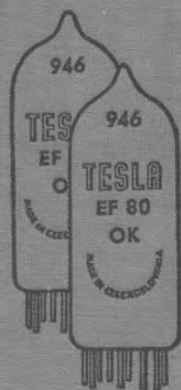


DEUTSCH-KUBÁT-MUSIL

ČESKOSLOVENSKÉ  
MINIATURNÍ  
ELEKTRONKY

III

TELEVIZNÍ ELEKTRONKY



SNTL-SVTL

JIŘÍ DEUTSCH, INŽ. ARNOŠT KUBÁT  
A INŽ. JAN MUSIL

# ČESKOSLOVENSKÉ MINIATURNÍ ELEKTRONKY

III. TELEVIZNÍ ELEKTRONKY



PRAHA 1963

STÁTNÍ NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY  
SLOVENSKÉ VYDAVATEĽSTVO TECHNICKEJ LITERATÚRY

3. sept. 1963

Kniha podává ucelený obraz o československých miniaturních elektronkách a obrazovkách pro televizní přijímače; uvádí jejich charakteristiky, použití a podrobné údaje.

Kniha je určena pro konstruktéry, techniky a opraváře elektronkových zařízení.



KIP 6794

10. IX. 1963

IC 22921  
3

Lektor RNDr Jindřich Forejt

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

© Jíří Deusch, inž. Arnošt Kubát a inž. Jan Musil, 1963

## PŘEDMLUVA

V této knize, která navazuje na předešlé dva svazky „Československé miniaturní elektronky“, předkládáme popisy, podrobné údaje, charakteristiky a příklady zapojení novalových elektronek a obrazovek pro televizní přijímače. V tomto svazku jsme se snažili přihlédnout k uveřejněným připomínkám. Při tom bylo ovšem nutno zachovat ucelenost úpravy všech tří svazků. Nebylo také možné vydat tuto publikaci v dostatečně krátkém termínu.

Do této knihy byly zařazeny všechny u nás vyráběné elektronky pro televizní přijímače, pokud nebyly popsány v předchozích svazcích, a dále televizní obrazovky. Během zpracovávání rukopisu bylo rozhodnuto, že se u nás budou vyrábět některé nové typy elektronek. Pokud to bylo časově možné, byly i popisy těchto elektronek zařazeny, přestože jsme si vědomi, že sady charakteristik jsou neúplné. Týká se to elektronek PCL86, ECH84, PCC189, PCF86, EF183 a EF184.

Při zpracovávání rukopisu nemohl již spolupracovat s. inž. Jaroslav Zuzánek, který mezitím přešel do jiného pracovního oboru. První část knihy o novalových televizních elektronkách proto zpracovali s. J. Deutsch a inž. A. Kubát, druhou část o obrazovkách s. inž. J. Musil. Děkujeme všem těm, kteří svou pomocí přispěli k včasnému dokončení rukopisu, především ředitelství n.p. Tesla Rožnov a ředitelství závodu Vrchlabí za povolení, že jsme mohli uveřejnit závodní podklady.

