou triody	$C_{g1/gT}$	max. 0,170	pF
Kapacita mezi první mřížkou heptody a mřížkou triody + třetí mřížkou heptody	$C_{g1/gT+g3}$	max. 0,450	pF
Kapacita mezi anodou heptody a mřížkou triody + třetí mřížkou heptody	$C_{aH/gT+g3}$	max. 0,350	pF

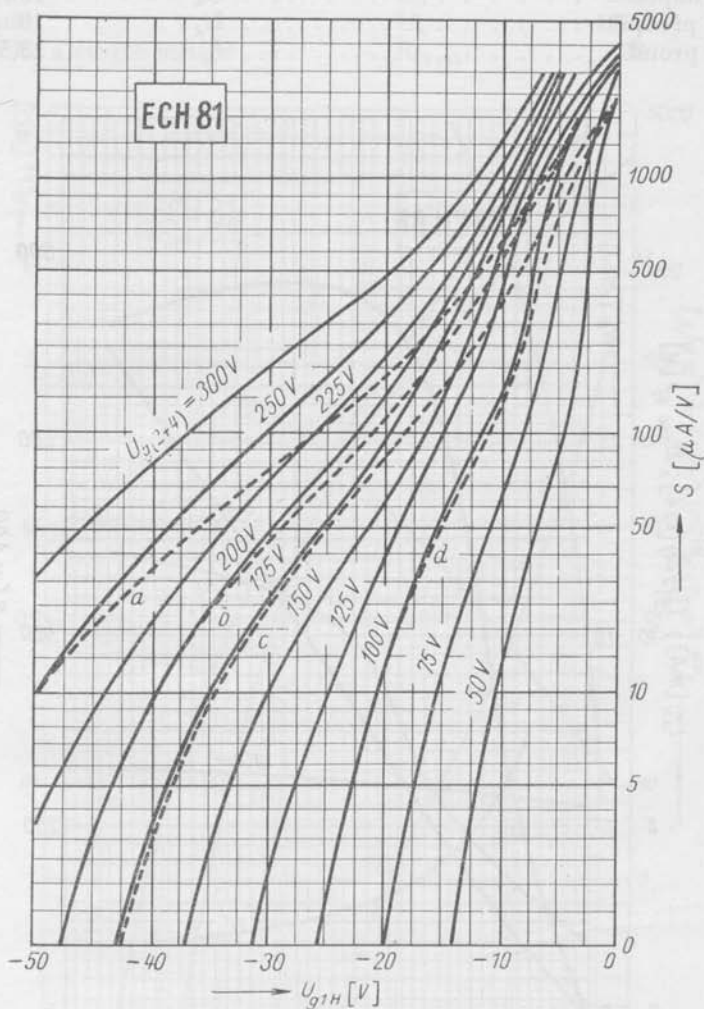


Dg. 26. Závislost směšovací strmosti heptody S_c na napětí první mřížky heptody U_{g1H} pro různá napětí druhé mřížky $U_{g(2+4)}$. Anodové napětí heptody U_{aH} je v rozmezí 250 až 300 V, odpor v obvodu mřížky triody a třetí mřížky heptody $R_{gT+g3H} = 50 \text{ k}\Omega$ a proud tekoucí tímto odporem $I_{gT+g3H} = 200 \text{ }\mu\text{A}$. Čárkovaně je vyznačena charakteristika pro napájecí napětí $U_b = 250\text{V}$ a odpor v obvodu druhé mřížky $R_{g(2+4)} = 25 \text{ k}\Omega$

c) Charakteristické údaje

Heptoda

Anodové napětí	U_a	250	V
Napětí druhé a čtvrté mřížky	U_{g2+4}	100	V
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-2,0	V



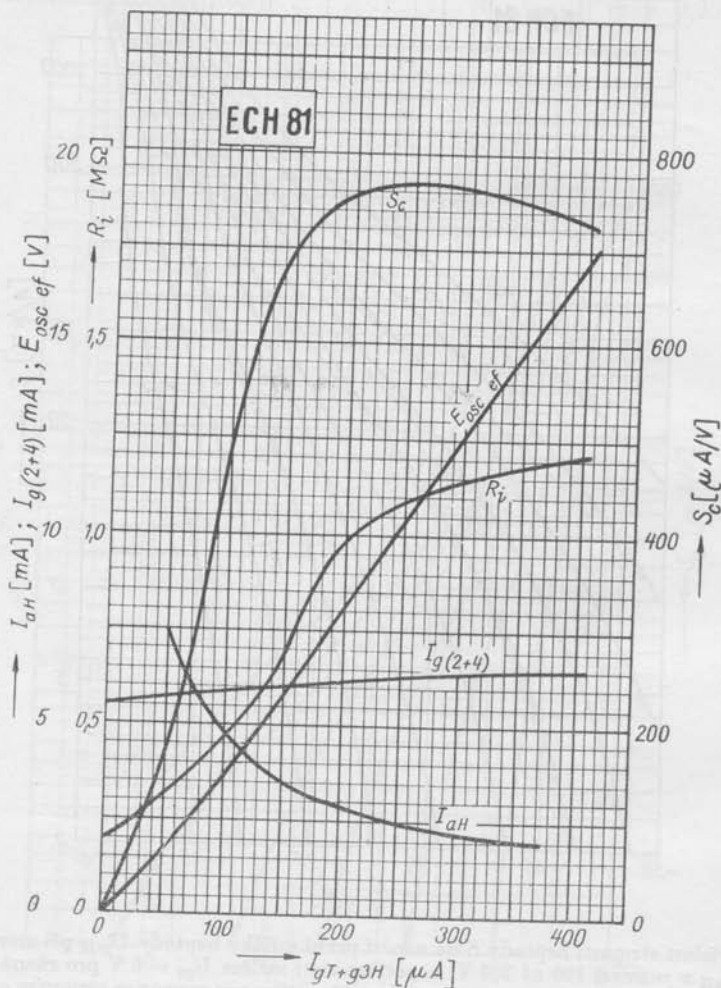
Dg. 27. Závislost strmosti heptody S na napětí první mřížky heptody U_{g1H} při anodovém napětí heptody U_{aH} v rozmezí 100 až 300 V, napětí na třetí mřížce $U_{g3} = 0$ V pro různá napětí druhé mřížky $U_{g(2+4)}$. Čárkované jsou vyznačeny charakteristiky pro provoz se sériovým odporem v obvodu druhé mřížky při různém napájecím napětí:

a	$U_b = 250$ V	$R_{g(2+4)} = 40$ k Ω
b	200 V	20 k Ω
c	170 V	20 k Ω
d	100 V	20 k Ω

Anodový proud	I_a	6,5	mA
Proud druhé a čtvrté mřížky	I_{g2+4}	3,8	mA
Strmost	S	2,4	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	0,7	MΩ

Trioda

Anodové napětí	U_a	100	V
Mřížkové předpětí	U_g	0	V
Anodový proud	I_a	13,5	mA



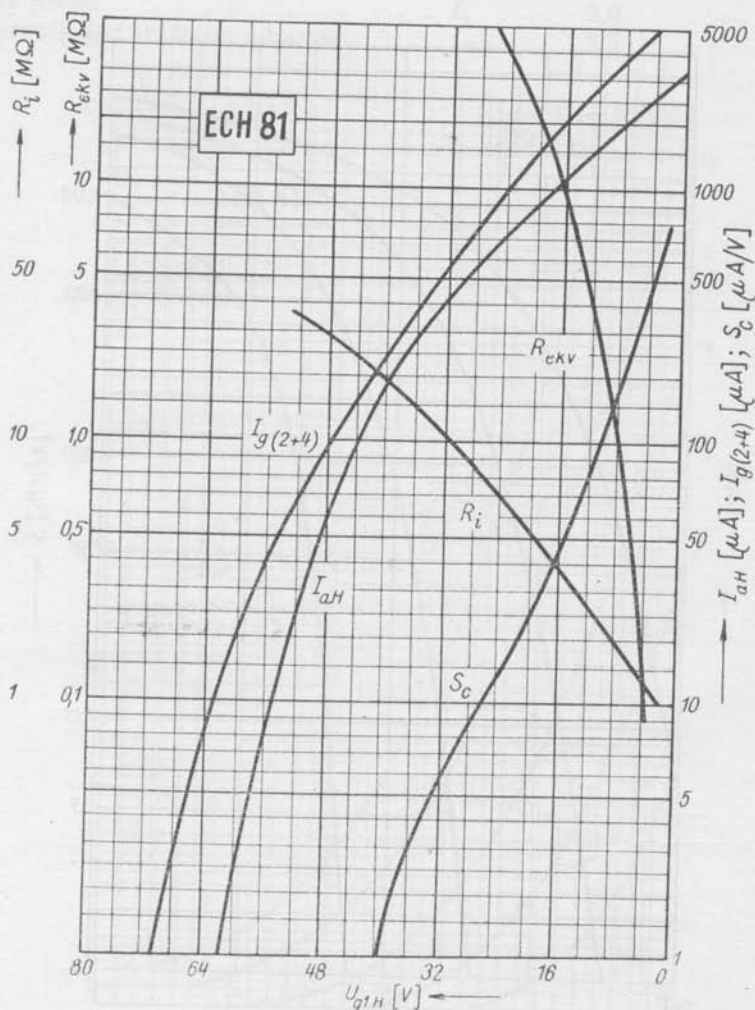
Dg. 28. Závislost směšovací strmosti heptody S_c , oscilátorového napětí $E_{osc\ ef}$, vnitřního odporu heptody R_i , proudu druhé mřížky $I_{g(2+4)}$ a anodového proudu heptody I_{aH} na proudu mřížky triody a třetí mřížky heptody I_{gT+g3H} . Napájecí napětí a tím i anodové napětí heptody $U_b = U_{aH} = 250$ V, sériový odpor v obvodu druhé mřížky $R_{g(2+4)} = 50$ kΩ, odpor v obvodu mřížky triody a třetí mřížky heptody $R_{gT+g3H} = 50$ kΩ a napětí první mřížky heptody $U_{g1H} = -2$ V.

Strmost.	S	3,7	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	6,0	k Ω
Zesilovací činitel	μ	22	—

d) Provozní údaje

da) Heptoda jako směšovací elektronka (multiplikační směšovač)

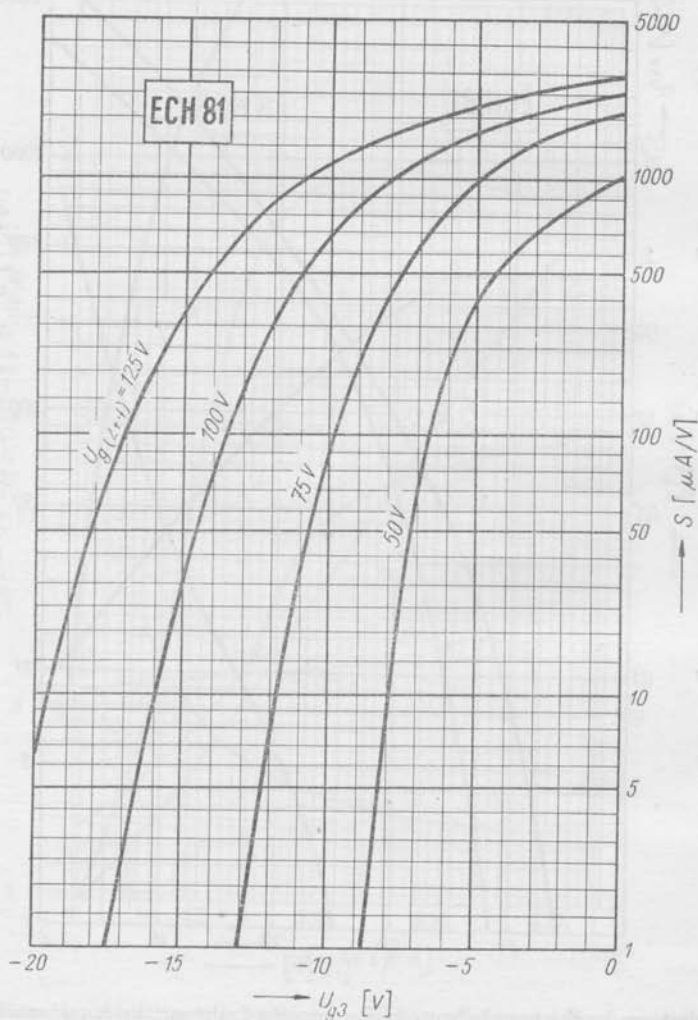
Napětí zdroje	U_b	250	V
Anodové napětí	U_a	250	V
Odpor ve druhé a čtvrté mřížce	R_{g2+g4}	22	k Ω



Dg. 29. Závislost anodového proudu heptody I_{aH} , proudu druhé mřížky $I_{g(2+4)}$, směšovací strmosti heptody S_c , vnitřního odporu heptody R_i a ekvivalentního šumového odporu R_{ckV} na napětí první mřížky heptody U_{g1H} . Napětí zdroje a tím anodové napětí heptody $U_b = U_{aH} = 250$ V, proud mřížky triody a třetí mřížky heptody $I_{gT+g3H} = 200$ μ A, odpor v obvodu druhé mřížky $R_{g(2+4)} = 25$ k Ω a odpor v obvodu mřížky triody a třetí mřížky heptody $R_{gT+g3H} = 50$ k Ω .

Odpor v mřížce triody a třetí mřížce

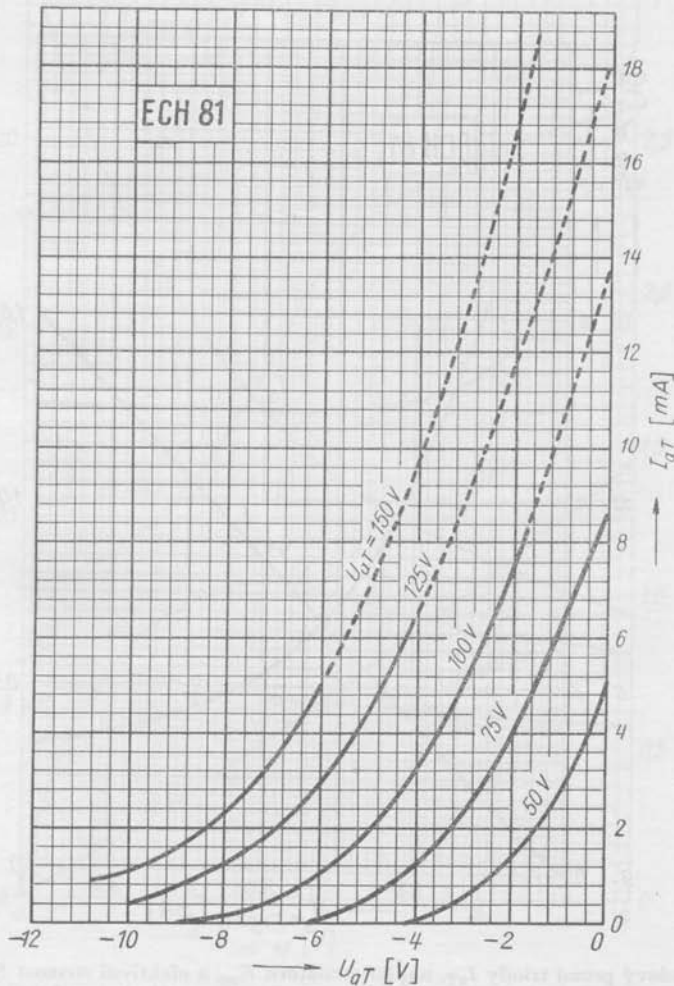
heptody	R_{gT+g3}	47	kΩ
Proud oscilátorového obvodu	I_{gT+g3}	200	μA
Mřížkové předpětí první mřížky	U_{g1}	-2,0	-28,5 V
Napětí druhé a čtvrté mřížky	U_{g2+g4}	103	250 V
Anodový proud	I_a	3,25	— mA
Proud druhé a čtvrté mřížky	I_{g2+g4}	6,7	— mA
Směšovací strmost	S_c	775	7,75 μA/V
Vnitřní odpor	R_i	1,0	min. 3,0 MΩ
Ekvivalentní šumový odpor	R_{ekv}	70	— kΩ



Dg. 30. Závislost strmosti heptody S_H na napětí třetí mřížky U_{g3} pro různá napětí na druhé mřížce $U_{g(2+4)}$. Anodové napětí heptody U_{aH} je v rozmezí 100 až 200 V a napětí na první mřížce heptody $U_{g1H} = -2$ V.

db) Heptoda jako směšovací (multiplikační) elektronka (druhá a čtvrtá mřížka ECH81 napájená přes společný odpor se stínící mřížkou mf elektronky)

Napětí zdroje	U_b	250	V	
Anodové napětí	U_a	250	V	
Odpor druhé a čtvrté mřížky	R_{g2+g4}	18	k Ω	
Odpor v mřížce triody a v třetí mřížce heptody	R_{gT+g3}	47	k Ω	
Proud oscilátoru	I_{gT+g3}	200	μ A	
Záporné mřížkové předpětí	U_{g1}	-1,9	-28,5	V
Napětí druhé a čtvrté mřížky	U_{g2+g4}	97	—	V
Anodový proud	I_a	3,0	—	mA
Proud protékající srážecím odporem	I_{Rg2}	8,5	—	mA

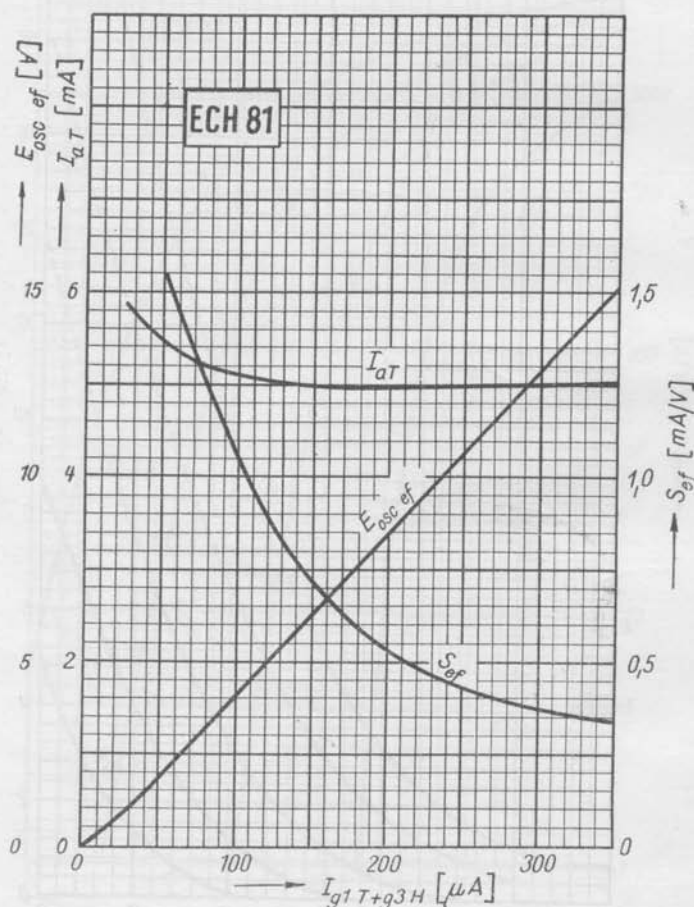


Dg. 31. Závislost anodového proudu triody I_{aT} na napětí mřížky triody U_{gT} pro různá anodová napětí U_{aT} .

Proud druhé a čtvrté mřížky	I_{g2+g4}	6,2	—	mA
Směšovací strmost	S_0	750	7,5	$\mu\text{A}/\text{V}$
Vnitřní odpor	R_i	1,0	min. 3,0	M Ω
Ekvivalentní šumový odpor	R_{ekv}	70	—	k Ω

dc) Heptoda jako mf nebo vf zesilovač

Napětí zdroje	U_b	250	—	V
Napětí třetí mřížky	U_{g3}	—	—	V
Odpor ve druhé a čtvrté mřížce	R_{g2+g4}	39	—	k Ω
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-2,0	-42	V
Napětí druhé a čtvrté mřížky	U_{g2+g4}	100	—	V
Anodový proud	I_a	6,5	—	mA
Proud druhé a čtvrté mřížky	I_{g2+g4}	3,8	—	mA

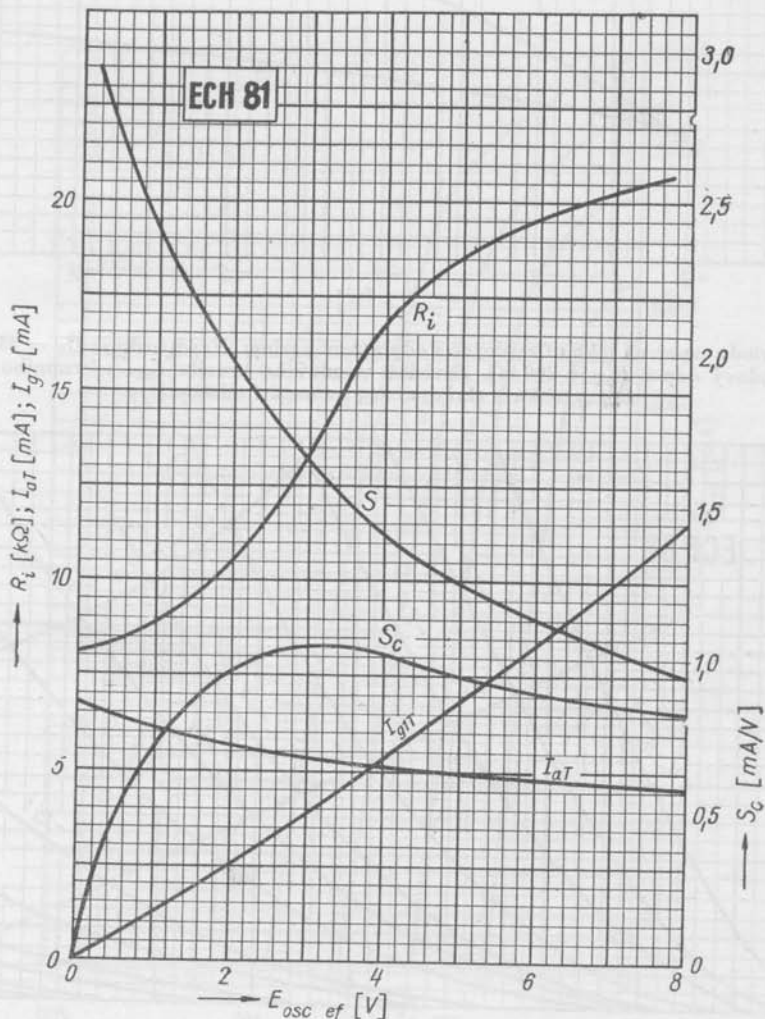


Dg. 32. Anodový proud triody I_{aT} , napětí oscilátoru E_{osc} a efektivní strmost S_{ef} v závislosti na proudu mřížky triody a třetí mřížky heptody $I_{g1T+g3H}$ při napájecím napětí $U_b = 200$ V. Odpor v obvodu anody triody $R_a = 16$ k Ω a odpor v obvodu mřížky triody a třetí mřížky heptody $R_{gT+g3H} = 50$ k Ω . Trioda je zapojena jako oscilátor.

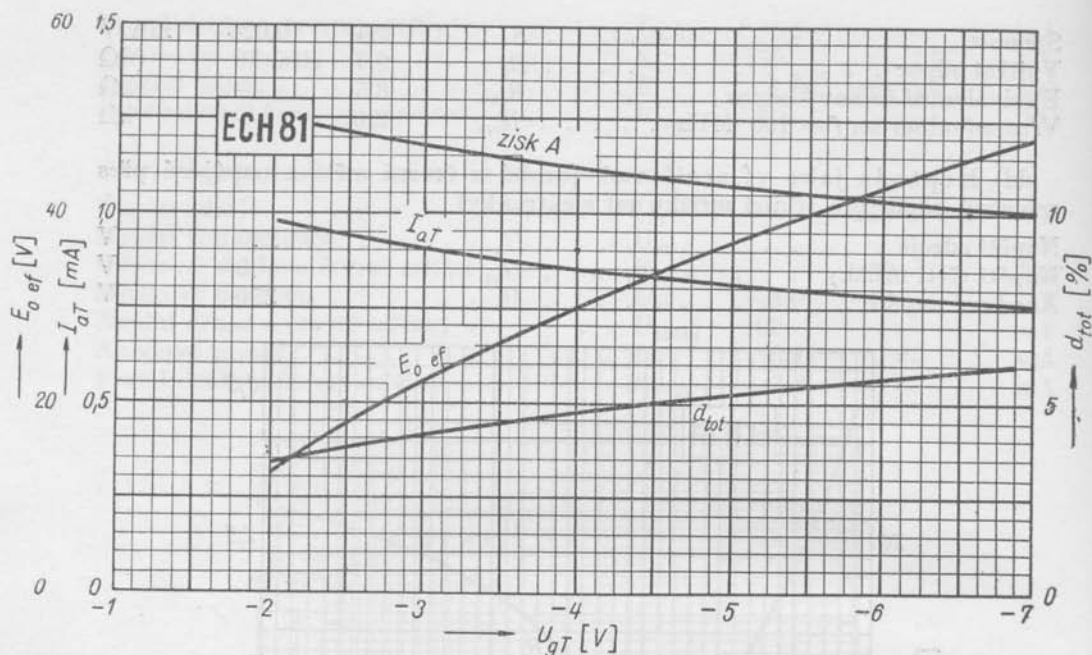
Strmost	S	2,4	0,024	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	0,7	min. 10	M Ω
Ekvivalentní šumový odpor	R_{ekv}	8,5	—	k Ω
Vstupní odpor na $f = 100$ MHz	R_{vst}	2,0	—	k Ω

dd) Heptoda jako vf zesilovač (druhá a čtvrtá mřížka napájená přes společný odpor pro stínící mřížku mf elektronky)

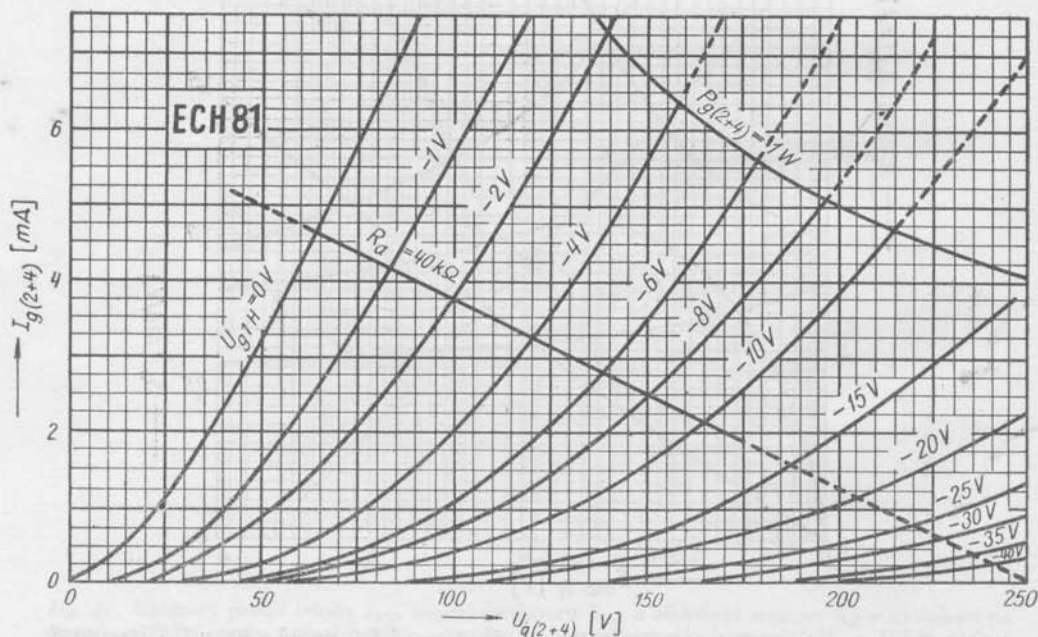
Napětí zdroje	U_b	250	V
Napětí třetí mřížky	U_{g3}	0	V
Anodové napětí	U_a	250	V



Dg. 33. Trioda zapojená jako měnič kmitočtu. Anodový proud I_{aT} , proud mřížky I_{gT} , strmost S , směšovací strmost S_c a vnitřní odpor R_i v závislosti na napětí oscilátoru $E_{osc\ ef}$. Napětí zdroje $U_b = 250$ V, odpor v obvodu anody $R_a = 30$ k Ω a odpor v obvodu mřížky $R_{gT} = 1$ M Ω .

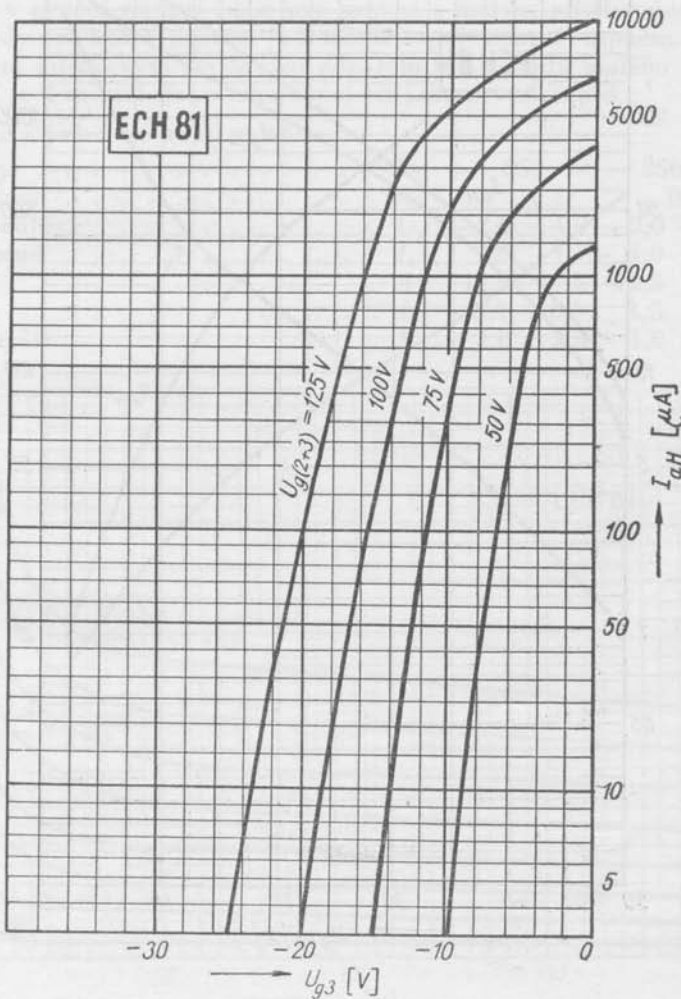


Dg. 34. Trioda zapojená jako nf zesilovač s odporovou vazbou. Napětí zdroje $U_b = 250\text{ V}$ a pracovní anodový odpor $R_{aT} = 200\text{ k}\Omega$. Závislost anodového proudu I_{aT} , výstupního nf napětí $E_{aT\text{ ef}}$, zisku a zkreslení d_{tot} na napětí mřížky U_{gT} .



Dg. 36. Proud druhé mřížky $I_{g(2+4)}$ v závislosti na napětí druhé mřížky $U_{g(2+4)}$ při anodovém napětí U_{aH} v rozmezí 250 až 300 V a napětí třetí mřížky $U_{g3} = 0\text{ V}$.

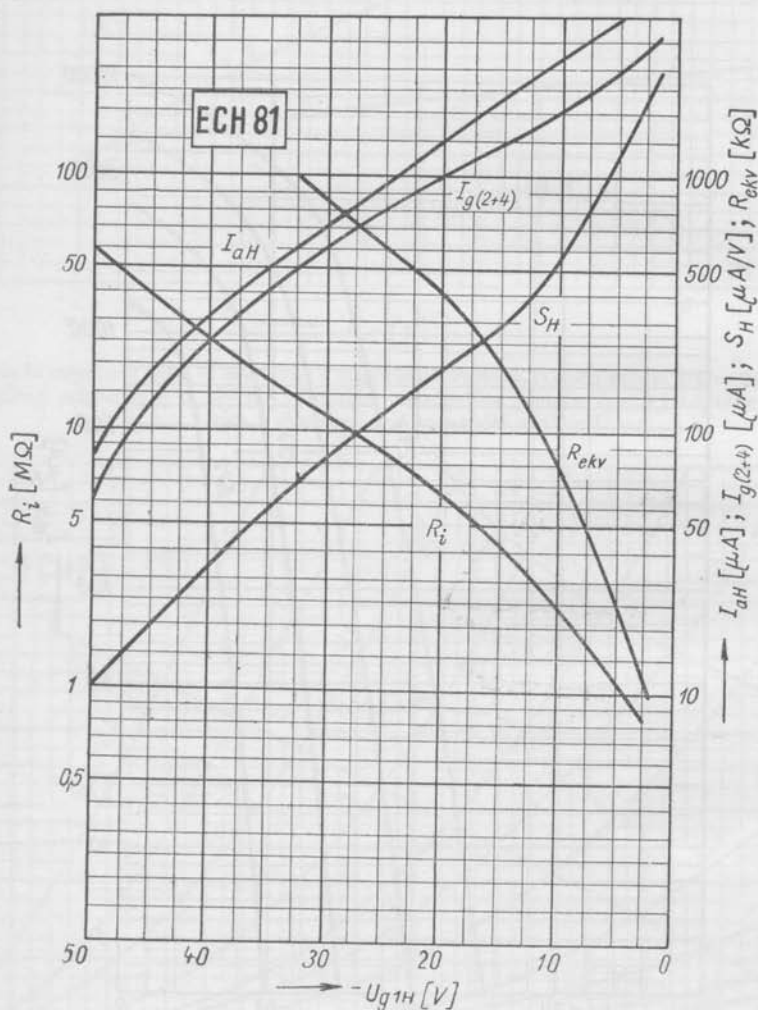
Odpor druhé a čtvrté mřížky	R_{g2+g4}	22	k Ω
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-2,1	V
Napětí druhé a čtvrté mřížky	U_{g2+g4}	103	V
Anodový proud	I_a	6,5	mA
Proud protékající odporem ve druhé a čtvrté mřížce	I_{Rg2}	6,7	mA
Proud druhé a čtvrté mřížky	I_{g2+g4}	3,8	mA
Strmost	S	2,4	0,24 mA/V
Vnitřní odpor	R_i	0,7	min. 10 M Ω
Ekvivalentní šumový odpor	R_{ekv}	8,5	k Ω



Dg. 35. Anodový proud heptody I_{aH} v závislosti na napětí třetí mřížky U_{g3} při anodovém napětí U_{aH} v rozmezí 100 až 300 V. Napětí první mřížky $U_{g1} = -2$ V.

de) Trioda jako oscilátor

Napětí zdroje	U_b	250	V
Anodový odpor	R_a	33	k Ω
Odpor v mřížce triody a třetí mřížce heptody	R_{gT+g3}	47	k Ω
Oscilátorový proud	I_{gT+g3}	200	μ A
Anodový proud	I_a	4,5	mA
Efektivní strmost	S_{ef}	0,65	mA/V



Dg. 37. Závislost anodového proudu heptody I_{aH} , proudu druhé mřížky $I_{g(2+4)}$, strmosti S_H , vnitřního odporu R_i a ekvivalentního šumového odporu R_{ekv} na napětí první mřížky U_{g1H} . Napájecí napětí a tím i napětí na anodě $U_b = U_{aH} = 250$ V, odpor v obvodu druhé mřížky $R_{g(2+4)} = 40$ k Ω a napětí třetí mřížky $U_{g3} = 0$ V.

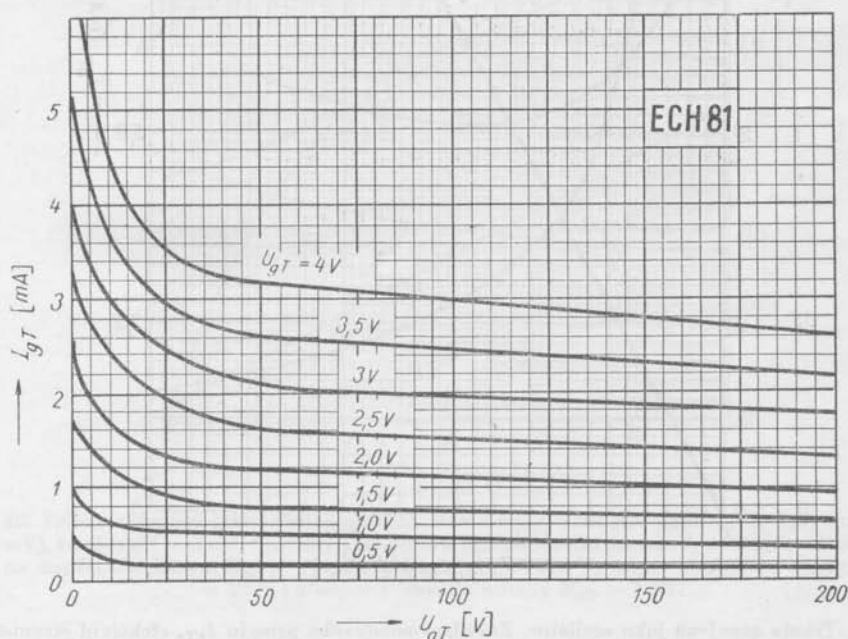
df) Trioda jako měnič kmitočtu

Napětí zdroje	U_b	250	250	V
Anodový odpor	R_a	30	30	k Ω
Svodový odpor	R_g	0,03	1,0	M Ω
Mřížkový proud	I_{g1}	190	5,5	μ A
Stejnoseměrné napětí na oscilátoru	$I_{g1}R_{g1}$	-5,7	-5,5	V
Střídavé napětí na oscilátoru	$U_{osc\ ef}$	5,0	4,0	V
Anodový proud	I_a	5,0	5,0	mA
Směšovací strmost	S_o	1,2	1,0	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	19	17	k Ω
Vstupní odpor při $f = 100$ MHz	R_{vst}	5,0	5,0	k Ω
Ekvivalentní šumový odpor	R_{ekv}	8,0	3,0	k Ω

Hodnoty v prvním sloupci platí pro provoz s malým mřížkovým svodovým odporem, tedy pro běžný provoz, je-li měnič zapojen za vf stupněm. Druhý případ s velkým mřížkovým svodovým odporem má výhodu malého šumu a používá se ho, je-li měnič elektronka zapojena jako první stupeň.

dg) Trioda jako nf zesilovač

Napětí zdroje	U_b	250	250	V
Anodový odpor	R_a	0,1	0,22	M Ω
Mřížkové předpětí	U_g	-2,0 -4,0	-2,0 -4,0	V
Anodový proud	I_a	2,0 1,75	1,0 0,8	mA
Zesílení	A	12,5 11,5	12,5 11,5	—
Zkreslení	d_{tot}	3,0 6,0	3,5 5,0	%
Výstupní napětí	E_{oef}	1,0 2,5	1,0 2,6	V

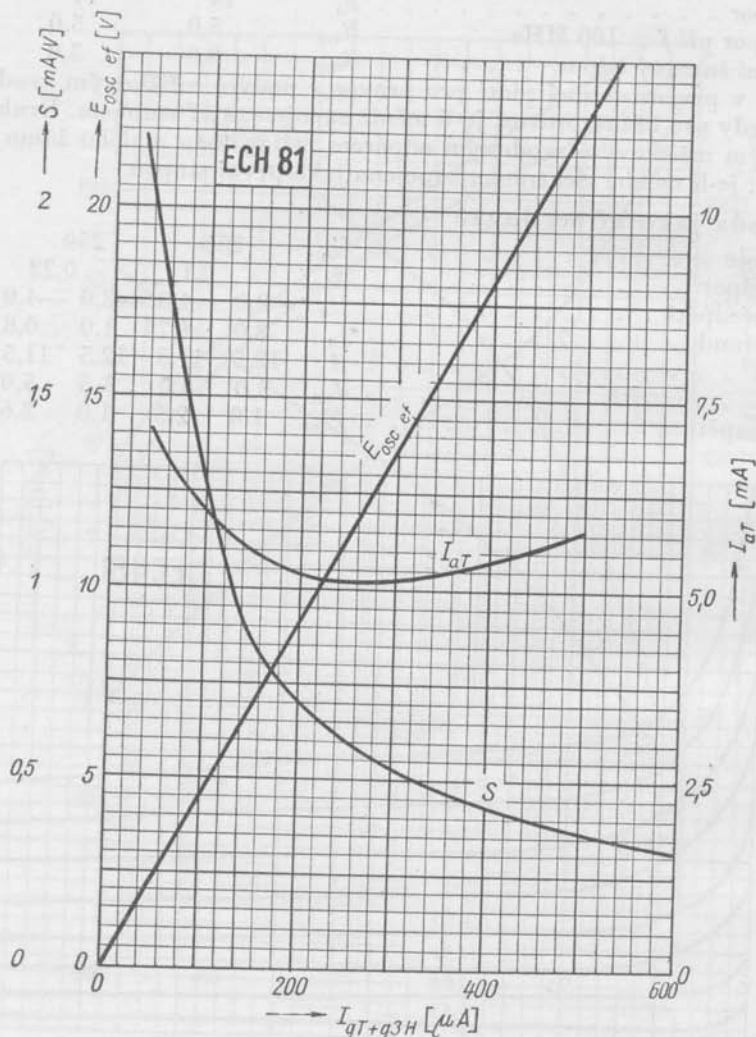


Dg. 38. Závislost mřížkového proudu triody I_{gT} na anodovém napětí U_{aT} v oblasti kladného napětí mřížky U_{gT} .

e) Mezní údaje

Heptoda

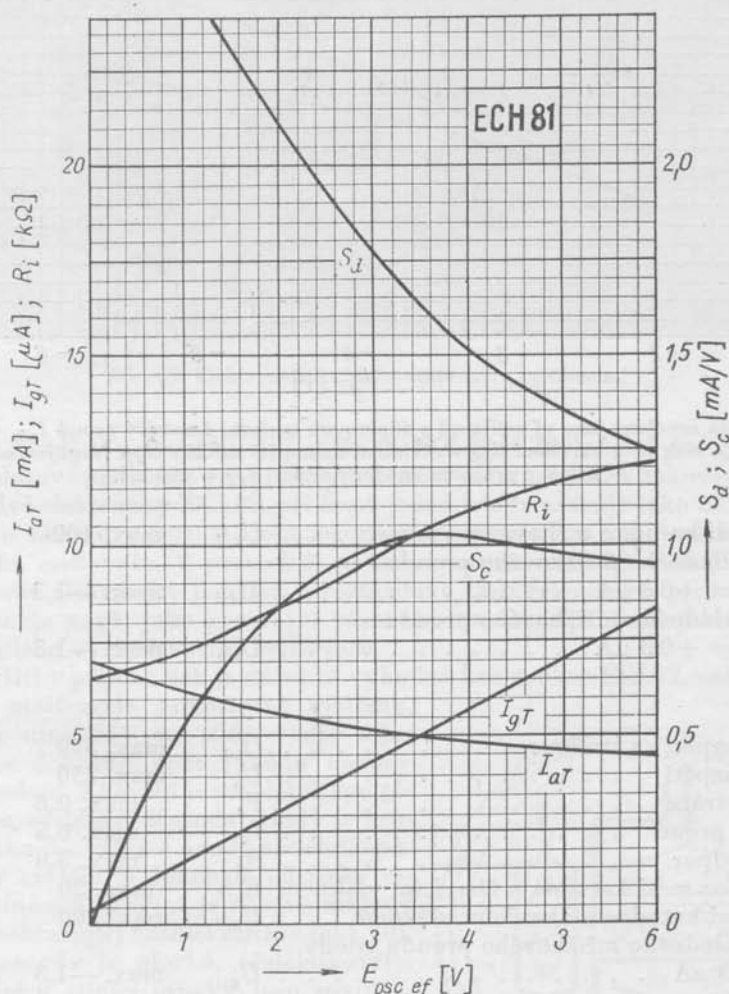
Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 550	V
Anodové napětí	U_a	max. 300	V
Anodová ztráta	P_a	max. 1,7	W
Napětí druhé a čtvrté mřížky za studena	U_{g2+g4}	max. 550	V
Napětí druhé a čtvrté mřížky	U_{g2+4}	max. 125	V



Dg. 39. Trioda zapojená jako oscilátor. Závislost anodového proudu I_{aT} , efektivní strmosti S_{ef} a napětí oscilátoru $E_{osc\ ef}$ na proudu mřížky triody a třetí mřížky heptody I_{gT+g3H} . Napájecí napětí $U_b = 250$ V, odpor v obvodu anody triody $R_{aT} = 30$ k Ω a odpor v obvodu mřížky triody a třetí mřížky heptody $R_{gT+g3H} = 50$ k Ω .

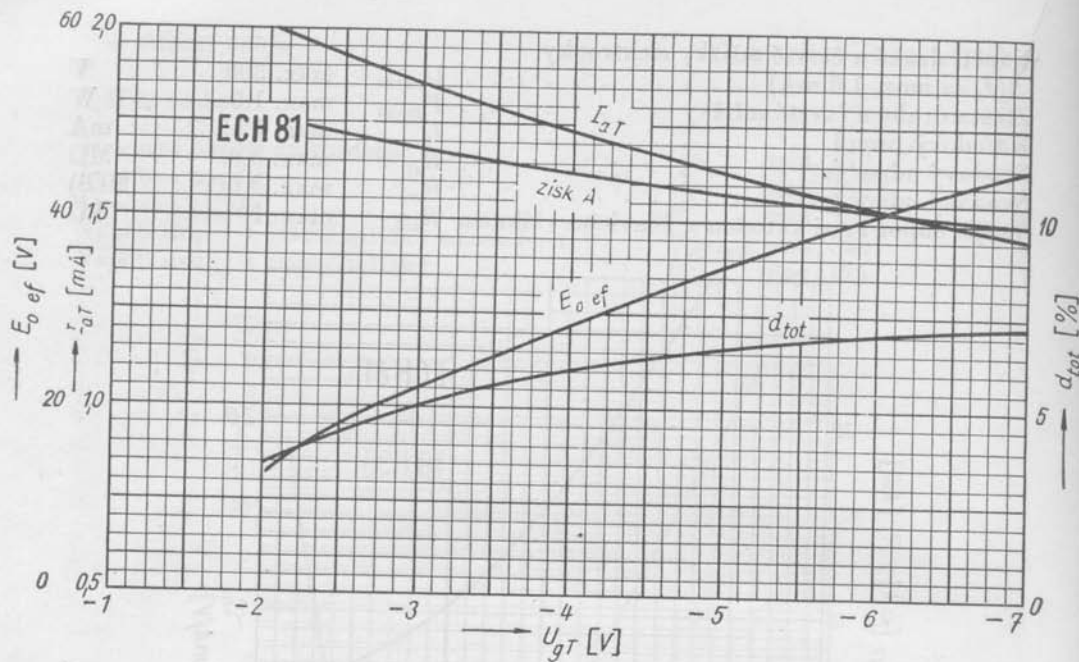
Napětí druhé a čtvrté mřížky elektronky

$(I_a = \text{max. } 1,0 \text{ mA})$	U_{g2+g4}	max. 300	V
Ztráta druhé a čtvrté mřížky	P_{g2+g4}	max. 1,0	W
Katodový proud	I_k	max. 12,5	mA
Svodový odpor (g_1)	R_{g1}	max. 3,0	M Ω
Svodový odpor (g_3)	R_{g3}	max. 3,0	M Ω ¹⁾
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem	$R_{k/f}$	max. 20	k Ω



Dg. 40. Trioda zapojená jako měnič kmitočtu. Závislost dynamické strmosti S_d (při mf napětí 100 mV), směšovací strmosti S_c , vnitřního odporu R_i , anodového proudu I_{aT} a mřížkového proudu I_{gT} na napětí oscilátoru $E_{osc\ ef}$. Napájecí napětí $U_b = 200$ V, odpor v obvodu anody $R_{aT} = 20$ k Ω a odpor v obvodu mřížky $R_{gT} = 1$ M Ω .