*Autoři*

Ve Vrchlabí v říjnu 1961

# OBSAH

Předmluva . . . . .	5
Použité znaky elektrických veličin elektronek a obrazovek . . . . .	10
<b>I. Úvod . . . . .</b>	<b>13</b>
<b>II. Televizní elektronky . . . . .</b>	<b>14</b>
1. Vývoj a konstrukce televizních elektronek. . . . .	14
2. Moderní československé elektronky s rámečkovými mřížkami. . . . .	17
3. Technologie elektronek s rámečkovými mřížkami. . . . .	19
4. Československé televizní elektronky. . . . .	21
<b>III. Moderní televizní přijímače. . . . .</b>	<b>25</b>
5. Použití elektronek v televizních přijímačích . . . . .	25
5.1 Použití elektronek s rámečkovými mřížkami v televizních přijímačích . . . . .	29
<b>IV. Televizní elektronky, jejich použití a charakteristiky . . . . .</b>	<b>30</b>
6. Televizní elektronky standardní konstrukce . . . . .	30
6.1 Elektronka PABC80 . . . . .	30
6.2 Elektronka ECC82 . . . . .	34
6.3 Elektronka PCC84 . . . . .	48
6.4 Elektronky PCC85 a UCC85. . . . .	52
6.5 Elektronky PCF82 a ECF82. . . . .	62
6.6 Elektronka PCL82 . . . . .	75
6.7 Elektronky PCL84 a ECL84. . . . .	90
6.8 Elektronky PCL86 a ECL86. . . . .	98
6.9 Elektronky PL36 a EL36 . . . . .	104
6.10 Elektronky PL81 a EL81 . . . . .	115
6.11 Elektronky PL82 a EL82 . . . . .	126
6.12 Elektronky PL83 a EL83 . . . . .	136
6.13 Elektronky PL84 a UL84 . . . . .	141
6.14 Elektronky PM84 a EM84. . . . .	146
6.15 Elektronky PY82, EY82 a UY82. . . . .	150
6.16 Elektronky PY83 a EY83. . . . .	155
6.17 Elektronky EY86 a DY86. . . . .	158
6.18 Elektronky PY88 a EY88 . . . . .	162
6.19 Elektronka 6CC42 . . . . .	164
6.20 Elektronka 6L43 . . . . .	167
6.21 Elektronka ECH84. . . . .	171
6.22 Elektronka EF80 . . . . .	175
7. Elektronky s rámečkovými mřížkami . . . . .	183
7.1 Elektronky PC86 a EC86 . . . . .	183
7.2 Elektronky PCC88 a ECC88. . . . .	192
7.3 Elektronka PCC189. . . . .	198
7.4 Elektronka PCF86 . . . . .	202
7.5 Elektronka EF183 . . . . .	205
7.6 Elektronka EF184 . . . . .	211
<b>V. Obrazovky . . . . .</b>	<b>216</b>
8.1 Vývoj obrazovek. . . . .	216
8.2 Konstrukce obrazovek . . . . .	220

8.3	Moderní obrazovky s velkým úhlem vychylování. . . . .	230
8.4	Některé zvláštnosti z technologie výroby obrazovek. . . . .	233
8.5	Vlastnosti obrazovek . . . . .	237
8.6	Značení obrazovek . . . . .	243
<b>VI.</b>	<b>Obrazovky, jejich použití a charakteristiky . . . . .</b>	<b>247</b>
9.1	Obrazovka 25QP20. . . . .	247
9.2	Obrazovky 350QP44 a 351QP44 . . . . .	249
9.3	Obrazovky 430QP44 a 431QP44 . . . . .	254
9.4	Obrazovka AW 43-80. . . . .	261
9.5	Obrazovka AW 53-80. . . . .	269
9.6	Obrazovka 431QQ44 . . . . .	273
9.7	Obrazovka 531QQ44 . . . . .	277
<b>VII.</b>	<b>Tabulky. . . . .</b>	<b>282</b>
	Literatura. . . . .	288

## POUŽITÉ ZNAKY ELEKTRICKÝCH VELIČIN ELEKTRONEK A OBRAZOVEK

### Napětí

$U_a$	anodové napětí
$U_{a0}$	anodové napětí za studena
$U_{av}$	vrcholové anodové napětí
$U_b$	napětí zdroje
$U_{g3}$	napětí hradicí mřížky
$U_{g2}$	napětí stínící mřížky
$U_{g20}$	napětí stínící mřížky za studena
$U_{bg2}$	napětí zdroje pro stínící mřížku
$U_{g2+g4}$	napětí stínících mřížek (např. u heptody)
$U_{g2+g40}$	napětí stínících mřížek za studena
$U_g$	napětí řídicí mřížky u triod
$U_{g1}$	napětí řídicí mřížky
$U_{g1} (U_{g1i})$	napětí při počátku kladného mřížkového proudu ( $I_{g1} = +0,3 \mu A$ )
$U_d$	napětí diody
$U_{dv}$	vrcholové napětí diody
$U_D$	napětí vychylovací elektrody elektronového ukazatele
$U_{D0}$	napětí vychylovací elektrody elektronového ukazatele za studena
$U_t$	žhavicí napětí
$U_{inv}$	inverzní napětí
$U_{k/t}$	napětí mezi katodou a žhavicím vláknem
$U_1$	napětí stínítka elektronového ukazatele
$U_{10}$	napětí stínítka elektronového ukazatele za studena
$U_{ss}$	usměrněné napětí
$E_a$	střídavé anodové napětí
$E_i$	vstupní střídavé efektivní napětí
$E_o$	výstupní efektivní střídavé napětí
$E_{osc}$	efektivní napětí oscilátoru
$E_{tr}$	napětí na transformátoru u usměrňovacích elektronek

### Proudy

$I_a$	anodový proud
$I_{av}$	vrcholový anodový proud
$I_{g2}$	proud stínící mřížky
$I_{g2+g4}$	proud stínících mřížek
$I_d$	diodový proud
$I_{dv}$	vrcholový diodový proud
$I_{g1}$	proud řídicí mřížky

$I_k$	střední katodový proud
$I_{kv}$	vrcholový katodový proud
$I_f$	žhavicí proud
$I_l$	proud stínítka elektronového ukazatele
$I_{ss}$	usměrněný proud

#### 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
$P_l$	střední zatížitelnost stínítka obrazovky
$P_{lv}$	vrcholová zatížitelnost stínítka obrazovky

#### Ostatní znaky

$A$	zesílení
$B$	šířka přenášeného pásma
$C$	kapacita
$D$	průnik
$R_a$	anodový zatěžovací odpor
$R_{aa}$	zatěžovací odpor mezi dvěma anodami
$R_{ekv}$	ekvivalentní šumový odpor
$R_{vst}$	vstupní odpor
$R_g (R_{g1})$	svodový odpor řídicí mřížky
$R_{g2}$	odpor u 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
$R_{k/f}$	vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem
$R_o$	ochranný odpor
$R_z$	zatěžovací odpor
$S$	strmost
$S_c$	směšovací strmost
$S_{ef}$	efektivní strmost
$S_k$	katodová strmost
$Z$	impedance
$Z_g$	impedance v obvodu mřížky
$Z_{g/k}$	impedance mezi mřížkou a katodou
$d_{tot}$	celkové zkreslení
$f$	kmitočet
$t_f$	doba nažhavení vlákna
$\mu$	zesilovací činitel
$\mu_{21}$	zesilovací činitel stínící mřížky
$F$	šumové číslo

#### Označení elektrod

$a$	anoda
$a_T$	anoda triody



$a_P$	anoda pentody
$a_H$	anoda heptody
$d$	anoda diody
$f$	žhavicí vlákno
$f_s$	střední vývod žhavicího vlákna
$g$	mřížka všeobecně, řídicí mřížka u triod
$g_1$	řídicí mřížka
$g_2$	stínicí mřížka
$g_3$	hradicí mřížka nebo druhá řídicí mřížka
$g_4$	stínicí mřížka, např. u heptody
$g_5$	hradicí mřížka, např. u heptody
$g_T$	mřížka triody
$l$	stínítko
$s$	stínění vnitřní
$m$	metalizace
$vs$	označení vnitřního spojení; takto označené kolíky se nesmějí použít jako opěrné body

#### Poznámky

U dvojitých diod a triod se rozlišují katody, anody a mřížky římskými číslicemi, např.  $a_I$ ,  $a_{II}$  atd.

U kapacit je označeno symbolem, o kterou kapacitu jde, např.

$C_{g1}$  — vstupní kapacita

$C_a$  — výstupní kapacita

$C_{g1/f}$  — kapacita mezi řídicí mřížkou a žhavicím vláknem

Hlavní symboly  $U$ ,  $I$ ,  $R$  se používají také u obrazovek. Indexy  $g$ ,  $a$  označují elektrody, přičemž  $g$  jsou elektrody bližší ke katodě. Jednotlivé elektrody systému se značí dále ještě číselným indexem, který udává pořadí ve směru od katody;  $g$ ,  $a$  jako symboly značí elektrody v systému obrazovky, případně ve spojení s číselným indexem.