¹⁾ Jsou-li během provozu přijímačů na amplitudovou a kmitočtovou modulaci přívody elektronky rozpojeny a třetí mřížka heptody není spojena s mřížkou triody přes činný odpor, platí pro maximální hodnotu $R_{g3} = 20$ k Ω .



Dg. 41. Trioda zapojená jako nf zesilovač s odporovou vazbou. Anodový proud I_{aT} , výstupní nf napětí $E_{aT\ ef}$, zisk A a zkreslení d_{tot} v závislosti na napětí mřížky U_{gT} . Napájecí napětí $U_b = 250\text{ V}$ a pracovní anodový odpor $R_{aT} = 100\text{ k}\Omega$.

Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 100	V
Nasazení kladného mřížkového proudu (g_1) $I_{g1} = +0,3\ \mu\text{A}$	U_{g11}	max. -1,3	V
Nasazení kladného mřížkového proudu (g_3) $I_{g3} = +0,3\ \mu\text{A}$	U_{g31}	max. -1,3	V

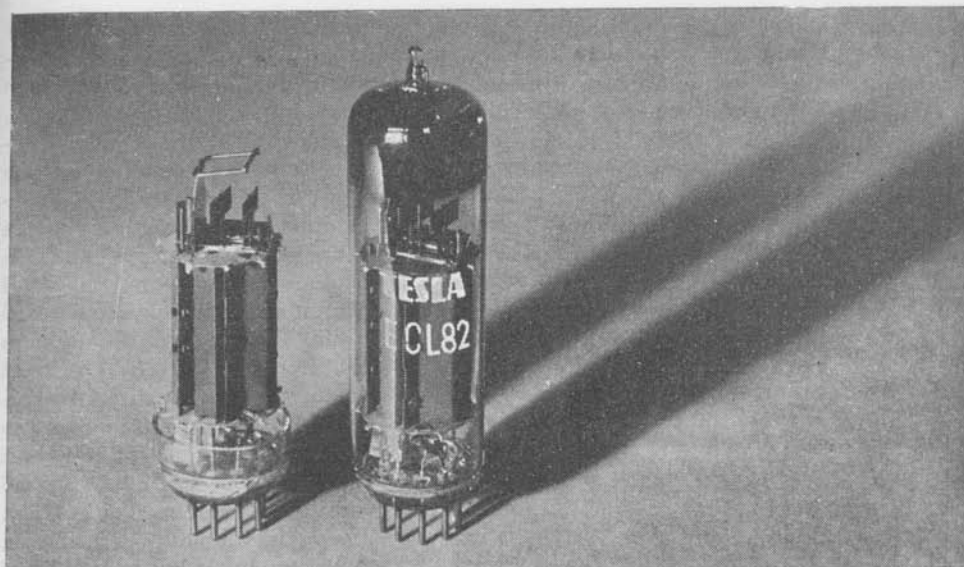
Trioda

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 550	V
Anodové napětí	U_a	max. 250	V
Anodová ztráta	P_a	max. 0,8	W
Katodový proud	I_k	max. 6,5	mA
Svodový odpor	R_g	max. 3,0	M Ω
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem	$R_{k/t}$	max. 20	k Ω
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 100	V
Nasazení kladného mřížkového proudu triody $I_{g1} = 0,3\ \mu\text{A}$	U_{g11}	max. -1,3	V

9.7 Elektronky ECL82 a UCL82

9.7.1 Popis

Elektronky TESLA ECL82 a UCL82 (obr. 69) sdružují triodu a koncovou pentodu. Hodí se velmi dobře buď pro malé a střední rozhlasové přijímače, kde se triody použije jako nf zesilovače a pentody jako koncového zesilovače (např. v této knize

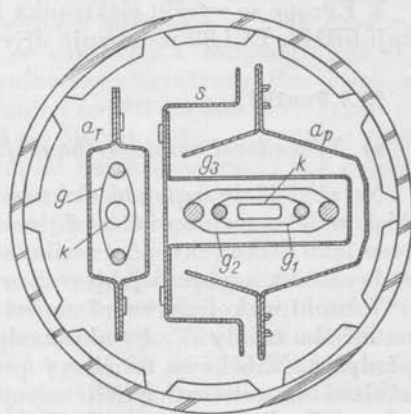


Obr. 69. Elektronka ECL82 s otevřeným systémem

několikrát uváděné osazení ECH81, EBF89, ECL82, EZ80), nebo pro velké a luxusní rozhlasové přijímače s dvojitým koncovým stupněm. V takovém případě se zapojí dvě elektronky ECL82, při čemž jedna trioda pracuje jako nf zesilovač, druhá jako fázový invertor a obě pentody v souměrném zapojení koncového dvojitěho zesilovače. V provedení se žhavicím proudem 300 mA (PCL82) se této sdružené elektronky používá v rozkladové části televizních přijímačů, kde trioda pracuje např. jako generátor rázového napětí a pentoda jako koncový stupeň svislého vychylovacího zesilovače.

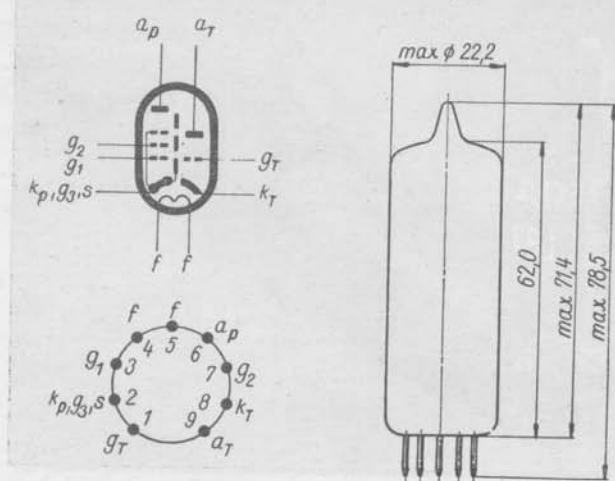
Pro použití v přijímačích je důležitá výhodná konstrukce ECL82, neboť trioda i pentoda mají zcela samostatné systémy, které jsou umístěny na slídě vedle sebe. Konstrukce dokazuje opět výhodu novalového provedení. Žhavení je paralelní, společné pro oba systémy. Katoda triody je kruhová, mřížka je oválná a anoda obdélníková. Pentodový systém je dokonale odstíněn rovinným stíněním, s nímž je spojen niklový rámeček, nahrazující hradící mřížku (obr. 70). Katoda pentody je plochá, obdélníkového tvaru, řídicí a stínící mřížky jsou rovinné. Anoda je tvarovaná z jednoho kusu. Přívody triody k dotykovým kolíkům jsou v elektronce nad talířkem patky odděleny stíněním od přívodů k dotykovým kolíkům pentody, takže je potlačena vazba mezi oběma systémy.

Použije-li se triody jak nf zesilovače s od-



Obr. 70. Řez systémy sdružené elektronky ECL82

porovou vazbou, může se získat mřížkové předpětí úbytkem napětí na katodovém odporu, který způsobí katodový proud, nebo úbytkem napětí na svodovém odporu, který způsobí mřížkový proud. Pro menší střídavé budicí napětí je



Obr. 71. Zapojení patice a rozměry elektronky ECL82

dosáhnout při anodovém napětí 200 V výstupního výkonu 9 W se zkrácením menším než 5 %. Vzhledem k tomu, že jsou oba systémy elektricky zcela nezávislé, může se použít odděleného automatického předpětí pro oba systémy. Použitím sdružené elektronky ECL82 v moderních rozhlasových přijímačích ušetří konstruktéři nejen prostor na kostře přijímače, ale sníží též výrobní náklady.

Zapojení patice a rozměry elektronek ECL82 a UCL82 jsou na obr. 71.

9.7.2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábí elektronka ECL82 se stejným označením, v USA ji označují 6BM8. ECL82 nahrazuje dříve užívanou ECL81.

9.7.3 Použití

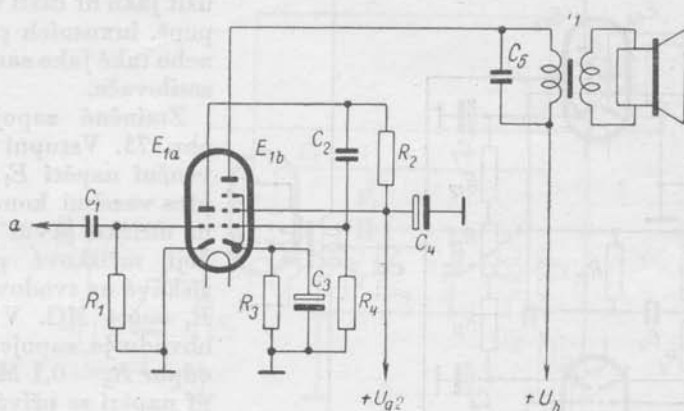
a) Nf zesilovač rozhlasového přijímače

Na obr. 72 je zapojení elektronky ECL82, které tvoří celou nízkofrekvenční část malého rozhlasového přijímače. Triodová část elektronky ECL82 je zapojena jako nízkofrekvenční zesilovač s odporovou vazbou a za ním následuje pentodová část, zapojená jako zesilovač výkonu třídy A.

Vstupní nízkofrekvenční napětí se přivádí v bodě *a* dále přes kondensátor C_1 na mřížku triody E_{1a} . Svodový odpor R_1 slouží současně k získávání mřížkového předpětí. Náběhový mřížkový proud vytvoří úbytkem na odporu R_1 napětí, závislé na velikosti napětí zdroje a dále na velikosti anodového pracovního odporu R_2 . Při napětí asi 170 V (U_{a2} na obr. 72) a anodovém odporu $R_2 = 200 \text{ k}\Omega$ se volí velikost svodového odporu asi 5 až 10 $\text{M}\Omega$. Zesílené nízkofrekvenční napětí se odebírá z anody triody a přivádí se přes vazební kondensátor C_2 na řídicí

výhodnější druhý způsob, pro větší střídavé budicí napětí je výhodnější způsob první. Je-li pentodového systému použito v koncovém zesilovači rozhlasového přijímače, může se dosáhnout při anodovém napětí 170 až 200 V výstupního výkonu 3,3 až 3,5 W ($E_{1et} = 6$ až 6,5 V). V zesilovači pro gramofon se dosahuje výstupního výkonu 3,5 W při střídavém budicím napětí 130 mV na mřížce triody, sloužící jako nf předzesilovač. Při použití jako dvojitý koncový stupeň mohou pracovat pentody v třídě AB. V takovém zapojení se může

mřížku pentody E_{1b} . Mřížkové předpětí pro pentodovou část se získává na katodovém odporu R_3 , který je přemostěn velkou kapacitou kondensátoru C_3 . Stínící mřížka se napájí ze stejného zdroje jako anoda triody a popř. některé elektrody dalších elektronek v přijímači. Je-li napájecí napětí anody vyšší než 200 V ($+U_b = 210$ V na prvním vyhlazovacím kondensátoru), doporučuje se menší napětí pro stínící mřížku, aby se elektronka nepřetěžovala. Kondensátor C_4 je druhým kondensátorem vyhlazovacího filtru. V anodovém obvodu pentody ECL82 je zapojen výstupní transformátor T_1 , přizpůsobující impedanci reproduktoru na hodnotu optimálního pracovního odporu $R_a = 6$ k Ω . Švodový odpor R_4 je 1 M Ω a katodový odpor je $R_3 = 300$ Ω . Obvykle se však používá katodového odporu 320 Ω , který je obsažen v normalisované řadě. Výsledky se v obou případech liší jen nepatrně.



Obr. 72. Nf zesilovač rozhlasového přijímače s ECL82

Při nastavení těchto provozních podmínek se dosáhne s dobrým výstupním transformátorem nízkofrekvenčního výkonu 3,4 W při celkovém zkreslení koncové pentody $d_{tot} = 10$ %. K tomu je nutno přivést na řídicí mřížku pentody vstupní napětí $E_{1ef} = 5,8$ V. V malém rozhlasovém přijímači se však dosáhne menšího nízkofrekvenčního výkonu, protože se vzhledem k hospodárnosti obvykle používá méně účinného, malého výstupního transformátoru. Pro dosažení výstupního výkonu 50 mW je nutné přivést budicí napětí asi 560 mV. Triodová část elektrony zesiluje v uvedeném zapojení asi 50krát, takže pro plný výkon koncového stupně bude potřebné vstupní napětí na mřížce triody asi $E_{1ef} = 120$ mV a pro výkon 50 mW asi 12 mV. Takové malé vstupní napětí lze ještě připustit při použití elektrony bez zvláštních opatření proti vzniku mikrofoničnosti.

Z popisu nf zesilovače je zřejmé, že je možno jediné elektrony ECL82 využít jako samostatného malého zesilovače pro reprodukci gramofonových desek. Při použití moderní přenosky je vstupní napětí na mřížce triodové části asi 500 až 1000 mV, takže se může zavést záporná zpětná vazba 12 až 18 dB, která sníží celkové zkreslení, nebo jí lze současně využít k úpravě útlumové charakteristiky.

Při tak značných vstupních napětích již není vhodné získávání mřížkového předpětí pro triodovou část způsobem uvedeným na obr. 72, neboť by nastalo zkreslení vlivem náběhového proudu triody. Je proto výhodnější, použije-li se

menšího svodového odporu (do 3 M Ω) a mřížkové předpětí se získává na katodovém odporu $R_k = 2,5$ k Ω .

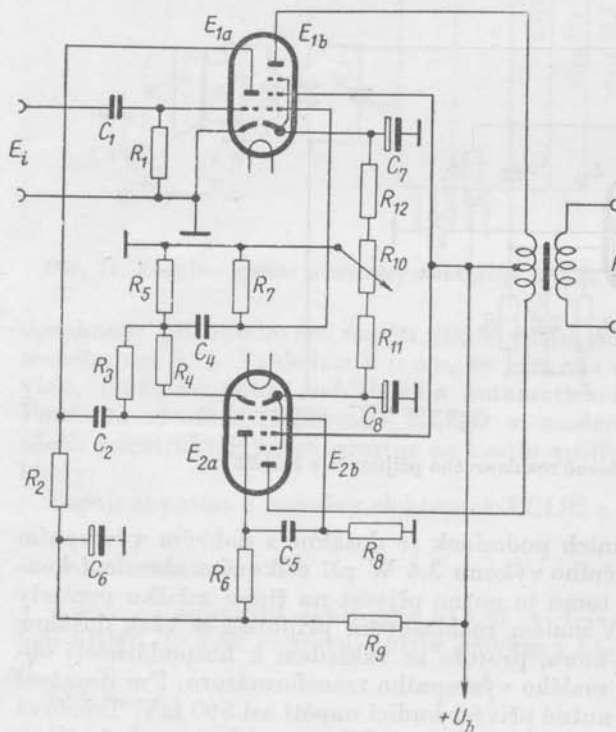
Celkový proud odebíraný elektronkou ECL82 v zapojení podle obr. 72 je 42 mA bez buzení a při plném vybuzení 48 mA pro průměrnou elektronku. Při plném vybuzení je celkový proud větší vlivem vzrůstu proudů druhé mřížky pentody.

b) Dvojčinný zesilovač výkonu s předzesilovačem a fázovým invertorem

Dvěma elektronkami ECL82 lze vytvořit dvojčinný zesilovač výkonu třídy AB (pentodové části) s příslušným fázovým invertorem a současně odporově vázaným nízkofrekvenčním zesilovačem (triodové části elektronek). Takto uspořádaného zesilovače se může

užít jako nf části ve velkých, popř. luxusních přijímačích, nebo také jako samostatného zesilovače.

Zmíněné zapojení je na obr. 73. Vstupní nízkofrekvenční napětí E_i se přivádí přes vazební kondensátor C_1 na mřížku první triody E_{1a} . Její mřížkové předpětí se získává na svodovém odporu $R_1 = 6,4$ M Ω . V anodovém obvodu je zapojen pracovní odpor $R_2 = 0,1$ M Ω . Zesílené nf napětí se přivádí z anody první elektronky přes vazební kondensátor C_2 na mřížku fázového invertoru E_{2a} — tj. na triodu druhé elektronky ECL82. Předpětí této triody se získává na katodovém odporu $R_4 = 2$ k Ω . Svodový odpor R_3 je 1 M Ω . Pracovní odpor triody E_{2a} je rozdělen na dvě poloviny R_5 a R_6 . Oba odpory mají hodnotu 50 k Ω . Z těchto pracovních odporů se vazebními kondensátory C_4 a C_5 přivádí nf na-



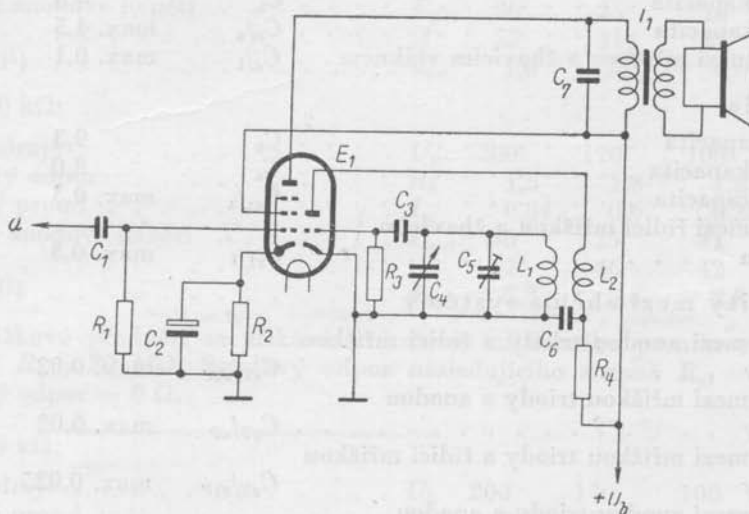
Obr. 73. Dvojčinný zesilovač výkonu s předzesilovačem a fázovým invertorem osazený dvěma elektronkami ECL82

pětí na řídicí mřížky koncových pentod E_{1b} a E_{2b} . Svodové odpory R_7 a R_8 jsou 0,7 M Ω , pracovní bod pentod je určen katodovými odpory R_{11} a R_{12} s hodnotou 140 Ω a potenciometrem R_{10} , který má odpor 100 Ω . Potenciometrem se vyrovnávají anodové proudy obou koncových pentod tak, aby byly shodné. V anodovém obvodu pentod je zapojen výstupní transformátor, který přizpůsobuje zátěž pro optimální pracovní odpor $R_{aa} = 5$ k Ω . Anody a stínící mřížky obou pentod se napájejí ze zdroje $U_b = 200$ V, kdežto obě triody mají napájecí napětí menší (170 V), získané na kondensátoru C_6 připojením sériového odporu $R_9 = 20$ k Ω do kladného pólu zdroje.

Plného vybuzení zesilovače se dosáhne přivedením vstupního napětí E_1 asi 250 mV, při čemž je výstupní výkon $P_o = 9$ W (dosahuje se ho dobrým výstupním transformátorem) a zkreslení vzniklé v koncovém stupni je asi 5 %. Celkový odběr stejnosměrného proudu ze zdroje je asi 86 mA pro průměrné elektronky bez buzení. Při plném buzení se zvětší tento proud asi na 110 mA.

c) Nízkofrekvenční koncový zesilovač a záznějový oscilátor

Na obr. 74 je zapojení elektronky ECL82 vhodné pro amatérské nebo pro malé komunikační přijímače. Pentodová část elektronky je zapojena jako nízkofrekvenční koncový zesilovač výkonu, triodová část jako záznějový oscilátor.



Obr. 74. Nf koncový zesilovač a záznějový oscilátor s ECL82

Vstupní nízkofrekvenční napětí z předchozího nf zesilovače s odporovou vazbou, osazeného např. elektronkou EABC80, se přivádí v bodě a přes vazební kondensátor C_1 na řídicí mřížku pentodové části E_{1a} . Pracovní bod pentody je dán katodovým odporem $R_2 = 400 \Omega$ při napětí zdroje $U_b = 200$ V. Pro výstupní výkon 50 mW je nutno přivést na řídicí mřížku vstupní napětí E_1 et zhruba 600 mV. Svodový odpor má velikost 1 M Ω . Stínící mřížka se napájí rovněž ze zdroje U_b a je tedy na stejném potenciálu jako anoda. V anodovém obvodu je zapojen výstupní transformátor, který přizpůsobuje zátěž na optimální pracovní odpor $R_a = 5,6$ k Ω .

Triodová část elektronky (E_{1b}) pracuje v zapojení jako vysokofrekvenční oscilátor. Kmitočet oscilátoru (přibližně mezifrekvence) je dán ladicím okruhem $L_1 C_4 C_5$ a může se plynule nastavit kondensátorem C_4 v rozsahu asi ± 5 kHz. L_2 je zpětnovazební cívka v anodovém obvodu triody. Anoda se napájí přes sériový odpor R_4 velikosti asi 30 až 50 k Ω rovněž ze zdroje 200 V. Svodový odpor v mřížce triody R_3 je asi 20 až 100 k Ω . Přesné hodnoty se stanoví podle potřebné velikosti vysokofrekvenčního napětí. Toto napětí se může odebírat přes malou kapacitu z mřížky nebo anody triody.

9.7.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení je paralelní střídavým nebo stejnosměrným proudem.

		ECL82	UCL82	
Žhavicí napětí	U_t	6,3	50	V
Žhavicí proud	I_t	0,78	0,1	A

b) Kapacity

Trioda

Vstupní kapacita	C_g	3,0		pF
Výstupní kapacita	C_a	4,3		pF
Průchozí kapacita	$C_{g/a}$	max. 4,5		pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem	$C_{g/t}$	max. 0,1		pF

Pentoda

Vstupní kapacita	C_g	9,3		pF
Výstupní kapacita	C_a	8,0		pF
Průchozí kapacita	$C_{g1/a}$	max. 0,3		pF
Kapacita mezi řídicí mřížkou a žhavicím vláknem	$C_{g1/t}$	max. 0,3		pF

Kapacity mezi oběma systémy

Kapacita mezi anodou triody a řídicí mřížkou pentody	$C_{aT/g1P}$	max. 0,02		pF
Kapacita mezi mřížkou triody a anodou pentody	$C_{gT/aP}$	max. 0,02		pF
Kapacita mezi mřížkou triody a řídicí mřížkou pentody	$C_{gT/g1P}$	max. 0,025		pF
Kapacita mezi anodou triody a anodou pentody	$C_{aT/aP}$	max. 0,25		pF

c) Charakteristické údaje

Trioda

Anodové napětí	U_a	100		V
Mřížkové předpětí	U_g	0		V
Anodový proud	I_a	3,5		mA
Strmost	S	2,5		mA/V
Zesilovací činitel	μ	70		—
Vnitřní odpor	R_i	28		k Ω

Pentoda

Anodové napětí	U_a	200	170	100	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	200	170	100	V
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-16	-11,5	-6,0	V
Anodový proud	I_a	35	41	26	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	7,0	8,0	5,0	mA
Strmost	S	6,5	7,5	6,8	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	20	16	15	k Ω

d) Provozní údaje

da) Nf předzesilovač a koncový zesilovač

Trioda — odporově vázaný zesilovač

1. mřížkové předpětí je tvořeno úbytkem napětí na katodovém odporu, svodový odpor následujícího stupně $R_{g1} = 0,7 \text{ M}\Omega$;

$R_a = 220 \text{ k}\Omega$:

Napětí zdroje	U_b	200	170	100	V
Katodový odpor	R_k	2,2	2,7	2,7	k Ω
Anodový proud	I_a	0,52	0,43	0,23	mA
Střídavé anodové napětí	$E_{a\text{ef}}$	26	25	15	V
Zesílení	A	52	51	47	—
Zkreslení ¹⁾	d_{tot}	1,6	2,3	4,0	%

$R_a = 100 \text{ k}\Omega$:

Napětí zdroje	U_b	200	170	100	V
Katodový odpor	R_k	1,5	1,8	1,8	k Ω
Anodový proud	I_a	0,84	0,67	0,38	mA
Střídavé anodové napětí	$E_{a\text{ef}}$	30	25	11	V
Zesílení	A	47	46	42	—
Zkreslení ¹⁾	d_{tot}	2,3	2,8	2,8	%

2. mřížkové předpětí se získává průtokem mřížkového proudu svodovým odporem $R_g = 20 \text{ M}\Omega$. Svodový odpor následujícího stupně $R'_{g1} = 0,7 \text{ M}\Omega$, katodový odpor = 0Ω .

$R_a = 220 \text{ k}\Omega$:

Napětí zdroje	U_b	200	170	100	V
Anodový proud	I_a	0,61	0,5	0,22	mA
Střídavé anodové napětí	$E_{a\text{ef}}$	25	20	9,0	V
Zesílení	A	55	53	46	—
Zkreslení ²⁾	d_{tot}	1,4	1,4	1,5	%

$R_a = 100 \text{ k}\Omega$:

Napětí zdroje	U_b	200	170	100	V
Anodový proud	I_a	1,05	0,86	0,37	mA
Střídavé anodové napětí	$E_{a\text{ef}}$	24	19	8,0	V
Zesílení	A	50	49	42	—
Zkreslení ²⁾	d_{tot}	1,5	1,4	1,3	%

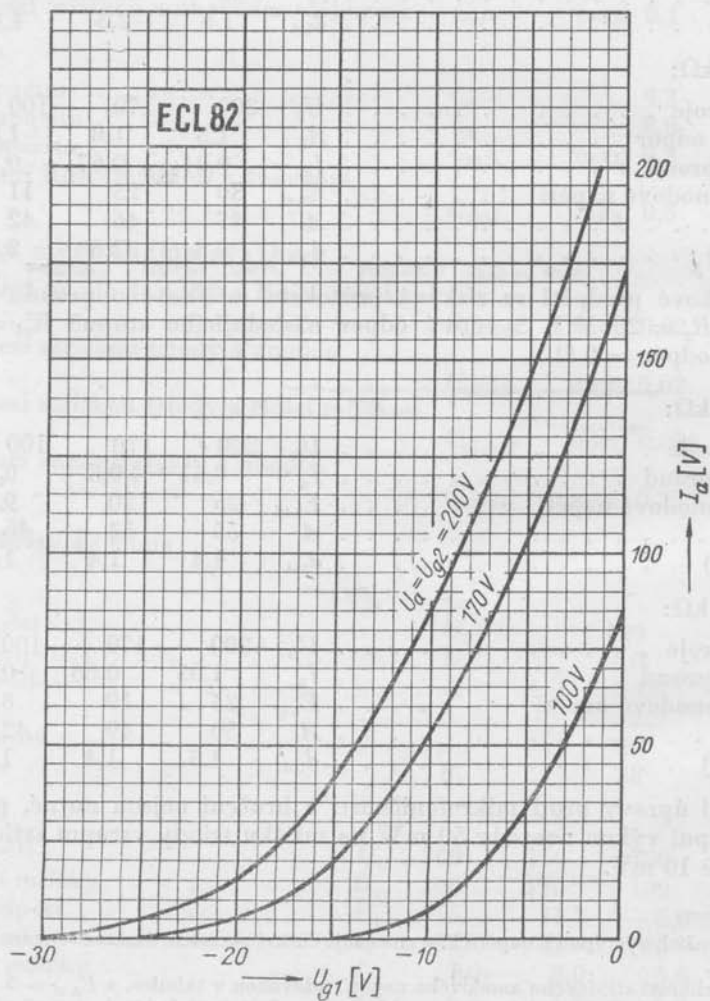
Zvláštní úpravy proti mikrofoničnosti a brčení nejsou nutné, přivádíme-li pro výstupní výkon pentody 50 mW na mřížku triody vstupní střídavé napětí minimálně 10 mV.

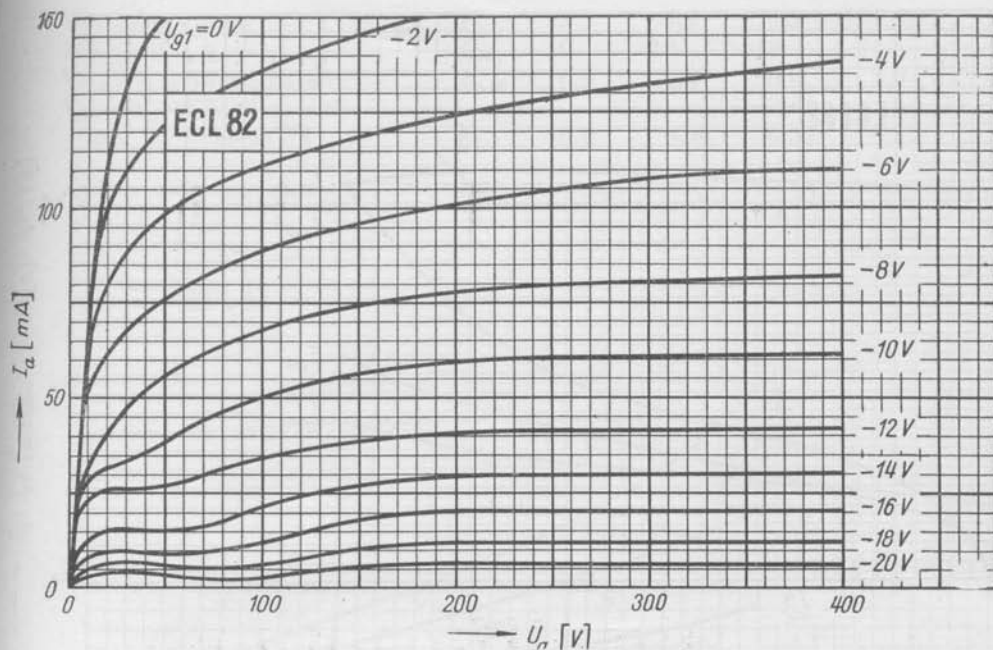
¹⁾ Při menších výstupních napětích se zmenšuje činitel zkreslení úměrně se zmenšením výstupního napětí.

²⁾ Mezi velikostí střídavého anodového napětí, udávanou v tabulce, a $E_{a\text{ef}} = 5 \text{ V}$ je zkreslení zhruba konstantní. Pod napětím $E_{a\text{ef}} = 5 \text{ V}$ se zmenšuje činitel zkreslení úměrně s výstupním napětím.

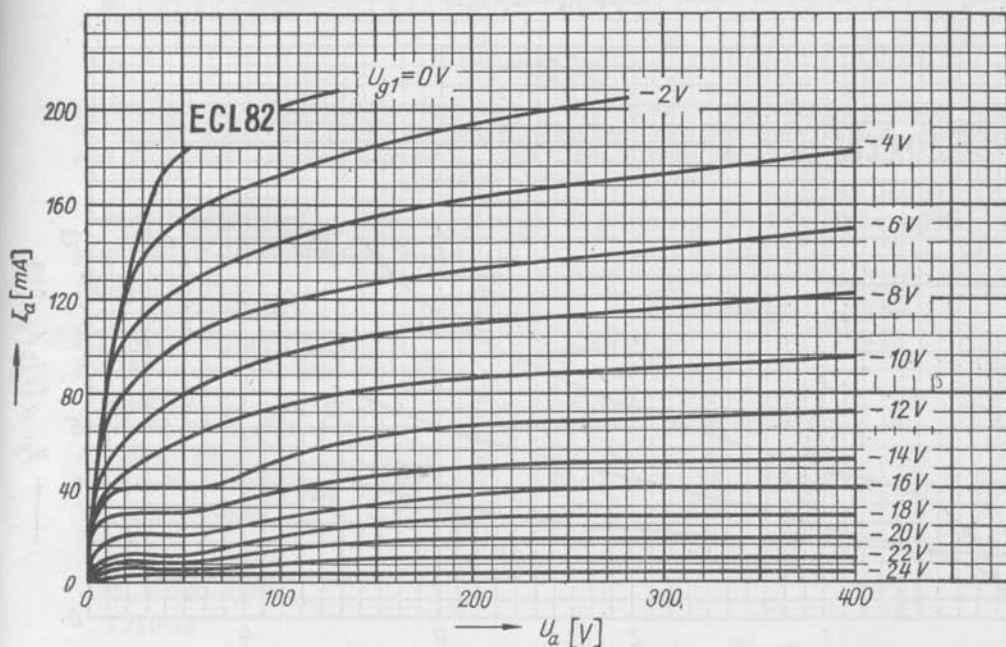
Pentoda — zesilovač třídy A

Anodové napětí	U_a	200	200	170	100	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	200	170	170	100	V
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-16	-12,5	-11,5	-6,0	V
Katodový odpor	R_k	380	300	235	195	Ω
Anodový proud	I_a	35	35	41	23	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	7,0	6,5	8,0	5,0	mA
Proud stínící mřížky při plném vybuzení	I_{g2}	16,5	12,5	17,0	8,9	mA
Strmost	S	6,4	6,8	7,5	6,8	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	20	20,5	16,0	15,0	k Ω
Zatěžovací odpor	R_a	5,6	5,6	4,0	4,0	k Ω

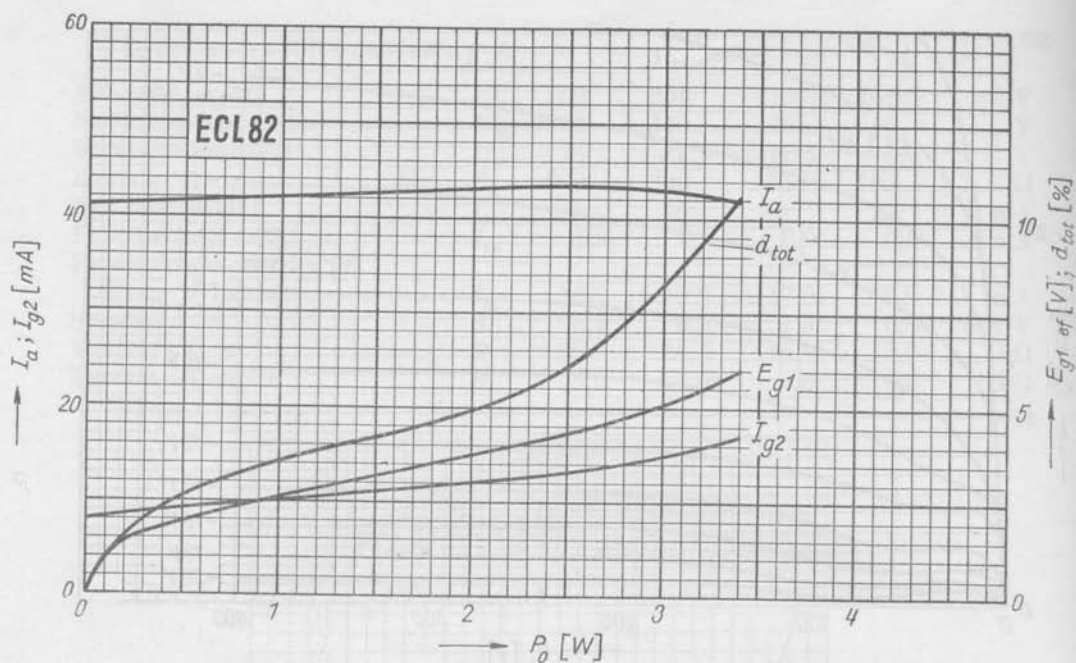
Dg. 42. Anodový proud pentody I_a v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} .



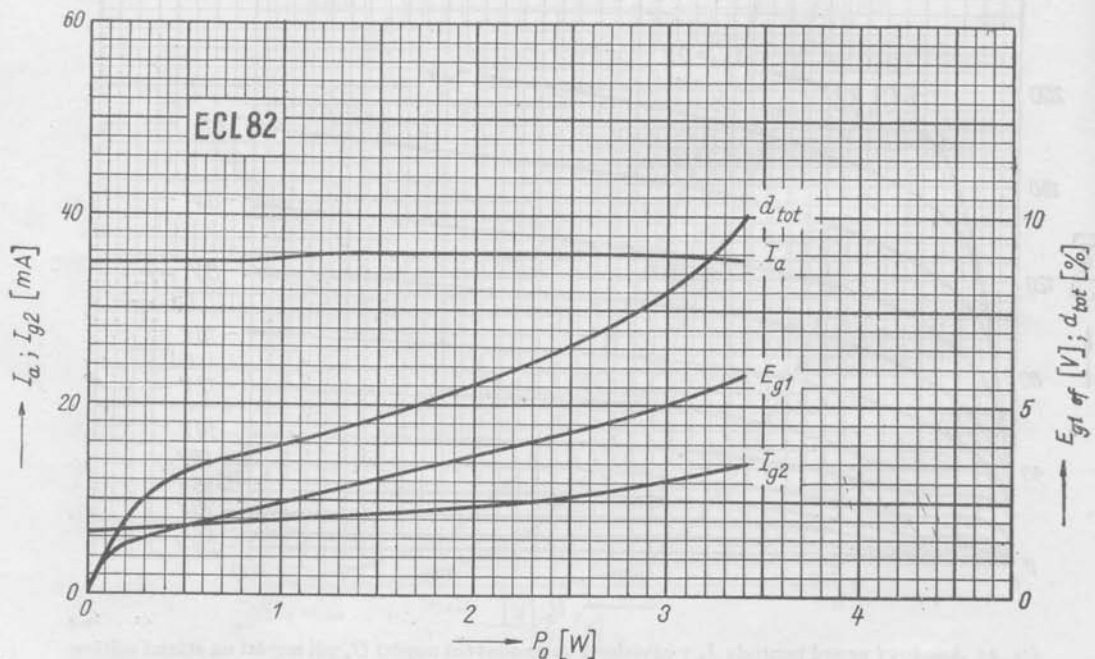
Dg. 43. Anodový proud pentody I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí na stínící mřížce $U_{g2} = 170$ V.



Dg. 44. Anodový proud pentody I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí na stínící mřížce $U_{g2} = 200$ V.

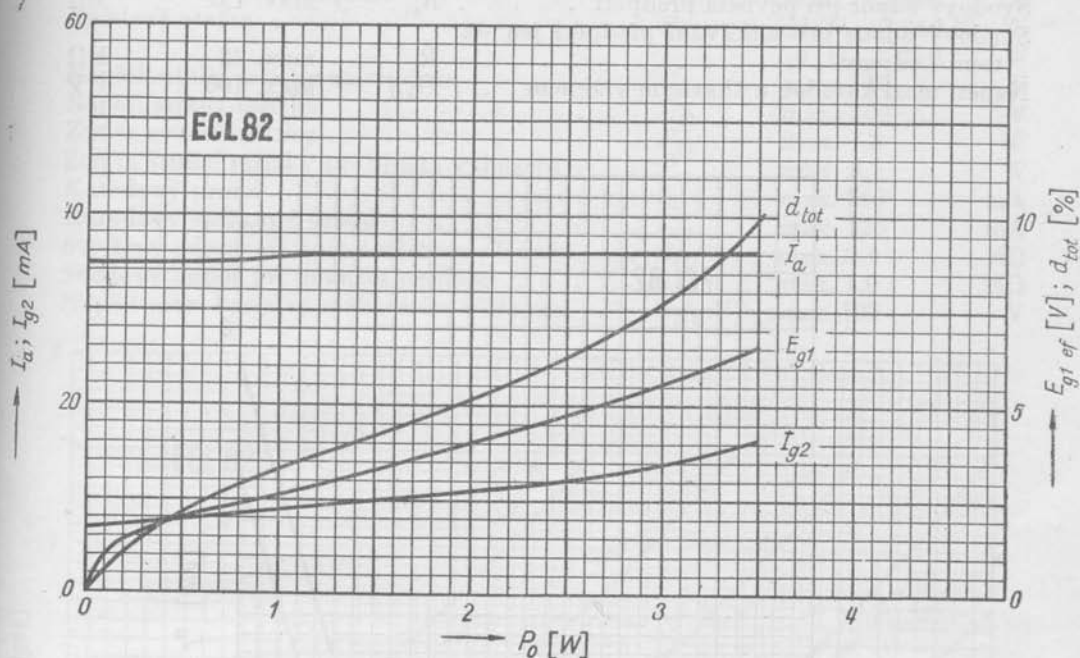


Dg. 45. Pentoda ECL82 v zapojení jako zesilovač třídy A. Anodový proud I_a , proud stínící mřížky I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí a napětí stínící mřížky je 170 V, napětí řídicí mřížky $U_{g1} = -11,5$ V a anodový pracovní odpor $R_a = 3,9$ k Ω .



Dg. 46. Pentoda ECL82 v zapojení jako zesilovač třídy A. Anodový proud I_a , proud druhé mřížky I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí $U_a = 200$ V, napětí stínící mřížky $U_{g2} = 170$ V, napětí řídicí mřížky $U_{g1} = -12,5$ V a anodový pracovní odpor $R_a = 5,6$ k Ω .

Výstupní výkon	P_o	3,5	3,4	3,3	1,05	W
Zkreslení	d_{tot}	10	10	10	10	%
Vstupní střídavé napětí	$E_{i\ ef}$	6,5	5,8	6,0	3,8	V
Vstupní střídavé napětí (pro $P_o = 50\ mW$)	$E_{i\ ef}$	0,6	0,56	0,59	0,65	V



Dg. 47. Pentoda ECL82 v zapojení jako zesilovač třídy A. Anodový proud I_a , proud stínící mřížky I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí U_a a napětí na stínící mřížce $U_{g2} = 200\ V$, napětí řídicí mřížky $U_{g1} = -16\ V$ a anodový pracovní odpor $R_a = 5,6\ k\Omega$.

db) Dvojitý zesilovač třídy AB (vybuzení až k počátku mřížkového proudu) — pentoda

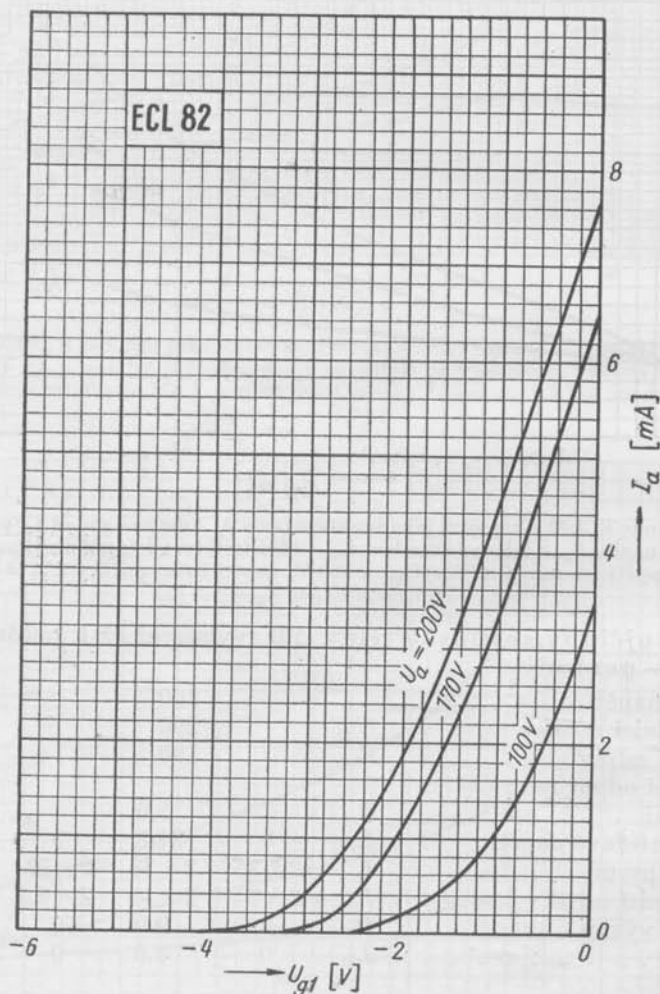
Anodové napětí	U_a	200	170	V	
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	200	170	V	
Katodový odpor	R_k	190	160	Ω	
Zatěžovací odpor mezi oběma anodami	R_{aa}	5,0	5,0	$k\Omega$	
Vstupní střídavé napětí	$E_{i\ ef}$	0	18	V	
Anodový proud	I_a	2×35	2×38	2×37	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	2×7	2×16	2×15	mA
Výstupní výkon	P_o	0	9,0	7,0	W
Zkreslení	d_{tot}	0	4,8	4,0	%

e) Mezní údaje

Trioda

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 550	V
Anodové napětí	U_a	max. 300	V

Anodové špičkové napětí	$+U_{a\text{šp}}$	max. 600	V
Anodová ztráta	P_a	max. 1,0	W
Katodový proud	I_k	max. 15	mA
Katodový špičkový proud ³⁾	$I_{k\text{šp}}$	max. 250	mA
Svodový odpor při automatickém předpětí	R_{g1}	max. 3,0	MΩ
Svodový odpor při pevném předpětí	R_{g1}	max. 1,0	MΩ
Svodový odpor pro získávání předpětí jen na tomto odporu	R_g	max. 22	MΩ
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 100	V

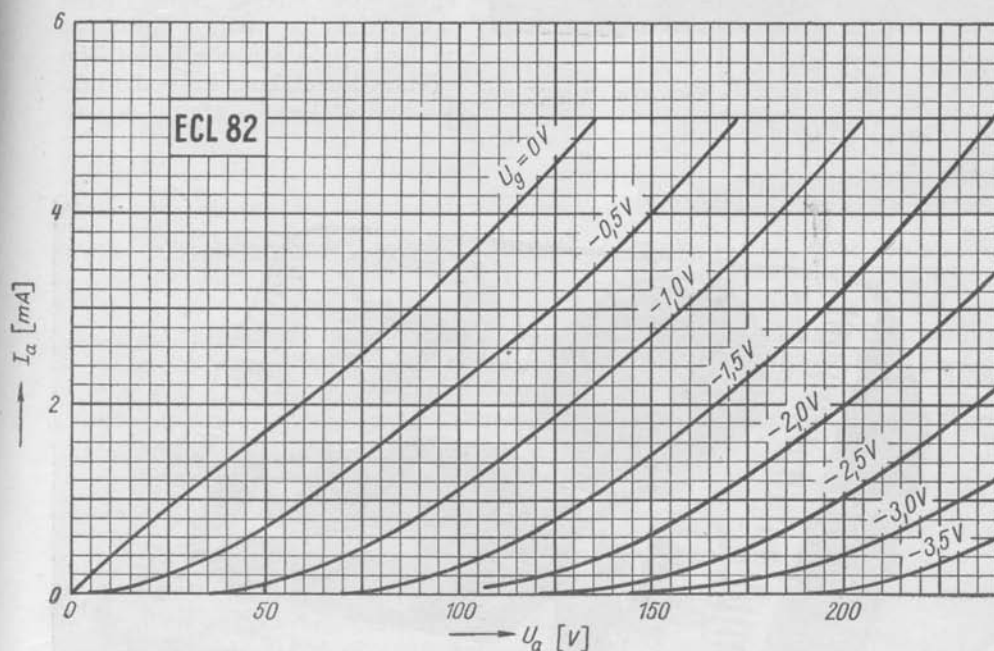


Dg. 48. Anodový proud triody I_a v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{gt} .

³⁾ Šířka impulsu max. 4 % periody, ne však déle než 0,8 ms

Pentoda

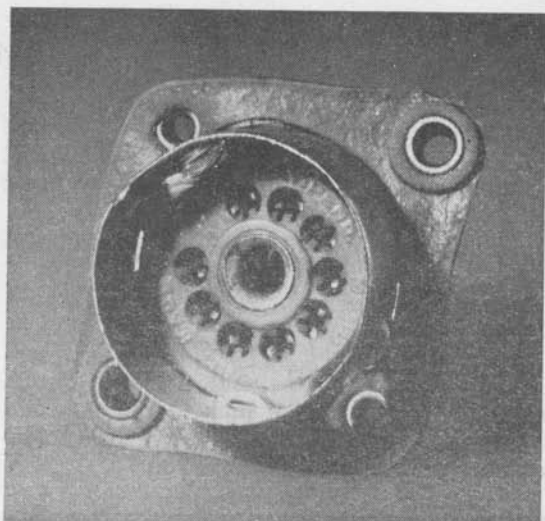
Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 900	V
Anodové napětí	U_a	max. 600	V
Anodové špičkové ³⁾ napětí	$+U_{a\text{šp}}$	max. 2500	V
Anodové inverzní ³⁾ napětí	$-U_{a\text{inv}}$	max. -500	V
Anodová ztráta	P_a	max. 5,0 ($U_a < 250$ V)	W
		7,0 ($U_a > 250$ V)	W
Napětí stínící mřížky za studena	U_{g20}	max. 550	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	max. 300	V
Ztráta stínící mřížky	P_{g2}	max. 1,8	W
Ztráta stínící mřížky při plném vybuzení	P_{g2}	max. 3,2	W
Katodový proud	I_k	max. 50	mA
Katodový špičkový proud	$I_{k\text{šp}}$	max. 125	mA
Svodový odpor při automatickém předpětí	R_{g1}	max. 2,0	MΩ
Svodový odpor při pevném předpětí	R_{g1}	max. 1,0	MΩ
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 100	V

Dg. 49. Anodový proud triody I_a v závislosti na anodovém napětí U_a .

9.8 Elektronka EF86

9.8.1 Popis

Elektronka TESLA EF86 je pentoda vyvinutá pro různé účely zvukové techniky, jako jsou např. vstupní obvody mikrofonních a filmových zesilovačů, přenosových zařízení apod. Její použití je určeno zvláštní konstrukcí, zaručující malou mikrofoničnost a nepatrné brnění.



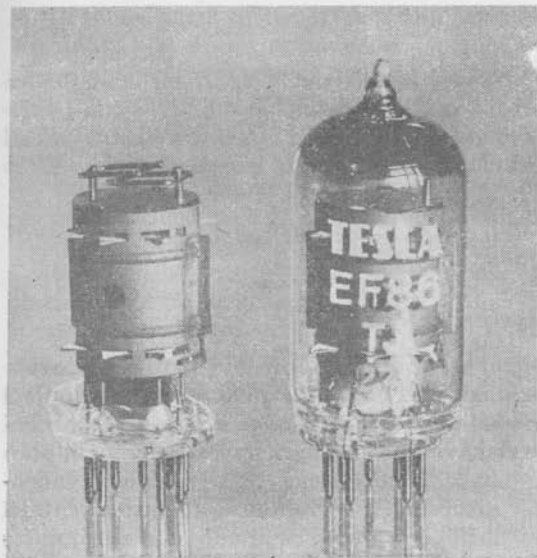
Obr. 75. Novalová objímka s gumovým uchytením pro připevnění na kostru

Systém pentody EF86 je krátký a pevný (10,5 mm, viz tab. 6), takže mechanické nárazy stejně jako akustické vlivy nezpůsobují mikrofoničnost při provozu v běžných akustických zařízeních. Kratší systém umožňuje rovněž zkrácení přívodů k dotykovým kolíkům. Pro zabránění vzniku plazivých proudů se přívody v patce elektronky navzájem odstíní. Tím se rovněž zmenší kapacita mezi řídicí mřížkou a žhavicím vláknem až na max. 0,002 pF, takže byla odstraněna mřížková složka bručení. Bručení, obvykle způsobené vlivem vznikajícího magnetického pole žhavicího vlákna, je odstraněno použitím bifilárního vlákna. Provedení takového vlákna je zřejmé z obr.



Obr. 76. Čs. magnetofon Sonet

25a. Při obzvláště náročných požadavcích na dokonale odstranění bručení se mohou vývody žhavení odstínit i na objímce a k žhavicímu vláknu připojit paralelně drátový potenciometr a jeho běžec uzemnit. Pentoda EF86 má rovněž nepatrný nf šum, který bývá způsobován tzv. blikavým jevem. Tento jev se



Obr. 77. Pentoda EF86 s otevřeným systémem

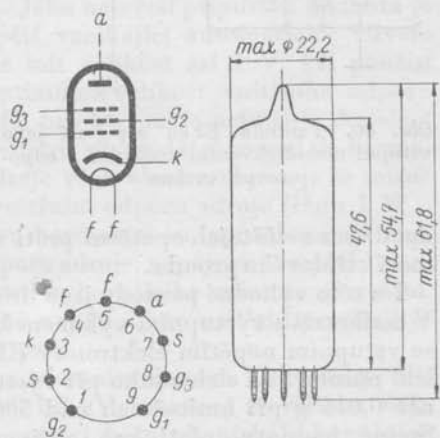


Obr. 78. Pentoda EF86 vyrobená v závodech RFT (NDR)

projevuje především jako šumové napětí v oblastech nižších kmitočtů než 10 kHz a s klesajícím kmitočtem se zvětšuje (pro $f = 25$ až 10 000 Hz, $U_b = 250$ V a $R_a = 100$ k Ω je šumové napětí U_s asi 2 μ V).

Přivádí-li se na řídicí mřížku EF86 vstupní střídavé napětí $E_{1\text{ef}} = \text{min. } 0,5$ mV pro dosažení výstupního výkonu 50 mW v koncovém stupni, nejsou nutné žádné úpravy proti šumu, bručení a mikrofoničnosti. Svodový odpor řídicí mřížky EF86 je v tomto případě 1 M Ω . Pro použití v různých mobilních zvukových zařízeních je povoleno otřásání na kmitočtech vyšších než 500 Hz do 0,015 g a na kmitočtech pod 500 Hz pouze 0,06 g. Proto je nutno použít odpružené objímky a elektronku je třeba zajistit krytem (obr. 75).

Pentodu EF86 najdeme v mnohých moderních sdělovacích zařízeních vyvinutých v ČSR, jako jsou např. magnetofon zn. Sonet, mikrofonní zesilovač (Tesla-Bratislava) apod. Magnetofon Sonet má osazení EF86, ECC83, EM81, EL84, EZ80; jeho snímek je na obr. 76.



Obr. 79. Zapojení patice a rozměry elektronky EF86

Provedení EF86 je zřejmé z obr. 77, kde je celá elektronka a také vyňatý systém, z něhož je vidět pevné provedení, i když je systém obalen stíněním. Na obr. 78 je pro zajímavost stejná elektronka, vyrobená v NDR (RFT-Neuhaus). Zapojení patice a rozměry elektronky EF86 ukazuje obr. 79.

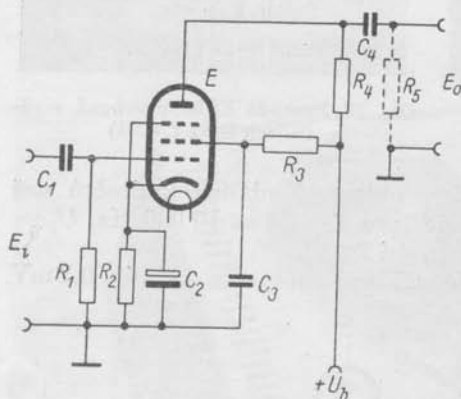
9.8.2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábí tento typ se stejným označením, v USA jej značí 6BK8 nebo jako elektronku zvláštní jakosti ji vyrábějí s označením 6267. Firma Telefunken v NSR vyrábí tuto pentodu s označením EF804S ve třídě zvláštní jakosti a ta má nepatrně větší kapacity mezi elektrodami a jiné zapojení patice. EF86 nahrazuje starší typy EF12k a EF40.

9.8.3 Použití

Vstupní nízkofrekvenční zesilovač s odporovou vazbou

Na obr. 80 je charakteristické zapojení vstupního nízkofrekvenčního zesilovače s odporovou vazbou, osazeného elektronkou EF86, která dává v tomto zapojení zesílení 170. Vstupní napětí E_1 se přivádí na řídicí mřížku pentody přes vazební kondensátor C_1 . Mřížkové předpětí se získává automaticky na katodovém odporu



Obr. 80. Pentoda EF86 zapojená jako vstupní nízkofrekvenční zesilovač s odporovou vazbou

$R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, který je překlenut kondensátorem C_2 s velkou kapacitou. Stínící mřížka se napájí z anodového zdroje přes sériový odpor $R_3 = 1 \text{ M}\Omega$, výstupní napětí se odebrá na anodovém pracovním odporu $R_4 = 0,2 \text{ M}\Omega$ přes vazební kondensátor C_4 . Na schématu je čárkovaně zakreslen mřížkový svodový odpor R_5 následujícího stupně, jehož hodnota je $1 \text{ M}\Omega$. Napětí zdroje $U_b = 200 \text{ V}$.

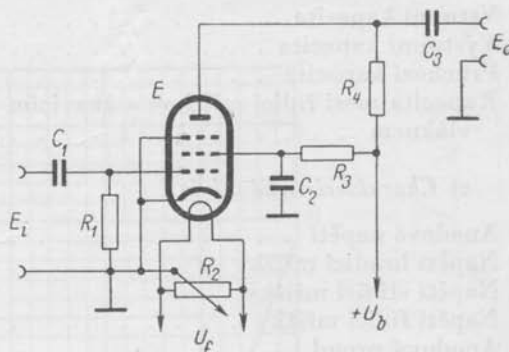
Uvedených hodnot lze dosáhnout i při použití běžných pentod. Elektronka EF86 však může zpracovávat velmi malá vstupní napětí E_1 , což je umožněno její zvláštní konstrukcí, zaručující malou mikrofoničnost, nepatrné brnění a malý šum. Těmito vlastnostmi se hodí ke konstrukci vstupních nízkofrekvenčních zesilovačů pro připojení mikrofonu, pro magnetofony

apod. bez zvláštních opatření proti mikrofoničnosti a s obvyklým žhavením pomocí střídavého proudu.

I u této výhodné pentody jsou určité meze použití, které je nutno respektovat. V zesilovači s výstupním výkonem koncového stupně $P_o = 50 \text{ mW}$, dosahujícím se vstupním napětím elektronky EF86 $E_1 = 0,5 \text{ mV}$, nesmí být střední zrychlení působící na elektronku při výstupním výkonu zesilovače $P_o = 50 \text{ mW}$ větší než $0,015 \text{ g}$ při kmitočtech nad 500 Hz a $0,06 \text{ g}$ při kmitočtech pod 500 Hz . Stejně hodnoty platí pro citlivost 5 mV vztaženou na výstupní výkon 5 W .

Jako příklad uvedeme zesilovač, na jehož prvním stupni je elektronka EF86 zapojena podle obr. 80 a za ní pak následuje stupeň osazený jednou triodou elektronky ECC83, určený jako budič koncové pentody. Koncová elektronka potřebuje pro dosažení výstupního výkonu 50 mW vstupní střídavé napětí na řídicí mřížce např. 300 mV. Trioda ECC83 má zesílení asi 60, z čehož vyplývá, že potřebné vstupní napětí na řídicí mřížce elektronky EF86 je $E_1 = 30 \mu\text{V}$. Toto napětí je mnohem menší než přípustné vstupní napětí za běžných pracovních podmínek elektronky ($500 \mu\text{V}$) a navíc se značně přibližuje svou hodnotou rušivým napětím vznikajícím během provozu elektronky. Zisk celého zesilovače podle uvedeného příkladu se tedy musí zmenšit asi o 25 dB. Toho lze využít k zavedení záporné zpětné vazby pro úpravu útlumové charakteristiky a ke zmenšení zkreslení.

Při návrhu zesilovače se musí také uvažovat požadovaný poměr napětí nízkofrekvenčního vstupního signálu k rušivým napětím, vznikajícím během provozu elektronky. Rušivě se hlavně projevuje bručení, vznikající při napájení žhavicího vlákna střídavým proudem. V zapojení podle obr. 80, avšak bez katodového kondensátoru C_2 , má toto rušivé napětí hodnotu asi 3 až $5 \mu\text{V}$, vztaženo na řídicí mřížku elektronky. Při tom se předpokládá, že mezi vývody žhavicího



Obr. 81. První stupeň nf zesilovače osazený elektronkou EF86

vlákna se zapojí symetrisační potenciometr, jehož střední vývod je nastaven na minimální bručení a je uzemněn. Spojí-li se katoda elektronky přímo s kostrou přístroje, vyloučí se dále převažující isolační složka bručivého napětí a tím se dosáhne velmi příznivé velikosti rušivého napětí (kolem $1 \mu\text{V}$). Pak se ovšem musí získávat mřížkové předpětí jiným způsobem, např. mřížkovým proudem na svodovém odporu podle obr. 81.

Svodový odpor je ve schématu označen R_1 . Jeho největší přípustná hodnota je u elektronky EF86 $22 \text{ M}\Omega$. Záporné předpětí vznikající automaticky vlivem mřížkového proudu na tomto odporu, bude mít velikost asi 1 V. Při použití tohoto způsobu se musí měřením zjistit optimální velikost vnitřního odporu zdroje nízkofrekvenčního vstupního napětí E_1 , pro kterou je nejmenší zkreslení vzniklé v elektronce. Při malém vnitřním odporu převládá zkreslení 2. harmonickou, s přibývajícím vnitřním odporem zdroje však klesá a objevuje se mírné zkreslení 3. a 4. harmonickou. Při velkém vnitřním odporu zdroje (řádu $1 \text{ M}\Omega$) pak rovněž převládá značné zkreslení druhou harmonickou, způsobené mřížkovým proudem. Vhodnou volbou vnitřního odporu zdroje, napájecích napětí a anodového pracovního odporu R_4 lze dosáhnout vyhovujícího minima zkreslení. Zkreslení rovněž závisí na velikosti vstupního napětí. Toto napětí by mělo být v zájmu malého zkreslení vždy menší než 200 mV.

Další složka rušivého napětí je způsobena vlastním šumem elektronky. Při kmitočtovém pásmu 15 kHz je toto napětí asi $1,2 \mu\text{V}$, vztaženo na mřížku elektronky, a je tedy vždy menší než šumové napětí běžných nízkofrekvenčních zdrojů.

9.8.4 Elektrické vlastnosti

a) *Žhavení*

Žhavení je nepřímé, katoda kysličíková, napájení paralelní střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Žhavicí napětí	U_f	6,3	V
Žhavicí proud	I_f	0,2	A

b) *Kapacity*

Vstupní kapacita	C_g	3,5	pF
Výstupní kapacita	C_a	5,0	pF
Průchozí kapacita	$C_{g/a}$	max. 0,05	pF
Kapacita mezi řídicí mřížkou a žhavicím vláknem	$C_{g/f}$	max. 0,003	pF

c) *Charakteristické údaje*

Anodové napětí	U_a	250	V
Napětí hradičí mřížky	U_{g3}	0	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	140	V
Napětí řídicí mřížky	U_{g1}	-2,0	V
Anodový proud	I_a	3,0	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	0,5	mA
Strmost	S	2,0	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	2,65	MΩ

d) *Provozní údaje*

da) Nf zesilovač s vazbou RC

1. Předpětí řídicí mřížky se získává na katodovém odporu ($R'_{g1} = 1 \text{ M}\Omega$).

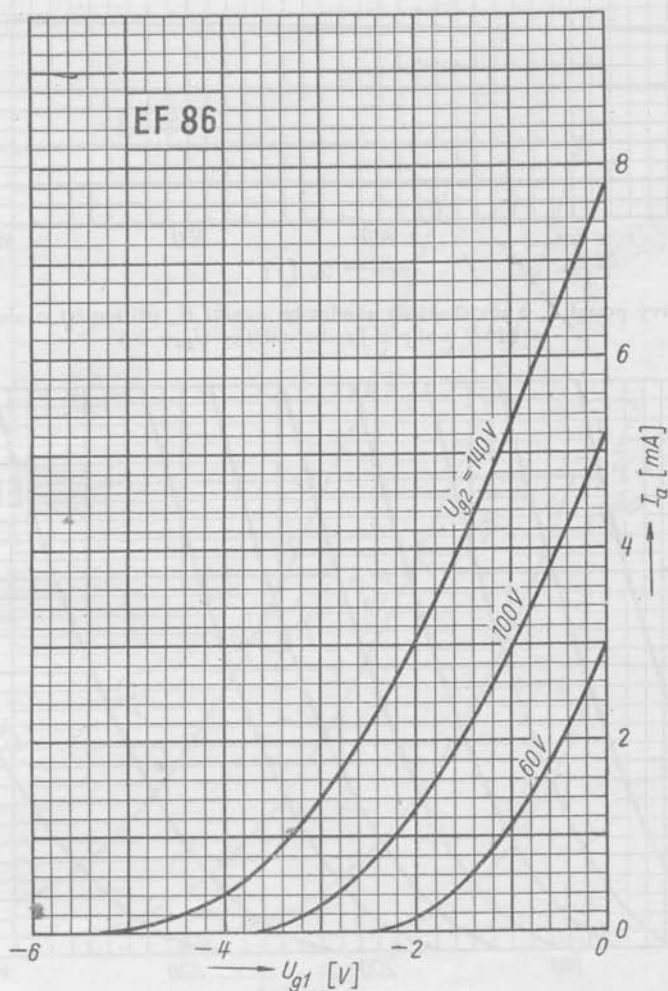
Napětí zdroje	U_b	250	250	100	100	V
Zatěžovací odpor	R_a	300	200	300	200	kΩ
Anodové napětí	U_a	67	76	37	42	V
Odpor ve stínící mřížce	R_{g2}	1,5	1,0	1,2	1,0	MΩ
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	85	90	46	45	V
Katodový odpor	R_k	2,0	1,5	5,0	3,0	kΩ
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-1,4	-1,55	-1,25	-1,03	V
Anodový proud	I_a	0,61	0,87	0,21	0,29	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	0,11	0,16	0,045	0,055	mA
Zesílení	A	210	175	125		

Zkreslení při

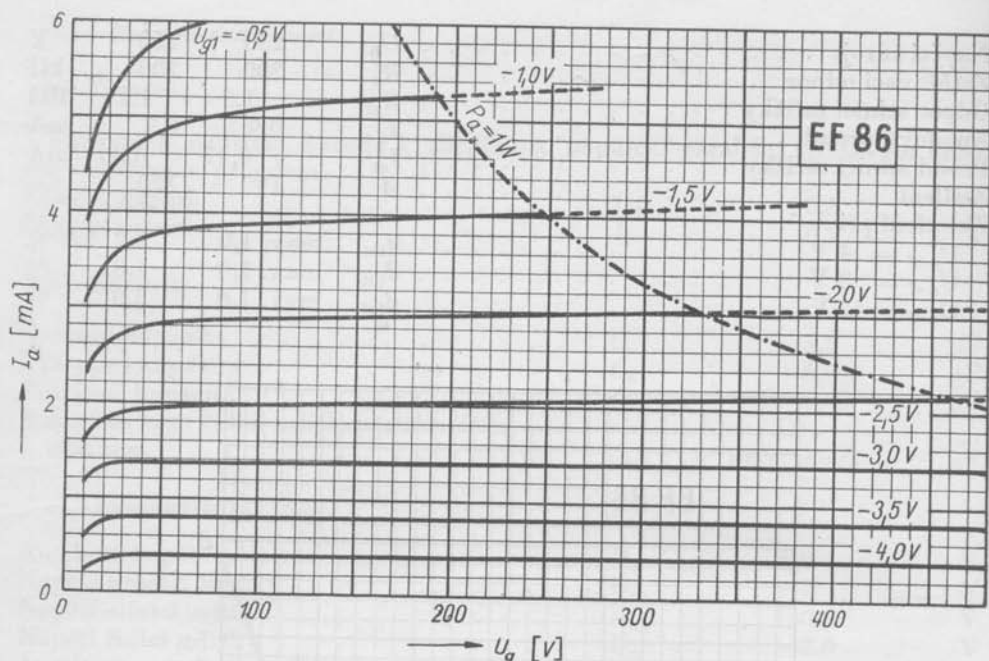
$E_{a\text{ef}} = 4 \text{ V}$	d_{tot}	0,6	0,5	1,1	1,1	%
$E_{a\text{ef}} = 8 \text{ V}$	d_{tot}	0,9	0,7	1,7	1,6	%
$E_{a\text{ef}} = 12 \text{ V}$	d_{tot}	1,2	1,0	2,6	2,5	%
$E_{a\text{ef}} = 40 \text{ V}$	d_{tot}	3,25	3,2			%

2. Předpětí řídicí mřížky se získává úbytkem napětí na svodovém odporu. Svodový odpor $R_g = 10 \text{ M}\Omega$, svodový odpor následující elektronky $R'_{g1} = 0,7 \text{ M}\Omega$, katodový odpor $R_k = 0 \Omega$.

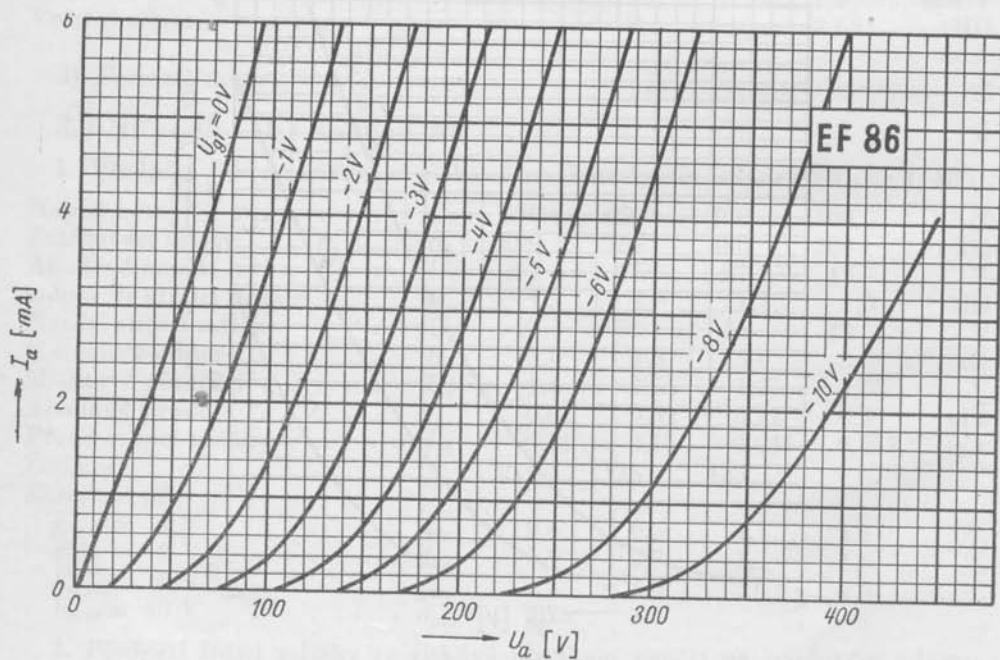
Napětí zdroje	U_b	250	250	V
Zatěžovací odpor	R_a	200	200	k Ω
Odpor stínící mřížky	R_{g2}	1,2	1,2	M Ω
Anodový proud	I_a	0,9	0,3	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	0,17	0,06	mA
Zesílení	A	190	120	—
Zkreslení při				
$U_{a\text{ ef}} = 4\text{ V}$	d_{tot}	max. 1,0	1,2	%
$U_{a\text{ ef}} = 8\text{ V}$	d_{tot}	max. 1,0	1,8	%
$U_{a\text{ ef}} = 12\text{ V}$	d_{tot}	max. 1,0	3,0	%



Dg. 50. Závislost anodového proudu I_a na napětí řídicí mřížky U_{g1} při různých napětích druhé mřížky U_{g2} a napětí hradící mřížky $U_{g3} = 0\text{ V}$.



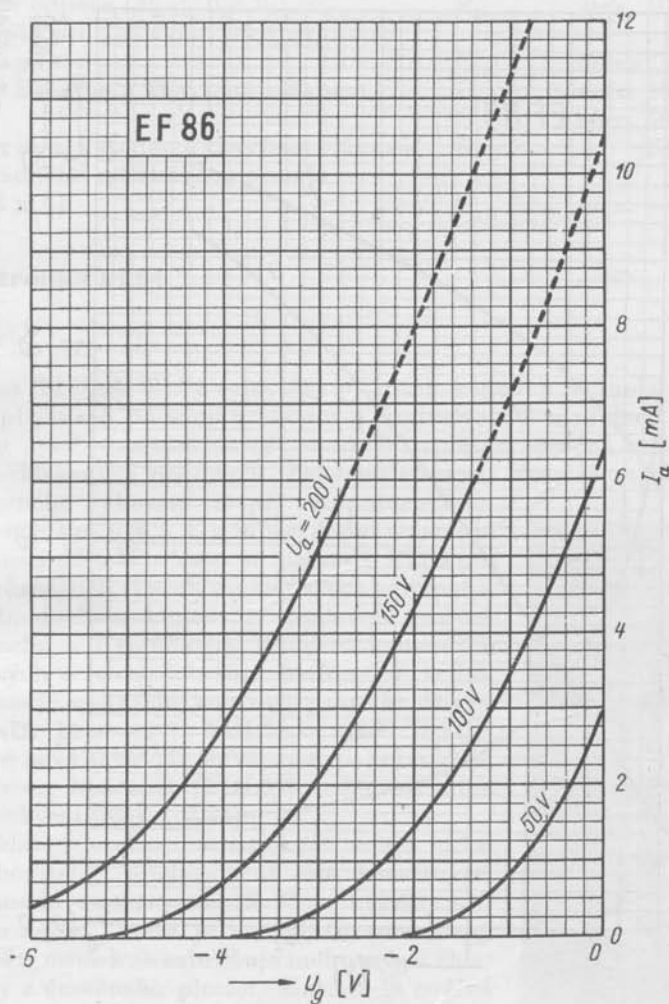
Dg. 51. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí stínící mřížky $U_{g2} = 140\text{ V}$ a napětí hradičí mřížky $U_{g3} = 0\text{ V}$.



Dg. 53. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a u elektronky EF86 v triodovém zapojení. Anoda je spojena se stínící mřížkou a hradičí mřížka s katodou.

db) Zesilovač s hodnotami: $R_a = 220 \text{ k}\Omega$, $R_{g1} = 1 \text{ M}\Omega$,
 $R'_{g1} = 700 \text{ k}\Omega$, $R_{g2} = 1 \text{ M}\Omega$.

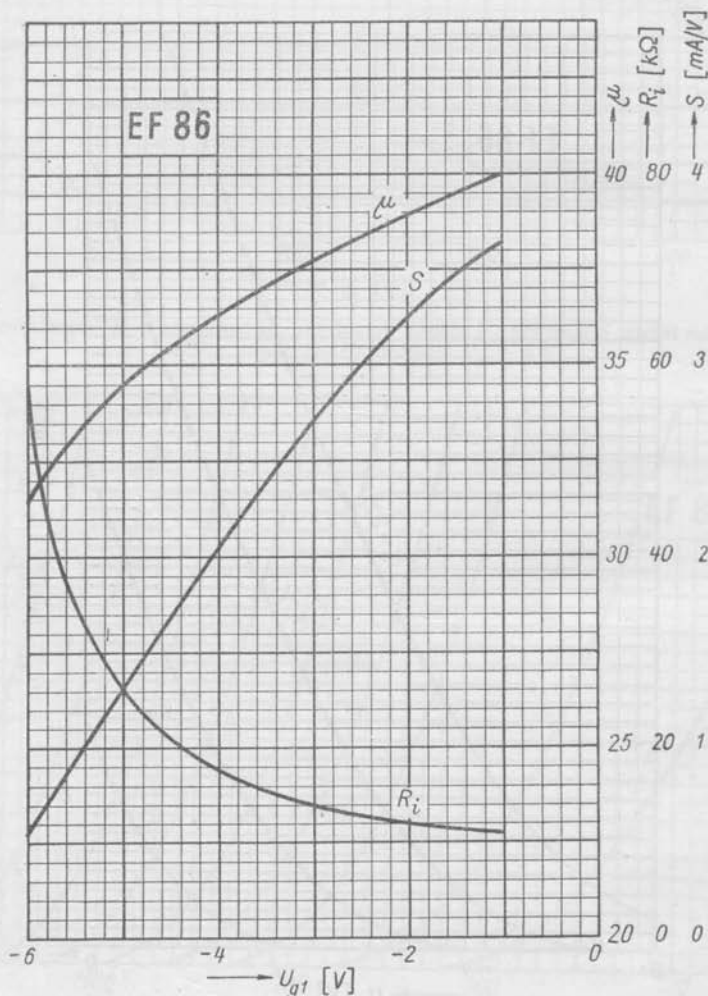
Napětí zdroje	U_b	400	350	300	250	200	100	V
Katodový odpor	R_k	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,7	k Ω
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-3,5	-3,1	-2,4	-2,0	-1,75	-1,6	V
Katodový proud	I_k	1,6	1,4	1,1	0,9	0,8	0,6	mA
Zesílení	A	200	196	188	180	170	150	—
Střídavé anodové napětí ($d_{tot} = 5 \%$)	$E_{a \text{ ef}}$	73	63	54	46	36	24,5	V



Dg. 52. Anodový proud I_a v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} u elektronky EF86 v triodovém zapojení. Anoda je spojena se stínící mřížkou, hradící mřížka s katodou.

dc) Zesilovač s hodnotami: $R_a = 100 \text{ k}\Omega$, $R_{g1} = 1 \text{ M}\Omega$,
 $R_{g1} = 300 \text{ k}\Omega$, $R_{g2} = 0,4 \text{ M}\Omega$.

Napětí zdroje	U_b	400	350	300	250	200	100	V
Katodový odpor	R_k	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	$\text{k}\Omega$
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-3,3	-2,9	-2,5	-2,1	-1,7	-1,7	V
Katodový proud	I_k	3,3	2,9	2,5	2,1	1,7	1,13	mA
Zesílení	A	124	120	116	112	106	95	—
Střídavé anodové napětí ($d_{\text{tot}} = 5 \%$)	$E_{a \text{ ef}}$	87	75	64	50	40	22	V



Dg. 54. Elektronka EF86 v triodovém zapojení, anoda spojená se stínící mřížkou, hradící mřížka s katodou. Zesilovací čísel μ , strmost S a vnitřní odpor R_i v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} při anodovém napětí $U_a = 200 \text{ V}$.

e) Mezní údaje

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 550	V
Anodové napětí	U_a	max. 300	V
Anodová ztráta	P_a	max. 1,0	W
Napětí stínicí mřížky za studena	U_{g20}	max. 550	V
Napětí stínicí mřížky	U_{g2}	max. 200	V
Ztráta stínicí mřížky	P_{g2}	max. 0,2	W
Katodový proud	I_k	max. 6,0	mA
Svodový odpor pro získávání předpětí na katodovém odporu ($P_a > 0,2$ W).	R_{g1}	max. 3,0	MΩ
Svodový odpor pro získávání předpětí na katodovém odporu ($P_a < 0,2$ W).	R_{g1}	max. 10	MΩ
Svodový odpor pro získávání předpětí na svodovém odporu	R_{g1}	max. 22	MΩ
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{+k/-t}$	max. 100	V
	$U_{-k/+t}$	max. 50	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem	$R_{k/t}$	20	kΩ
Nasazení kladného mřížkového proudu ($I_{g1} = 0,3$ mA)	U_{g1}	max. -1,3	V

9.9 Elektronka EL84

9.9.1 Popis

Elektronka TESLA EL84 (obr. 82) je strmá koncová pentoda pro moderní rozhlasové přijímače na amplitudovou a kmitočtovou modulaci a zesilovače. Svou velkou anodovou ztrátou ($P_a = 12$ W) splňuje náročné požadavky konstruktérů rozhlasových přijímačů. Značnou strmostí ($S = 11$ mA/V) umožňuje dosáhnout plného vybuzení již při vstupním střídavém napětí menším než 5 V a může dodat výstupní výkon velikosti až 6 W. Proto se pentody EL84 používá v nejrůznějších typech rozhlasových přijímačů, ať již v jednoduchém koncovém zesilovači malých přijímačů, nebo v dvojčinném zapojení koncových stupňů velkých a luxusních superhetů, popř. zesilovačů. Nahrazuje zastaralé koncové pentody dřívějších sérií, jako jsou např. EBL21 a 6L31 (6AQ5, EL90), které nevyhovovaly zvýšeným požadavkům, ať již celkovou koncepcí (EBL21) nebo hlavními charakteristickými údaji (6L31).

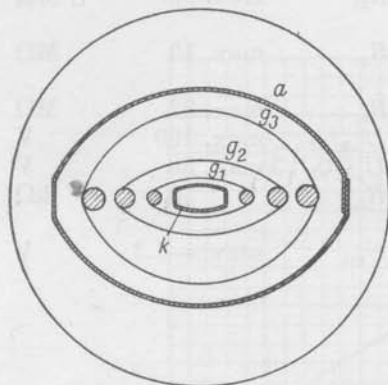
Zlepšení hlavních charakteristických údajů vyžadovalo pochopitelně přizpůsobení celé konstrukce. Zvětšením anodové ztráty na 12 W se zvětšila užitečná plocha anody, která je v oválném provedení. Většímu ohřátí mřížek se zabráňuje mohutnými chladičími křídly z černěného plechu. Katoda je oválná a tím mají také mřížky, především řídicí a stínicí, oválný tvar. Řídicí mřížka má nosníky z měděného drátu s přísadou stříbra (tato kombinace umožňuje



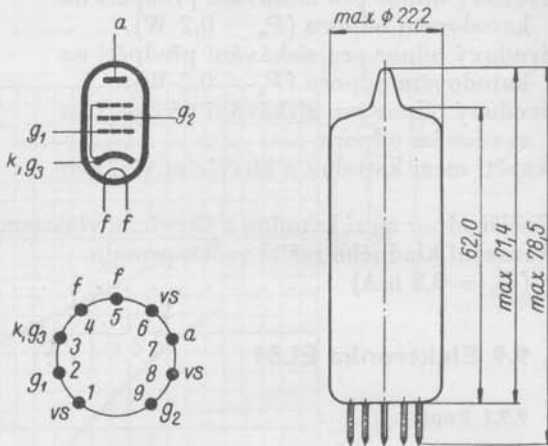
Obr. 82. Koncová pentoda EL84

lepší odvod tepla, což je u prvních mřížek důležité). Celková konstrukce vyplývá z obr. 83. Rozměry elektronky a zapojení patice jsou na obr. 84.

Z důležitých vlastností pentody EL84 lze jmenovat její schopnost většího výstupního výkonu při lepším přednesu, což je nejdůležitější požadavek na koncové pentody pro rozhlasové přijímače na kmitočtovou modulaci. Kmitočtová modulace na vkv totiž umožňuje nerušený přednes a větší dynamiku, ovšem za předpokladu, že lze dosáhnout dostatečně velkého výstupního výkonu. Dále se projevuje také možnost zlepšení přenosu nízkých kmitočtů, ovšem rovněž jen za předpokladu dobrého koncového zesilovače. Všem těmto požadavkům pentoda



Obr. 83. Řez systémem koncové pentody EL84



Obr. 84. Zapojení patice a rozměry elektronky EL84

EL84 vyhovuje. Mimo již uvedené některé hlavní charakteristické hodnoty lze ještě uvést např. malé zkreslení (při výstupním výkonu 5,7 W je $d_{lot} = 10\%$) a také výborné vlastnosti pro použití v zesilovačích, kde např. v dvojčinném zapojení koncového stupně dodají dvě EL84 při anodovém napětí 300 V výstupní výkon až 17 W.

9.9.2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábí tato elektronka se stejným označením, v USA ji značí 6BQ5, v SSSR se označuje 6П14П.

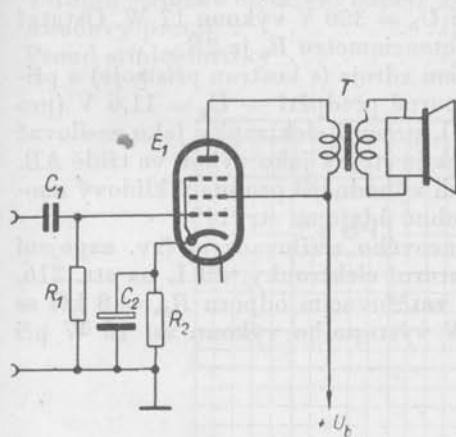
9.9.3 Použití

a) Koncový zesilovač třídy A

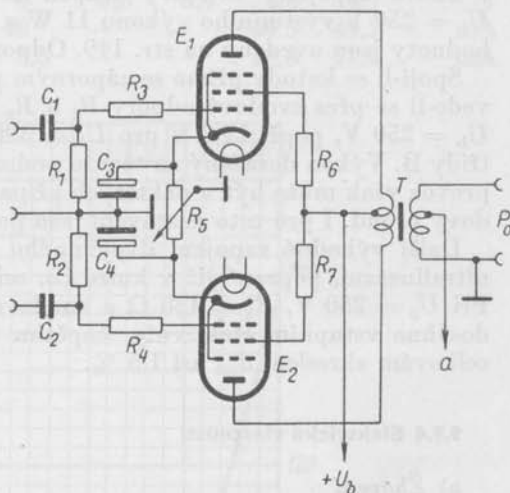
Jednoduchý zesilovač výkonu pro malé a střední rozhlasové přijímače nebo pro malé nízkofrekvenční zesilovače s elektronkou EL84 je znázorněn na obr. 85. Vstupní nízkofrekvenční napětí se přivádí přes vazební kondensátor C_1 na řídicí mřížku pentody E_1 . Mřížkové předpětí se získává na katodovém odporu R_2 , který je přemostěn kondensátorem C_2 velké kapacity, R_1 je svodový odpor. V anodovém obvodu je zapojen výstupní transformátor T, který přizpůsobuje zátěž

optimálnímu pracovnímu odporu elektronky. Stínící mřížka se napájí s anodou ze společného zdroje U_b .

Při napájecím napětí $U_b = 250$ V a katodovém odporu $R_k = 135 \Omega$ lze dosáhnout s tímto zapojením při vybuzení do nasazení mřížkového proudu výstupního výkonu až 6 W při zkreslení $d_{tot} = 11 \%$. Potřebné efektivní budící napětí je 4,7 V a přivádí se na vstupní svorky na obr. 85. Nejvhodnější pracovní odpor v anodovém obvodu je $R_a = 5,2$ k Ω . Celkový proud odebíraný ze zdroje U_b je pro střední elektronku 54 mA v klidu a pro plné vybuzení 61 mA. Výstupního výkonu 50 mW se dosahuje již se vstupním efektivním napětím 300 mV.



Obr. 85. Koncový zesilovač třídy A osazený pentodou EL84



Obr. 86. Dvojčinný zesilovač třídy AB se dvěma pentodami EL84

Elektronka může také pracovat s nižším napětím na stínící mřížce. To se může vyskytnout např. v malých rozhlasových přijímačích, kde se z hospodárných důvodů vynechává filtrační tlumivka v napájecím zdroji. Pak se obvykle nahradí odporem a anoda koncové elektronky je zapojena na první vyhlazovací kondensátor, stínící mřížka s ostatními elektronkami přijímače pak na druhý kondensátor. Napětí na anodě elektronky EL84 je potom např. 250 V a na stínící mřížce 210 V. V takovém případě se volí katodový odpor $R_k = 160 \Omega$ a optimální pracovní odpor $R_a = 7$ k Ω . Anodový proud je 36 mA a proud stínící mřížky 3,9 mA. Při plném vybuzení se zvětší proud stínící mřížky asi na 8 mA. Pro výstupní výkon 50 mW je nutné vstupní napětí 300 mV, pro vybuzení až do počátku mřížkového proudu napětí 3,8 V. Při tom se dosáhne výstupního výkonu 4,7 W při celkovém zkreslení 12 %. Uvedené výstupní výkony jsou laboratorně naměřeny. Hodnoty prakticky dosažitelné značně závisí na jakosti výstupního transformátoru. To platí i pro další příklady použití elektronky EL84.

d) Dvojčinný zesilovač třídy AB

Na obr. 86 je zapojení dvojčinného zesilovače se dvěma elektronkami EL84 (E_1 a E_2). Na řídicí mřížky obou elektronek se přivádí souměrné vstupní napětí přes vazební kondensátory C_1 a C_2 . Odporů R_3 a R_4 omezují vznik nežádoucích

kmitů a zapojují se těsně u vývodů na objímce elektronky. Mřížkové předpětí se získává na katodových odporech, které jsou samostatné pro obě elektronky. Tvoří je potenciometr R_5 , jímž se nastaví stejný katodový proud obou elektronek. Stínící mřížky a anody obou pentod se napájejí ze společného zdroje U_b . V anodovém obvodu je zapojen výstupní transformátor T. V jeho sekundárním vinutí se z odbočky *a* zavádí záporná zpětná vazba. Odpory zapojené v přívodech ke stínícím mřížkám (R_6, R_7) mají stejnou funkci jako odpory R_3 a R_4 zapojené do řídicích mřížek.

Takto zapojený koncový stupeň může dosáhnout při napájecím napětí $U_b = 250$ V výstupního výkonu 11 W a při $U_b = 300$ V výkonu 17 W. Ostatní hodnoty jsou uvedeny na str. 149. Odpor potenciometru R_5 je $2R_k$.

Spojí-li se katody přímo se záporným pólem zdroje (s kostrou přístroje) a přivede-li se přes svodové odpory R_1 a R_2 záporné předpětí — $U_g = 11,6$ V (pro $U_b = 250$ V, popř. 14,7 V pro $U_b = 300$ V), pracují elektronky jako zesilovač třídy B. Výkon dosažený za těchto podmínek je stejný jako výkon ve třídě AB, provoz však může být v některých případech výhodnější pro malý klidový anodový proud. I pro toto nastavení jsou podrobné údaje na str. 149.

Další výhodné zapojení dvojčinného koncového zesilovače je tzv. zapojení ultralinear, popsané již v knize Čs. miniaturní elektronky, díl I. na str. 216. Při $U_b = 250$ V, $R_k = 130 \Omega$ a anodovém zatěžovacím odporu $R_{an} = 8$ k Ω se dosáhne vstupním efektivním napětím 8 V výstupního výkonu asi 10 W při celkovém zkreslení d_{tot} asi 1,5 %.

9.9.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Žhavicí napětí	U_f	6,3	V
Žhavicí proud	I_f	0,76	A

b) Kapacity

Vstupní kapacita	C_g	11	pF
Výstupní kapacita	C_b	6,0	pF
Průchozí kapacita	$C_{g/a}$	0,5	pF
Kapacita mezi řídicí mřížkou a žhavicím vláknem	$C_{g/t}$	0,25	pF

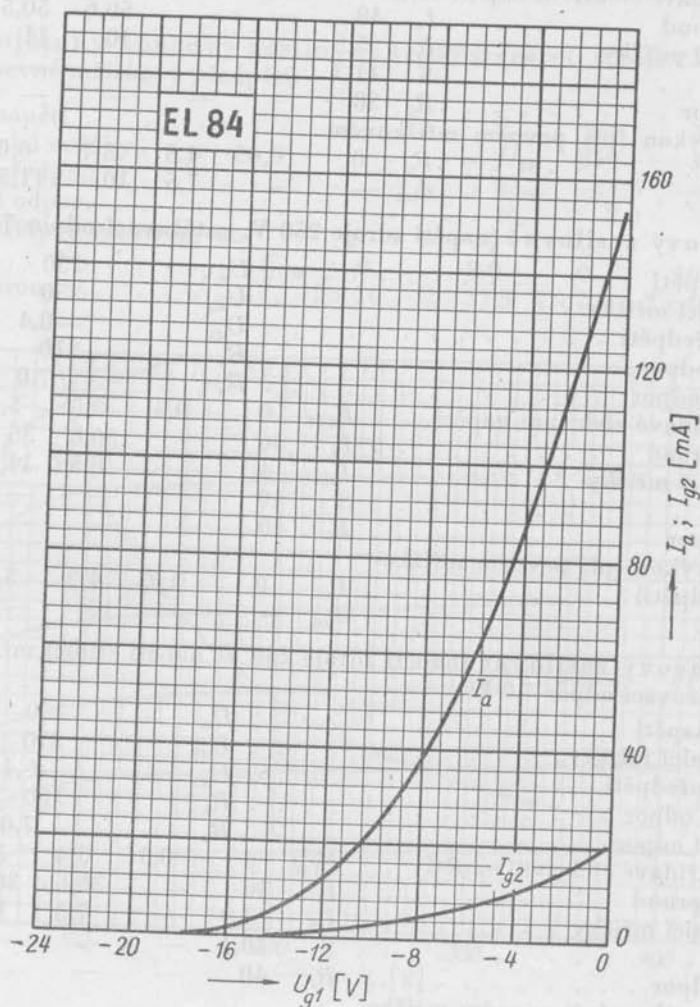
c) Charakteristické údaje

Anodové napětí	U_a	250	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	250	V
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-7,5	V
Anodový proud	I_a	48	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	5,35	mA
Strmost	S	11	mA/V
Katodový odpor	R_k	140	Ω
Vnitřní odpor	R_i	50	k Ω

d) Provozní údaje

da) Koncový zesilovač (napětí zdroje 250 V, zatěžovací odpor 5,2 kΩ)

Anodové napětí	U_a	250	V				
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	250	V				
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-7,3	V				
Katodový odpor	R_k	135	Ω				
Zatěžovací odpor	R_a	5,2	kΩ				
Vstupní střídavé efektivní napětí E_{1ef}	0	0,3	3,4	4,3	4,7	V	
Anodový proud	I_a	48	—	—	49,5	49,2	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	5,5	—	—	10,8	11,6	mA



Dg. 55. Anodový proud I_a v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} při anodovém napětí a napětí na stínící mřížce $U_a = U_{g2} = 250$ V.