## I. ÚVOD

Když při zpracovávání druhého svazku tohoto díla bylo rozhodnuto zařadit televizní elektronky pro obsáhlost do zvláštního svazku, bylo již jasné, že prudký rozvoj televize přinese v každém roce další nové konstrukce elektronek. Tak bylo nutno během zpracovávání rukopisu tohoto dílu dodatečně zařadit další elektronky vyvinuté především pro televizní přijímače, jako jsou např. sdružená trioda heptoda ECH84, trioda pentoda PCL86 a některé moderní elektronky s rámečkovými mřížkami. Rozvoj televize u nás i v ostatních zemích však požaduje další nové typy elektronek pro zlepšení funkce televizních přijímačů, ke zvětšení rozměrů obrazu, pro zavedení IV. a V. televizního pásma a v neposlední řadě pro zavedení barevné televize. Proto bude výčet typů televizních elektronek v době vydání této knihy opět neúplný, což je nevídaná okolnost při vydání knihy, ale naopak příznivý ukazatel pro rozvoj přijímací televizní techniky.

Tato kniha je rozdělena do dvou částí; první se zabývá elektronkami pro televizní přijímače vyjma obrazovek, které jsou popsány v druhé samostatné části. Uspořádání je obdobné, jako v prvních dvou svazcích.

Ve II. kapitole se probírá stručně vývoj a konstrukce televizních elektronek klasického uspořádání i elektronek s rámečkovými mřížkami, u kterých jsou také probrány základy moderní technologie výroby.

Ve III. kapitole jsou bloková schémata základních typů televizních přijímačů s přehlednou tabulkou použití televizních elektronek v jednotlivých stupních přijímačů. Tato kapitola je doplněna popisem použití elektronek s rámečkovými mřížkami.

IV. kapitola obsahuje popisy, použití, údaje a charakteristiky jednotlivých typů přijímacích elektronek. V částech popisujících příklady použití elektronek nebylo pochopitelně možno uvést vyčerpávající přehled možností zapojení a využití elektronek. Jsou uvedena jen základní zapojení, pro která byla elektronka především vyvinuta. V popsaných zapojeních nebylo možno probírat podrobnosti obvodové techniky a příklady zapojení jsou někdy pro přehlednost zjednodušeny. Podrobnosti zapojení televizních přijímačů najde čtenář v příslušné odborné literatuře. Elektronky popisované v této kapitole jsou rozděleny do dvou skupin: na elektronky klasické konstrukce a elektronky s rámečkovými mřížkami.

V V. kapitole se ve všeobecné části probírají samostatně základy vývoje, konstrukce, technologie a značení obrazovek. Je také uvedena stať o údajích a mezních hodnotách, která tvoří doplněk k odstavci 10. Technické údaje v 1. dílu.

Knihy je doplněna kapitolou VII., ve které jsou uvedeny některé tabulky elektrických vlastností televizních elektronek československých i cizích.

## II. TELEVIZNÍ ELEKTRONKY

### 1. VÝVOJ A KONSTRUKCE TELEVIZNÍCH ELEKTRONEK

Prudký poválečný rozvoj televize a rozhlasu na velmi krátkých vlnách přinesl řadu nových požadavků na průmysl výroby elektronek. Mnohé tyto nároky nebyly dříve běžné u elektronek pro rozhlasové přijímače a vyžadovaly značné úsilí vývojových pracovníků. Při pohledu zpět na tuto fázi vývoje se dá říci, že výrobci elektronek se úspěšně vyrovnali se všemi úkoly, které na ně byly kladeny. Ani silná konkurence polovodičových prvků neznamenalala úpadek výroby elektronek, jak se přehnaně soudilo po prvních úspěších tranzistorů a lze-li dnes mluvit v určitém slova smyslu o stabilizovaném stavu, možno říci, že elektronky si svoje postavení prozatím ještě uhájily a jejich vývoj se nejen nezastavil, ale pokračuje dále.