Strmost.	S	11,3	—	—	—	—	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	38	—	—	—	—	k Ω
Výstupní výkon (při pevném mřížkovém předpětí)	P_o	0	0,05	4,5	5,7	6,0	W
Zkreslení	d_{tot}	—	—	6,8	10	11	%

db) Koncový zesilovač (napětí zdroje 250 V, zatěžovací odpor 4,5 k Ω)

Anodové napětí	U_a			250			V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}			250			V
Mřížkové předpětí	U_{g1}			—7,3			V
Katodový odpor	R_k			135			Ω
Zatěžovací odpor.	R_a			4,5			k Ω
Vstupní střídavé efektivní napětí	$E_{i\text{ef}}$	0	0,3	3,5	4,4	4,8	V
Anodový proud	I_a	48	—	—	50,6	50,5	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	5,5	—	—	10	11	mA
Strmost.	S	11,3	—	—	—	—	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	38	—	—	—	—	k Ω
Výstupní výkon (při pevném mřížkovém předpětí)	P_o	0	0,05	4,5	5,7	6,0	W
Zkreslení	d_{tot}	—	—	7,5	10	11,5	%

dc) Koncový zesilovač (napětí zdroje 250 V, zatěžovací odpor 7 k Ω)

Anodové napětí	U_a			250			V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}			250			V
Mřížkové předpětí	U_{g1}			—8,4			V
Katodový odpor	R_k			210			Ω
Zatěžovací odpor.	R_a			7,0			k Ω
Vstupní střídavé efektivní napětí. . .	$E_{i\text{ef}}$	0	0,3	3,5	5,5		V
Anodový proud	I_a	36	—	36,8	36		mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	4,1	—	8,5	14,6		mA
Strmost.	S	10	—	—	—		mA/V
Vnitřní odpor	R_i	40	—	—	—		k Ω
Výstupní výkon (při pevném mřížkovém předpětí)	P_o	0	0,05	4,2	5,6		W
Zkreslení	d_{tot}	—	—	10	—		%

dd) Koncový zesilovač (napětí zdroje 250 V, napětí stínící mřížky 210 V, zatěžovací odpor 7,0 k Ω)

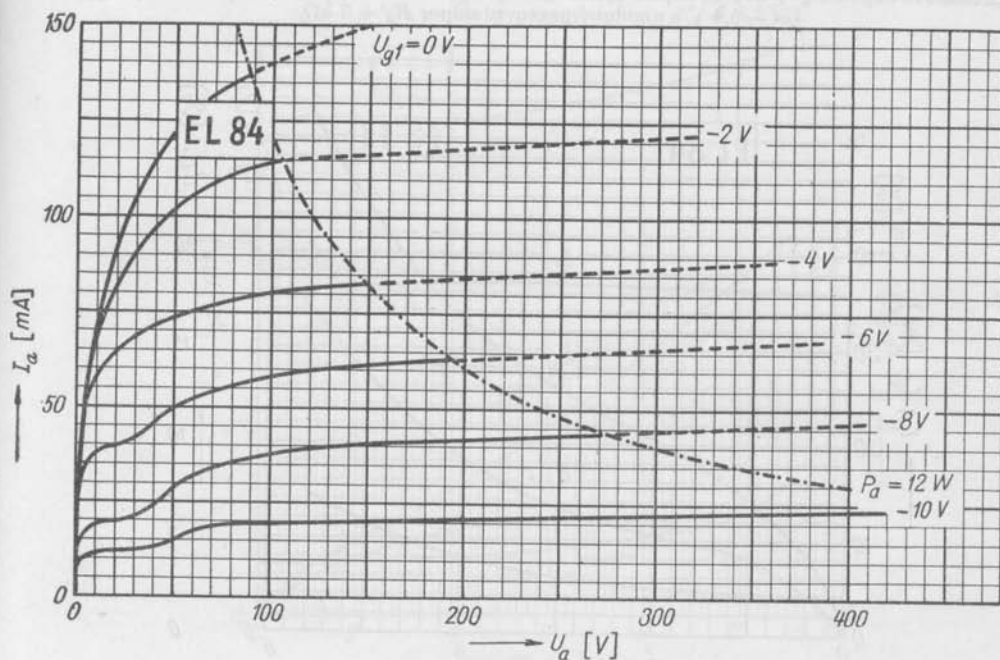
Anodové napětí	U_a			250			V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}			210			V
Mřížkové předpětí	U_{g1}			—6,4			V
Katodový odpor	R_k			160			Ω
Zatěžovací odpor.	R_a			7,0			k Ω
Vstupní střídavé efektivní napětí. . .	$E_{i\text{ef}}$	0	0,3	3,4	3,8		V
Anodový proud	I_a	36	—	36,6	36,5		mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	3,9	—	7,3	8,0		mA
Strmost.	S	10,4	—	—	—		mA/V
Vnitřní odpor	R_i	40	—	—	—		k Ω
Výstupní výkon (při pevném mřížkovém předpětí)	P_o	0	0,05	4,3	4,7		W
Zkreslení	d_{tot}	—	—	10	—		%

de) Dvojitý koncový zesilovač třídy AB (napětí zdroje 250 V a 300 V — automatické mřížkové předpětí)

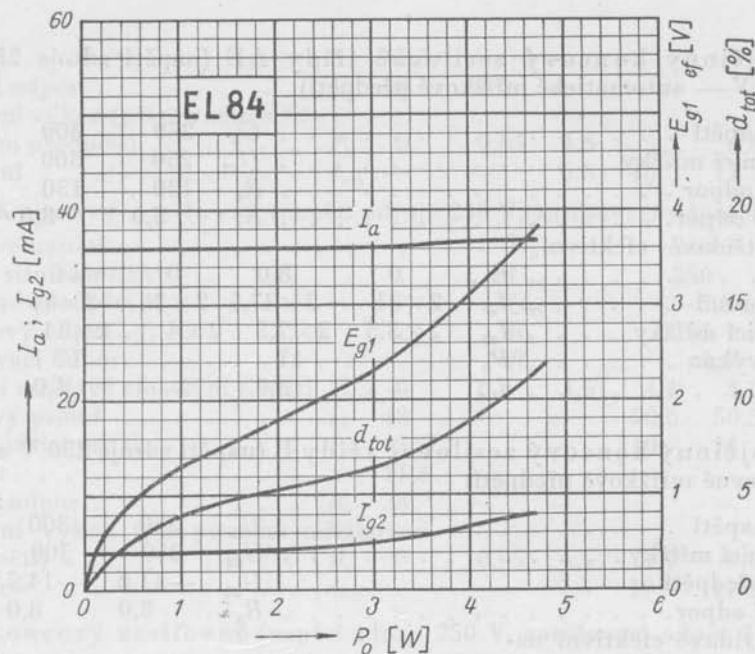
Anodové napětí	U_a	250	300	V		
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	250	300	V		
Katodový odpor	R_k	130	130	Ω		
Zatěžovací odpor	R_a	8,0	8,0	k Ω		
Vstupní střídavé efektivní						
napětí	$E_{i\text{ ef}}$	0	8,0	0	10	V
Anodový proud	I_a	2×31	$2 \times 37,5$	2×36	2×46	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	$2 \times 3,5$	$2 \times 7,5$	2×4	2×11	mA
Výstupní výkon	P_o	—	11	—	17	W
Zkreslení	d_{tot}	—	3,0	—	4,0	%

df) Dvojitý koncový zesilovač třídy B (napětí zdroje 250 V a 300 V — pevné mřížkové předpětí)

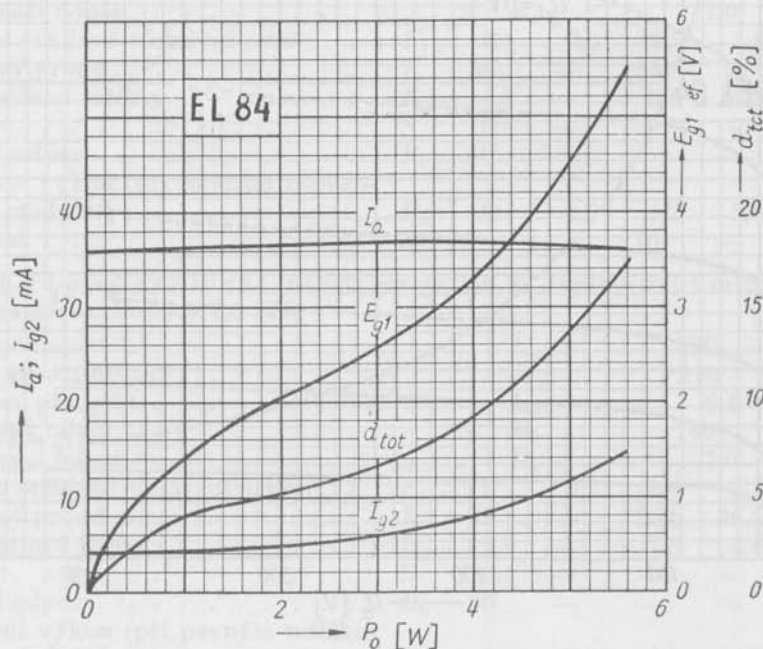
Anodové napětí	U_a	250	300	V		
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	250	300	V		
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-11,6	-14,7	V		
Zatěžovací odpor	R_a	8,0	8,0	k Ω		
Vstupní střídavé efektivní na-						
pětí	$E_{i\text{ ef}}$	0	8,0	0	10	V
Anodový proud	I_a	2×10	$2 \times 37,5$	$2 \times 7,5$	2×46	mA



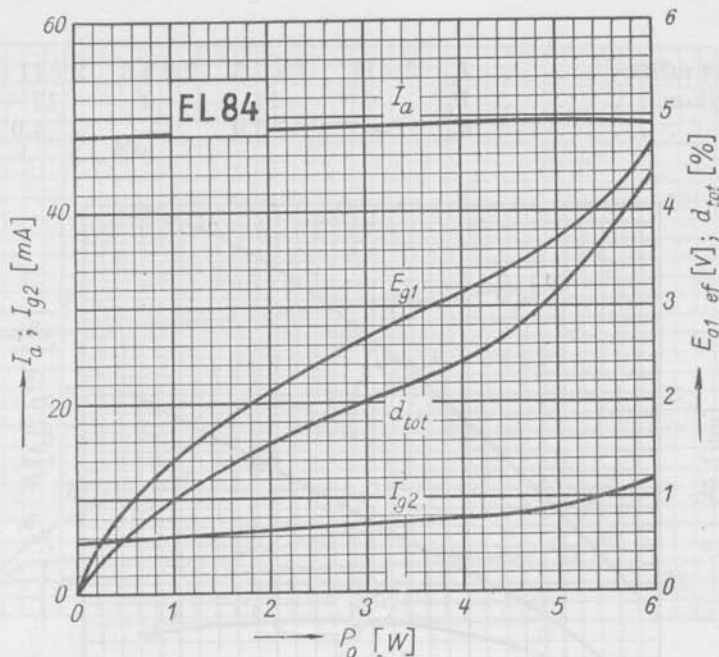
Dg. 56. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí na stínící mřížce $U_{g2} = 250$ V.



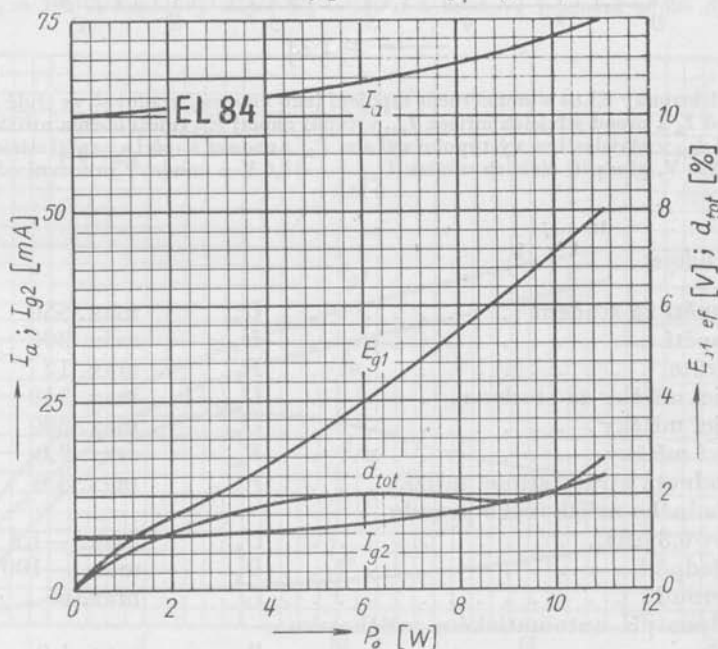
Dg. 57. Elektronka EL84 zapojená jako koncový zesilovač třídy A. Anodový proud I_a , proud stínící mřížky I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí $U_a = 250$ V, napětí stínící mřížky $U_{g2} = 210$ V, předpětí řídicí mřížky $U_{g1} = -6,4$ V a anodový pracovní odpor $R_a = 7$ k Ω .



Dg. 58. Elektronka EL84 zapojená jako koncový zesilovač třídy A. Anodový proud I_a , proud stínící mřížky I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí a napětí stínící mřížky $U_a = U_{g2} = 250$ V, mřížkové předpětí $U_{g1} = -8,4$ V a anodový pracovní odpor $R_a = 7$ k Ω .

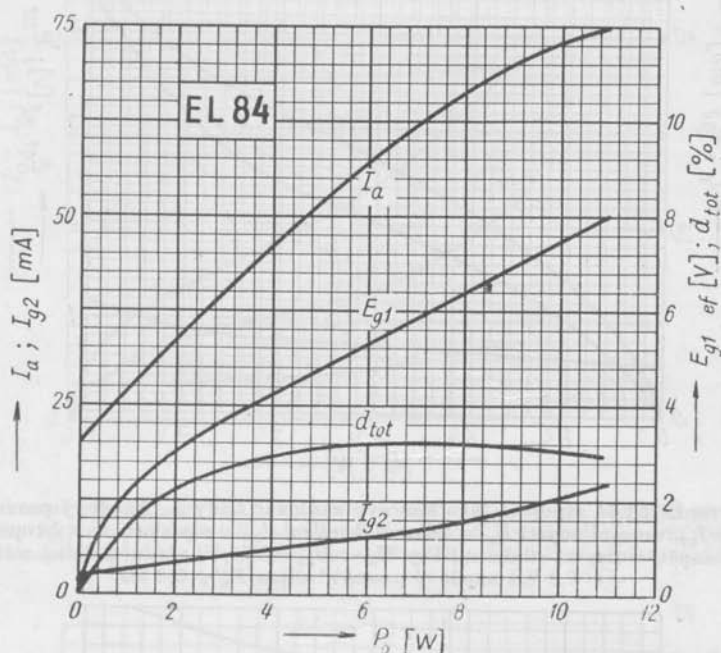


Dg. 59. Elektronka EL84 zapojená jako koncový zesilovač třídy A. Anodový proud I_a , proud stínící mřížky I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí a napětí stínící mřížky $U_a = U_{g2} = 250$ V, předpětí řídicí mřížky $U_{g1} = -7,3$ V a anodový pracovní odpor $R_a = 5,2$ k Ω .



Dg. 60. Dvě elektronky EL84 v souměrném zapojení jako dvojitý koncový zesilovač ve třídě AB. Celkový anodový proud I_a a proud stínících mřížek I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} (mezi oběma mřížkami) a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí a napětí stínících mřížek $U_a = U_{g2} = 250$ V, katodový odpor $R_k = 130$ Ω a anodový pracovní odpor $R_{aa} = 8$ k Ω .

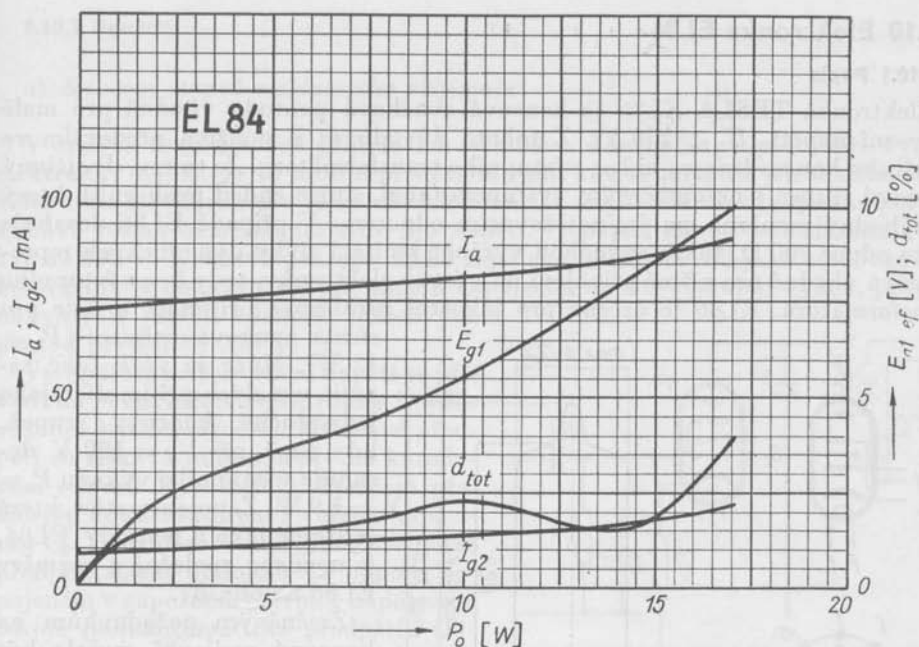
Proud stínící mřížky	I_{g2}	2×11	$2 \times 7,5$	$2 \times 0,8$	2×11	mA
Výstupní výkon	P_o	0	11	0	17	W
Zkreslení	d_{tot}	—	3,0	—	4,0	%



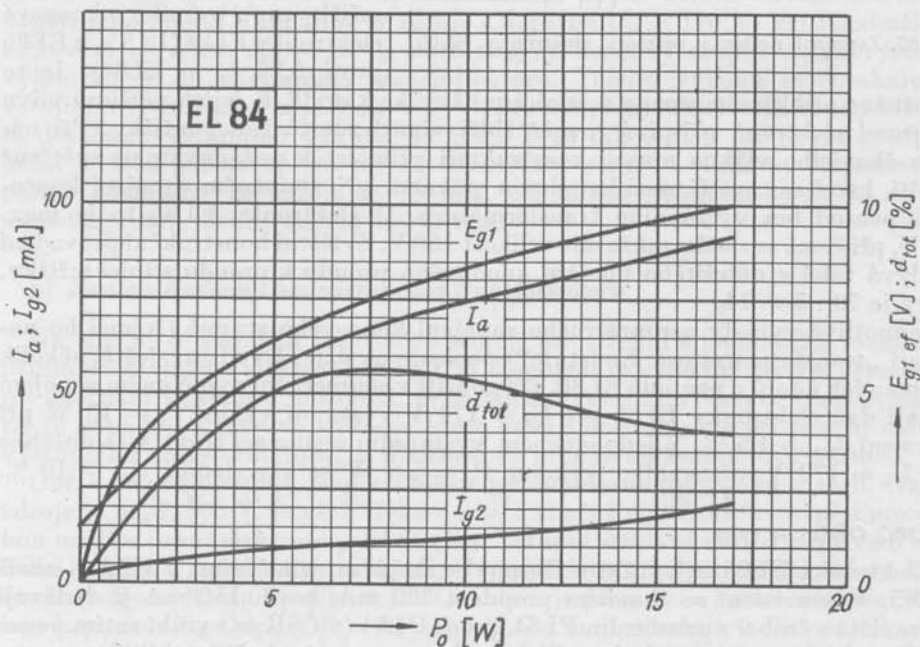
Dg. 61. Dvě elektronky EL84 v souměrném zapojení jako koncový zesilovač ve třídě B. Celkový anodový proud I_a a proud stínících mřížek I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} (mezi oběma mřížkami) a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí a napětí stínících mřížek $U_a = U_{g2} = 250$ V, předpětí řídicích mřížek $U_{g1} = -11,6$ V a anodový pracovní odpor $R_{aa} = 8$ k Ω .

e) Mezní údaje

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 550	V
Anodové napětí	U_a	max. 300	V
Anodová ztráta	P_a	max. 12	W
Napětí stínící mřížky za studena	U_{g20}	max. 550	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	max. 300	V
Ztráta stínící mřížky	P_{g2}	max. 2,0	W
Špičková hodnota ztráty stínící mřížky	$P_{g2 \text{ šp}}$	max. 4,0	W
Nasazení kladného mřížkového proudu ($+I_{g1} = +0,3$ μ A)	U_{g1i}	max. -1,3	V
Mřížkové předpětí	U_g	max. -100	V
Katodový proud	I_k	max. 65	mA
Svodový odpor při automatickém mřížkovém předpětí	R_g	max. 1,0	M Ω
Svodový odpor při pevném mřížkovém předpětí	R_g	max. 0,3	M Ω
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 100	V



Dg. 62. Dvě elektronky EL84 v souměrném zapojení jako koncový zesilovač ve třídě AB. Celkový anodový proud I_a a proud stínících mřížek I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} (mezi oběma mřížkami) a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí a napětí stínících mřížek $U_a = U_{g2} = 300$ V, katodový odpor $R_k = 130 \Omega$ a anodový pracovní odpor $R_{aa} = 8 k\Omega$.

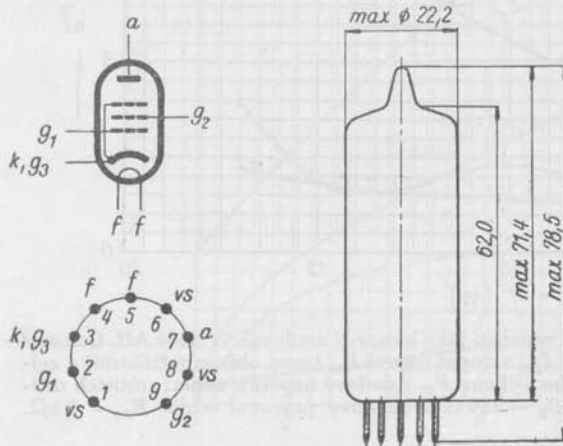


Dg. 63. Dvě elektronky EL84 v souměrném zapojení jako koncový zesilovač ve třídě B. Celkový anodový proud I_a a proud stínících mřížek I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} (mezi oběma mřížkami) a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí a napětí druhých mřížek $U_a = U_{g2} = 300$ V, mřížkové předpětí $U_{g1} = -14,7$ V a anodový pracovní odpor $R_{aa} = 8 k\Omega$.

9.10 Elektronka EL86

9.10.1 Popis

Elektronka TESLA EL86 je koncová svazková pentoda vhodná pro malé provozní napětí ($U_b < 250$ V). Z tohoto důvodu se jí používá především ve zvláštním koncovém stupni bez výstupního transformátoru. Je to tzv. dvojitý koncový stupeň s nesouměrným výstupem (angl. single ended push-pull), který je výhodný poměrně malým zatěžovacím odporem. V případě EL86 dosahuje tento odpor 800Ω , takže se mohou vyrábět kmitací cívky dynamických reproduktorů vhodné pro přímé připojení na výstup elektronky, tedy bez výstupního transformátoru. EL86 je určena pro jakostní rozhlasové přijímače a dále pro



Obr. 87. Zapojení patice a rozměry elektronky EL86

umožněno přiblížením anody a stínící mřížky ke katodě. K jejich většímu vlivu na proud elektronů přispívá rovněž řídicí vinutí závitů řídicí mřížky. Při návrhu žhavicího vlákna museli konstruktéři přihlížet k požadavku na zvětšené napětí, které se naměří mezi katodou a vláknem při zmíněném zapojení koncových pentod bez výstupního transformátoru. U elektronky EL86 to je max. 300 V, při čemž ss složka může mít velikost 150 V. Zvláštní konstrukční provedení vyplývá také z důležitého poměru anodového proudu k proudu stínící mřížky, který je $70 : 5 = 14$.

Jednotlivé výhody nesouměrného zapojení koncového stupně (Němci ho nazývají „transformatorlose Endstufe“) popisujeme dále. Uvedeme ještě několik zajímavých údajů o pentodě EL86. Při použití v souměrném dvojitěm zapojení dodají dvě elektronky EL86 při $U_a = 170$ V výstupní výkon $P_o = 13$ W při zkreslení $d_{tot} = 4,5$ %. V jednoduchém výstupním zesilovači třídy A se dosáhne při $U_a = 170$ V výstupního výkonu $P_o = 5,6$ W se zkreslením $d_{tot} = 10$ %.

9.10.2 Obdobné typy

Elektronka EL86 se vyrábí v Evropě se stejným označením, v USA ji značí 6CW5. V provedení se žhavicím proudem 300 mA, popř. 150 mA ji dodávají zahraniční výrobci s označením PL84, popř. UL84 (v ČR se vyrábí zatím pouze PL84 — bude popsána v knize „Elektronky pro televizní přijímače“).

různá zvuková zařízení ($P_a = 12$ W). Může se však také zapojit v malých přijímačích jako jednoduchý koncový stupeň, kdy např. při $U_b = 100$ V dosahuje výstupního výkonu $P_o = 1,9$ W. Zapojení patice, které je stejné jako u pentody EL84, je uvedeno společně s rozměry EL86 na obr. 87.

Změněným požadavkům na koncový zesilovač musela být přizpůsobena konstrukce elektronky k tomu určené. Zmenšení anodového napětí si vyžádalo zvětšení průniku stínící mřížky proti průniku u koncové elektronky EL84 (12,5 % u EL86 proti 5,25 % u EL84). Je to

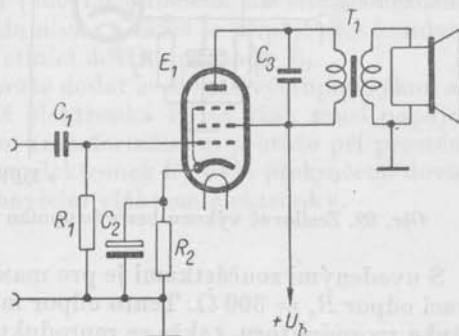
9.10.3 Použití

a) *Koncový stupeň rozhlasového přijímače*

V malých rozhlasových přijímačích se může v koncovém stupni dobře využít elektronky EL86. Je to možné především tam, kde se používá jen malého síťového transformátoru pro žhavení elektronek, a stejnosměrné napájecí napětí se získává přímo usměrněním síťového napětí. Napájecí napětí pak dosahuje asi 170 až 200 V. Koncová pentoda EL86 zapojená podle obr. 88 jako zesilovač výkonu třídy A dodává i při tak malém napájecím napětí výstupní výkon, jaký je obvyklý u jiných běžných koncových pentod při napětí 250 V.

Vstupní nízkofrekvenční napětí se přivádí na první mřížku elektronky E_1 přes vazební kondensátor C_1 . Mřížkové předpětí se získává automaticky na katodovém odporu $R_2 = 160 \Omega$, který je přemostěn kondensátorem s velkou kapacitou C_2 . V rozhlasovém přijímači se může předpětí získat obdobně na odporu zapojeném v záporném přívodu napájecího zdroje (poloautomatické předpětí). Odpozem protéká součet katodových proudů všech elektronek přijímače.

V anodovém obvodu je zapojen výstupní transformátor T_1 , který přizpůsobuje optimální anodový pracovní odpor $2,4 \text{ k}\Omega$ na zátěž. Stínicí mřížka má stejné napětí jako anoda a napájí se ze zdroje s napětím $U_b = 170 \text{ V}$. Při maximálním celkovém zkreslení $d_{\text{tot}} = 10 \%$ může takový koncový stupeň dodat výstupní výkon $5,6 \text{ W}$ do výstupního transformátoru. Tohoto výkonu se dosahuje při vstupním efektivním napětí $E_1 = 7 \text{ V}$. Při vstupním efektivním napětí 500 mV se dosáhne výstupního výkonu 50 mW . Tyto údaje platí pro pevné předpětí, neliší se však podstatně ani při automatickém předpětí. Celkový stejnosměrný proud odebíraný ze zdroje je 75 mA , při plném vybuzení se zvětší vlivem vzrůstu proudu druhé mřížky na 92 mA .



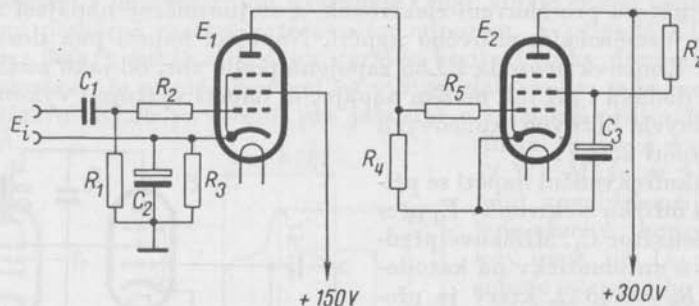
Obr. 88. Koncový stupeň rozhlasového přijímače s EL86

b) *Zesilovač výkonu bez výstupního transformátoru*

Na obr. 89 je zapojení koncového stupně pro střední a standardní rozhlasové přijímače se dvěma elektronkami EL86. Zapojení je výhodné malým zkreslením při značném výkonu a možností, že se může vynechat výstupní transformátor, takže odpadají ztráty na výkonu, které bývají dosti značné při použití malého výstupního transformátoru, a rozšiřuje se přenášené kmitočtové pásmo.

Obě koncové pentody jsou zapojeny pro stejnosměrný proud v sérii. Napětí zdroje je např. 300 V , je však třeba dalšího, značně nekolísavého napětí pro druhou mřížku první elektronky EL86 (E_1). Vstupní střídavé napětí se přivádí mezi řídicí mřížku a katodu elektronky E_1 . Její mřížkové předpětí se získává na katodovém odporu R_3 a má velikost 120Ω . Odpor je přemostěn kondensátorem s velkou kapacitou C_2 . Odporů R_2 a R_5 jsou 640Ω a mají zabránit vzniku nežádoucího parazitního kmitání. Anoda pentody E_1 je spojena katodovým odporem druhé

pentody R_4 (rovněž 120Ω) s katodou elektronky E_2 . Řídící mřížka elektronky E_2 je připojena přes odpor R_5 mezi katodový odpor R_4 a anodu E_1 , takže v tomto bodě se přivádí budící napětí. Stínící mřížka elektronky E_2 se napájí společně s anodou z napájecího zdroje o napětí 300 V . Zatěžovací odpor R_z je zapojen v přívodu stínící mřížky E_2 .



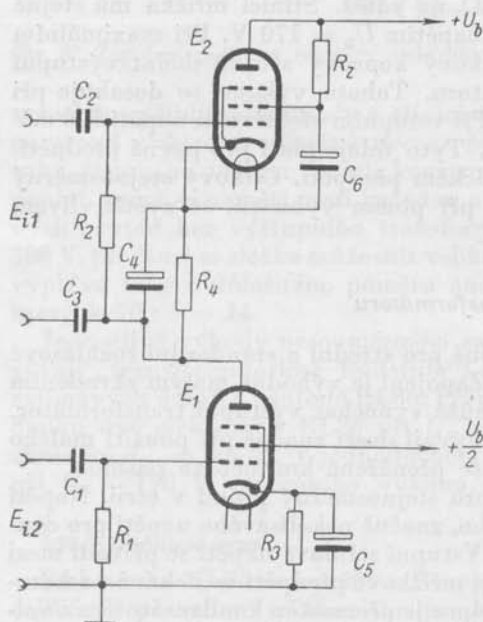
Obr. 89. Zesilovač výkonu bez výstupního transformátoru, osazený elektronkami EL86

S uvedenými součástkami je pro maximální výstupní výkon optimální zatěžovací odpor $R_z = 800 \Omega$. Tento odpor může vytvořit vhodně uspořádaná kmitací cívka reproduktoru, takže se reproduktor zapojí bez výstupního transformátoru v místě R_z . Při použití běžného reproduktoru s odporem kmitací cívky asi 5Ω se musí zapojit pro přizpůsobení výstupní transformátor, takže se ztrácí výhoda dobré účinnosti. Výstupní výkon při vstupním efektivním napětí $E_{1\text{ef}} = 5,7 \text{ V}$

je $4,8 \text{ W}$ při celkovém zkreslení d_{tot} asi 4% . Výstupního výkonu 50 mW se dosáhne s efektivním vstupním napětím 550 mV . Celkový katodový proud je asi 56 mA při průměrných elektronkách, a při plném vybuzení vzroste asi na 62 mA . Druhá mřížka E_1 se může napájet také přes sériový odpor $5,6 \text{ k}\Omega$ z katody elektronky E_2 . Pak se zapojí mezi druhou mřížku E_1 a zem kondensátor s kapacitou nejméně $8 \mu\text{F}$.

Výhodnější zapojení koncového zesilovače se dvěma elektronkami EL86 je na obr. 90 při použití fázového invertoru.

V takovém zapojení jsou obě pentody EL86 buzeny zvláštními vstupními napětími E_{i1} a E_{i2} , která se přivádějí ze vstupního transformátoru nebo fázového invertoru tvořeného např. jednou triodou elektronky ECC83. Napětí z katodového pracovního odporu fázového invertoru E_{i2} se přivádí na první mřížku elektronky



Obr. 90. Koncový zesilovač bez výstupního transformátoru s fázovým invertorem

E_1 , napětí z anodového pracovního odporu invertoru se přivádí na elektronku E_2 (E_{11}).

Kondensátor C_3 (asi 4 μF) je spojen se studeným koncem pracovního odporu v anodě fázového invertoru. Katodové odpory R_3 a R_4 pro získání mřížkového předpětí jsou 250 Ω . Optimální anodový pracovní odpor R_z je opět 800 Ω .

Při napětí zdroje $U_b = 300$ V dosáhne zesilovač v tomto zapojení výstupního výkonu 7,5 W při vstupním efektivním napětí $E_{i1} = E_{i2} = 9,9$ V. Zkreslení je velmi malé, asi 2,9 %. Výkonu 50 mW se dosahuje při vstupním efektivním napětí 530 mV. Celkový stejnosměrný proud odebíraný ze zdroje je v klidu asi 56 mA a při plném vybuzení asi 62 mA.

Má-li být kmitací cívka reproduktoru (800 Ω) oddělena od stejnosměrného napětí zdroje, zařadí se místo odporu R_z tlumivka a zátěž se připojí přes kondensátor s velkou kapacitou (asi 100 μF) na stínící mřížku pentody E_2 .

Zvýší-li se napětí zdroje U_b na 370 V, může dodat zesilovač výstupní výkon až 13 W při stejně malém zkreslení. Druhá elektronka E_2 se však musí napájet ze zvláštního žhavicího vinutí na síťovém transformátoru, protože při prostém paralelním napájení žhavicích vláken obou elektronek by bylo překročeno dovolené maximální napětí mezi katodou a žhavicím vláknem elektronky.

9.10.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Žhavicí napětí	U_f	6,3	V
Žhavicí proud	I_f	0,76	A

b) Kapacity

Vstupní kapacita	C_{g1}	13	pF
Výstupní kapacita	C_a	7,0	pF
Průchozí kapacita	$C_{g1/a}$	max. 1,0	pF
Kapacita mezi žhavicím vláknem a řídicí mřížkou	$C_{g1/t}$	max. 0,25	pF

c) Charakteristické údaje

Anodové napětí	U_a	100	170	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	100	170	V
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-6,7	-12,5	V
Anodový proud	I_a	43	70	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	3,0	5,0	mA
Strmost	S	9,0	10	mA/V
Vnitřní odpor	R_1	8,0	8,0	k Ω

d) Provozní údaje

da) Hodnoty pro dvojčinný koncový stupeň bez výstupního transformátoru

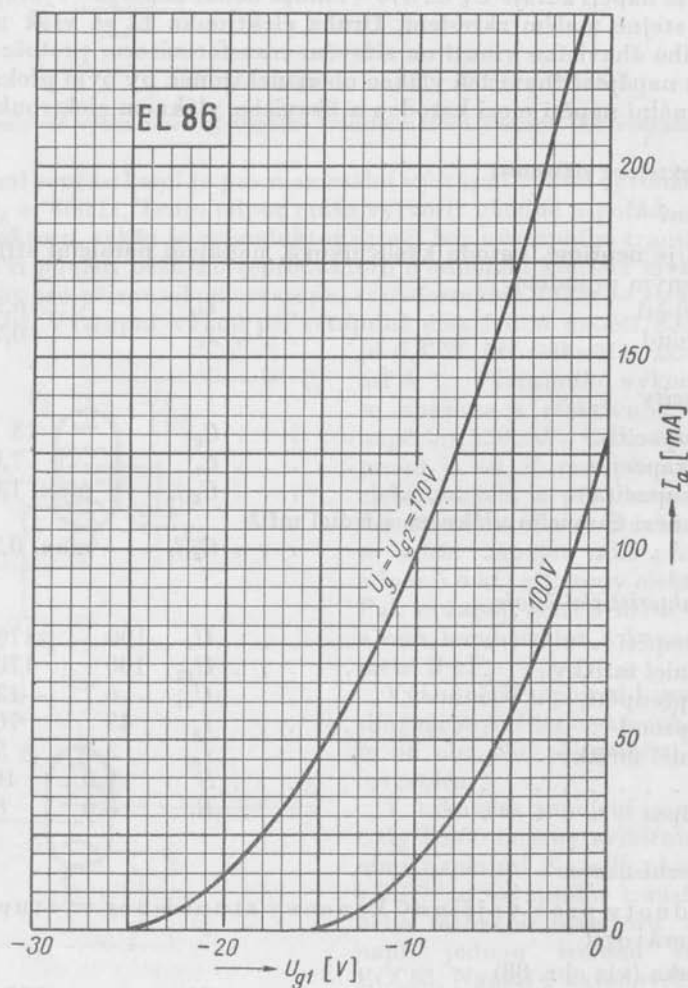
I. elektronka (viz obr. 88)

Napětí zdroje	U_b	300	V
Proud zdroje před zahájením provozu	I_{b0}	69	mA

Proud zdroje při provozu	I_b	67	mA
Zatěžovací odpor	R_a	1,0	k Ω
Střídavé efektivní napětí řídicí mřížky	$E_{1\text{ef}}$	5,7	V
Střídavé efektivní napětí řídicí mřížky pro vý- stupní výkon 50 mW	$E_{1\text{ef}}$	0,55	V
Výstupní výkon ($d_{\text{tot}} = 9,3 \%$)	P_o	4,8	W

II. elektronka

Napětí zdroje	U_b	300	V
Anodový proud bez střídavého budicího napětí	I_{a0}	52	mA
Anodový proud při provozu	I_a	51,5	mA

Dg. 64. Anodový proud I_a v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} .

Proud stínící mřížky bez střídavého budicího napětí	I_{g20}	3,9	mA
Proud stínící mřížky při provozu	I_{g2}	10,1	mA
Zatěžovací odpor	R_a	800	Ω
Střídavé efektivní napětí řídicí mřížky	$E_{1\text{ef}}$	9,9	V
Střídavé efektivní napětí řídicí mřížky pro výstupní výkon 50 mW	$E_{1\text{ef}}$	0,53	V
Výstupní výkon ($d_{\text{tot}} = 2,9\%$)	P_o	7,5	W

db) Hodnoty pro jednoduchý zesilovač třídy A

Anodové napětí	U_a	200	174	170	100	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	200	174	170	100	V
Katodový proud	R_k	285	300	170	150	Ω
Mřížkové předpětí (vzniklé na R_k)	U_{g1}	-18,2	-16	-12,5	-6,7	V
Zatěžovací odpor	R_a	2,4	2,4	2,4	2,4	k Ω
Střídavé napětí řídicí mřížky	$E_{1\text{ef}}$	0 7,8	0 6,2	0 7,0	0 4,3	V
Anodový proud	I_a	60 62,5	50 50	70 70	43 43	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	4,0 12,5	3,0 21	5,0 22	3,1 11	mA
Výstupní výkon	P_o	0 5,2	0 4,0	0 5,6	0 1,9	W
Zkreslení	d_{tot}	0 10	0 10	0 10	0 10	%

dc) Hodnoty pro dvojčinný zesilovač

1. třída AB

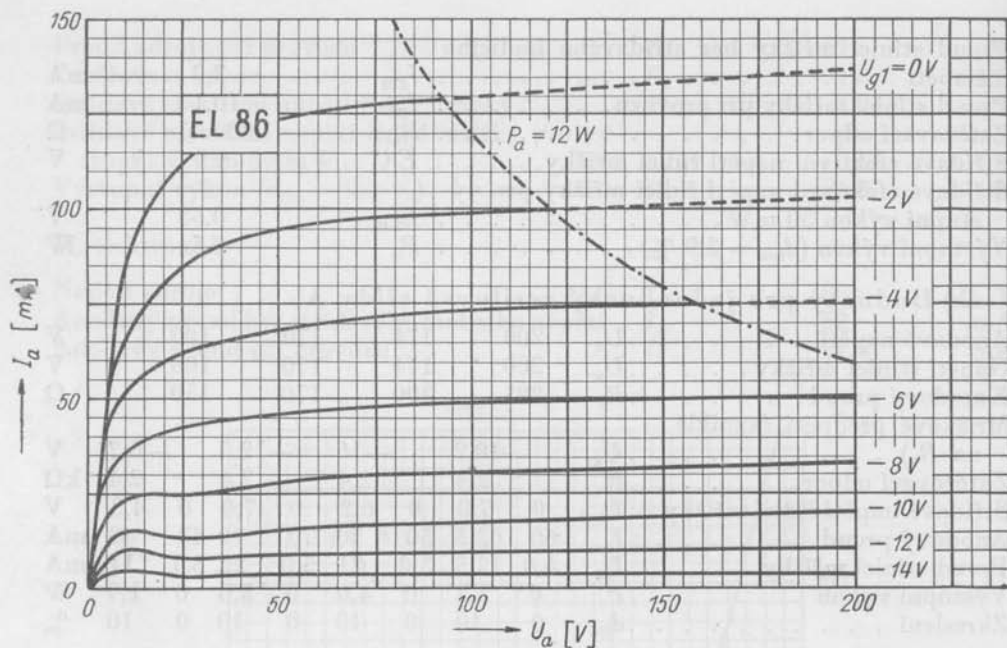
Anodové napětí	U_a	170	100	V		
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	170	100	V		
Katodový odpor	$R_k^{1)}$	120	135	Ω		
Zatěžovací odpor	R_{aa}	3,5	3,5	k Ω		
Střídavé napětí řídicí mřížky	$E_{1\text{ef}}$	0	26,2	0	14	V
Anodový proud	I_a	$2 \times 56,5$	$2 \times 57,5$	2×29	2×31	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	$2 \times 3,0$	$2 \times 20,5$	$2 \times 1,6$	$2 \times 7,0$	mA
Výstupní výkon	P_o	0	13,0	0	3,6	W
Zkreslení	d_{tot}	0	3,5	0	3,0	%

2. třída B

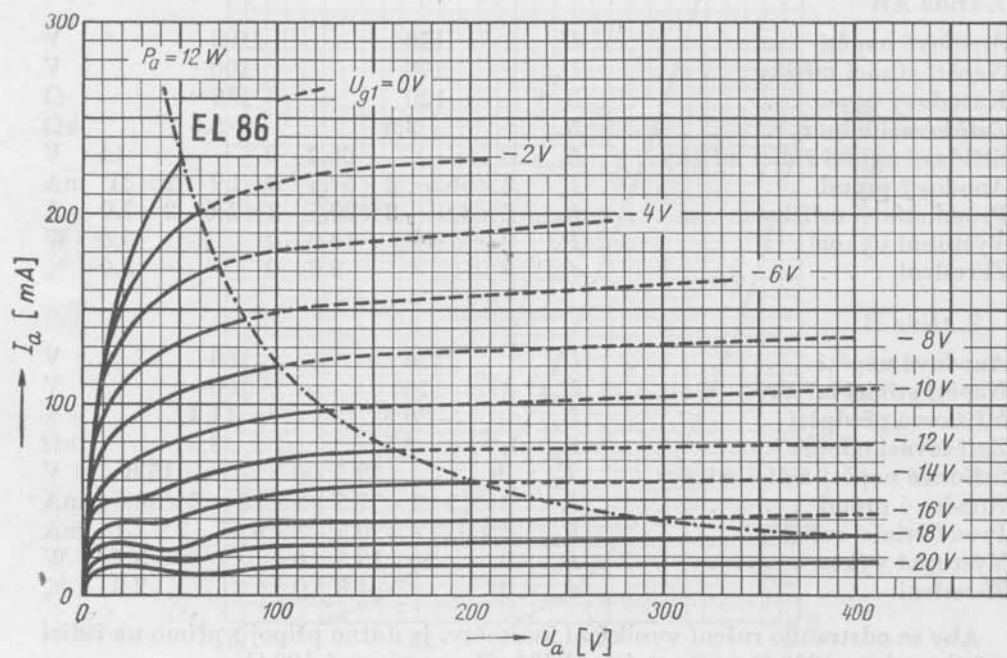
Anodové napětí	U_a	170	100	V		
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	170	100	V		
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-20,5	-11,4	V		
Zatěžovací odpor	R_{aa}	3,5	3,5	k Ω		
Střídavé napětí řídicí mřížky	$E_{1\text{ef}}$	0	29,5	0	15,8	V
Anodový proud	I_a	2×15	$2 \times 57,5$	2×10	$2 \times 30,5$	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	$2 \times 0,7$	$2 \times 20,5$	$2 \times 0,55$	$2 \times 7,1$	mA
Výstupní výkon	P_o	0	13,5	0	3,7	W
Zkreslení	d_{tot}	0	4,8	0	2,8	%

Aby se odstranilo rušení vysokými kmitočty, je nutno připojit přímo na řídicí mřížku odpor 1000 Ω a na stínící mřížku odpor nejméně 100 Ω .

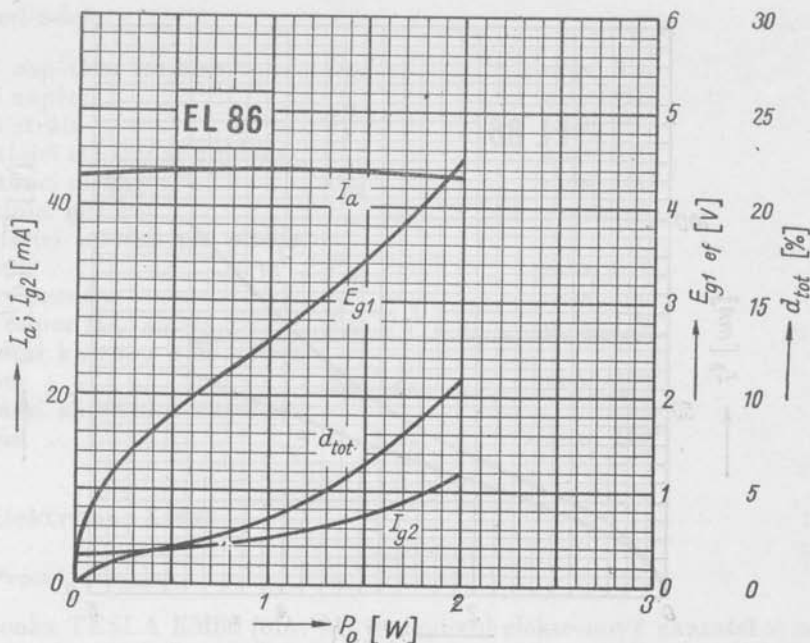
¹⁾ R_k je společný pro obě elektronky



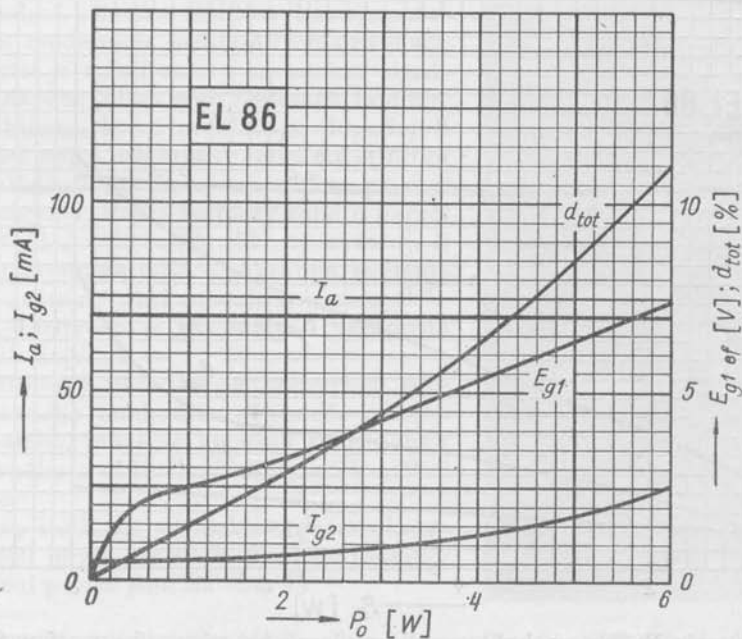
Dg. 65. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí stínící mřížky $U_{g2} = 100$ V.



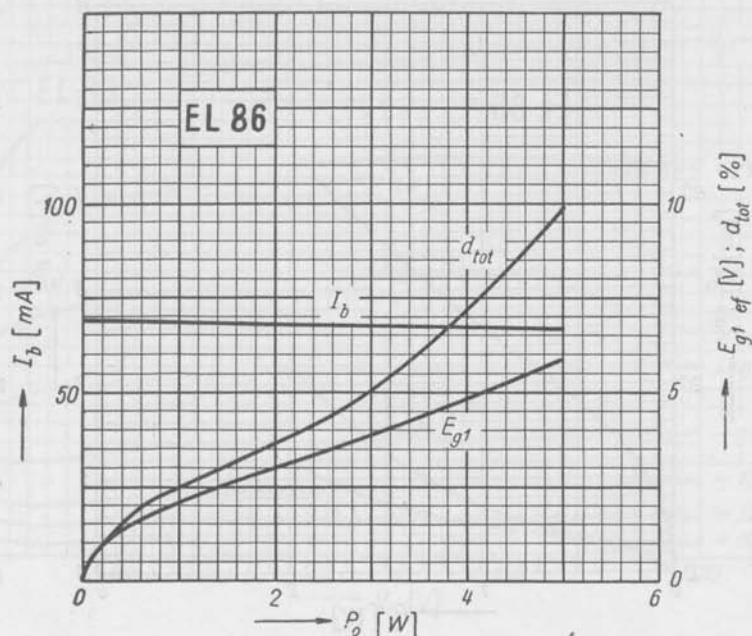
Dg. 66. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí stínící mřížky $U_{g2} = 170$ V.



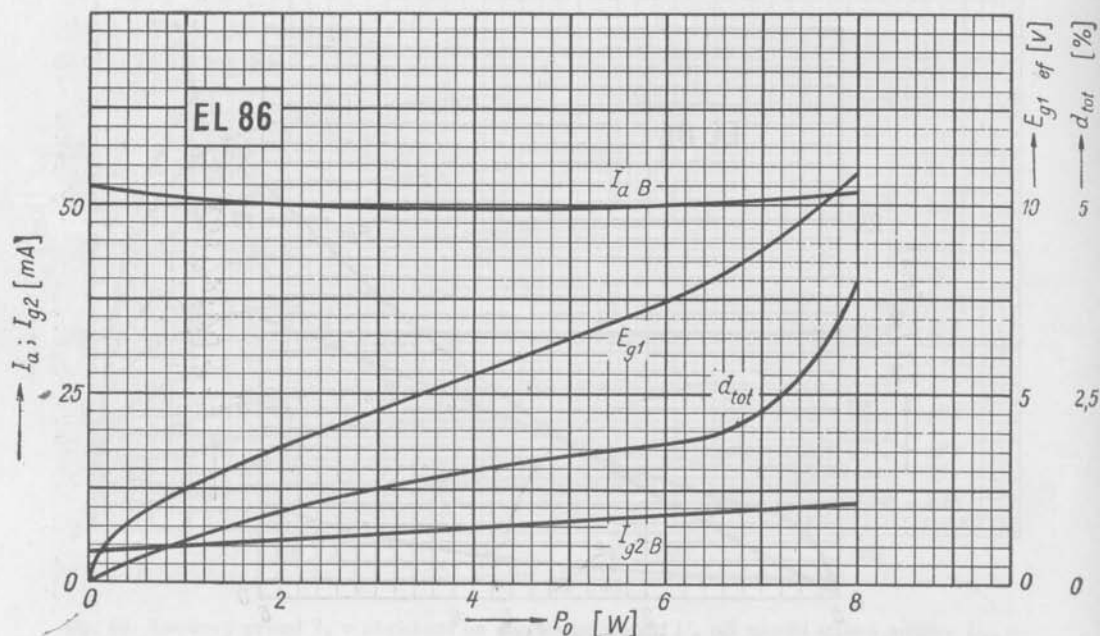
Dg. 67. Elektronka EL86 v zapojení jako zesilovač třídy A. Anodový proud I_a , proud stínící mřížky I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o při anodovém napětí a napětí na stínící mřížce $U_a = U_{g2} = 100$ V, napětí řídicí mřížky $U_{g1} = -6.7$ V a anodovém pracovním odporu $R_a = 2.4$ k Ω .



Dg. 68. Elektronka EL86 v zapojení jako zesilovač třídy A. Anodový proud I_a , proud stínící mřížky I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o při anodovém napětí a napětí na stínící mřížce $U_a = U_{g2} = 170$ V, napětí řídicí mřížky $U_{g1} = -12.5$ V a anodovém pracovním odporu $R_a = 2.4$ k Ω .



Dg. 69. Elektronka EL86 v zapojení koncového zesilovače bez výstupního transformátoru podle obr. 89. Proud z napájecího zdroje I_b , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Ostatní hodnoty jsou na obr. 88 a příslušném popisu.



Dg. 70. Elektronka EL86 v zapojení koncového zesilovače bez výstupního transformátoru podle obr. 90. Proud z napájecího zdroje I_b , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Ostatní hodnoty jsou na obr. 89 a příslušném popisu.

e) Mezní údaje

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 550	V
Anodové napětí	U_a	max. 250	V
Anodová ztráta	P_a	max. 12	W
Napětí stínící mřížky za studena	U_{g20}	max. 550	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	max. 200	V
Ztráta stínící mřížky	P_{g2}	max. 1,75	W
Ztráta stínící mřížky při plném vybuzení	P_{g2}	max. 6,0	W
Katodový proud	I_k	max. 100	mA
Svodový odpor (U_{g1} automaticky)	R_{g1}	max. 1,0	MΩ
Napětí mezi katodou a žhavicím vlákem	$U_{+k/-f^2}$	max. 300	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vlákem	$U_{-k/+f^2}$	max. 100	V

9.11 Elektronka EM80

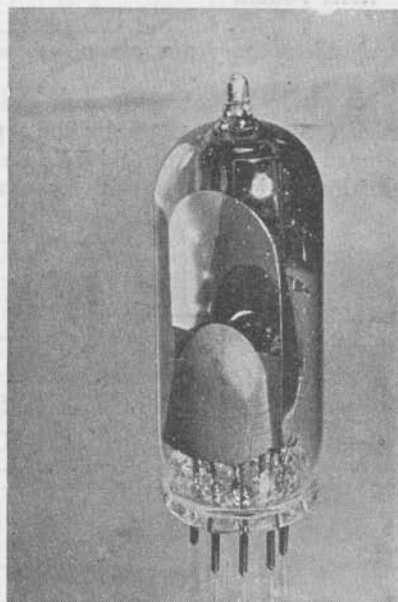
9.11.1 Popis

Elektronka TESLA EM80 (obr. 91) je moderní elektronový ukazatel v novolovém provedení, jehož stínítko mušlovitého tvaru je umístěno na boku elektronky. Toto uspořádání je výhodné proti dříve používaným elektronovým ukazatelům (např. EM11), neboť ukazatel může být nyní zabudován svisle za stupnicí přijímače. Objímku této elektronky lze připevnit i na kostru přijímače, takže není třeba konstruovat zvláštní držák.

Provedení stínítka EM80 vyhovuje požadavkům moderních rozhlasových přijímačů a ukazatel je velmi citlivý na změnu signálového napětí. Je na něm nanesena luminiscenční hmota, která světélkuje, dopadají-li na ni elektrony. Elektrony letící ke stínítku jsou ovládány mřížkou, na niž se přivádí napětí signálu. Podle hodnoty tohoto napětí se mění úhel výseče (dg. 71), tj. zvětšuje-li se řídicí napětí na mřížce ukazatele, zvětšuje se také světelný úhel souměrně s osou elektronky. Citlivost je při malých vstupních signálech největší.

Elektronový ukazatel je nezbytnou součástí každého moderního přijímače velkého nebo malého, může se ho však také použít jako levného a citlivého indikátoru v měřicí technice.

Princip indikace na elektronovém ukazateli EM80 je zřejmý z obr. 92, jeho rozměry a zapojení patice jsou na obr. 93.

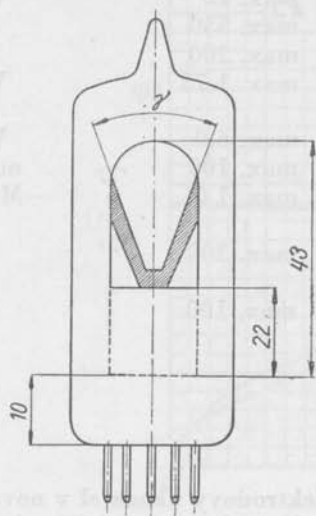


Obr. 91. Elektronový ukazatel EM80

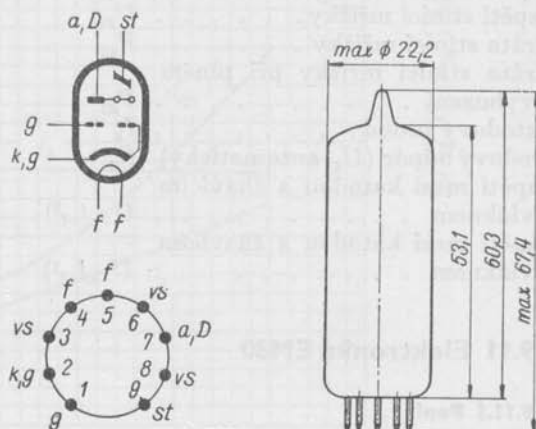
²⁾ Stejnoseměrná složka max. 150 V.

9.11.2 Obdobné typy

V Evropě se tento typ vyrábí se stejným označením, v USA ho označují 6BR5 a v SSSR 6E1II.



Obr. 92. Princip indikace přiváděného signálu na ukazateli EM80

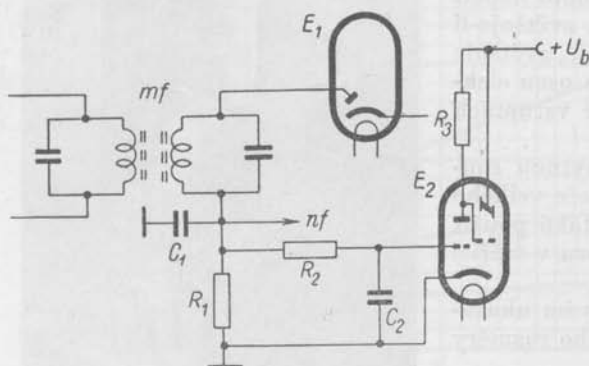


Obr. 93. Zapojení patice a rozměry elektronky EM80

9.11.3 Použití

a) Elektronový ukazatel v rozhlasovém přijímači

Na obr. 94 je obvyklé zapojení elektronového ukazatele v rozhlasovém přijímači (superhetu). Řídicí napětí pro ukazatel EM80 se získává na pracovním odporu demodulační diody R_1 . Toto napětí je úměrné úrovni napětí na druhém okruhu posledního mezifrekvenčního filtru. Má jednak stejnosměrnou složku,



Obr. 94. Zapojení elektronového ukazatele EM80 v rozhlasovém přijímači

jednak složku střídavou, odpovídající modulaci signálu. Po vyhlazení na odporu R_2 a kondensátoru C_2 se přivádí napětí na řídicí mřížku triodového systému elektronky EM80 (E_2). V závislosti na řídicím napětí se mění tmavá výseč na stínítku ukazatele. Se zvětšujícím se záporným řídicím napětím se zmenšují tmavé výseče na stínítku podle dg. 71. Z této charakteristiky je zřejmé, že strmost regulace je větší při menších signálech.

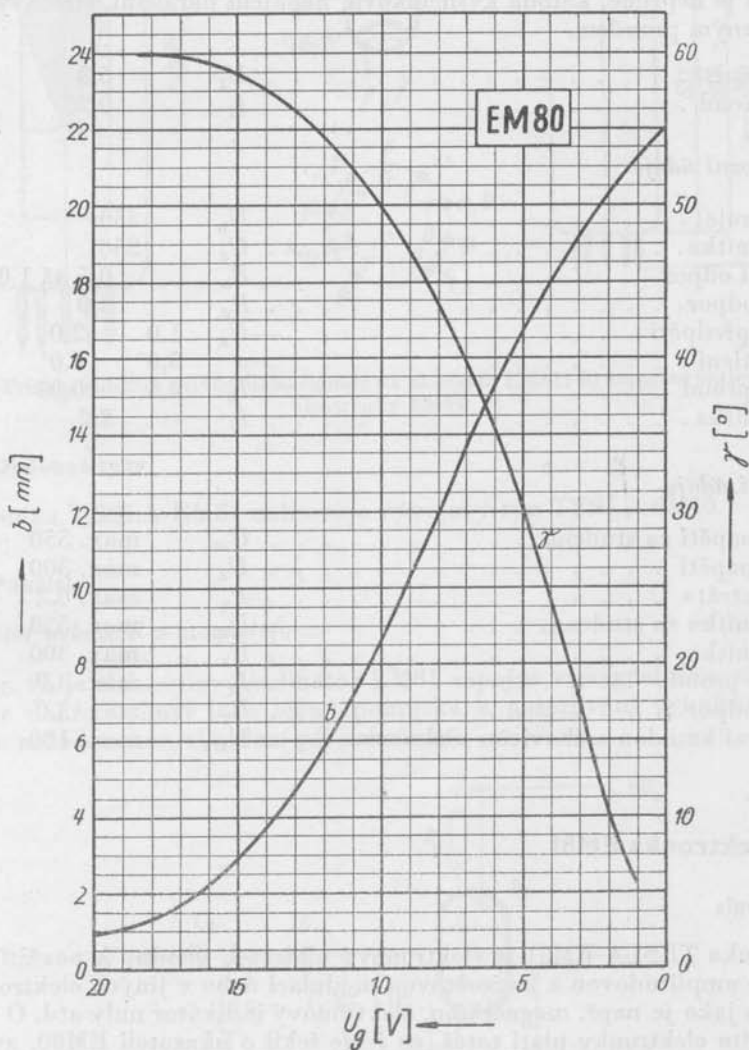
Při běžném napětí zdroje

$U_b = 250$ V je odpor R_3 asi 0,5 až 1 M Ω , vyhlazovací kondensátor C_2 může mít kapacitu např. 10 000 pF a odpor R_2 se volí také se zřetelem na největší přípustný svodový odpor elektronky EM80 ($R_{g1} = \text{max. } 3 \text{ M}\Omega$). Mezní velikost odporu R_2 pak bude

$$R_{2\text{max}} = 3 - R_1 \quad [\text{M}\Omega]$$

Nedoporučuje se používat menšího napětí zdroje U_b . Nejmenší přípustné napětí stínítka U_1 , a tedy na obr. 93 také napětí zdroje $U_b = 200$ V.

V rozhlasovém přijímači, který je upraven i pro příjem kmitočtově modulo-



Dg. 71. Závislost úhlu světelné výseče γ a šířky stínu b (měřené na okraji stínítka), na mřížkovém předpětí $-U_g$. Napětí zdroje a napětí stínítka $U_b = U_e = 250$ V a odpor v obvodu anody = = 500 k Ω .

vaných signálů, se spojí řídicí mřížka ukazatele EM80 přes velký odpor se záporným vývodem elektrolytického kondensátoru poměrového detektoru, nebo při použití jiného detektoru pro kmitočtovou modulaci na odpovídající bod, na němž je záporné napětí závislé na síle pole přijímaného signálu.

9.11.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní, střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Žhavicí napětí	U_t	6,3	V
Žhavicí proud	I_t	0,25	A

b) Provozní údaje

Napětí zdroje	U_b	250	V
Napětí stínítka	U_s	250	V
Zatěžovací odpor	R_a	0,5 až 1,0	MΩ
Svodový odpor	R_g	3,0	MΩ
Mřížkové předpětí	$-U_g$	1,0 2,0	V
Úhel osvětlení	γ	5,0° 6,0°	—
Anodový proud	I_a	0,5 0,05	mA
Proud stínítka	I_s	2,2	mA

c) Mezní údaje

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 550	V
Anodové napětí	U_a	max. 300	V
Anodová ztráta	P_a	max. 0,2	W
Napětí stínítka za studena	U_{s0}	max. 550	V
Napětí stínítka	U_s	max. 300	V
Katodový proud	I_k	max. 3,0	mA
Svodový odpor	R_g	max. 3,0	MΩ
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 100	V

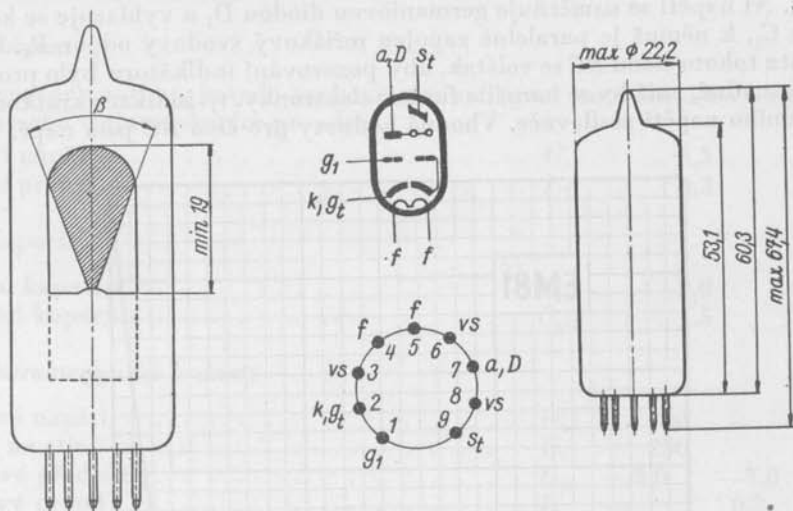
9.12 Elektronka EM81

9.12.1 Popis

Elektronka TESLA EM81 je elektronový ukazatel, vhodný k použití v přijímačích na amplitudovou a kmitočtovou modulaci nebo v jiných elektronických přístrojích jako je např. magnetofon, elektronový indikátor nuly atd. O vnějším vzhledu této elektronky platí totéž, co jsme řekli o ukazateli EM80, avšak při provozu je odlišný způsob indikace. Je to způsobeno poněkud jiným elektrodo-
vým uspořádáním. U elektronového ukazatele EM81 je totiž maximální stínová výšeč při malém mřížkovém předpětí a se zvětšujícím se předpětím směrem

k záporným hodnotám se stín zmenšuje (tak např. při mřížkovém předpětí -2 V je stínová výšeč 80° avšak při předpětí -8 V již jen pouhé 3°). Způsob indikace je zřejmý z obr. 95a.

Rozměry elektronky a zapojení patice jsou na obr. 95b.



Obr. 95. a) Princip indikace přiváděného signálu na ukazateli EM81; b) zapojení patice a rozměry elektronky EM81

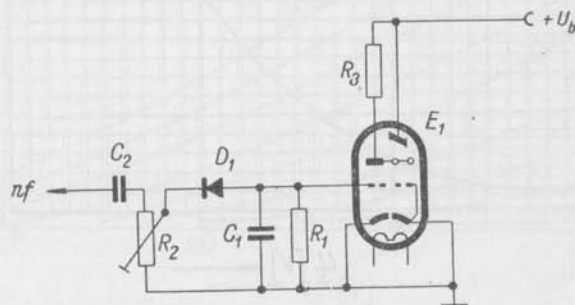
9.12.2 Obdobné typy

Elektronka TESLA EM81 nahrazuje vývojový typ TESLA 6M40.

9.12.3 Použití

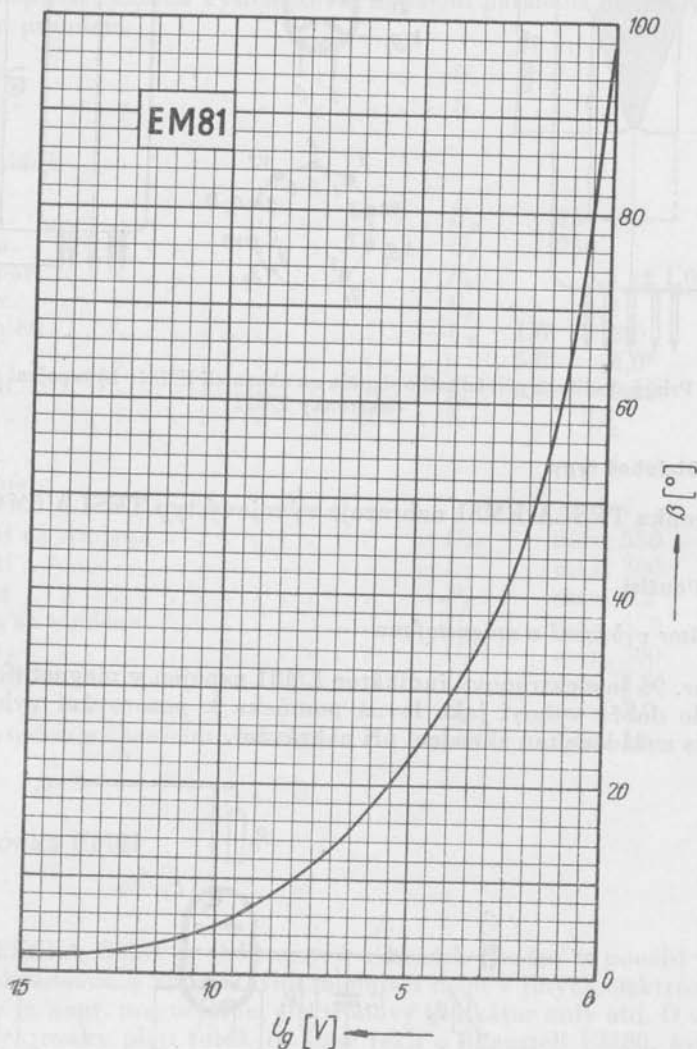
Indikátor vybuzení v magnetofonu

Na obr. 96 je elektronový indikátor EM81 zapojen v magnetofonovém zesilovači, kde dobře vyhoví jako levná pomůcka k pozorování vybuzení, aby se zabránilo nežádoucímu zkreslení při nahrávání.



Obr. 96. Indikátor vybuzení v magnetofonu s EM81

Indikátor je zapojen v podstatě jako elektronkový voltmetr pro měření střídavého nízkofrekvenčního napětí. Měřené střídavé napětí, obvykle odebrané z výstupu nahrávacího zesilovače, přivádí se přes kondensátor C_2 na potenciometr R_2 . Potenciometrem se nastavuje vhodná hodnota napětí tak, aby při maximálním přípustném vybuzení zesilovače byly světelné výseče indikátoru největší. Nf napětí se usměrňuje germaniovou diodou D_1 a vyhlazuje se kondensátorem C_1 , k němuž je paralelně zapojen mřížkový svodový odpor R_1 . Časová konstanta tohoto členu RC se volí tak, aby pozorování indikátoru bylo pro obsluhujícího snadné, aniž by se narušila funkce elektronky, tj. indikace krátkodobého maximálního napětí zesilovače. Vhodné hodnoty pro člen RC jsou např. $10 \text{ M}\Omega$



Dg. 72. Závislost úhlu stínové výseče β na mřížkovém předpětí $-U_g$. Napětí zdroje a napětí stíníka $U_b = U_o = 250 \text{ V}$ a odpor v obvodu anody = $470 \text{ k}\Omega$.

a 50 nF. Při napájecím napětí $U_b = 250$ V a hodnotě odporu $R_3 = 0,5$ M Ω se dosahuje největší světelné výše (asi 80°) při stejnosměrném napětí na řídicí mřížce EM81 — $U_{g1} = 2$ V.

9.12.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní nebo sériové střídavým nebo stejnosměrným proudem.

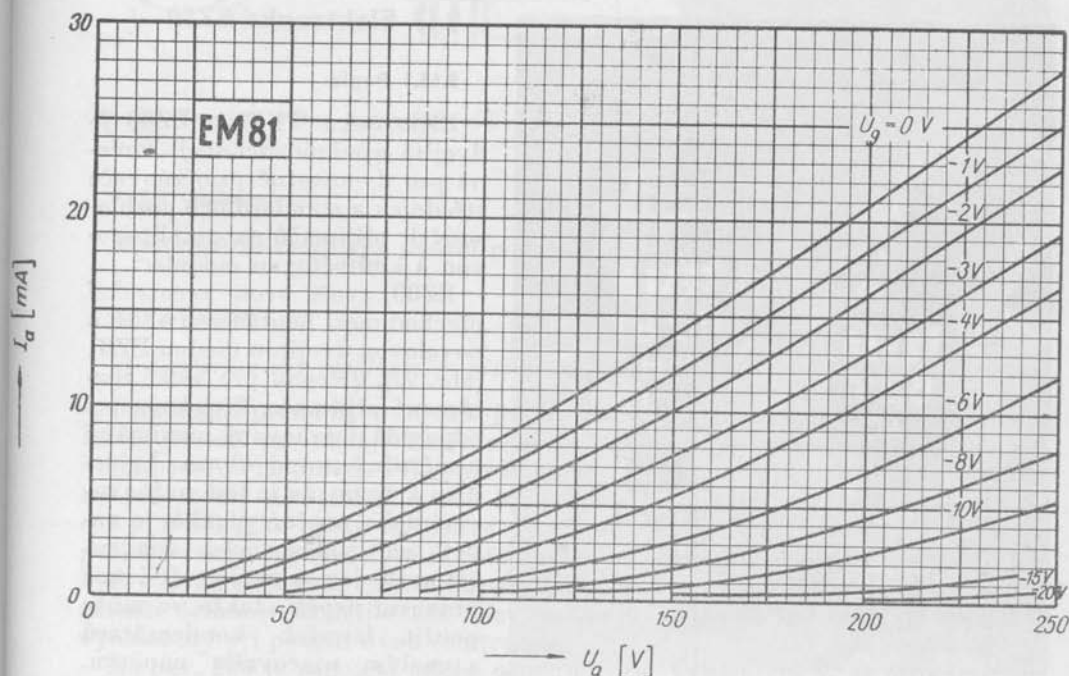
Žhavicí napětí	U_t	6,3	V
Žhavicí proud	I_t	0,3	A

b) Kapacity

Vstupní kapacita	C_{g1}	2,0	pF
Průchozí kapacita	$C_{g/a}$	1,5	pF

c) Charakteristické hodnoty

Anodové napětí	U_a	100	V	
Napětí na stínítku	U_s	250	V	
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-2,0	-7,0	V
Anodový proud	I_a	—	0,8	mA
Strmost	S	1,8	—	mA/V



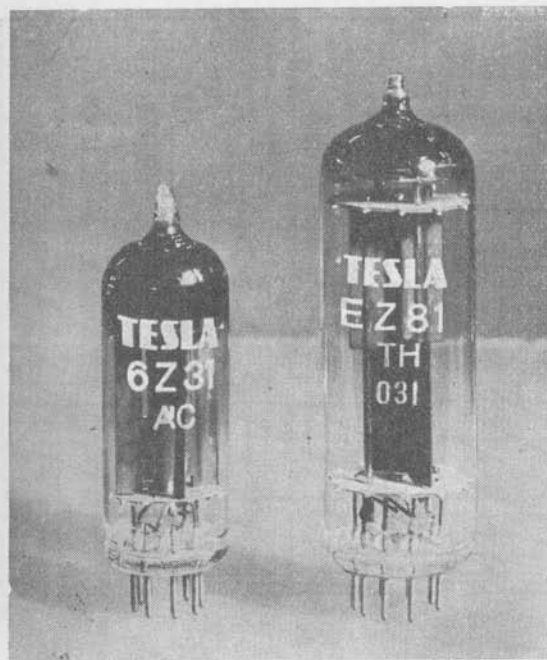
Dg. 73. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a . Napětí stínítka $U_e = 250$ V a mřížkové předpětí U_{g1} je parametrem.

d) Provozní hodnoty

Napětí zdroje	U_b	250	V
Napětí na stínítku	U_s	250	V
Anodový zatěžovací odpor	R_a	470	k Ω
Svodový odpor	R_{g1}	3,0	M Ω
Předpětí řídicí mřížky	U_{g1}	-2,0 -7,0 -8,0	V
Proud stínítka	I_s	2,1	mA
Úhel stínové výseče		80 30 3,0	°

e) Mezní hodnoty

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 500	V
Anodové napětí provozní	U_a	max. 300	V
Anodová ztráta	P_a	max. 0,8	W
Napětí na stínítku za studena	U_{s0}	max. 500	V
Napětí na stínítku	U_s	max. 300	V
Napětí na stínítku minimální	U_s	min. 200	V
Katodový proud	I_k	max. 10	mA
Svodový odpor	R_{g1}	max. 3,0	M Ω
Anodový zatěžovací odpor	R_a	min. 200	k Ω
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/f}$	max. 100	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem	$R_{k/f}$	max. 20	k Ω



Obr. 97. Rozměrové porovnání heptalové usměrňovací dvojitě diody 6Z31 a novalové usměrňovací diody EZ81

9.13 Elektronka EZ80

9.13.1 Popis

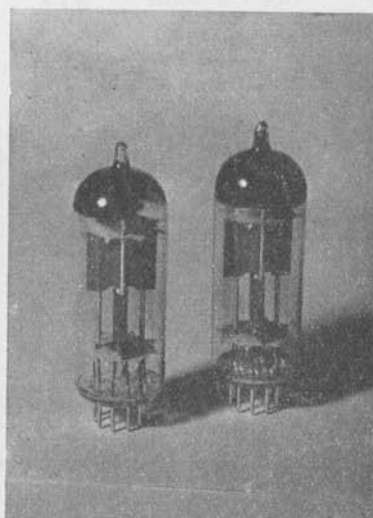
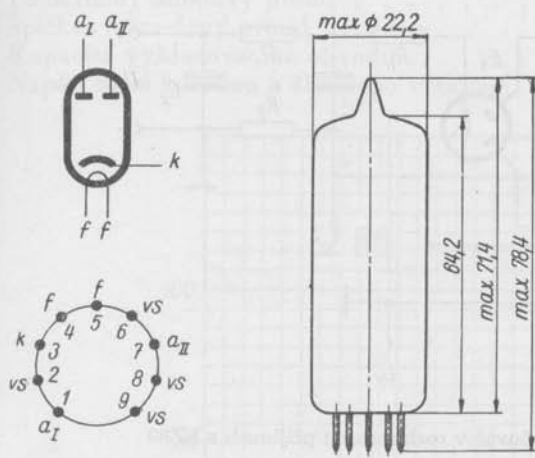
Elektronka TESLA EZ80 je dvojitá usměrňovací dioda, určená pro dvoucestné usměrňovače středních a standardních rozhlasových přijímačů na amplitudovou a kmitočtovou modulaci.

EZ80 tvoří svou konstrukcí přechod mezi heptalovou 6Z31 a novalovou dvojitou diodou EZ81 (obr. 97), určenou pro velké rozhlasové přijímače. Této koncepci odpovídá dosahovaný maximální usměrňovaný proud 90 mA. Vzhledem k tomu, že je její nažhvací doba značně dlouhá, je napětí na vyhlazovacích kondensátorech jen o málo větší než provozní napětí, takže se může použít levných kondensátorů s malým pracovním napětím. Diody EZ80 mají velký isolační odpor mezi katodou a vláknem,

takže se mohou žhavit ze společného zdroje ostatních elektronek. Předepsaný ochranný odpor proti proudovému nárazům se zapojí buď do každé anody, nebo do středního vývodu transformátoru.

V ČSR byla vyvinuta elektronka EZ80 později než typ EZ81, poněvadž se původně předpokládalo, že bude výhodnější elektronka EZ81 vzhledem k většímu usměrňovacímu proudu a tedy se širším použitím. Pro větší žhavicí příkon je však pro střední rozhlasové přijímače nevhodná.

Rozměry a zapojení jsou na obr. 98, na obr. 99 je snímek dvou elektronek EZ80.



Obr. 98. Zapojení patice a rozměry elektronky EZ80. Obr. 99. Dvojitě usměrňovací diody EZ80

9.13.2 Obdobné typy

V Evropě se tento typ vyrábí pod stejným označením, v USA se značí 6V4.

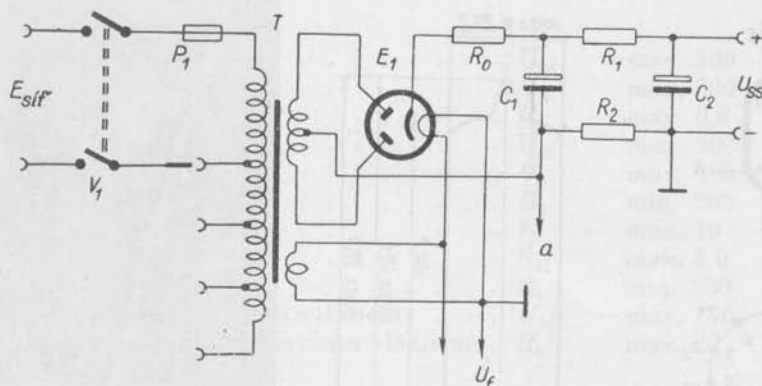
9.13.3 Použití

a) Usměrňovač v rozhlasovém přijímači

Usměrněný proud $I_{ss} = 90$ mA, jehož odběr umožňuje usměrňovací elektronka EZ80, postačí pro napájení středních rozhlasových přijímačů na amplitudovou i kmitočtovou modulaci. Při použití heptalových usměrňovacích elektronek 6Z31 by pro stejný usměrněný proud bylo třeba zapojit dvě elektronky paralelně, což je z několika příčin nevhodné. Např. ochranné odpory, omezující špičkový proud katody, by musely mít větší hodnotu, neboť jim připadne další úkol — vyrovnávat odchylné vnitřní odpory jednotlivých usměrňovacích diod; tím se zmenší účinnost usměrňovače. Nevýhodou je pochopitelně také větší náklad vynaložený při použití dvou elektronek.

Na obr. 100 je zapojení celého usměrňovače. Vypínačem V_1 se připojuje primární vinutí transformátoru T k síťovému napětí. Primární vinutí má odbočky, takže se může přístroj přizpůsobit různému napětí sítě. V primárním obvodu je

také pojistka P_1 . Na sekundární straně jsou dvě vinutí, z nichž jedno dodává proud žhavicím vláknům všech elektronek přístroje, včetně elektronky usměrňovací, pokud jsou jmenovitá napětí těchto elektronek shodná. Velké napětí, přípustné mezi katodou a žhavicím vláknem elektronky EZ80 $U_{t/k} = \max. 500 \text{ V}$, umožňuje uzemnit jeden konec vlákna (nebo také střední vývod žhavicího vinutí transformátoru) a tím jej připojit na záporný pól usměrňovače. Do obvodu elektronky je zařazen omezovací odpor R_0 , aby se zabránilo překročení maximálního přípustného špičkového proudu katody usměrňovací diody. Jeho velikost



Obr. 100. Dvoucestný usměrňovač v rozhlasovém přijímači s EZ80

lze určit z provozních údajů, kde je uvedeno v závislosti na napětí sekundárního vinutí transformátoru $E_{a\text{ ef}}$. Vstupní kondensátor vyhlazovacího filtru (C_1 na obr. 99) nesmí mít větší kapacitu než $50 \mu\text{F}$, což platí pro jmenovitou kapacitu elektrolytického kondensátoru, jestliže výrobní tolerance kapacity nepřesahuje $+50\%$. Je to hodnota postačující pro všechny běžné případy, takže místo filtrační tlumivky lze zapojit odpor R_1 (obr. 100). Na odporu R_2 se získává malé napětí (vývod a), záporné vzhledem k zápornému pólu napětí U_{ss} . Po vyhlazení může toto napětí sloužit jako záporné předpětí pro některé elektronky napájeného přístroje. Jeho velikost závisí na celkovém odebíraném stejnosměrném proudu přístroje (součet katodových proudů) a na velikosti odporu R_2 .

9.13.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní nebo sériové střídavým nebo stejnosměrným proudem.

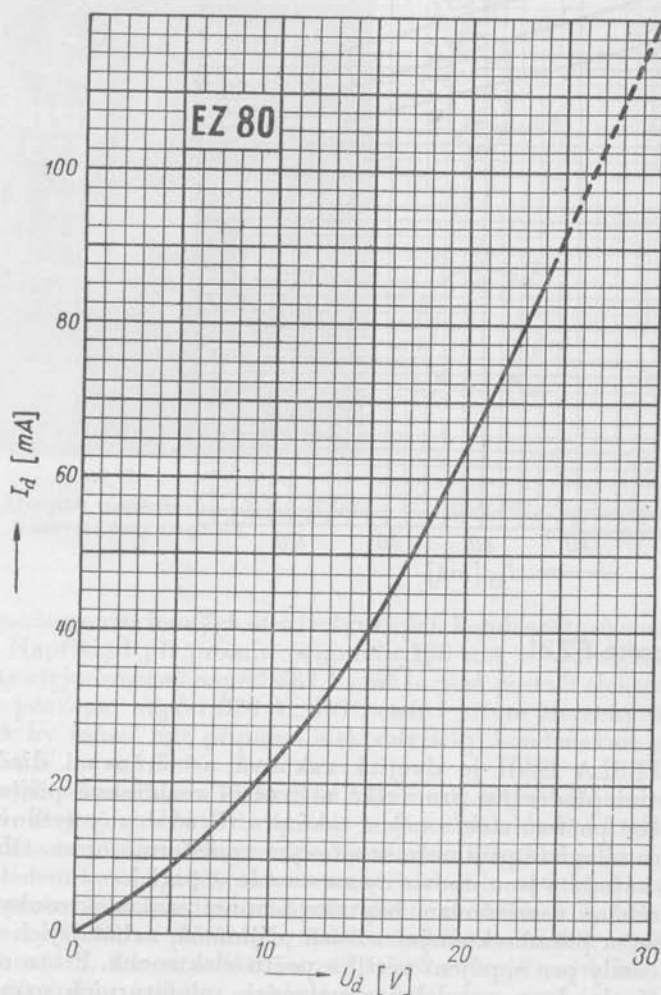
Žhavicí napětí	U_t	6,3	V
Žhavicí proud	I_t	0,6	A

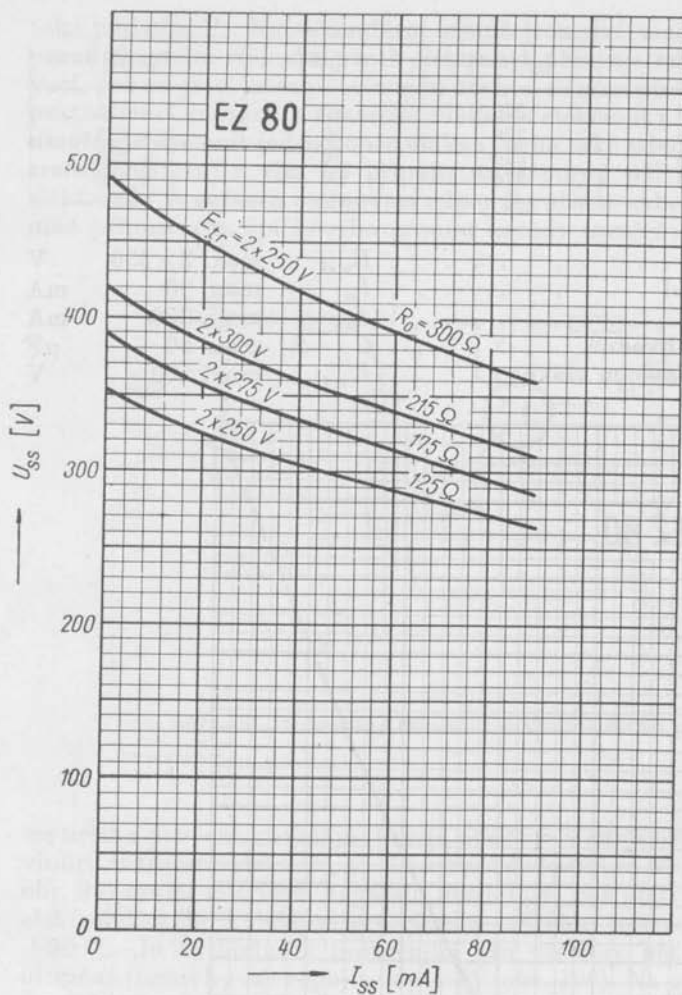
b) Provozní údaje

$E_{a\text{ ef}}$ [V]	I_{ss} [mA]	I_{sp} [mA]	C [μF]	R_o [Ω]
2×250	90	270	50	2×125
2×275	90	270	50	2×175
2×300	90	270	50	2×215
2×250	90	270	50	2×300

c) Mezní údaje

Vstupní střídavé napětí	$E_{a\text{ ef}}$	max. 2×350	V
Usměrněný anodový proud	I_{ss}	max. 90	mA
Špičkový anodový proud	I_{sp}	max. 270	mA
Kapacita vyhlazovacího obvodu	C	max. 50	μF
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 500	V

Dg. 74. Anodový proud jedné diody I_d v závislosti na napětí diody U_d .



Dg. 75. Hodnoty usměrněného napětí U_{ss} elektronky EZ80 v zapojení jako dvoucestný usměrňovač v závislosti na odebraném usměrněném proudu I_{ss} . U jednotlivých křivek je vyznačeno napětí sekundárního vinutí transformátoru E_{Tr} (efektivní hodnota) a hodnota ochranného odporu R_0 . Kapacita prvního kondensátoru vyhlazovacího filtru je $50 \mu\text{F}$.

9.14 Elektronka EZ81

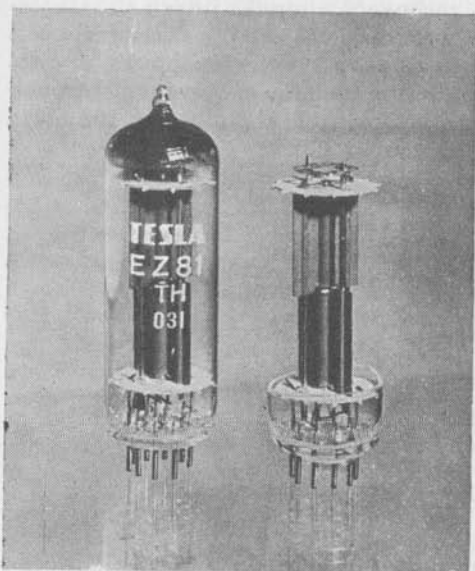
9.14.1 Popis

Elektronka TESLA EZ81 je dvojitá vakuová usměrňovací dioda, určená svými vlastnostmi především pro velké a luxusní rozhlasové přijímače, tedy přijímače s větším počtem elektronek a také pro různé druhy zesilovačů. Může se jí použít i pro televizní přijímače se síťovým transformátorem. Oba systémy mají společnou katodu a jsou upevněny na novalové patici.

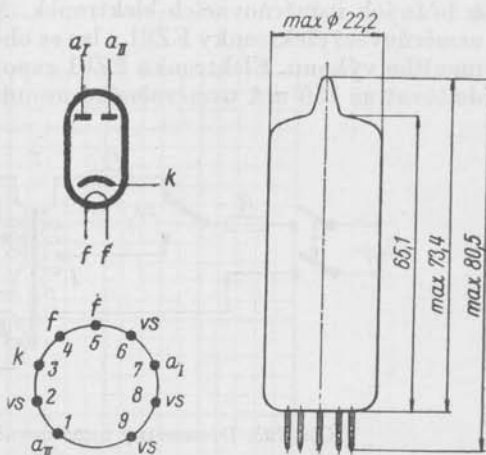
Původně vyráběné usměrňovací heptalové miniaturní elektronky 6Z31 nevyhovují náročným požadavkům jakostních přijímačů, neboť jejich usměrněný proud je velmi malý pro napájení většího počtu elektronek. Proto se v mnoha případech používalo dvou paralelně zapojených miniaturních usměrňovacích elektronek 6Z31 (např. přijímač Opera) popř. 35Y31. Pro standardní a střední

přijímače se může použít usměrňovací elektronky EZ80, která má katodový proud 90 mA, tj. větší než 6Z31 (viz čl. 9.13). Poněvadž však EZ80 nestačí svým usměrněným proudem napájet velké a luxusní přijímače, vyrábí se pro tyto účely elektronka EZ81.

Dvojitá usměrňovací dioda EZ81 má přípustné špičkové napětí mezi katodou a žhavicím vláknem 500 V, takže její žhavicí vlákno může být žhaveno ze stejného vinutí síťového transformátoru jako žhavicí vlákna ostatních elektronek. Její doba nažhavení je tak velká, že se napětí na kondensátorech vyhlazovacího řetězu zvýší při zapnutí jen nepatrně nad normální provozní napětí,



Obr. 101. Dvojitá usměrňovací dioda EZ81 s otevřeným systémem



Obr. 102. Zapojení patice a rozměry elektronky EZ81

takže se může použít levných elektrolytických kondensátorů s malým pracovním napětím. Například při proudu přijímače 130 mA a ochranném odporu 300 Ω dostáváme stejnosměrné napětí 282 V, takže plně postačí elektrolytický kondensátor pro provozní napětí 300 V. Při použití přímo žhavených usměrňovacích elektronek by musel být připojen elektrolytický kondensátor pro provozní napětí do 450 V.

Zvětšeným nárokům na elektrické vlastnosti odpovídá mohutná konstrukce obou diod, zřejmá z obr. 101. Anody mají velká chladičí křídla a jsou značně dlouhé. Katoda je společná pro oba systémy a má také jediné vlákno (viz obr. 102). Vzhledem ke své zvláštní konstrukci vybočila novalová usměrňovací dioda EZ81 z rozměrové normalisované řady uvedené v tab. 1 na str. 19.

Elektronky EZ81 se používá v mnoha československých moderních rozhlasových přijímačích, kde se zvláště u přijímačů s dvojitým koncovým stupněm může využít jejího velkého usměrněného proudu.

Zapojení patice a rozměry jsou na obr. 102.

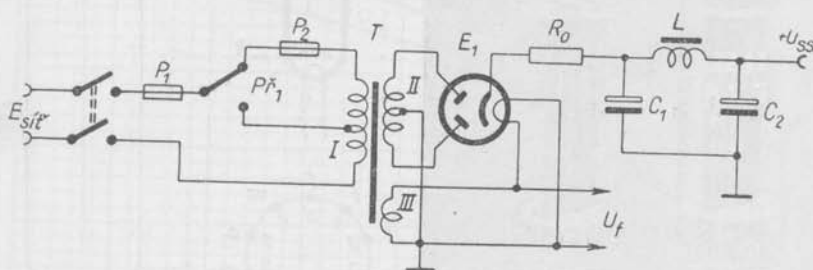
9.14.2 Obdobné typy

V Evropě se tento typ vyrábí se stejným typovým označením, v USA ho značí 6BW4. Ze starších usměrňovacích elektronek se hodnotami podobají typy AZ4 a AZ12, mají však staré provedení s patičí P a T a jsou přímo žhavelé.

9.14.3 Použití

Dvoucestný usměrňovač pro elektronická zařízení

U rozhlasových přijímačů dobré jakosti, zesilovačů a mnoha jiných elektronických zařízení je odebíraný stejnosměrný proud často větší, než se připouští u běžných usměrňovacích elektronek. Může se tedy s výhodou použít dvojité usměrňovací elektronky EZ81 a lze se obejít bez paralelního spojování elektronek menšího výkonu. Elektronka EZ81 zapojená v usměrňovači podle obr. 103 může dodávat až 150 mA usměrněného proudu při napětí 350 V.



Obr. 103. Dvoucestný usměrňovač pro elektronická zařízení s EZ81

V obvodu primárního vinutí I transformátoru T je vedle vypínače síťového napětí V_1 přepínač P_1 , jímž se zapíná příslušná odbočka primárního vinutí podle velikosti síťového napětí. Vyššímu síťovému napětí přísluší pojistka P_2 , nižšímu pojistka P_1 . Sekundární vinutí II je dimenzováno pro požadované usměrněné napětí, při čemž nejvyšší přípustné napětí jedné poloviny vinutí II je však $E_{a\text{ ef}} = 350$ V. Dg. 77 ukazuje charakteristiky, znázorňující závislost velikosti usměrněného napětí U_{ss} na odebíraném stejnosměrném proudu I_{ss} pro různá napětí E_a .

Vinutím III se napájejí žhavicí vlákna všech elektronek přístroje včetně usměrňovací elektronky EZ81. To platí za předpokladu, že všechny elektronky mají stejná jmenovitá žhavicí napětí jako elektronka EZ81, tj. 6,3 V. Tento způsob je umožněn dobrou izolací mezi vlákny a katodou elektronky EZ81, umožňující trvalé připojení celého usměrněného napětí mezi katodou a vlákny, jak je tomu v zapojení podle obr. 103.

Při konstrukci usměrňovače se musí zachovat mezní kapacita prvního kondensátoru vyhlazovacího filtru, aby se zabránilo přetížení katody usměrňovací elektronky. Největší přípustná jmenovitá kapacita je 50 μF , při čemž výrobce elektronek přihlíží k přípustným odchýlkám kapacity elektrolytických kondensátorů +50 %. Dále se musí zařadit do přívodu k jednotlivým anodám omezovací odpory nebo společný omezovací odpor do přívodu katody elektronky (viz obr. 103). Omezovací odpory R_0 uvádíme v provozních hodnotách (viz čl. 9.14.4).

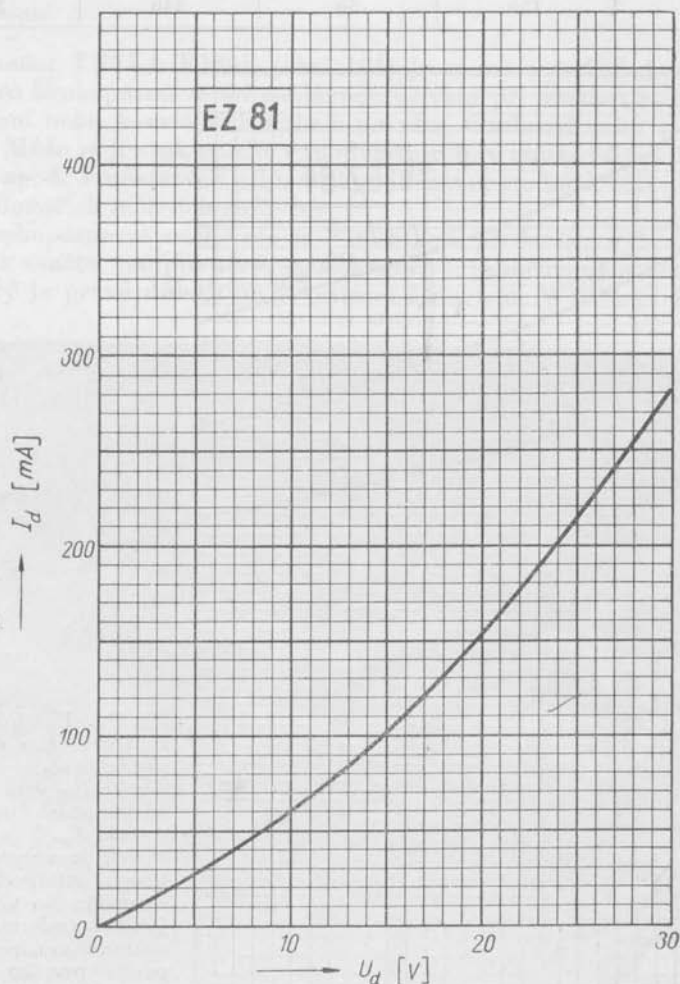
Skutečný odpor zapojený na místě R_0 může mít menší hodnotu, než udává tato tabulka. Od udané hodnoty lze odečíst odpor jedné poloviny vinutí II a transformovaný odpor vinutí I. Tím se zamezuje překročení nejvyššího přípustného špičkového proudu $I_{k\text{ šp}} = \text{max. } 450 \text{ mA}$.

9.14.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní nebo sériové, střídavým nebo stejnosměrným proudem.

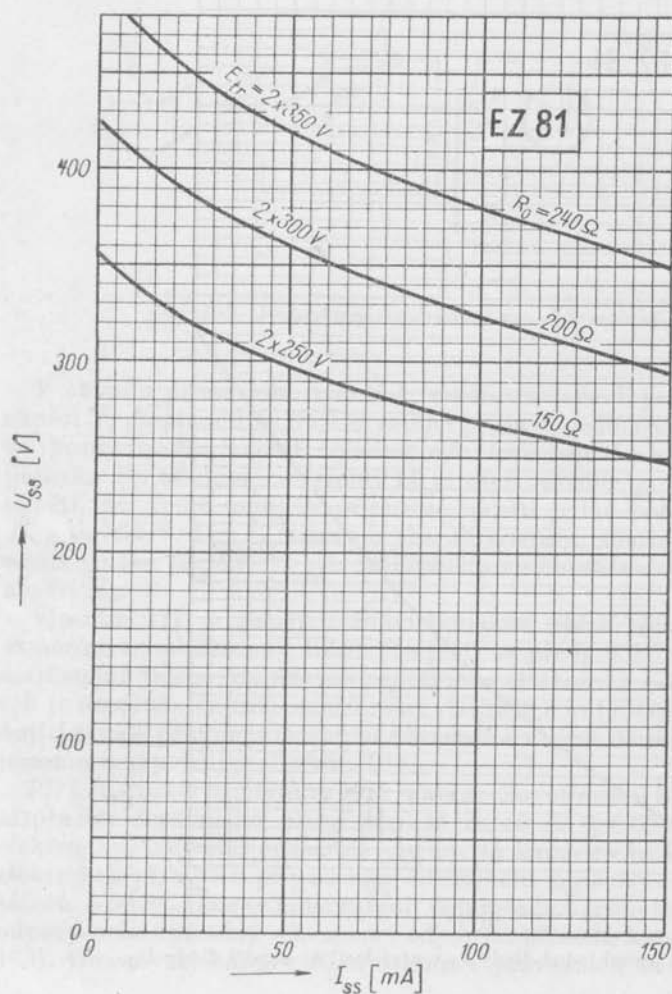
Žhavicí napětí	U_f	6,3	V
Žhavicí proud	I_f	1,0	A



Dg. 76. Anodový proud jedné diody I_d v závislosti na napětí diody U_d .

b) Provozní údaje

$E_{\text{st}} [\text{V}]$	$I_{\text{ss}} [\text{mA}]$	$C [\mu\text{F}]$	$R_0 [\Omega]$	$U_{\text{ss}} [\text{V}]$
2×250	150	8,0	150	239
2×300	150	8,0	200	293
2×350	150	8,0	240	347
2×250	150	16	150	243
2×300	150	16	200	295
2×350	150	16	240	347
2×250	150	50	150	245
2×300	150	50	200	293
2×350	150	50	240	347



Dg. 77. Elektronka EZ81 zapojená jako dvoucestný usměrňovač. Usměrněné napětí U_{ss} v závislosti na odebraném usměrněném proudu I_{ss} . U jednotlivých křivek jsou vyznačeny velikosti střídavého napětí sekundárního vinutí napájecího transformátoru E_{tr} a ochranného odporu R_0 . Kapacita prvního kondensátoru vyhlazovacího filtru je $50 \mu\text{F}$.

c) Mezní údaje

Vstupní střídavé napětí	$E_{a\ at}$	2×350	V
Usměrněný anodový proud	I_{ss}	max. 150	mA
Špičkový anodový proud	$I_{\dot{s}p}$	max. 450	mA
Kapacita vyhlazovacího obvodu	C	max. 50	μF
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 500	V

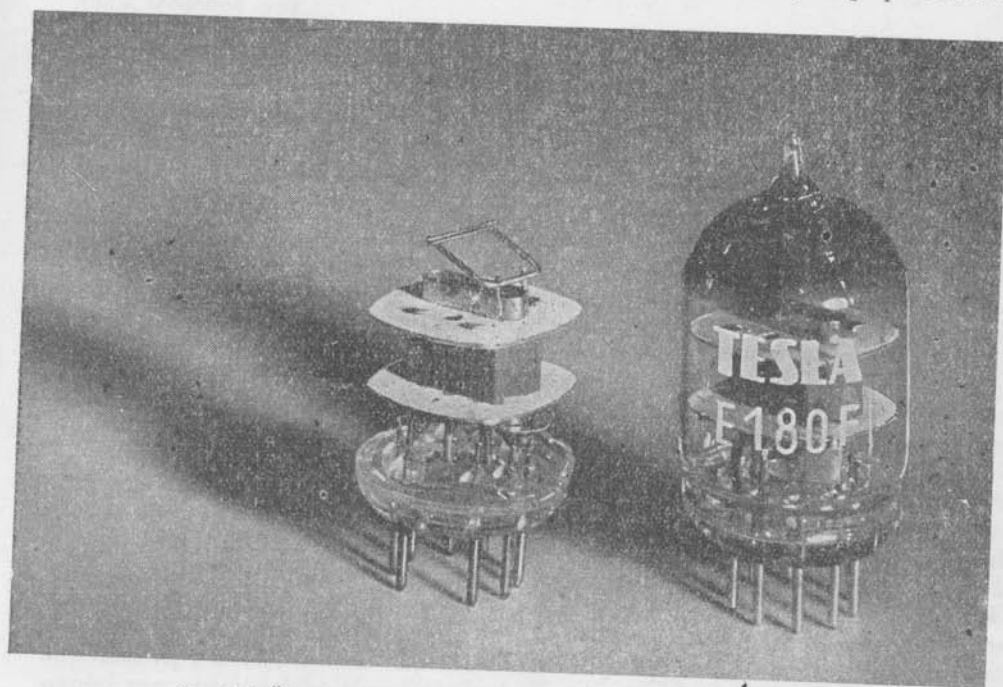
10. RŮZNÉ ELEKTRONKY

10.1 Elektronka E180F

10.1.1 Popis

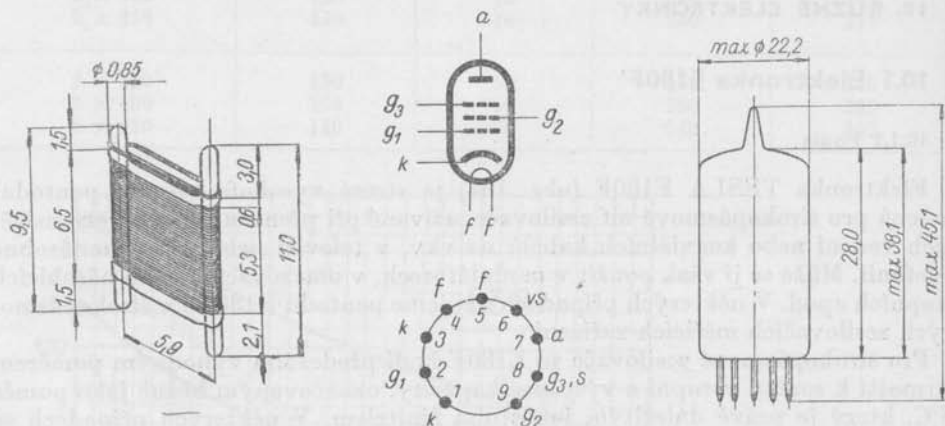
Elektronka TESLA E180F (obr. 104) je strmá vysokofrekvenční pentoda určená pro širokopásmové mf zesilovače, užívané při přenosu pomocí retranslačních vedení nebo koaxiálních kabelů na vkv, v televizi nebo v mnohonásobné telefonii. Může se jí však použít v modulátorech, v omezovacích nebo násobicích stupních apod. V některých případech najdeme pentodu E180F i v širokopásmových zesilovačích měřicích zařízeních.

Pro širokopásmové zesilovače se E180F hodí především výhodným poměrem strmosti k součtu vstupní a výstupní kapacity, označovaným běžně jako poměr S/C , který je právě důležitým jakostním činitelem. V některých případech se



Obr. 104. Širokopásmová pentoda E180F s otevřeným systémem

také uvádí jako jakostní činitel poměr $S/2\pi C$ [MHz].¹⁾ Při strmosti 16,5 mA/V a kapacitách $C_g = 7,6$ pF a $C_a = 2,1$ pF vychází pro elektronku E180F poměr $S/C = 1,7$ mA/V pF, popř. $S/2\pi C = 270$ MHz. V těchto výpočtech jsou uvedeny kapacity za studena. Při provozu elektronky se kapacity zvětší o kapacity spojů, kapacity způsobené vnějším stínícím krytem a konečně o kapacitu prostoro-
vého náboje, který vzniká mezi katodou a řídicí mřížkou. Všechny změny se musí uvažovat. Jakostní činitel pentody E180F vynikne nejlépe v porovnání s jinou elektronkou (např. viz tab. 7 na str. 66 u elektronky EBF89). Běžně používaná strmá vf pentoda EF80 (popíšeme ji ve III. svazku tohoto díla), ačkoli



Obr. 105. Rámečková mřížka elektronky E180F

Obr. 106. Zapojení patice a rozměry elektronky E180F

náleží k dobrým elektronkám, má poměr S/C přibližně 0,68. Z dalších hlavních charakteristických vlastností, důležitých pro vlastní použití E180F, lze jmenovat poměrně velký vstupní odpor (při $f = 100$ MHz je odpor 2,2 k Ω , jsou-li oba přívody katody spojeny paralelně) a malý ekvivalentní šumový odpor ($R_{ekv} = 460 \Omega$).

Vynikajících vlastností pentody E180F se dosáhlo zcela novou konstrukcí, především řídicí mřížky. Jakostní poměr S/C závisí na rozměrech, při čemž je nejdůležitější vzdálenost mezi katodou a řídicí mřížkou. Další zmenšení této vzdálenosti (např. proti 6F32) nebylo možné při zachování klasické technologie mřížek, tj. mřížek se samonosnými závitě; jednak pro obtížné nastavení malých vzdáleností (menší než 60 μ), jednak pro změnu tvaru závitů vlivem tepla sálajícího od katody. Pro dosažení vysoké strmosti E180F a tím i výhodného poměru $S/C = 1,7$, byla určena vzdálenost mezi katodou a 1. mřížkou na 53 μ a tloušťka drátu na 8 μ . Těmto přísným požadavkům vyhovuje nová technologie mřížek — rámečkových mřížek, o kterých jsme se v krátkosti zmínili v kap. I na str.

¹⁾ Poměr $\frac{S}{2\pi C}$ se rovná součinu zesílení A jednoho stupně a šířky přenášeného kmitočtového pásma Δf

$$A\Delta f = \frac{S}{2\pi C} \quad [\text{MHz}; \text{mA/V}, \text{pF}]$$

kde C je celková kapacita elektronky, tedy součet kapacity vstupní a výstupní $C = C_g + C_a$.

38 až 41 a kterou podrobně popíšeme rovněž ve III. svazku tohoto díla. Mřížka je obdélníkového tvaru, závity z wolframového drátu tlustého 8μ jsou navinuty tahem na molybdenový rámeček, který udává zároveň rozteč vinutí (viz obr. 105). Katoda je plochá, obdélníková a má dva katodové přívody, čímž se zmenšuje značně indukčnost a umožňuje se zvětšení vstupního odporu pentody. Druhá mřížka je vinuta běžným způsobem a její závity tvoří v profilu obdélníkový tvar. Třetí mřížka je nahrazena niklovým rámečkem, který svazkuje elektrony letící k anodě obdélníkového tvaru. Celý systém je vysoký jen 6,6 mm, takže je velmi masivní a tím odolný proti mikrofoničnosti a chvění. Správným rozdělením vývodů elektrod na dotykové kolíky se dosahuje malých kapacit a malého rušivého bručení. Rozměry elektronky a zapojení její patice jsou na obr. 106.

V některých případech, zvláště ve velmi citlivých širokopásmových zesilovačích, použije se E180F na vstupu v triodovém zapojení (Wallmanova kaskáda), při čemž její šumový ekvivalentní odpor je pouhých 190Ω . V pentodovém zapojení se dosáhne při kmitočtu 100 MHz a při šířce pásma 32 MHz (vztaženo na 0,1 dB ze zmenšení zesílení) zesílení přes 10 dB. K udržení stability pracovního bodu pentody E180F se zapojuje do její katody velký odpor přemostěný kapacitou a mřížkové předpětí se nastaví přídatným kladným napětím. Zapojí-li se pentoda E180F v koncovém zesilovači třídy A, dodává výstupní výkon 950 mW při 10% zkreslení a se zatěžovacím odporem 14 k Ω , popř. 520 mW při 2,5% zkreslení a se zatěžovacím odporem 18 k Ω .

Vlastnosti, které zařazují pentodu E180F do elektronek zvláštní jakosti, budou popsány ve svazku pojednávajícím o těchto elektronkách. Tam budou rovněž další podrobnosti o konstrukci.

10.1.2 Obdobné typy

V Evropě se elektronka E180F vyrábí se stejným označením, v USA ji značí 6688. V SSSR vyrábějí pentodu s podobnými vlastnostmi, rovněž v novalovém provedení a značí ji 6П9П.

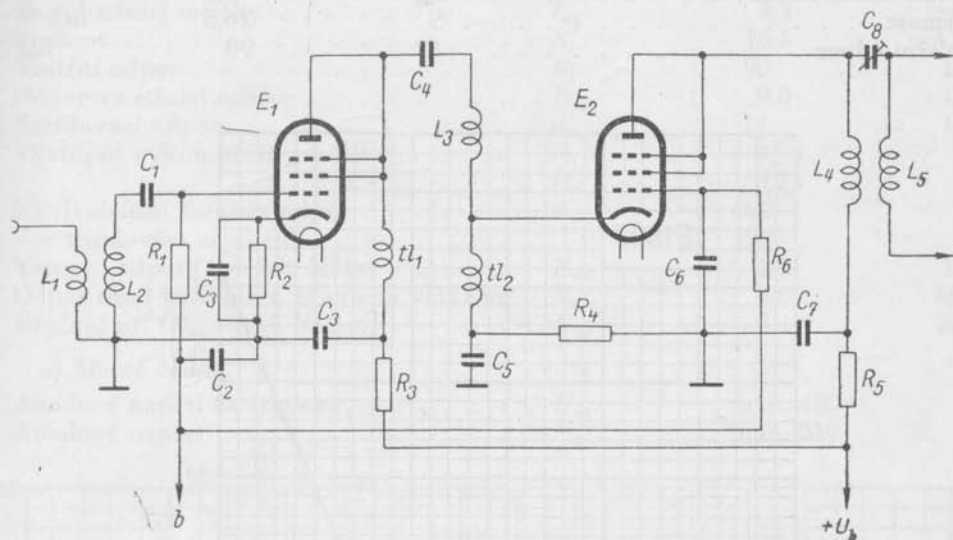
10.1.3 Použití

a) Mezifrekvenční zesilovač

V různých komerčních zařízeních, jako jsou např. televizní retranslační stanice, měřicí zařízení apod. se pro širokopásmové vf zesilovače velmi dobře hodí strmá pentoda E180F.

Zapojení mezifrekvenčního zesilovačím stupně s touto elektronkou je na obr. 107. Vstupní vysokofrekvenční napětí se přivádí na řídicí mřížku pentody přes vazební kondensátor C_1 . Mřížkové předpětí se získává úbytkem napětí na odporu R_2 , který je zapojen v katodě elektronky. Mřížkové předpětí, potřebné pro správné nastavení pracovního bodu, je $-1,3$ V. Výpočtem se zjistí, že při 16 mA katodového proudu by při použití běžného zapojení této pentody bylo nutno zapojit do katody odpor asi 80Ω , aby se získalo uvedené předpětí. V zapojení podle obr. 106 se však používá odporu $R_2 = 630 \Omega$. Na tomto odporu se získá průtokem katodového proudu předpětí asi $-10,3$ V. Má-li elektronka E180F přesto pracovat ve zvoleném pracovním bodě, přivádí se mřížkovým svodovým odporem R_1 v bodě *b* kladné napětí 9 V. Do stejného bodu se může přivádět také napětí pro automatické řízení zesílení. Uvedený způsob získávání mřížkového

způsobem jako v předešlých příkladech: odpory R_2 a R_4 mají velikost 630Ω a v bodě b se přivádí napětí $+9 \text{ V}$. První elektronka E_1 je zapojena jako zesilovač s uzemněnou katodou. Ekvivalentní šumový odpor pentody E180F je opět asi 190Ω , což zaručuje malé šumové číslo zesilovače, a tím se zvětšuje jeho jakost. Za první elektronku je navázána ladicím okruhem ve tvaru článku Π druhá elektronka E180F, pracující jako zesilovač s uzemněnou mřížkou. Ladicí okruh mezi elektronkami se skládá z cívky L_3 a z kapacit elektronek a spojů. Zesílené vf napětí se odebírá z okruhu zapojeného v anodě druhé elektronky.



Obr. 109. Kaskodní zesilovač na vkv s E180F

10.1.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Katoda je kysličníková, žhavení nepřímé, napájení paralelní střídavým nebo stejnosměrným proudem.

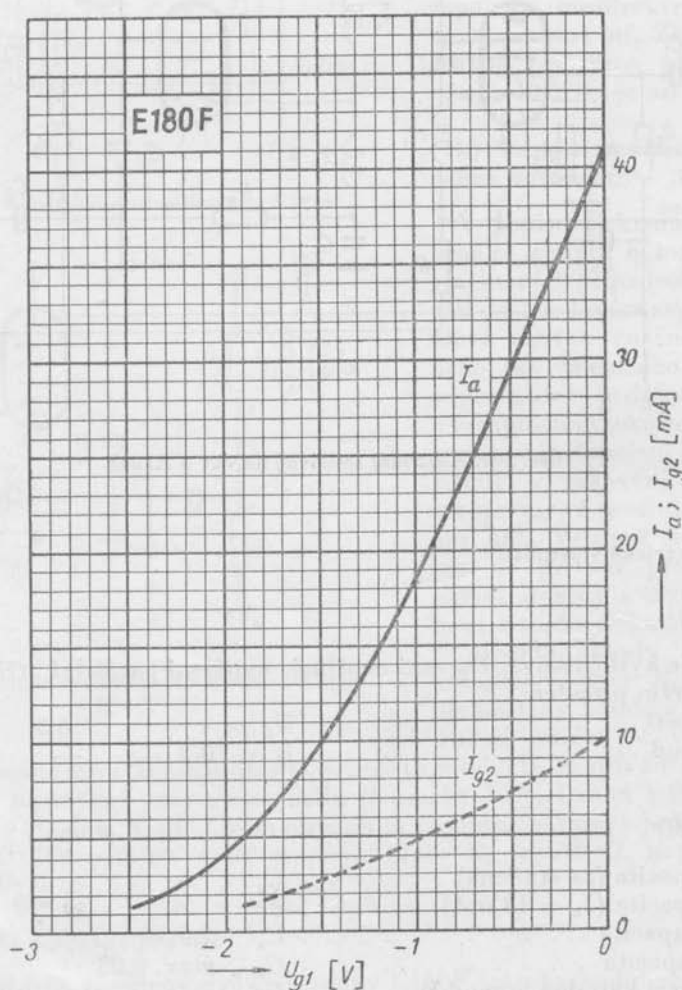
Žhavicí napětí	U_t	0,3	\pm	6,3	V
Žhavicí proud	I_t	0,3	\pm	0,015	A

b) Kapacity

Vstupní kapacita (za studena)	C_g	7,6	\pm	0,6	pF
Vstupní kapacita ($I_a = 13 \text{ mA}$)	C_g			11,2	pF
Výstupní kapacita	C_a	2,9	\pm	0,4	pF
Průchozí kapacita	$C_{g1/a}$	max. 0,03			pF
Kapacita mezi katodou a anodou	$C_{k/a}$			max. 0,1	pF
Kapacita mezi řídicí mřížkou a žhavicím vláknem	$C_{g1/t}$			max. 0,1	pF

c) Charakteristické údaje

Anodové napětí	U_a	180	V
Napětí hradičí mřížky	U_{g3}	0	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	150	V
Mřížkové předpětí ($U_{g1} = +9$ V, $R_k = 630 \Omega$)	U_{g1}	-1,1	V
Anodový proud	I_c	13	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	3,3	mA
Strmost	S	16,5	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	90	k Ω



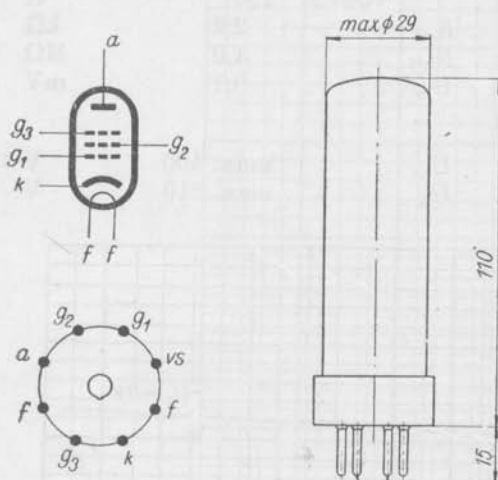
Dg. 78. Anodový proud I_a a proud stínící mřížky I_{g2} v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} . Anodové napětí $U_a = 180$ V a napětí druhé mřížky $U_{g2} = 150$ V.

Anodová ztráta	P_a	max. 3,0	W
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	max. 175	V
Napětí stínící mřížky za studena	U_{g20}	max. 400	V
Ztráta stínící mřížky	P_{g2}	max. 0,9	W
Katodový proud	I_k	max. 25	mA
Svodový odpor při pevném předpětí	R_{g1}	max. 0,25	m Ω
Svodový odpor při automatickém předpětí	R_{g1}	max. 0,5	M Ω
Odpor mezi katodou a žhavicím vláknem	$R_{k/l}$	max. 20	k Ω

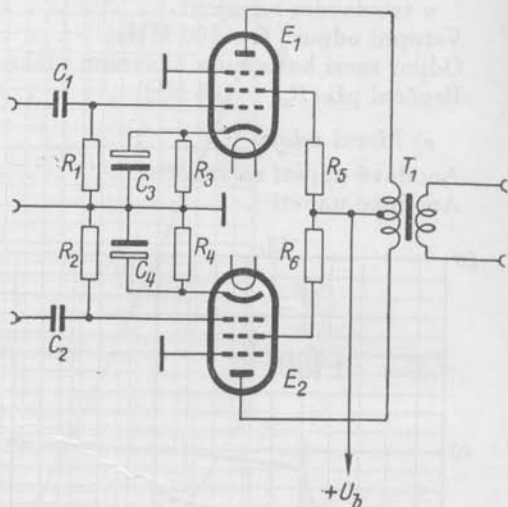
10.2 Elektronka EL34

10.2.1 Popis

Elektronka TESLA EL34 je koncová celoskleněná pentoda s osmikolíkovou oktálovou patičkou. Svým značným výstupním výkonem je určena především pro různé typy zesilovačů, např. pro městská rozhlasová zařízení, kde se jí může



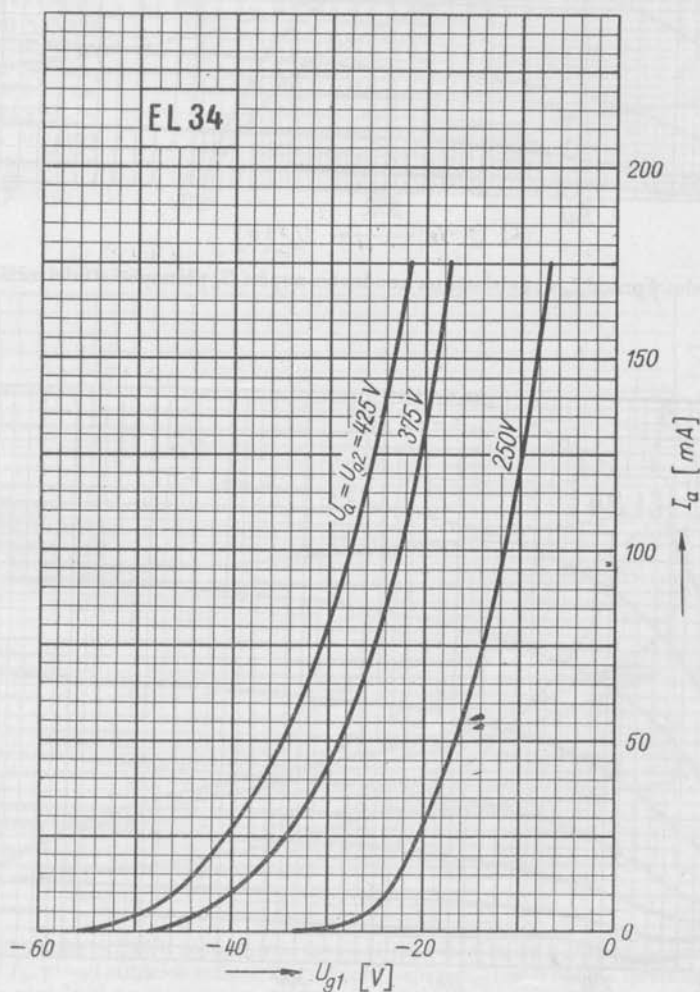
Obr. 110. Zapojení patice a rozměry elektronky EL34



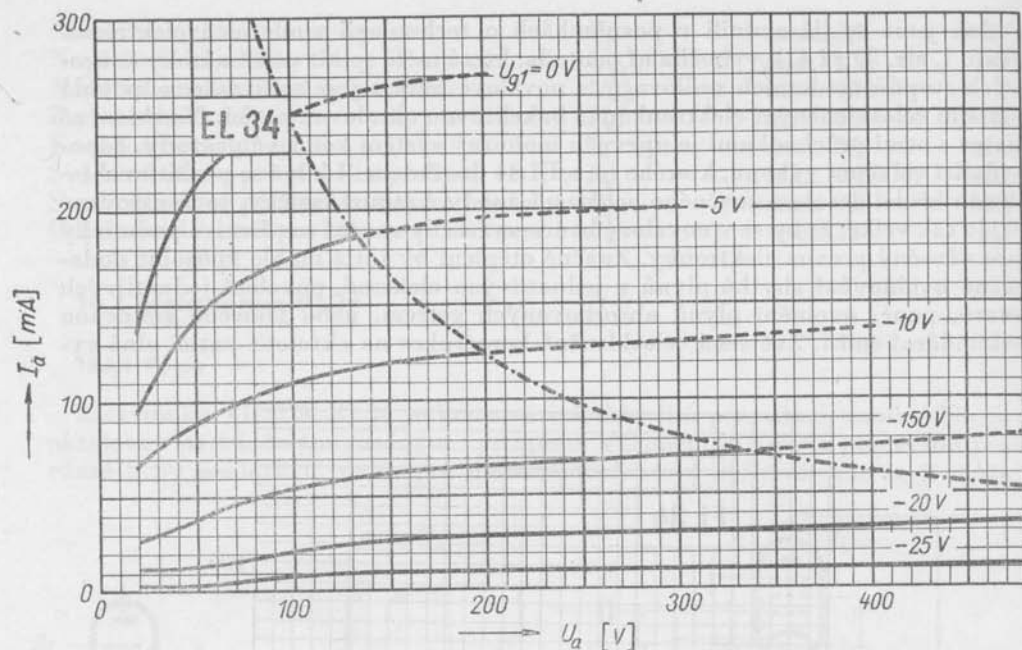
Obr. 111. Dvojčinný nf zesilovač výkonu se dvěma pentodami EL34

použit v jednoduchém zapojení nebo jako dvojčinného koncového stupně třídy AB nebo B. Popřípadě se může EL34 zapojit jako trioda, rovněž v jednoduchém zesilovači nebo dvojčinném koncovém stupni třídy AB. Její přednosti vyniknou z několika náhodných údajů: v zapojení jako jednoduchý koncový zesilovač dodává EL34 výstupní výkon 12 W, v dvojčinném zapojení třídy AB s provozním napětím 375 V je výkon 45 W, s provozním napětím 425 V vzroste výkon na 60 W a při napětí 800 V dokonce na 100 W. Je-li zapojena EL34 jako trioda, dává výstupní výkon přibližně 6 W, dvě elektronky v dvojčinném zesilovači třídy AB asi 18 W. Vzhledem k výhodným vlastnostem se používá elektronky EL34 v malých vysílačích jako řídicí elektronky a výkonného oscilátoru nebo jako impulsového generátoru.

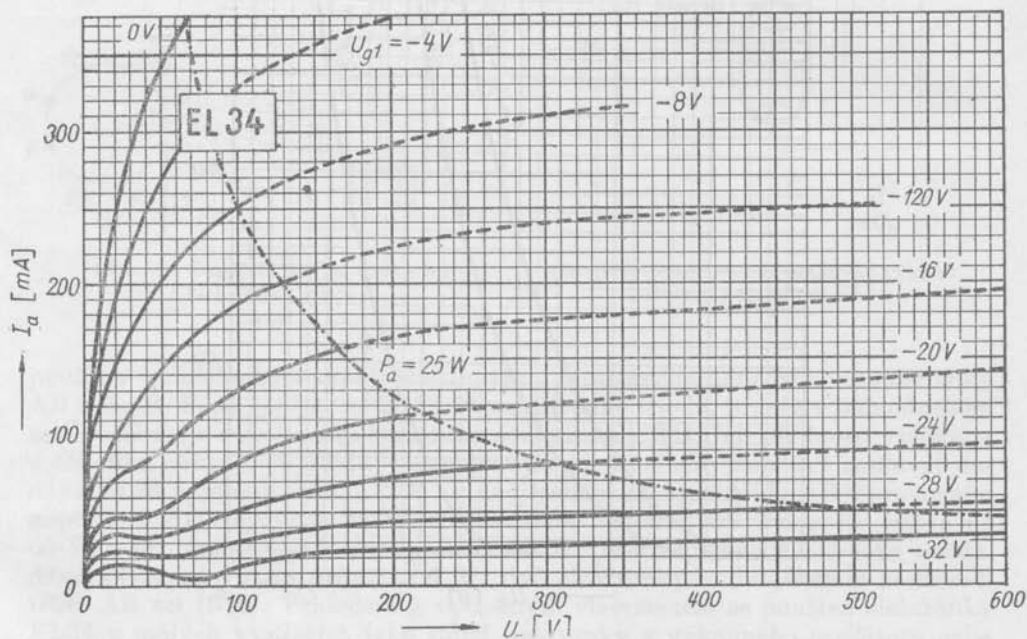
Jak jsme se již zmínili v poznámkách o technologii moderních elektronek (kap. I, str. 29 až 41), vybočila nf pentoda, která měla splnit velké nároky koncových stupňů moderních zesilovačů, z novalové řady a její konstrukce odpovídá starším celoskleněným elektronkám s bakelitovou oktalovou patičí. Na skleněné patce s osmi průchodkami je upevněn mohutný systém koncové pentody, odpovídající velkému výkonu, kterého lze s EL34 dosáhnout. I když se použitím chladičích křídel dosáhne značného ochlazení anody a stínící mřížky, je vyzařované teplo tak velké; že by se v novalové baňce vytvořily značně nepříznivé podmínky pro náročný provoz elektronky. Značné oteplení by totiž mohlo způsobit dodatečné uvolňování zbytků plynů z jednotlivých elektrod, povolení jednotlivých svarů, popř. uvolnění plynů absorbovaných getrem, nebo konečně zmíněnou sekundární emisi. Zvětšená celoskleněná konstrukce na oktalové patiči plně vy-



Dg. 80. Anodový proud I_a v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} .

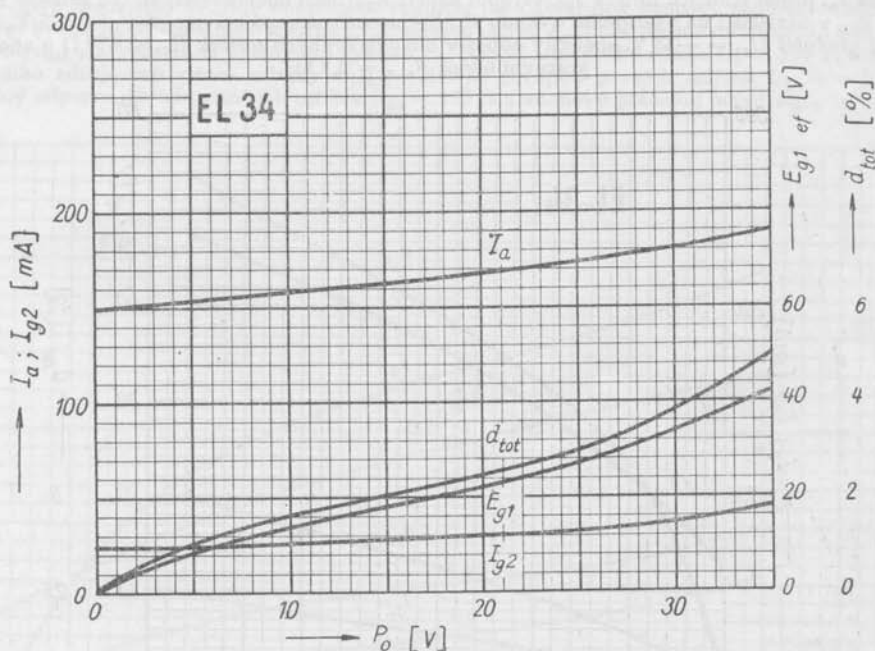
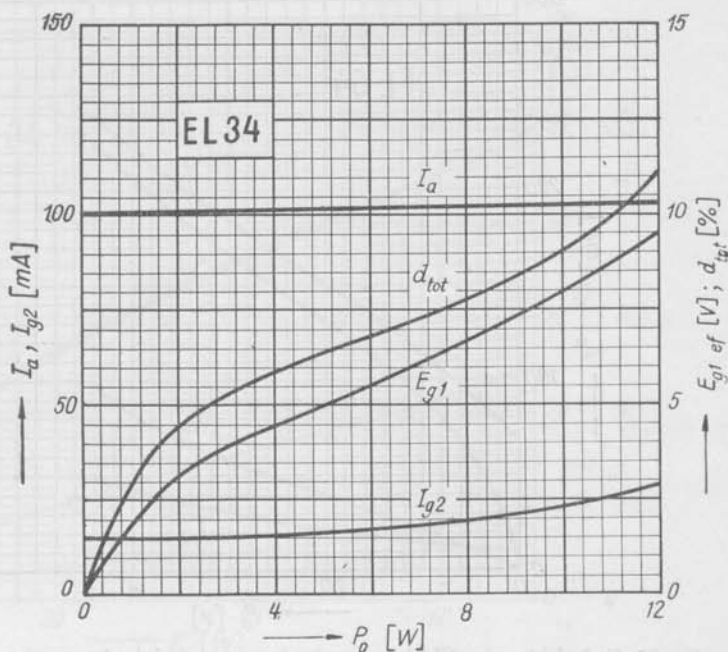


Dg. 81. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí stínící mřížky $U_{g2} = 250$ V.

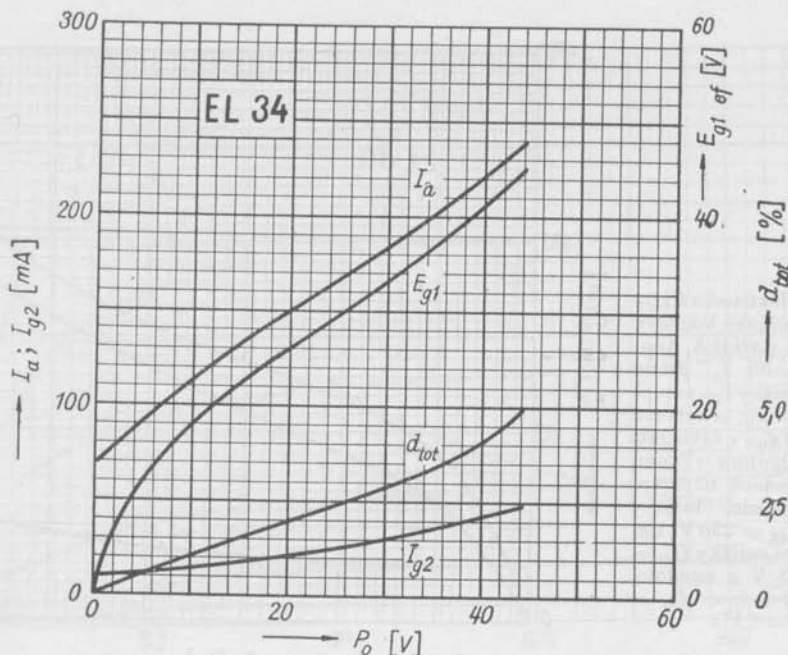


Dg. 82. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí stínící mřížky $U_{g2} = 360$ V.

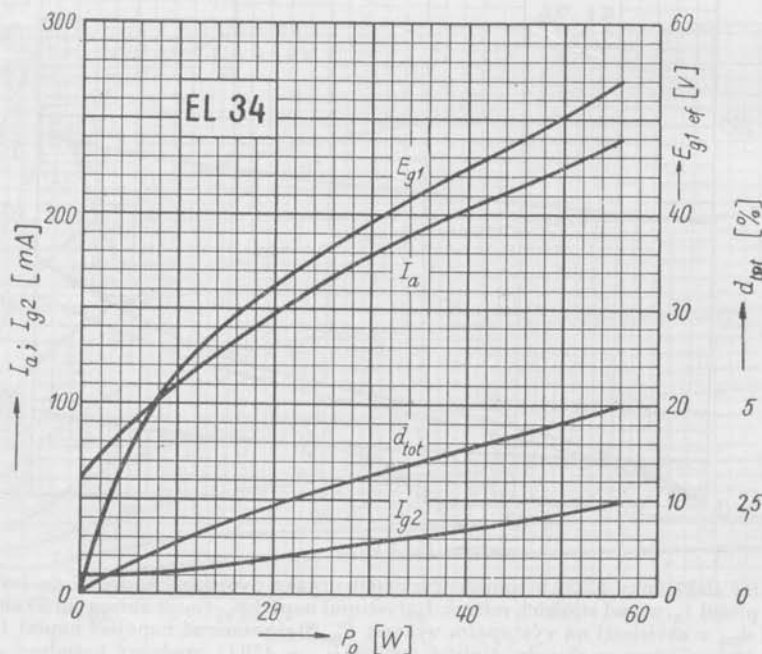
Dg. 83. Elektronka EL34 v zapojení jako koncový zesilovač v třídě A. Anodový proud I_a , proud stínící mřížky I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Anodové napětí a napětí stínící mřížky $U_a = U_{g3} = 250$ V; napětí řídicí mřížky $U_{g1} = -13,5$ V a anodový pracovní odpor $R_a = 2$ k Ω .



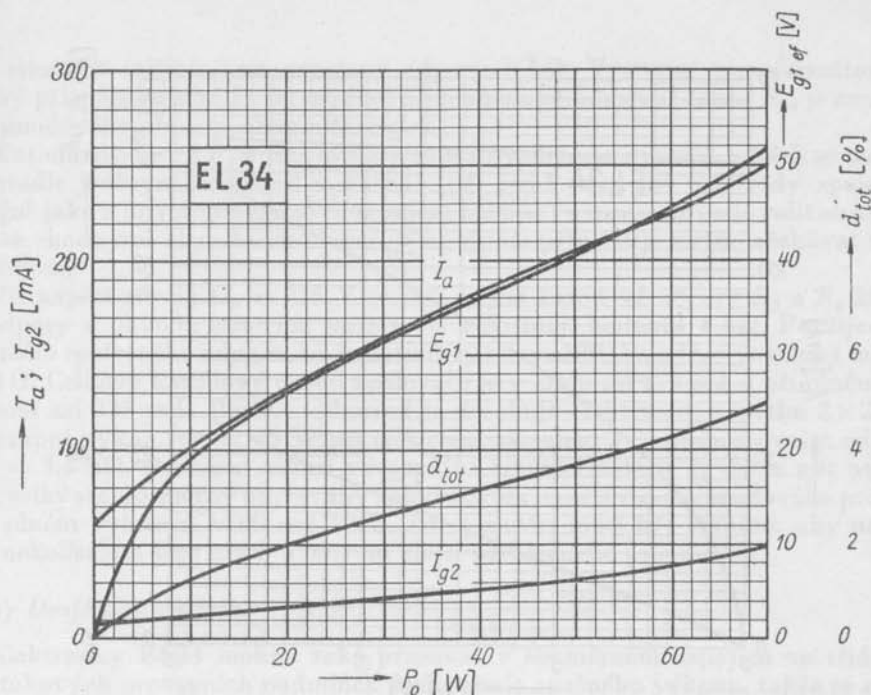
Dg. 84. Dvě elektronky EL34 v souměrném zapojení jako dvojčinný koncový zesilovač. Celkový anodový proud I_a , proud stínících mřížek I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} (mezi oběma mřížkami) a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Stejnoseměrné napájecí napětí $U_b = 375$ V, společný sériový odpor v obvodu stínících mřížek $R_{g2} = 470$ Ω , společný katodový odpor $R_k = 130$ Ω a anodový pracovní odpor $R_{a-n} = 3,4$ k Ω .



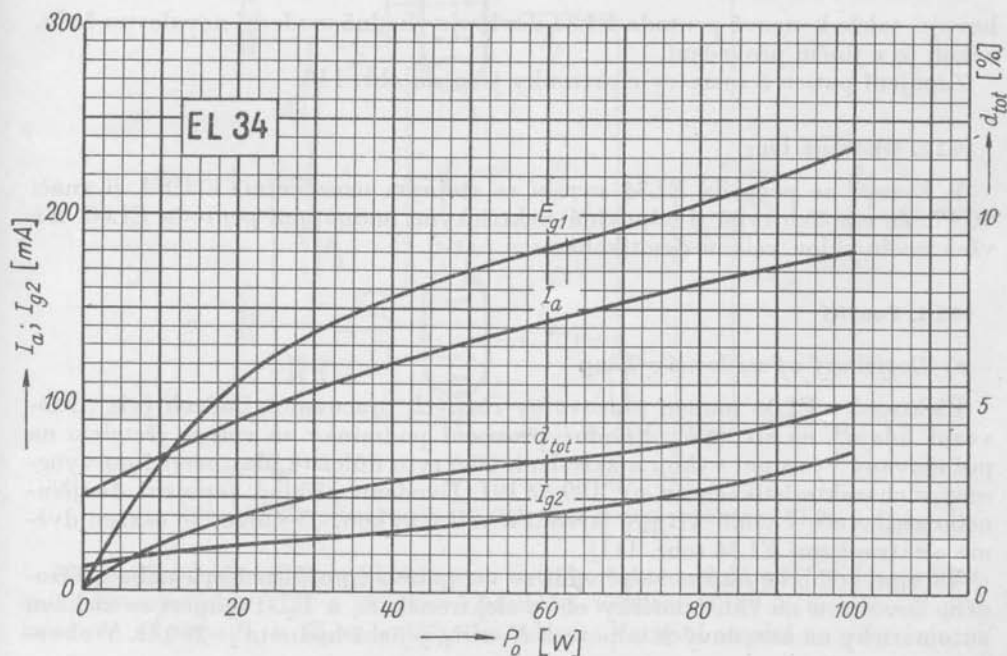
Dg. 85. Dvě elektronky EL34 v souměrném zapojení jako koncový zesilovač. Celkový anodový proud I_a , proud stínících mřížek I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} (mezi oběma mřížkami) a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Stejnosečné napájecí napětí $U_b = 375$ V, mřížkové předpětí $U_{g1} = -32$ V, společný odpor v obvodu druhých mřížek $R_{g2} = 470 \Omega$ a anodový pracovní odpor $R_{a-a} = 2,8$ k Ω .



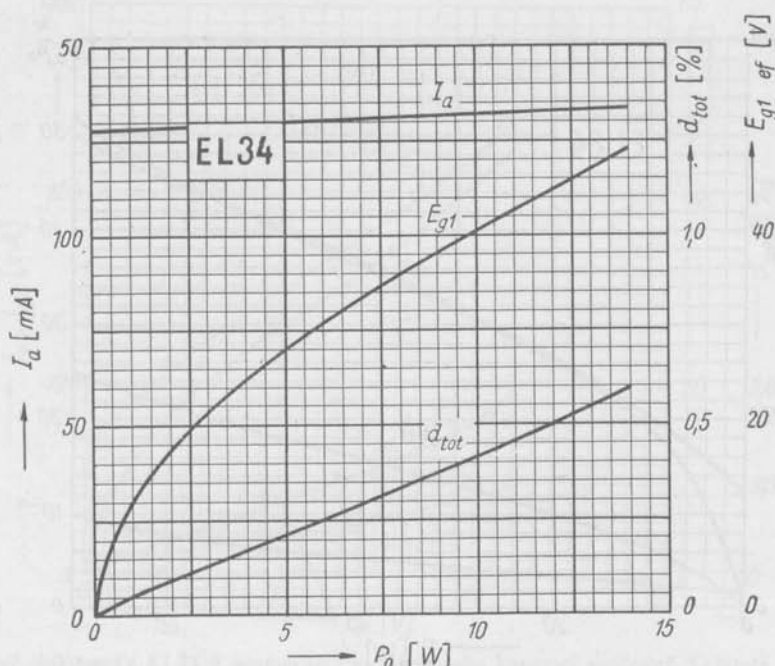
Dg. 86. Dvě elektronky EL34 v souměrném zapojení jako koncový zesilovač. Celkový anodový proud I_a , proud stínících mřížek I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} (mezi oběma mřížkami) a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Stejnosečné napájecí napětí $U_b = 425$ V, mřížkové předpětí $U_{g1} = -38$ V, společný odpor v obvodu stínících mřížek $R_{g2} = 1$ k Ω a anodový pracovní odpor $R_{a-a} = 3,4$ k Ω .



Dg. 87. Dvě elektronky EL34 v souměrném zapojení jako dvojitý koncový zesilovač. Celkový anodový proud I_a , proud stínících mřížek I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} (mezi oběma mřížkami) a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Napětí anodového zdroje $U_a = 500$ V, napětí zvláštního zdroje pro stínící mřížky $U_{b(g2)} = 400$ V, předpětí prvních mřížek $U_{g1} = -36$ V, společný odpor v obvodu stínících mřížek $R_{g2} = 750 \Omega$ a anodový pracovní odpor $R_{a-a} = 4 \text{ k}\Omega$.



Dg. 88. Dvě elektronky EL34 v souměrném zapojení jako koncový zesilovač. Celkový anodový proud I_a , proud stínících mřížek I_{g2} , vstupní napětí E_{g1} (mezi oběma mřížkami) a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Napětí anodového zdroje $U_a = 800$ V, napětí zvláštního zdroje pro stínící mřížky $U_{b(g2)} = 400$ V, předpětí řídicích mřížek $U_{g1} = -39$ V, společný odpor v obvodu stínících mřížek $R_{g2} = 750 \Omega$ a anodový pracovní odpor $R_{a-a} = 11 \text{ k}\Omega$.



Dg. 89. Dvě elektronky EL34 v triodovém zapojení jako dvojčinný koncový zesilovač. Celkový anodový proud I_a , vstupní napětí E_{g1} (mezi oběma mřížkami) a celkové zkreslení d_{tot} v závislosti na výstupním výkonu P_o . Napětí stejnosměrného napájecího zdroje $U_b = 430$ V, společný katodový odpor $R_k = 250 \Omega$ a anodový pracovní odpor $R_{aa} = 10$ k Ω .

hovuje, takže koncová pentoda EL34 doplňuje vhodně moderní novalovou řadu, ačkoli je v jiném provedení.

Zapojení patice a rozměry elektronky jsou na obr. 110.

10.2.2. Obdobné typy

V Evropě se pentoda EL34 vyrábí se stejným označením, v USA ji značí 6CA7. Ze starších typů jí odpovídá elektrickými hodnotami pentoda EL60, má však neobvyklou velkou devítikolíkovou patici.

10.2.3. Použití

a) Dvojčinný nf zesilovač výkonu

Elektronky EL34 mohou pracovat v různých pracovních bodech (viz „Provozní údaje“ na str. 194). Vhodné provozní podmínky se volí se zřetelem na požadovaný výstupní výkon a zkreslení. Obě tyto důležité vlastnosti jsou vynešeny v charakteristikách na str. 189 až 191. Uvedeme příklad zapojení dvojčinného zesilovače v třídě AB pro střední a velký výkon. Zesilovač je osazen dvěma elektronkami EL34 (obr. 111).

Vstupní střídavé napětí se přivádí ze vstupního transformátoru nebo z fázevého invertoru na řídicí mřížky obou elektronek E_1 a E_2 . Předpětí se získává automaticky na katodových odporech R_3 a R_4 , jejichž hodnota je 260 Ω . V obvo-

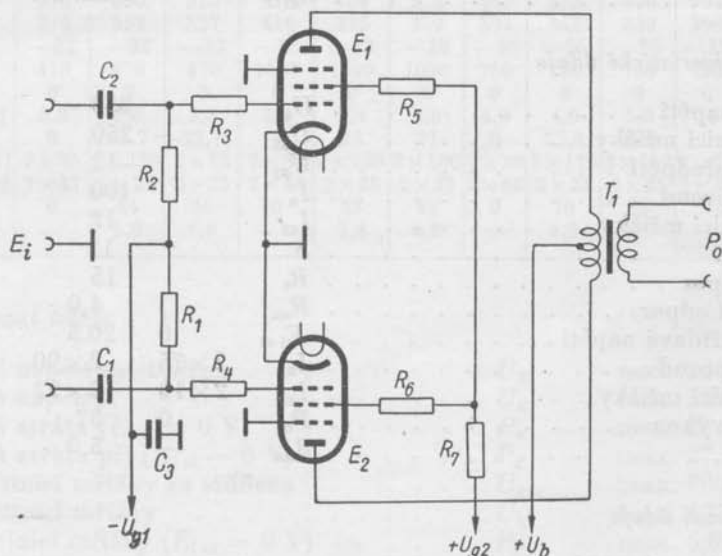
du stínících mřížek jsou zapojeny odpory $1 \text{ k}\Omega$. Výstupní transformátor T_1 , který přizpůsobuje zátěž na nejvhodnější anodový pracovní odpor R_{aa} je zapojen do anodového obvodu obou elektronek.

Katodové odpory R_3 a R_4 a odpory R_5 a R_6 v obvodu stínících mřížek se mohou nahradit jediným odporem v katodě (při čemž jsou obě elektrody spojeny). Stejně jako u jiných souměrných zapojení musí se i v tomto případě volit elektronky se shodnými charakteristikami. V opačném případě je nutno očekávat větší zkreslení.

Při napětí zdroje $U_b = 375 \text{ V}$ se volí stejné katodové odpory R_3 a R_4 260Ω a odpory v obvodu stínících mřížek R_5 a R_6 mají hodnotu $1 \text{ k}\Omega$. Použije-li se jednoho společného odporu, bude katodový odpor 130Ω a odpor ve stínící mřížce 500Ω . Celkový katodový proud zesilovače je v klidu asi 173 mA a při plném vybudení asi 235 mA . Plného vybudení se dosahuje efektivním napětím $2 \times 21 \text{ V}$. Výstupní výkon je pak 35 W při celkovém zkreslení 5% na pracovním odporu $R_{aa} = 3,4 \text{ k}\Omega$. Primární vinutí výstupního transformátoru T_1 může mít nejvýš tak velký stejnosměrný odpor, aby nebyl úbytek napětí vlivem anodového proudu při plném vybudení větší než 20 V . Zdroj napětí musí být stabilní, aby napětí U_b nekolísalo o více než 5 V vlivem změn odebíraného proudu.

b) Dvojčinný zesilovač třídy B

Elektronky EL34 mohou také pracovat v souměrném zapojení ve třídě B. Za takových provozních podmínek se dosahuje značného výkonu, takže se může takového zesilovače použít v nf technice pro závodní a městské rozhlasové ústředny, nebo v amatérské práci jako modulátoru malých vysílačů.



Obr. 112. Dvojčinný zesilovač třídy B se dvěma pentodami EL34

Na rozdíl od předešlého příkladu jsou katody elektronek E_1 a E_2 spojeny s kostrou přístroje (obr. 112) a mřížkové předpětí velikosti -39 V se přivádí přes svodové odpory R_1 a R_2 ze zvláštního zdroje. Vstupní napětí se připojuje na

vstupní svorky a získává se buď ze vstupního transformátoru nebo fázového invertoru. Jeho efektivní hodnota pro plné vybuzení je $2 \times 23,5$ V. Anody elektronek se napájí napětím ze zdroje $U_b = 800$ V. Na vinutí výstupního transformátoru T_1 má vzniknout při plném vybuzení menší úbytek napětí než 25 V. Celkový anodový proud je v klidu asi 50 mA a 182 mA při plném vybuzení. Stínící mřížky se napájí ze zdroje $U_{g2} = 400$ V. Celkový proud obou stínících mřížek je v klidu asi 6 mA a 38 mA při plném vybuzení.

Za těchto podmínek a při anodovém zatěžovacím odporu $R_{aa} = 11$ k Ω je výstupní výkon $P_o = 100$ W při zkreslení $d_{tot} = 5$ %.

10.2.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní stejnosměrným nebo střídavým proudem.

Žhavicí napětí	U_f	6,3	V
Žhavicí proud	I_f	1,5	A

b) Kapacity

Vstupní kapacita	C_{g1}	16,6	pF
Výstupní kapacita	C_a	11,0	pF
Průchozí kapacita	$C_{g1/a}$	max. 1,1	pF
Kapacita mezi žhavicím vláknem a řídicí mřížkou	$C_{g1/t}$	max. 1,0	pF

c) Charakteristické údaje

Anodové napětí	U_a	250	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	250	V
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-12	V
Anodový proud	I_a	100	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	12	mA
Štrmost	S	11	mA/V
Vnitřní odpor	R_i	15	k Ω
Zatěžovací odpor	R_{aa}	4,0	k Ω
Vstupní střídavé napětí	$E_{1\text{ef}}$	0	20,5
Anodový proud	I_a	2×75	2×90
Proud stínící mřížky	I_{g2}	2×10	2×22
Výstupní výkon	P_o	0	37
Zkreslení	d_{tot}	—	5,0

d) Provozní údaje

da) Zesilovač třídy A

Napětí zdroje	U_b	265	250	V
Anodové napětí	U_a	250	250	V
Odpor ve stínící mřížce	R_{g2}	2,0	—	k Ω
Katodový odpor	R_k	180	107	Ω

Anodový proud	I_a	67	100	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	3,5	2,5	mA
Zatěžovací odpor	R_a	3,5	2,5	k Ω
Vstupní střídavé napětí (pro $P_o = 50$ mW)	$E_{1\text{ ef}}$	0,44	0,44	V
Vstupní střídavé napětí	$E_{1\text{ ef}}$	9,8	9,0	V
Výstupní výkon	P_o	8,0	12	W
Zkreslení	d_{tot}	10	10	%

db) Dvojčinný zesilovač třídy AB

Napětí zdroje	U_b	375		V
Anodové napětí	U_a	355 ¹⁾	350	V
Předpětí řídicí mřížky (přibližně)	U_{g1}	-22	-30	V
Odpor ve stínící mřížce	$R_{g2}^{(1)}$		0,5	k Ω
Katodový odpor	$R_k^{(1)}$	132	132	Ω
Vstupní střídavé napětí	$E_{1\text{ ef}}$	0	20,5	V
Anodový proud	I_a	2 \times 75	2 \times 90	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	2 \times 10	2 \times 22	mA
Zatěžovací odpor	R_{aa}		4,0	k Ω
Výstupní výkon	P_o	0	37	W
Zkreslení	d_{tot}	—	3,5	%

dc) Dvojčinný zesilovač třídy B

U_b [V]	375	375	350	425	425	400	500	500	475	800	800	800
U_a [V]	370	350	325	420	400	375	495	475	450	795	795	725
U_{g2} [V]	370	352	327	416	375	350	394	363	338	396	372	347
U_{g1} [V]	-32	-32	-32	-38	-38	-38	-36	-36	-36	-39	-39	-39
R_{g2} [Ω]	470	470	470	1000	1000	1000	750	750	750	750	750	750
R_k [Ω]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R_{aa} [k Ω]	2,8	2,8	3,8	3,4	3,4	4,0	4,0	4,0	5,0	11	11	11
$E_{1\text{ ef}}$ [V]	0	22,7	22,7	0	27	27	0	25,8	25,8	0	23,4	23,4
I_g [mA]	2 \times 35	2 \times 120	2 \times 93	2 \times 30	2 \times 120	2 \times 100	2 \times 30	2 \times 125	2 \times 102	2 \times 25	2 \times 91	2 \times 84
I_{g2} [mA]	2 \times 47	2 \times 25	2 \times 25	2 \times 44	2 \times 25	2 \times 25	2 \times 40	2 \times 25	2 \times 25	2 \times 30	2 \times 19	2 \times 19
P_o [W]	0	44	36	0	55	45	0	70	58	0	100	90
d_{tot} [%]	—	5,0	6,0	—	5,0	6,0	—	5,0	6,0	—	5,0	6,0

e) Mezní údaje

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 2000	V
Anodové napětí	U_a	max. 800	V
Anodová ztráta ($E_{1\text{ ef}} = 0$ V)	P_a	max. 25	W
Anodová ztráta při ($E_{1\text{ ef}} = 0$ V)	P_a	max. 27,5	W
Napětí stínící mřížky za studena	U_{g20}	max. 800	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	max. 425	V
Ztráta stínící mřížky ($E_{1\text{ ef}} = 0$ V)	P_{g2}	max. 6,0	W
Nasazení kladného mřížkového proudu ($I_{g1} = +0,3$ μ A)	U_{g1}	max. -1,3	V

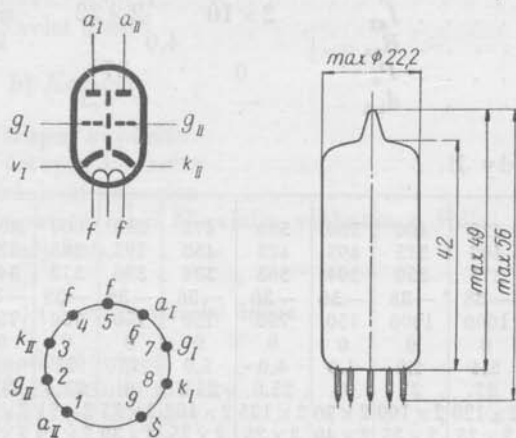
1) Odpor platí pro oba systémy společně.

Katodový proud	I_k	max. 150	mA
Svodový odpor při třídě A a AB	R_{g1}	max. 0,7	m Ω
Svodový odpor při třídě B	R_{g1}	max. 0,5	M Ω
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . .	$U_{k/t}$	max. 100	V

10.3 Elektronka 6CC41

10.3.1 Popis

Elektronka TESLA 6CC41 je dvojitá trioda s oddělenými katodami a je určena pro nízkofrekvenční odporově vázané zesilovače. Může se jí použít také jako fázového invertoru pro dvojčinné zesilovače v různých zvukových zařízeních. Z tohoto popisu vyplývá shodné použití s dvojitou triodou ECC83, která má stejné údaje. 6CC41 je zastaralý typ, který se vyráběl mezi prvními novalovými elektronkami v ČSR.



Obr. 113. Zapojení patice a rozměry elektronky 6CC41

Třebaže se 6CC41 ještě vyskytuje v mnoha zařízeních, nedoporučuje se její použití v nových typech přijímačů a vyrábí se již jen pro náhradní osazování starých zařízení. Proto neuvádíme u tohoto typu způsoby použití, neboť jsou stejné jako u elektronky ECC83. Rovněž charakteristiky se shodují. Na vzhledu je patrné, že elektronka je složena většinou z prvků ECC82 (ECC83). Je přidáno stínění mezi systémy a mřížka má jiné stoupání a šířku.

Rozměry a zapojení patice jsou na obr. 113.

10.3.2 Obdobné typy

V zahraničí se nevyrábí přesný ekvivalent elektronky 6CC41. Americká dvojitá trioda 12AX7 a sovětská 6H2II mají shodné charakteristické údaje (totéž elektronka ECC83), mají však jinak zapojenou patici.

10.3.3 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Žhavicí napětí	U_t	6,3	V
Žhavicí proud	I_t	0,3	A

b) Kapacity

Vstupní kapacita	C_g	2,0	pF
Výstupní kapacita	C_a	1,5	pF
Průchozí kapacita	$C_{g/a}$	max. 1,0	pF
Kapacita mezi anodou jedné triody a anodou druhé triody	$C_{aI/aII}$	max. 0,07	pF
Kapacita mezi anodou jedné triody a mřížkou druhé triody	$C_{aI/gII}$	max. 0,015	pF

c) Charakteristické údaje

Anodové napětí	U_a	250	V
Mřížkové předpětí	U_g	-1,5	V
Anodový proud	I_a	2,3	mA
Strmost	S	2,0	mA/V
Zesilovací činitel	μ	100	—

d) Mezní údaje

Anodové napětí za studena	U_{a0}	max. 500	V
Anodové napětí	U_a	max. 330	V
Anodová ztráta	P_a	max. 1,0	W
Svodový odpor	R_g	max. 6,0	MΩ
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 180	V

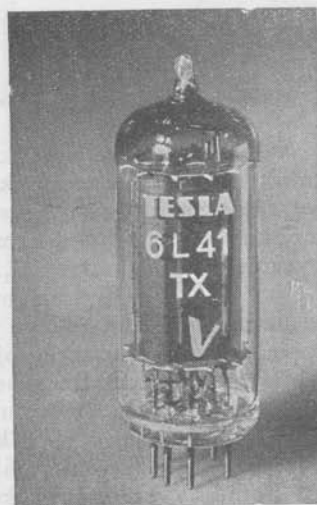
10.4 Elektronka 6L41

10.4.1 Popis

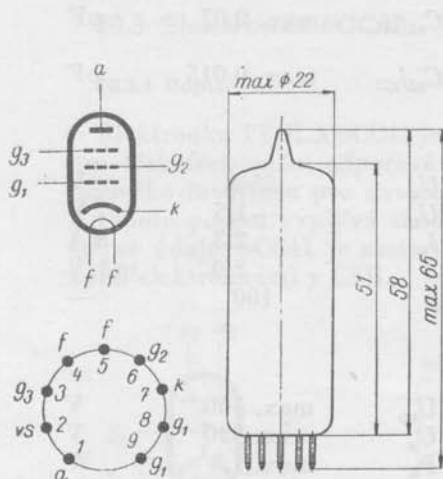
Elektronka TESLA 6L41 (obr. 114) je exponenciální svazková tetroda vhodná pro různá použití, kde lze využít dobře její velké anodové ztráty, dosahující 15 W. Je to především násobič kmitočtu, koncový zesilovač třídy A, dvojitý zesilovač třídy AB, oscilátor apod. Může se jí použít i při vysokých kmitočtech, a to až do 175 MHz. V zapojení jako oscilátor nebo vf zesilovač výkonu třídy C při kmitočtu 50 MHz dosahuje výstupního výkonu $P_o = 8$ W. Použije-li se jí jako zdvojovače nebo ztrojovače, je-li násobný kmitočet 175 MHz, dosahuje se výstupního výkonu 3,6 nebo 2,8 W.

Konstrukce odpovídá náročným požadavkům mnohoúčelového použití této novalové elektronky staršího provedení. Hradící mřížka je nahrazena niklovými pásky, které jsou vyvedeny na samostatný dotykový kolík a při použití elektronky se spojí s katodou. Vzhledem k použití na vyšších

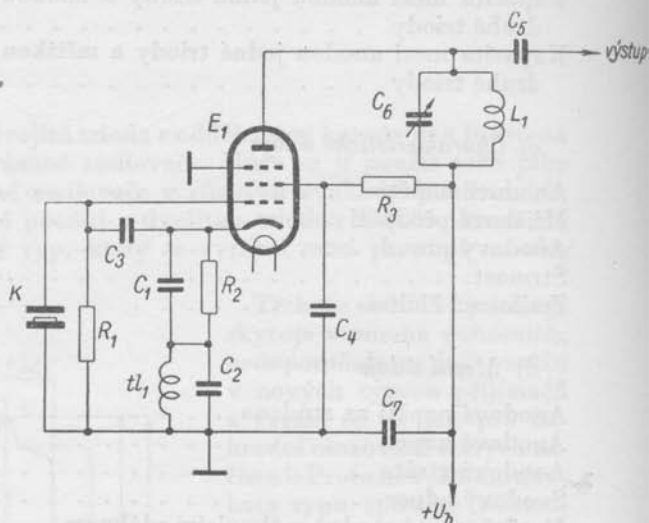
Obr. 114. Svazková tetroda 6L41, která byla jednou z prvních čs. novalových elektronek



kmitočtech je řídicí mřížka vyvedena na dva dotykové kolíky, takže se při provozu zmenšuje vzájemná indukčnost přivodu. Značná anodová ztráta způsobuje velké zahřívání elektronky, takže se zařízení musí při provozu větrat a tím zmenšovat teplota baňky. Zapojení patice a rozměry elektronky 6L41 jsou na obr. 115.



Obr. 115. Zapojení patice a rozměry elektronky 6L41



Obr. 116. Oscilátor pro krátkovlnná pásma s 6L41

10.4.2 Obdobné typy

V USA se používalo tohoto typu s označením 5763, přibližný sovětský ekvivalent je 6П11П.

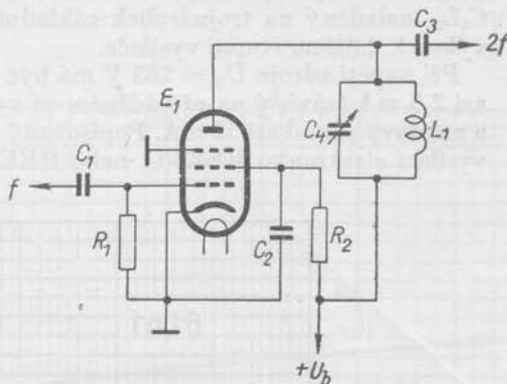
10.4.3 Použití

a) Krystalový oscilátor pro krátkovlnná pásma

Na obr. 116 je zapojení krystalového oscilátoru pro krátkovlnná pásma s elektronkou 6L41. Křemenný krystal slouží k stabilisaci kmitočtu oscilátoru. Kmitočet závisí na výbrusu krystalu, který tvoří v zapojení ladící okruh mezi řídicí mřížkou elektronky a zemí. Katoda elektronky má proti zemi vř potenciál, vytvořený na tlumivce tL_1 . V katodě je zapojen před vř tlumivkou tL_1 odpor $R_2 = 200 \Omega$ v sérii s velkou kapacitou kondensátoru C_2 . Kondensátory C_2 a C_3 se nastaví vhodná zpětná vazba pro použitý krystal. Stínící mřížka se napájí společně s anodou ze zdroje $U_b = 250 \text{ V}$. V jejím přivodu je zapojen sériový odpor $R_3 = 20 \text{ k}\Omega$. Do anodového obvodu je zapojen ladící okruh, nastavený na násobek kmitočtu krystalu. Vysokofrekvenční napětí se odebírá z anody elektronky. Odevzdaný vř výkon je dostatečně velký pro vybuzení následujícího zdvojovače s elektronkou 6L41. Celkový proud odebíraný z napájecího zdroje je asi 20 mA. Výstupní vysokofrekvenční napětí je asi 20 až 50 V.

b) Zdvojovač kmitočtu

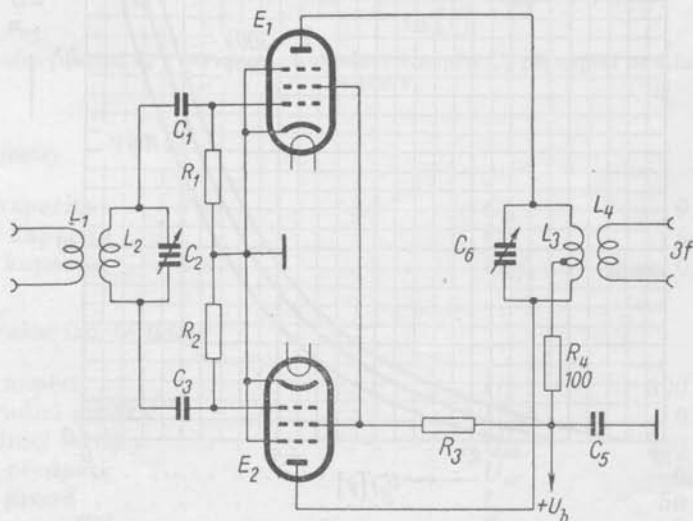
Elektronka 6L41 se hodí velmi dobře k násobení kmitočtu. Na obr. 117 je zapojení zdvojovače kmitočtu. Kondensátorem C_1 se přivádí vf napětí z oscilátoru. Proudem první mřížky se na svodovém odporu $R_1 = 75 \text{ k}\Omega$ vytvoří automaticky předpětí pro vhodný pracovní bod. Vstupní vysokofrekvenční napětí musí být tak velké, aby proud první mřížky, protékající odporem R_1 , měl velikost asi 0,5 až 1 mA. Stínicí mřížka se napájí přes sériový odpor R_2 velikosti 12,5 k Ω ze zdroje U_b , který je společný i pro anodu elektronky. Napětí zdroje bývá až 300 V. Ladicí okruh v anodovém obvodu je naladěný na dvojnásobek kmitočtu přiváděného na první mřížku elektronky. Vf výkon odebraný z anody elektronky stačí k vybuzení vysílací tetrody s výstupním výkonem $P_o = 25 \text{ W}$. Při napětí zdroje $U_b = 300 \text{ V}$ protékají jednotlivými elektrodami zatížené elektronky tyto proudy: anodou asi 40 mA, stínicí mřížkou asi 4 mA a řídicí mřížkou asi 1 mA. Proud řídicí mřížky vytváří spádem na odporu R_1 budící vysokofrekvenční napětí asi 95 V. Za těchto podmínek se dosáhne výstupního výkonu asi 3,6 W.



Obr. 117. Zdvojovač kmitočtu s 6L41

c) Ztrojovač kmitočtu pro vkv

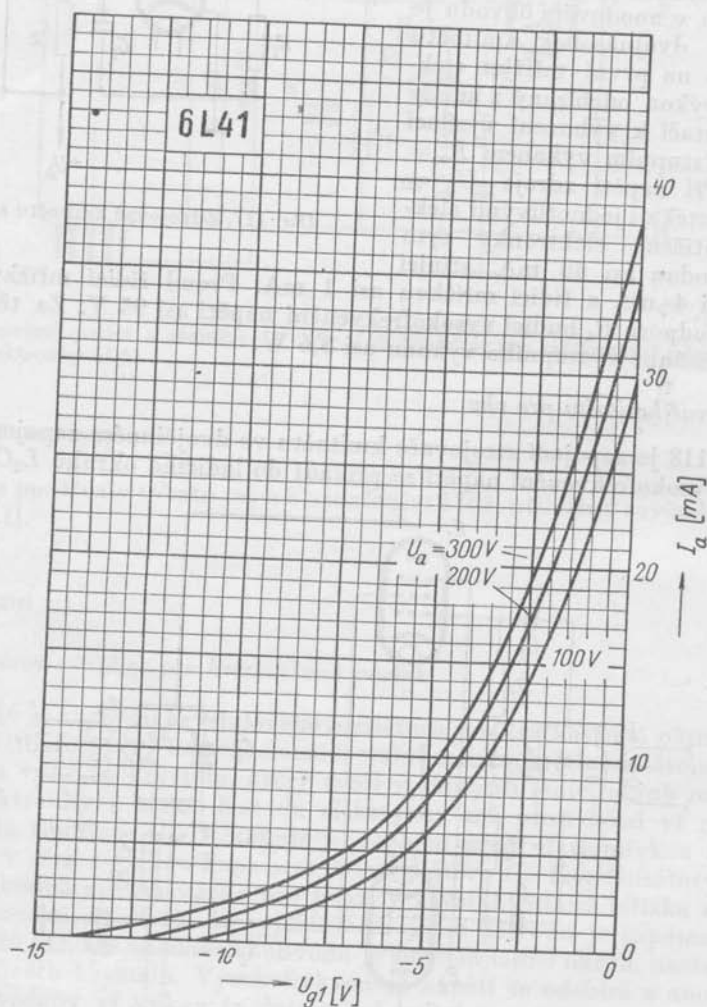
Na obr. 118 je zapojení ztrojovače kmitočtu ve dvojnásobném zapojení, vhodné pro vkv. Vysokofrekvenční napětí se přivádí do ladičního okruhu L_2C_2 , který je



Obr. 118. Ztrojovač kmitočtu s 6L41

naladěný na základní kmitočet vstupního vf napětí. Předpětí pro nastavení vhodného pracovního bodu se vytváří proudem první mřížky na odporech R_1 a R_2 ($0,1 \text{ M}\Omega$). Stínící mřížky se napájejí přes společný sériový odpor $R_3 = 16 \text{ k}\Omega$ ze zdroje U_b . Odpor má být umístěn co nejbližší k vývodům stínících mřížek na objímce elektronky a propojení se musí provést vodičem s malou indukčností (např. měděným páskem). V anodovém obvodu je zapojen další ladící okruh C_6L_3 , naladěný na trojnásobek základního kmitočtu. Z cívky L_4 se odvádí vf výkon k dalšímu stupni vysílače.

Při napětí zdroje $U_b = 285 \text{ V}$ má být proud první mřížky v odporech R_1 a R_2 asi $2,5 \text{ mA}$ (závislý na přiváděném vf výkonu). Proud stínících mřížek je 6 mA a anodový proud asi 52 mA . Popisovaný ztrojovač vybudí při kmitočtu 150 MHz vysílací elektronku REE30A nebo REE30B.



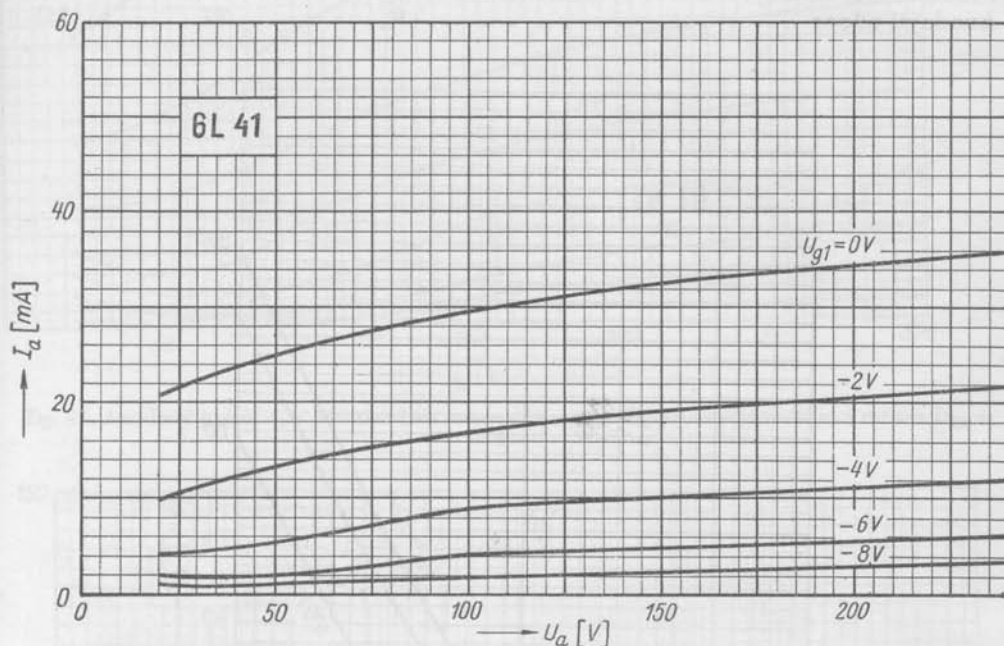
Dg. 90. Anodový proud I_a v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} při napětí na stínící mřížce $U_{g2} = 100 \text{ V}$.

10.4.4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Žhavicí napětí	U_t	6,3	V
Žhavicí proud	I_t	0,75	A



Dg. 91. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí na stínící mřížce $U_{g2} = 100$ V.

b) Kapacity

Vstupní kapacita	C_{g1}	9,5	pF
Výstupní kapacita	C_a	5,0	pF
Průchozí kapacita	$C_{g1/a}$	max. 0,3	pF

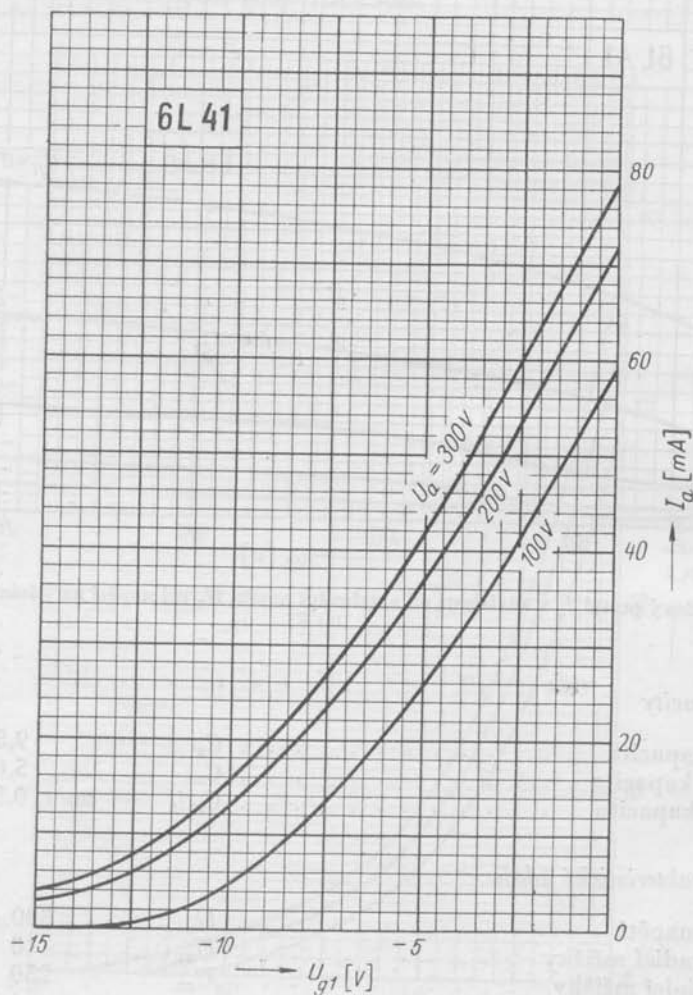
c) Charakteristické údaje

Anodové napětí	U_a	300	V
Napětí hradičí mřížky	U_{g3}	0	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	250	V
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-6,0	V
Anodový proud	I_a	50	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	5,0	mA
Strmost	S	7,0	mA/V

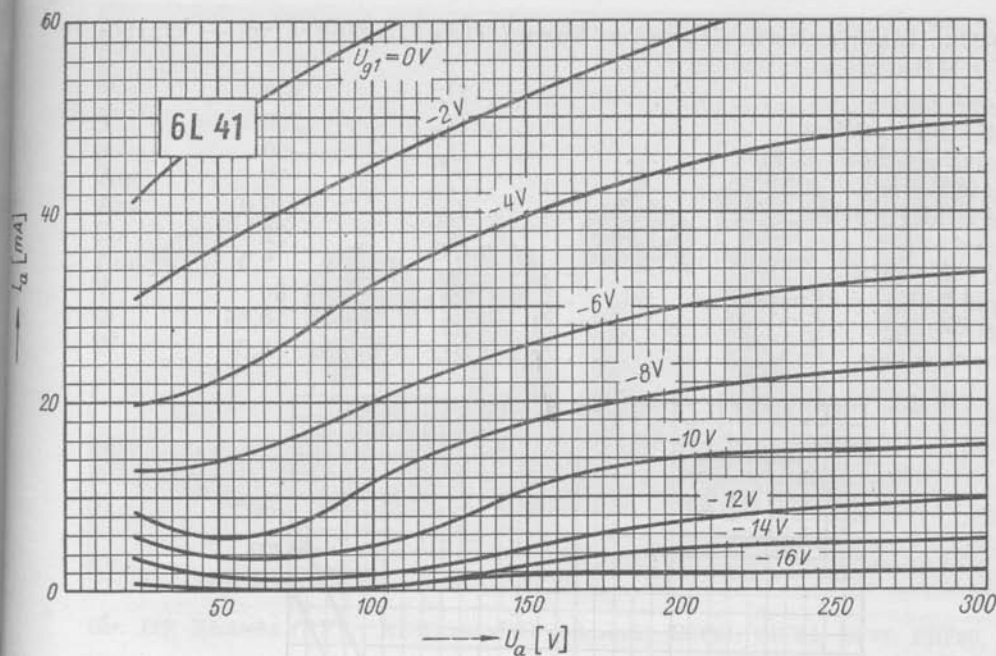
d) Provozní hodnoty

da) Koncový zesilovač třídy A

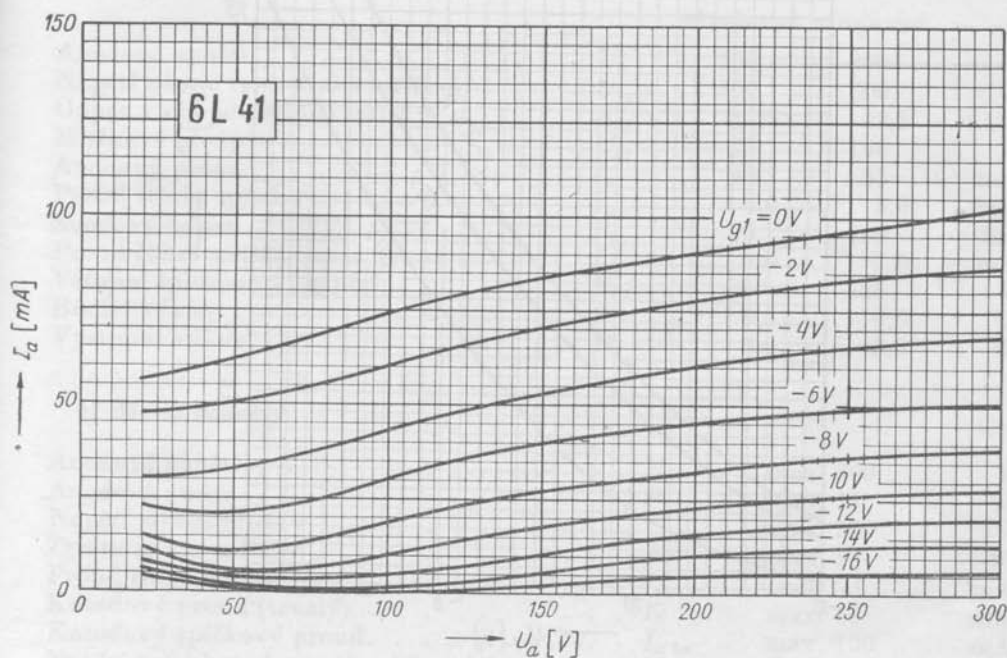
Anodové napětí	U_a	250	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	250	V
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-7,25	V
Anodový proud	I_a	45	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	4,7	mA
Anodový odpor	R_a	27	k Ω



Dg. 92. Anodový proud I_a v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} při napětí na stínící mřížce $U_{g2} = 200$ V.



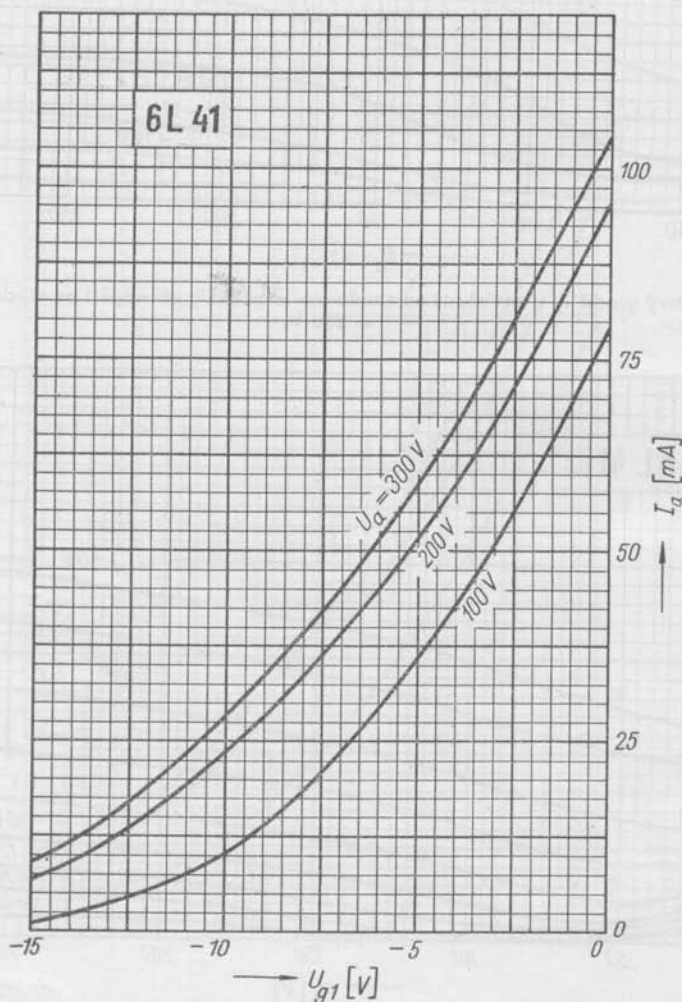
Dg. 93. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí na stínící mřížce $U_{g2} = 200$ V.



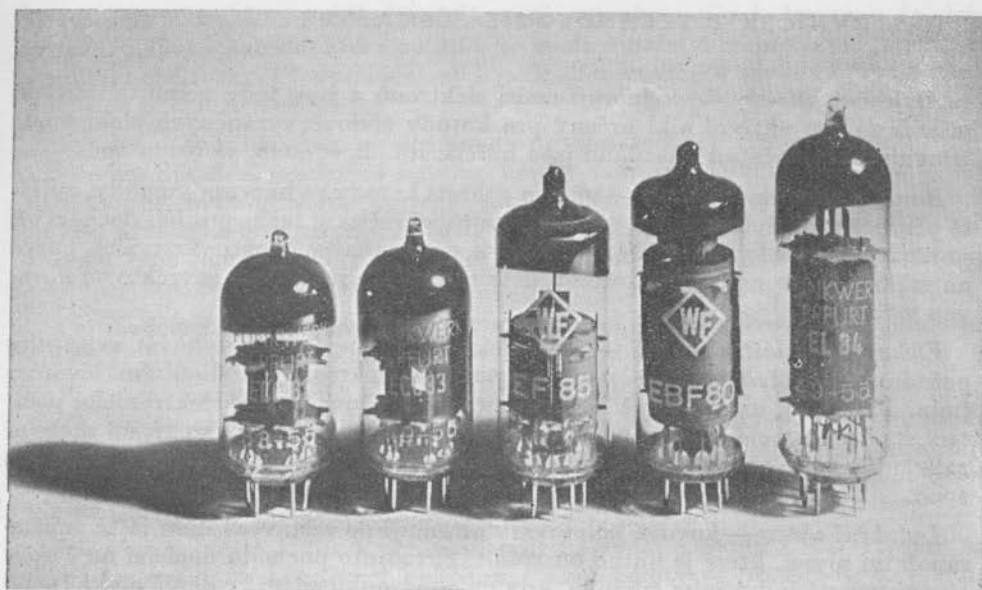
Dg. 95. Anodový proud I_a v závislosti na anodovém napětí U_a při napětí na stínící mřížce $U_{g2} = 250$ V.

db) Oscilátor nebo zesilovač výkonu (třída C, telegrafie) — kmitočet 50 MHz

Anodové napětí	U_a	300	V
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	250	V
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-60	V
Anodový proud	I_a	50	mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	5,0	mA
Svodový odpor	R_{g1}	22	k Ω
Proud řídicí mřížky	I_{g1}	3,0	mA
Vstupní špičkové vf napětí	$E_{1\text{ sp}}$	80	V
Budící výkon	P	0,35	W
Výstupní výkon	P_o	8,0	W



Dg. 94. Anodový proud I_a v závislosti na napětí řídicí mřížky U_{g1} při napětí na stínící mřížce $U_{g2} = 250$ V.



Obr. 119. Německé (RFT - NDR) novalové elektronky ECC81, ECC83, EF85, EBF80, EL84

d) Násobič kmitočtu — do kmitočtu 175 MHz

		zdvojovač		trojovač	
Anodové napětí	U_a	300	300		V
Napětí zdroje (pro stínící mřížku)	U_{bg2}	300	300		V
Odpor v obvodu stínící mřížky	R_{g2}	12,5	12,5		k Ω
Mřížkové předpětí	U_{g1}	-75	-100		V
Anodový proud	I_a	40	35		mA
Proud stínící mřížky	I_{g2}	4,0	5,0		mA
Svodový odpor	R_{g1}	75	100		k Ω
Proud řídicí mřížky	I_{g1}	1,0	1,0		mA
Vstupní špičkové vf napětí	$E_{I\ \text{šp}}$	95	120		V
Budicí výkon	P	0,6	0,6		W
Výstupní výkon	P_o	3,6	2,8		W

e) Mezní hodnoty

Anodové napětí	U_a	max. 300	V
Anodová ztráta	P_a	max. 15	W
Napětí stínící mřížky	U_{g2}	max. 250	V
Ztráta stínící mřížky	P_{g2}	max. 2,5	W
Proud řídicí mřížky	I_{g1}	max. 5,0	mA
Katodový proud (trvalý)	I_k	max. 65	mA
Katodový špičkový proud	$I_{k\ \text{šp}}$	max. 100	mA
Napětí mezi katodou a žhavičím vláknem	$U_{k/f}$	max. 100	V
Nejvyšší provozní kmitočet	f	max. 175	MHz

11. SLOVNÍČEK Z TECHNOLOGIE ELEKTRONEK

Aktivační přísady — podporují emisi elektronů a jsou tedy velmi důležitými přísadami pro aktivní nikl určený pro katody sériově vyráběných elektronek. Hlavními aktivačními přísadami jsou hořčík, hliník, křemík, wolfram apod.

Baryum odpařené z katody — vlivem zahřátí katody se baryum mnohdy, zvláště při zpracování elektrony, odpařuje na řídicí mřížku, takže později dochází při provozu elektrony po zahřátí mřížky k emisi vlivem těchto vrstviček barya na mřížce. Tato emise je škodlivá a je nutno ji předcházet povrchovou úpravou mřížek.

Elektronky zvláštní jakosti — jsou elektronky, které musí vyhovět zvláštním požadavkům; především se mezi ně počítají elektronky s dlouhým životem (min. 10 000 h), určené např. pro podmořské zesilovače, pro elektronické počítačové stroje, dále elektronky odolné proti otřesům a nárazům pro různá mobilní zařízení a konečně elektronky, které vydrží velká urychlení, např. v letadlech apod.

Indukční ohřev — kovové polotovary obsahují po sestavení stále ještě značné množství plynů, které je nutno odstranit. K tomuto pochodu dochází na čerpacím automatě indukčním žiháním, kdy na elektronku sjíždí kruhová cívka (nebo elektronka vjíždí mezi boční cívky), která tvoří primární vinutí vysokofrekvenčního transformátoru, a vlastní systém elektrony sekundární vinutí, přitom je to však závit nakrátko, takže se rozežřeje.

Isolační hmota na vlákna — připravuje se z velmi čistého kysličníku hlinitého, jehož zrna mají velikost kolem 5 μ . Kysličník hlinitý má i při vysoké teplotě dobré isolační schopnosti a neredukuje se žhavým wolframem. Na žhavicí vlákno se nanáší elektroforeticky, kdy se využívá pohybu tuhých látek v kapalině účinkem vnější elektromotorické síly.

Katodová slitina — je v zásadě čistý nikl určený na výrobu katod, vznikající indukčním tavením elektrolytického nebo karbonylového niklu s vhodnými aktivačními přísadami.

Mřížky se samonosnými závity — v sériově vyráběných elektronekách se používá většinou mřížek vyráběných klasickým způsobem, tj. na niklové nosníky se navíjejí závity z molybdenového drátu do kruhového nebo oválného tvaru. Tím se liší od moderních, nyní často užívaných rámečkových mřížek s rovnými závity vinutými tahem.

Natírání emisní hmoty — na kruhové katody se může emisní hmota nanášet také natíráním: katoda je upnuta na svých koncích mezi dvěma hroty a otáčí se, při čemž se na ni nanáší emisní hmota štětcem nebo jiným vhodným přípravkem.

Odplynění jednotlivých polotovarů — před montáží se musí kovové polotovary nejprve odmastit a potom se odplyní žiháním v redukčních pecích, při čemž dochází jednak k redukci povrchových kysličníků, jednak k vypuzení pohlcených plynů. Žihání probíhá nejlépe ve vodíku nebo alespoň v redukční směsi vodíku a dusíku za teploty 800 až 900° C.

Otrava katody — emisní vrstvička, kterou tvoří po přeměně a zahoření čisté baryum na kysličníku barnato-strontnato-vápenatém, musí se chránit před

některými plyny, které unikají z dílů systému, nebo se jinak dostanou do elektronky. Taková katoda, která pohltí i jen malá množství těchto plynů, není s to emitovat elektrony. Především škodí kyslík, dále kysličník uhelnatý, vodní pára, z dalších prvků síra atd.

Pojidlo — se přidává do emisní hmoty pro dosažení její vzájemné soudržnosti a dále pro dosažení soudržnosti emisní hmoty s nosným kovem před její přeměnou. Pojidla nesmějí chemicky reagovat s uhlíčitanými emisní hmoty a s nosným kovem a musí se beze zbytku odpařit při teplotě do 300° C. Jako pojidla se používá hlavně kolodiové vlny rozředěné ve vhodném ředidle, např. v amylacetátu, butylacetátu, butanolu apod.

Postřík katody — se udává tloušťkou nanesené emisní vrstvy a její vahou na 1 cm².

Povrchová úprava mřížek — u strmých elektronek se musí řídicí mřížky např. zlatit, čímž se zabraňuje mřížkové emisi, ke které dochází vlivem vrstviček barya odpařeného z katody na mřížku, poněvadž zlato ve styku s baryem zabraňuje emisi. Rovněž niklování mřížek je výhodné, neboť poniklované molybdenové vinutí snadno oxiduje, a tím je rovněž znemožněna mřížková emise.

Přeměna — je to jedna z nejdůležitějších operací a probíhá v elektronece na čerpacím automatě. Směsový uhlíčitan emisní hmoty se přeměňuje za vakua min. 10⁻¹ torru¹⁾ a za teploty asi 1250° C na kysličníky a současně nastává začátek redukce kysličníku barnatého na čisté kovové baryum.

Rozpínání mřížky — mřížky se samonosnými závity se mnohdy upravují podle tvaru katody, např. vnitřním rozpínáním se dosahuje obdélníkového tvaru řídicí mřížky.

Slitiny Ni5Mn, NiFeMo — může se jich použít u levných elektronek jako náhražky molybdenového vinutí pro výrobu např. hradicích mřížek. Mají horší mechanické vlastnosti než běžně používaný molybden.

Směsový uhlíčitan emisní hmoty — výchozí látkou emisní hmoty před přeměnou je směsový uhlíčitan barnato-strontnato-vápenatý, který tvoří krystalické jehličky s různým poměrem výchozích prvků.

Stříkání emisní hmoty — je nejběžnějším způsobem nanášení emisní hmoty na katodu a děje se stříkací pistolí, při čemž katody jsou před ní uchyceny v kovových rámečcích.

Stykový potenciál — jsou-li ve styku dva různé kovy, objeví se na místě styku tzv. stykový rozdíl potenciálů, též zvaný potenciálním rozdílem Voltovým. Příčinou je různost výstupní práce (práce potřebná k odstranění jednotkového náboje elektronu s povrchu). Při přesných měřeních na elektronekách se musí stykový potenciál respektovat, v běžných případech však jeho zanedbání není chybou.

Uvolňování plynů ze skla baňky — na začátku výrobního postupu na čerpacích automatech je umístěn tunel, vytápěný elektricky nebo plynem, ve kterém se

¹⁾ torr — je jednotka, jejíž pomocí se měří tlaky plynů např. v elektronekách, konečné vakuum vývív apod. Jednotka byla nazvána na počest italského fysika Torricelliho, který již r. 1643 provedl první pokus s měřením tlaků.

1 torr = 1 mm Hg = 0,1 cm. 13,595 g/cm . 980,665 cm/s² = 1333 barů; 760 torrů = 760mm Hg = = 1 atm.

uvolňuje vrstvička vody absorbovaná na vnitřním povrchu skleněné baňky a z malé části též ohřevem unikají ostatní pohlcené plyny.]

Vakuová hygiena — je souhrn opatření, která mají zabezpečit přesnost a jakost vakuových výrobků. Tato opatření vycházejí ze skutečnosti, že každý vlas v systému může způsobit po vypálení vodivý můstek, každá kapka potu může zhoršit emisní vlastnosti, stejně tak mastnota na polotovarech apod. Se vzrůstajícími nároky na jakost elektronek vzrůstají i nároky na vakuovou hygienu.

Zahořování — jinak také aktivace, je uvedení emise elektronek v život a obsahuje tyto dílčí fyzikálně chemické pochody: 1. plnou aktivaci emisní hmoty, 2. dodatečné odplynění elektrod dopadem elektronů, 3. změnu a stabilisaci stykového potenciálu jednotlivých elektrod, 4. stabilisaci emisní hladiny katody. Elektrony se zahořují na rámech k tomu účelu upravených a délka jmenovaných fází je různá podle typu.

LITERATURA

Tak jako v I. svazku díla Čs. miniaturní elektronky (heptalové elektronky), je nutno i tentokrát k výčtu literatury říci, že neuvádíme, poněvadž nejde o dílo vědecké, u jednotlivých údajů přímo odvolávku. Chceme však umožnit čtenáři další studium o moderních elektronkách a proto uvádíme příslušnou literaturu souhrnně.

- [1] *Anonym*: Elektronenröhre ECC85, Funkschau roč. 1957, č. 13, str. 333.
- [2] *Anonym*: Miniaturní elektronky. Sděl. tech., č. 7—8, 1953, str. 227—228.
- [3] *Anonym*: Neue Röhrentypen für den Rundfunkempfänger, Funktechnik roč. 1956, č. 11, str. 307.
- [4] *Anonym*: Radio- und Fernsehrohren der DDR, Deutsche Funk-Technik, roč. 1954, č. 1.
- [5] *Anonym*: Warum neue Empfängerröhren. Funk-Technik 10 (1955), č. 1, str. 1.
- [6] *Anonym*: Typenverzeichnis, Franzis-Verlag München, Beilage zur Röhren-Taschen-Tabelle.
- [7] *Aschermann, W., Meyer, F.*: Gegentaktverstärker mit ECL82, Funk-Technik roč. 1957, č. 18, str. 627.
- [8] *Beier, W.*: Röhrentaschenbuch, Fachbuchverlag Leipzig, 1957.
- [9] *Bell Telephone Labs*: Radar Systems and Components. New York: Van Nostrand 1952.
- [10] *Benjamin, M., Cosgrove C. W., Warren C. W.*: Modern Receiving Valves. 1937. Journ. IEE 80, str. 401.
- [11] *Beusekom*: Das Verhalten der Empfängerröhren während ihrer Lebensdauer. Philips Monatsheft č. 85, března 1941.
- [12] *Blackburn*: Components Handbook. New York 1949.
- [13] *Bonč-Brujevič*: Primenenije elektronnyh lamp v experimentalnoj fizike. Moskva, 1950.
- [14] *Brojde, A. M.*: Spravočnik po elektrovakuumnym i poluprovodnikovym priboram. Gosudarstvennoe energet. izdatelstvo, Moskva 1957.
- [15] *BVMA*: Radio Valve Practice. Brit. Radio Valve Manuf. Assoc., 1948.
- [16] *Carev, B. M.*: Rasčet i konstruovani elektronnyh lamp. Moskva-Leningrad, GEI 1952.
- [17] ČSN 35 8530: Měření elektronek, Praha 1953; ČSN 35 8601: Elektronky malého výkonu.
- [18] ČSN 36 7303: Rozhlasové přijímače.
- [19] *Daten und Schaltungen moderner Empfänger und Kraftverstärkerrohren I*, Philips Eindhoven 1940.
- [20] *Daten und Schaltungen moderner Empfänger und Kraftverstärkerrohren*. Philips, Eindhoven 1942.
- [21] *Deketh, J.*: Grundlagen der Röhrentechnik, Eindhoven 1946.
- [22] Dodatek k „Přehledu elektronek TESLA“, Sděl. tech., 1958, č. 1.
- [23] Elektronky — příručka britského normalizačního ústavu — CP 1005 (překlad Tesla Rožnov) — 1954.
- [24] *Forejt, J.*: Elektronky, jejich charakteristiky a použití. Praha, 1941.
- [25] *GOST 1879—1942*: Lampy elektronnyje malomošnyje. Metody električeskich ispytanj. (Normy SSSR).
- [26] *GOST 7842—55*: Raspoloženie i prisoedinitel'nye rozmery štýrkov. Moskva 1956.
- [27] *Graffunder*: Messungen an Verstärkerrohren. ATM, J 8332—3, říjen 1939.
- [28] *Hrdlička, J.*: Miniaturní a subminiaturní elektronky. Elektrotechnik č. 1, 1951.
- [29] *I. E. C.*: Electronic Valve Bases. Geneva: Central Office of the I. E. C. 1951.
- [30] *Jager, J.*: Daten und Schaltungen von Fernseh-Empfängerröhren. Eindhoven: Philips 1953.
- [31] *Jänicke, R.*: Rundfunk, Fernsehen und Phono auf der Leipziger Herbstmesse, Funktechnik, roč. 1957, č. 19.
- [32] *Jonker J. H. L.*: Pentode and Tetrode Output Valves. I. II. 1939, Wir. Engr. Vol. 20, č. 189, 190.
- [33] *Junghans, W.*: EBF89 eine neue Röhre zur ZF-verstärkung und Demodulation, Funktechnik roč. 1956, č. 4, str. 63.
- [34] *Junghans, W.*: Neue Empfängerröhren für Rundfunk und Fernsehen, Funktechnik roč. 1956, č. 11, str. 308—310.

- [35] *Kacman, J. A.*: Osnovy rasčeta radiolamp. Moskva-Leningrad: GEI 1952.
- [36] *Kammerloher, J.*: Hochfrequenztechnik II. Leipzig, 1941.
- [37] Katalog: Elektrovakuumnye pribory. Spravočnik MRTP SSSR. Moskva 1956.
- [38] Katalog: Mullard-Receiving Valves, Cathode Ray Tubes — Part I.
- [39] Katalog: Philips Pocker Book. 1957.
- [40] Katalog: RFT - Empfängerröhren. Berlin 1958.
- [41] Katalog: Telefunken Röhren-Taschenbuch. 1957.
- [42] Katalog TESLA 1954—1958.
- [43] *Kramář, J.*: Měření přijímacích elektronek. SNTL Praha 1954.
- [44] *Kratochvíl, V.*: Problémy výroby přijímacích elektronek. Sděl. tech. 2, č. 8, 1954, str. 236 až 238.
- [45] *Kratochvíl, V.*: Technologie elektronek zvláštní jakosti. SIO. 17, č. 2, 3, 1956, str. 74—80, 154—158.
- [46] *Kratochvíl, V.*: Výroba elektronek a zářivek. SNTL, Praha 1954.
- [47] *Kratochvíl, V.*: Vývoj moderních elektronek. Neotřístěná přednáška z r. 1953.
- [48] *Kratochvíl, V., Zuzánek, J.*: Československé síťové přijímací elektronky 1957—1958. SIO, roč. 18, č. 12, 1957, str. 860—865.
- [49] *Kunze, F.*: Běžně uveřejňované informace o nových elektronkách NDR v časopise Radio und Fernsehen, roč. 1952—1957.
- [50] *Kunze, F.*: Empfängerröhren der UdSSR, Radio und Fernsehen, roč. 1957, č. 2.
- [51] *Kunze, F.*: Rundfunkröhren - Äquivalenzliste; Deutsche Funk-Technik, roč. 1953, č. 10.
- [52] *Lupínek, M.*: Elektronky. TVV, Praha 1952.
- [53] *Němec, I.*: Základy radiotechniky. ESČ, Praha 1947.
- [54] *Němec, I., Forejt, J.*: Elektronky a výbojky. TVV: Praha 1946.
- [55] *Ratheiser, L.*: Röhren-Handbuch; Franzis-Verlag. München 1955.
- [56] *Ratheiser, L.*: Rundfunk-Röhren, Union Deutsche Verlagsges. Berlin 1942.
- [57] RCA Tubes Handbook, 1950.
- [58] *Rigó, R.*: Stand der Empfängerröhrenentwicklung in der DDR, Radio und Fernsehen, roč. 1957, č. 20, str. 649—657.
- [59] Sborník: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker. Band I. — V. Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GMBH 1954—1957.
- [60] Sborník: Kratkij spravočnik po elektrovakuumnym priboram. Moskva: IVSS 1949.
- [61] Sborník: The Radio Amateur's Handbook. Thirty-First Edition 1954. The American Radio Relay League.
- [62] *Smirenin B. A.*: Spravočnik po radiotechnice. Moskva-Leningrad, GEI 1950.
- [63] *Springstein, K.*: Einführung in die Kurzwellen- und Ultrakurzwellen — Empfänger — Praxis, Fachbuchverlag GMBH Leipzig 1953.
- [64] *Stránský, J.*: Základy elektrotechniky. I. díl: Elektronky. TVV, Praha 1951.
- [65] *Stránský, J.*: Základy radiotechniky. II. díl: Theorie radioelektrického sdělování. TVV, Praha 1951.
- [66] *Strutt M. J. O.*: Moderne Mehrgitterelektronenröhren. Berlin, 1938.
- [67] *Strutt, van der Ziel.*: Das Verhalten von Verstärkeröhren bei sehr hohen Frequenzen. Philips Tech. Rundsch., V. 3., No 4, 1938, str. 104—112.
- [68] *Stříž, V.*: Kalibrovací přípravek pro miniaturní elektronky. Sděl. tech. č. 6, 1954, str. 187.
- [69] *Šapošnikov, A. A.*: Elektronnye i ionnye pribory. Moskva - Leningrad: GEI 1952.
- [70] *Terman, F. E.*: Radio Engineers' Handbook. New York: McGraw Hill 1943.
- [71] *Tesla Rožnov*: Osazovací elektronky 1958 (Závodní publikace).
- [72] *Tjagunov, Žigarjev*: Elektronnyje lampy. Moskva, 1948.
- [73] *Tuček, Z.*: Sladování superhetů, SNTL, Praha 1953.
- [74] Údaje o elektronkách, běžně uveřejňované ve Sdělovací technice od č. 1/1958.
- [75] *Weeks, P. T.*: Reliability in Miniature and Subminiature Tubes. Proceedings of the I. R. E. 39 (1951), č. 5, str. 409—503.
- [76] *Weinheimer, R.*: Miniaturröhren für Wechselstrom und Allstrom. Funk-Technik 7 (1952), č. 4, str. 106—107, č. 5, str. 135—137.
- [77] *Whitte, W. C.*: Trends in Electron Tube Design. Electrical Engineering 67 (1948), č. 6, str. 517—530.
- [78] *Wörner, H.*: Die Doppeltriode E88CC, eine neue Universalaröhre für hohe Anforderungen, Funkschau, roč. 28, č. 9, 1956, str. 343—344.
- [79] *Zeluft, V., Arnold, W. G.*: 25 Years of Electronics, Electronics Buyers' Guide, June 1956 — Mid-Month.
- [80] *Zuzánek, J.*: Československé novalové elektronky. SIO., roč. 18, č. 1, 1957, str. 36—40.
- [81] *Zuzánek, J., Deutsch, J.*: Data miniaturních elektronek Tesla (část IV), SIO., roč. 17, č. 11, 1958.
- [82] *Zuzánek, J., Deutsch, J.*: Data miniaturních elektronek Tesla (část V), SIO, roč. 18, č. 2, 1958.
- [83] *Zuzánek - Deutsch*: Miniaturní elektronky čs. výroby. Technická práce, SVTL č. 10, 1956.

V. TABULKY

Tab. I. Srovnávací tabulka elektronek

ČSR	Značení			Poznámka
	Evropské	USA	SSSR	
EABC80 EBF89 ECC83	EABC80 EBF89 ECC83	6AK8 — 12AX7	— — —	
ECC84 ECC85 ECH81	ECC84 ECC85 ECH81	6CW7 6AQ8 6AJ8	6H14Π — 6H1Π	
ECL82 EF86 EL84	ECL82 EF86 EL84	6BM8 6BK8 6BQ5	— — 6Π14Π	
EL86 EM80 EM81*)	EL86 EM80 EM81	6CW5 6BR5 —	— 6E1Π —	
EZ80 EZ81 E180F	EZ80 EZ81 E180F	6V4 6BW4 6688	— — —	*) nahrazuje čs. vývo- jový typ 6M40
EL34 6CC41 6L41	EL34 — —	6CA7 12AX7*) 5763	— 6H2Π —	*) jiné zapojení patice

Tab. II. Hodnoty elektronek, které

Veličina a jednotka	ECC82	PCC84	PCC85	PCC88	E88C	EF80	PL81	PL82	PL83	PL84	PY82
U_f [V]	6,3	7,2	9,0	7,0	6,3	6,3	21,5	16,5	15	15	19
I_f [A]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
U_a [V]	250	90	170	90		170	200	170	170	170	$U_{ss} =$ $= 250V$
U_{g5} [V]	—	—	—	—		—	—	—	—	—	
U_{g2+4} [V]	—	—	—	—		—	—	—	—	—	
U_{g3} [V]	—	—	—	—		0	0	—	0	—	
U_{g2} [V]	—	—	—	—		170	200	170	170	170	
U_{g1} [V]	8,5	1,5	1,5	1,2		-2,0	-28	-10,4	-2,3	-12,5	
I_a [mA]	10,5	12	10	15		10	40	53	36	70	$I_{ss} =$ $= 180mA$
I_{g2} [mA]	—	—	—	—		2,5	2,8	10	5,0	5,0	
S [mA/V]	2,2	6,0	6,2	12,5		7,4	6,0	9,0	10,5	10	$R_1 =$ $= 100\Omega$
μ	17	24	50	33		—	—	—	—	—	
R_1 [k Ω]	7,7	4,0	—	2,6		0,5	11	20	100	23	$U_{k/t} =$ $= 550V$
R_k [k Ω]	—	—	—	—		—	—	—	—	—	
R_a [k Ω]	—	—	—	—		—	—	—	—	—	
R_{g2} [k Ω]	—	—	—	—		—	—	—	—	—	
P_a [W]	2,5	2,0	2,5	1,5		2,5	8,0	9,0	9,0	12	
P_{g2} [W]	—	—	—	—		0,5	4,5	2,5	2,0	1,8	

Tab. III. Hodnoty některých miniaturních

Veličina a jednotka	EC92	EC93	EBF80	ECC81	ECL80	
U_f [V]	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	
I_f [A]	0,15	0,2	0,3	0,3	0,3	
U_a [V]	250	100	pentoda 250	250	trioda 100	pentoda 200
U_{g5} [V]	—	—	—	—	—	—
U_{g2+g4} [V]	—	—	—	—	—	—
U_{g3} [V]	—	—	0	—	—	0
U_{g2} [V]	—	—	85	—	—	200
U_{g1} [V]	-2,0	-4,0	-2,0	-2,0	0	-8,0
I_a [mA]	10	16	5,0	10	8,0	17,5
I_{g2} [mA]	—	—	1,75	—	—	3,3
S [mA/V]	5,5	8,0	2,2	5,5	1,9	3,3
μ	60	15	—	60	20	—
R_1 [k Ω]	—	—	1,5	—	—	150
R_k [k Ω]	—	—	300	—	—	—
R_a [k Ω]	—	—	—	—	—	—
R_{g2} [k Ω]	—	—	—	—	—	—
P_a [W]	2,5	2,25	1,5	2,5	1,0	3,5
P_{g2} [W]	—	—	0,3	—	—	1,2
I_d [mA]	—	—	0,8	—	—	—

budou uveřejněny ve III. svazku

PY83	DY86	PCF82	PCL82	PL36	PABC80	6CC42	6L43
20	1,4	9,5	16	25	9,5	6,3	6,3
0,3	0,55	0,3	0,3	0,3	0,3	0,35	0,65
$U_{a\text{zdv}} =$ $= 5 \text{ kV}$ (18 % periody)	$U_a =$ $= 18 \text{ kV}$ $U_{a\text{sp}} =$ $= 22 \text{ kV}$	trioda pent. 150 170	trioda pent. 100 200	170	250	150	300
$U_{a\text{zdv}} =$ $= 5,6 \text{ kV}$		—	—	—	—	—	—
		110	170	170	—	—	0
		-1,0 -0,9	0 -12,5	-21	-30	-2,0	-3,0
$I_a =$ $= 175 \text{ mA}$	$I_a =$ $= 0,8 \text{ mA}$	18 10	3,5 35	100	1,0	8,0	30
$I_{a\text{sp}} =$ $= 500 \text{ mA}$	$I_{a\text{sp}} =$ $= 40 \text{ mA}$	3,5	6,5	8,5	—	—	7,0
		8,5 5,2	2,5 6,8	11	1,2	5,25	11
(18 % periody)	(10 % periody)	40	70	—	70	35	—
$U_{k\text{sp}/t} =$ $= 5 \text{ kV}$		5,0 400	16	5,5	58	—	90
—	—	68	—	—	—	240	80
—	—	—	—	—	—	—	10
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2,7 2,8	1,0 5,0	10	1,0	1,5	9,0
—	—	— 0,5	— 1,8	2,5	—	—	2,0

elektronek používaných v zahraničí

EF83	EF85	EF89		EH90		EL95
6,3	6,3	6,3		6,3		6,3
0,2	0,3	0,2		0,3		0,2
250	2,50	250	10	100	100	250
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	30	30	30	—
0	0	0	0	0	-1	—
50	85	100	—	—	—	250
-1,6	-1,8	-2,0	0	-1,0	0	-9,0
4,0	8,0	9,0	1,2	0,75	0,8	24
1,15	2,0	3,0	*)4,1	1,1	4,0	4,5
1,6	5,7	3,6	S_{ag1}	0,95	—	5,0
—	—	—	S_{ag3}	—	1,25	—
1,6	0,6	1,0	—	1,0	0,7	80
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
1,0	2,5	2,25	1,0	—	—	6,0
0,2	0,65	0,45	—	—	—	1,25
—	—	—	—	—	—	—

*) I_{g2+g4}

Tab. IV. Hodnoty starých elektroněk

Veličina a jednotka	EC2	EC41	EF3	EF6	EF8	EF9
U_f [V]	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
I_f [A]	0,4	0,2	0,24	0,2	0,2	0,2
U_a [V]	250	150	250	250	250	250
U_{g5} [V]	—	0,2	—	—	—	—
U_{g2+4} [V]	—	—	—	—	—	—
U_{g3} [V]	—	—	0	0	250	0
U_{g2} [V]	—	—	100	100	0	100
U_{g1} [V]	—5,5	—2,0	—2,5	—2,0	—2,5	—3,4
I_a [mA]	6,0	30	8,0	0,015	3,0	0,9
I_{g2} [mA]	—	—	3,1	—	0,8	0,35
S [mA/V]	2,5	5,5	1,8	0,002	1,8	—
μ	30	16	—	—	—	—
R_1 [k Ω]	12	29	1500	10000	2500	—
R_k [k Ω]	0,9	0—065	0,25	0,25	3,0	0,3
R_a [k Ω]	—	—	—	—	200	—
R_{g2} [k Ω]	—	—	—	—	400	—
P_a [W]	2,0	3,5	2,0	—	1,0	—
P_{g2} [W]	—	—	0,5	—	0,3	—
					2,5	0,08
						2,0
						0,3

Tab. V. Hodnoty starých elektroněk řady E.

Veličina a jednotka	EK1	EK2	EK3	EL1	EL2	EL3
U_f [V]	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
I_f [A]	0,4	0,2	0,6	0,4	0,2	0,9
U_a [V]	250	250	250	250	250	250
U_{g5} [V]	70	50	100	—	—	—
U_{g2+4} [V]	1,5	—25	—2,0	—15	—2,5	—38
U_{g3} [V]	70	50	100	—	—	—
U_{g2} [V]	90	200	100	250	250	250
U_{g1} [V]	—9,5	—2,0	—25	—12	—18,5	—18
I_a [mA]	1,6	0,015	1,0	—	32	32
I_{g2} [mA]	2,0	—	1,1	2,5	—	5,0
S [mA/V]	0,6	0,002	0,55	0,0055	0,65	0,0065
μ	—	—	—	—	—	—
R_1 [k Ω]	1500	10000	2000	10000	2000	10000
R_k [k Ω]	0,2	0,49	0,19	—	0,5	0,5
R_a [k Ω]	—	—	—	—	11,5	8,0
R_{g2} [k Ω]	—	—	—	—	7,0	—
P_a [W]	0,5	1,0	1,0	—	8,0	8,0
P_{g2} [W]	0,5	0,3	1,0	—	1,3	2,0
						1,6
						2,5
						1,2

fady E — triody a vf pentody

EF11		EF12		EF14	EF22		EF40	EF42
6,3		6,3		6,3	6,3		6,3	6,3
0,2		0,2		0,45	0,2		0,2	0,33
250	100	250	250	250	250		250	250
—		—		—	—		—	—
—		—		0	0		0	0
100	250	100	—	200	100	250	150	250
-2,0	-21	-2,0	-3,6	-5,0	-2,5	-46	-2,0	-2,0
6,0	—	3,0	0,9	12	6,0	—	3,0	10
2,0	—	1,0	0,3	1,9	1,7	—	0,55	2,4
2,2	0,0075	2,1	—	7,0	2,2	0,022	1,8	9,0
—	—	—	—	—	—	—	—	—
3000	10000	1500	—	180	1200	10000	3000	500
0,25	—	0,5	3,0	0,35	0,325	—	0,5	0,16
—	—	—	200	—	—	—	—	—
75	—	—	500	—	90	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,0	—	1,5	—	5,0	2,0	—	1,0	3,5
0,3	—	0,4	—	0,7	0,3	—	0,2	0,7

oktody, koncové pentody a elektronové ukazatele

EL6	EL11	EL12	EL41	EM2	EM3	EM4	EM11
6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
1,2	0,9	1,2	0,71	0,2	0,2	0,2	0,2
250	250	250	250	200 200	250	250	250
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
250	250	250	250	—	—	—	—
-7,0	-6,0	-7,0	-7,0	-2,5 +3,0	-5,4 -21	I. 0 -5,0	I. 0 -4,0
72	36	72	36	3,0 0,9	0,1 0,22	II. 0 -16	II. 0 -20
8,0	4,0	8,0	5,2	—	0,3	2,0 2,7	I. 0,12 0,07
14,5	9,0	15	10	1,2	—	0,75	II. 0,25 0,08
—	—	—	—	—	—	—	0,46
20	25	30	40	42	—	—	—
0,09	0,15	0,09	0,17	0,6	—	—	—
3,5	7,0	3,5	7,0	100	—	—	—
—	—	—	—	—	—	I. 1000	I. 2000
—	—	—	—	—	—	II. 1000	II. 1000
18	9,0	18	9,0	1,5	—	—	—
3,0 2,0	2,5 1,2	5,0 2,5	3,3 1,2	—	—	—	0,5
—	—	—	—	—	—	—	$I_k = 5,0$

Tab. VI. Hodnoty starých elektronek

Veličina a jednotka	EBC3	EBC11	EBF11	EBL1	EBL 21	ECC40	ECH3
U_t [V]	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
I_t [A]	0,2	0,2	0,2	1,18	0,8	0,6	0,2
U_a [V]	250 250	250 250	250	250	250	250	250 250
U_{g5} [V]	—	—	—	—	—	—	—
U_{g2+4} [V]	—	—	—	—	—	—	140 —
U_{g3} [V]	—	—	—	—	—	—	—10 —
U_{g2} [V]	—	—	260	250	250	—	140 —
U_{g1} [V]	-5,5 —	-8,0 -3,75	-2,0 -45	-6,0	-6,0	-5,2	-2,0 -23,5 -10
I_a [mA]	5,0 0,75	5,0 0,75	5,0 —	36	36	6,0	3,0 — 3,3
I_{g2} [mA]	—	—	1,8	4,0	4,5	—	3,0 —
S [mA/V]	2,0 —	2,2 —	1,8 0,009	9,0	9,0	2,7	0,65 0,0065 3,3 ⁺
μ	30 —	25 25	—	—	—	30	— 25
R_1 [k Ω]	15	11,5	2000	50	50	11	1300 —
R_k [k Ω]	1,1 4,0	1,6 5,0	0,3	0,15	0,15	0,87	0,215 — 0,215
R_a [k Ω]	— 200	— 200	—	7,0	7,0	15	— 45
R_{g2} [k Ω]	—	—	85	—	—	—	—
P_a [W]	1,5	1,5	1,5	9,0	11	1,5	1,2 1,5
P_{g2} [W]	—	—	0,3	2,5	2,75	—	0,6 —
I_d [mA]	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	—	— + $U_{gT} = 0$ V

Tab. VII. Hodnoty starých

Veličina a jednotka	ABC1	ABL1	AC2	ACH1	AD1	AF2	AF3	AF7	AF100
U_f [V]	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
I_f [A]	0,65	2,4	0,65	1,0	0,95	1,1	0,65	0,65	0,7
U_a [V]	250 250	250	250 250	300	250	200	250	250 250	250
U_{g5} [V]	—	—	—	—	—	—	—	—	—
U_{g2+4} [V]	—	—	—	70	—	—	—	—	—
U_{g3} [V]	—	—	—	-15	—	—	0	0 0	0
U_{g2} [V]	—	250	—	70	—	—	100	100 —	200
U_{g1} [V]	-7,0	-8,0	-5,5 —	-2,0 -20	-45	-2,0 -22	-3,0 -55	-2,0 —	-2,1
I_a [mA]	4,0 0,85	36	6,0 0,75	2,5 0,01	60	4,25 0,015	3,0 0,030	3,0 0,9	15
I_{g2} [mA]	—	4,0	—	3,5	—	1,8	2,8 0,01	1,1 0,4	1,65
S [mA/V]	2,0 —	9,3	2,5 —	0,75 0,001	6,0	2,5 0,002	1,8 0,002	2,1 —	10,5
μ	27 25	—	30 28	—	—	—	—	—	—
R_1 [k Ω]	13,5 —	50	12 —	800 10000	0,67	1400 10000	1200 10000	2000	300
R_k [k Ω]	1,75 3,2	0,15	0,9 5,0	0,22	—	0,75 0,3	—	— 0,5 2,5	0,125
R_a [k Ω]	— 200	7,0	— 200	—	—	2,3	—	— 200	—
R_{g2} [W]	—	—	—	—	—	—	—	— 400	30
P_a [W]	1,5	9,0	2,0	1,5	15	1,5	2,0	1,0	4,0
P_{g2} [W]	—	1,5	—	0,5	—	0,3	0,4	0,3	0,45
I_d [mA]	0,8	0,8	—	—	—	—	—	—	—

řady E — kombinované elektronky

ECH4			ECH11			ECH21			ECH41			ECH42		
6,3 0,35			6,3 0,2			6,33 0,33			6,3 0,225			6,3 0,23		
250	—	250	250	—	150	250	—	100	250	—	250	250	—	250
250	—	—	235	—	—	250	—	—	150	—	—	125	—	—
-9,3	—	—	-10	—	—	-9,5	—	—	-8,0	—	—	-8,0	—	—
250	—	—	235	—	—	250	—	—	150	—	—	125	—	—
-2,0	-24,5	-9,5	-2,0	-24	-10	-2,0	-24,5	-9,5	-2,0	-28	-8,0	-2,0	-29	-8,0
3,0	—	4,5	2,3	—	3,4	3,0	—	4,5	3,0	—	4,9	3,0	—	4,8
6,2	—	—	3,0	—	—	6,2	—	—	2,2	—	—	3,0	—	—
0,75	0,0075	3,2 ⁺)	0,65	0,0016	2,8 ⁺)	0,75	0,0075	3,2 ⁺)	0,5	—	1,9 ⁺)	0,75	0,007	2,8 ⁺)
—	—	22	—	—	20	—	—	20	—	—	19	—	—	22
1400	—	—	800	—	—	1400	—	—	2000	—	—	1000	—	—
0,15	—	0,15	0,23	—	0,23	0,15	—	0,15	0,2	—	0,2	0,18	—	0,18
—	—	20	—	—	30	—	—	20	—	—	30	—	—	33
24	—	—	50	—	—	24	—	—	47+33	—	—	27+27 ₁	—	—
1,5	—	0,8	1,8	—	1,0	1,5	—	0,8	0,8	—	0,9	1,5	—	0,8
1,0	—	—	0,6	—	—	1,0	—	—	0,3	—	—	0,3	—	—
+U _{gT} = 0 V			+U _{gT} = 0 T			+U _{gT} = 0 V			+U _{gT} = 0 V			+U _{gT} = 0 V		

elektronek řady A

AH1			AK1		AK2		AL1	AL2	AL3	AL4	AL5	AM1		AM2		
4,0	—	—	4,0	—	4,0	—	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	
0,65	—	—	0,65	—	0,65	—	1,1	1,0	1,85	1,75	2,0	0,3	—	0,32	—	
250	—	250	250	—	250	—	250	250	250	250	250	250	—	250	250	
—	—	—	70	—	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
80	—	80	±1,5	-25	±1,5	-2,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
-2,0	-20	-12	70	—	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
80	—	80	90	—	90	—	250	250	250	250	275	—	—	—	—	
-2,0	-20	-2,0	-1,5	—	-1,5	—	-15	-25	-6,0	-6,0	-14	0	-5,0	-3,5+3,0-6,0	—	
3,0	0,015	2,0	1,6	0,015	1,5	0,015	36	36	36	36	72	0,095	0,021	3,0	0,9	
1,1	—	2,0	2,0	—	2,0	—	6,8	5,0	4,0	5,0	7,0	I _e	0,13	—	—	
1,85	0,002	0,55	0,6	0,002	0,6	0,002	2,8	2,6	9,5	9,0	8,5	—	—	2	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2000	10000	2000	1500	10000	1600	10000	43	60	50	25	22	—	—	—	—	
0,5	—	0,5	0,2	—	0,25	—	0,35	0,6	0,15	0,15	—	—	—	1,2	—	
—	—	—	—	—	—	—	7,0	7,0	7,0	7,0	3,5	2000	—	100	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1,5	—	—	0,5	—	0,5	—	9,0	9,0	9,0	9,0	18	—	—	1,5	—	
0,5	—	—	0,5	—	0,5	—	25	2,5	1,5	2,5	1,5	1,5	5,0	2,0	—	—
—	—	—	+) U _{g4}		+) U _{g4}		—	—	—	—	—	—	—	—	—	



Tab. VIII. Hodnoty nejvíce používaných dvojitých triod

Veliká a jednotka	ECC40	ECC81	ECC82	ECC83	ECC84	ECC85	ECC86	E88CC	PCC88	ECC91	6SN7 (6CC10)
U_f [V]	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3 ⁺	6,4	6,3	6,3	7,0	6,3	6,3
I_f [A]	0,6	0,3	0,3	0,3	0,345	0,435	0,33	0,3	0,3	0,45	0,6
U_a [V]	250	250	250	250	90	250	6,3	90	100	250	250
U_{gl} [V]	-5,5	-2,0	-8,5	-2,0	-1,5	-2,3	-0,45	-1,2	-0,85	-8,0	-8,0
I_a [mA]	6,0	10	10,5	1,2	12	10	1,0	15	8,5	9,0	9,0
S [mA/V]	2,9	5,5	2,2	1,6	6,0	5,9	2,6	12,5	5,3	2,6	2,6
μ	24	60	17	100	24	57	13	33	38	20	20
R_l [k Ω]	11	—	7,7	62,5	4,0	—	4,5	2,6	7,1	7,7	7,7
R_k [Ω]	920	—	—	—	—	—	—	—	100	9,0	9,0
P_a [W]	1,5	2,5	2,75	1,0	2,0	2,5 ⁺	0,6	1,5	1,5	2,5	2,5

+) PCC84
7,2 V; 0,3 A



Inž. Jaroslav Zuzánek - Jiří Deutsch

ČESKOSLOVENSKÉ MINIATURNÍ ELEKTRONKY

II. Novalové elektronky pro rozhlasové přijímače

DT 621.385.1

Vazbu navrhl Miroslav Schützner
Grafická úprava a technická redakce Vladislav Lacina
Vydalo Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, Praha II
v lednu 1960 jako svou 3244. publikaci, typové číslo L26-E1-4-II/5362
v řadě elektrotechnické literatury slaboproudé
220 stran, 119 obrázků, 95 diagramů a 15 tabulek

Hlavní redaktor inž. dr. František Kašpar
Odpovědný redaktor Rudolf Major
Jazyková úprava Olga Klimentová
Tiskové korektury Anna Piroutková

Z nové sazby písmem Bodoni vytiskl Mír, novinářské závody, n. p., závod 01, Praha 3
ormát papíru 70 × 100 cm — 19,04 AA, 19,70 VA, D- 600501. Sazba 14.4. 1959, tisk 29. 12. 1959
Výtisků 7200 — Vydání první

301-05-38

Cena váz. výt. 21,80 Kčs

56 III-8-E1

Publikace je určena konstruktérům, technikům a opravářům elektronkových zařízení.