Vývoj televizních elektronek se ubíral zhruba dvojnásobným směrem. Jednak vlastní cestou přímého splňování požadavků výrobců televizních přijímačů, jednak přebíráním zkušeností a technologií z výroby speciálních elektronek, především elektronek pro dálkové spoje. Tento postup se ukázal jako velmi výhodný a tak nakonec i v těch televizních pásmech, kde se původně předpokládala nevyhnutelná nutnost použití majákových nebo tužkových elektronek, se vystačilo s konzervativnější konstrukcí, na kterou elektronkový průmysl mohl přejít bez větších obtíží.

Dále uvedeme některé hlavní požadavky na moderní televizní elektronky a zároveň případná konstrukční nebo technologická opatření, která z nich vyplývají.

Při porovnání dnešního běžného televizního přijímače s přijímačem rozhlasovým co do množství použitých elektronek, vychází pro televizní přijímač 15 až 20 elektronek, pro rozhlasový přijímač 4 až 10 elektronek. Tento značný rozdíl v počtu elektronek se pochopitelně musí výrazně projevit v poruchovosti zařízení. Protože elektronka je stále nejčastější příčinou poruch, bude poruchovost moderního televizního přijímače už z této příčiny větší než u přijímače rozhlasového. Z tohoto hlediska je nutno co nejvíce zvýšit spolehlivost televizních elektronek, aby se tento nepříznivý vliv pokud možno omezil. Děje se tak při výrobě pečlivou montáží se zvýšenými požadavky na vakuovou hygienu, dokonalým zpracováním, pozornou výstupní kontrolou, případně zavedením některých technologických opatření převzatých z výroby elektronek zvláštní jakosti.

V moderních televizních přijímačích nabyly značné obliby sdružené elektronky (několik systémů v jediné baňce). Jsou výhodné pro úsporu místa a mnohdy i lepší montáž vnějších obvodů. Již ve 2. dílu byly ukázány přednosti novalových elektronek pro použití u sdružených typů, takže dnes jsou téměř všechny elektronky používané v televizních přijímačích novalového typu. Jedinou výjimkou je zde elektronka P/EL36, kterou pro její velký výkon nelze umístit do novalové baňky. Dobrým příkladem dokonalého využití prostoru v novalové baňce je elektronka PABC80, která sdružuje nízkofrekvenční triodu, dvojitou diodu pro kmitočtovou detekci a diodu pro amplitudovou detekci. Sdružené elektronky vyžadují pečlivou konstrukci a dokonalé vzájemné

oddělení a stínění jednotlivých systémů, aby nevznikaly nežádoucí vazby. Extrémním případem sdružených elektronek jsou tzv. kompaktrony, které dala na trh americká firma General Electric. Jsou to sdružené elektronky až se třemi systémy v jedné baňce, u kterých pro množství vývodů bylo nutno použít speciální patice a jejichž použitím se počet elektronek v zařízení zmenší až o jednu třetinu.

U televizních přijímačů se dále dobře uplatnily zkušenosti získané u univerzálních přijímačů rozhlasových, kde se vypuštěním síťového transformátoru značně snížila cena a váha zařízení ušetřením mědi na vinutí a železa na plechy. U televizních přijímačů probíhal vývoj podobným směrem s tím rozdílem, že nebyly používány elektronky řady U, které by s ohledem na velký počet kusů vyžadovaly několik paralelních žhavicích řad, ale byly zavedeny elektronky řady P se žhavicím proudem 300 mA. Na rozdíl od rozhlasových přijímačů, kde se univerzální provedení používalo především pro přijímače určené pro napájení střídavým i stejnosměrným proudem a pro malé přijímače, nabylo i u televizních přijímačů sériové žhavení naprosté převahy u všech přístrojů. V zemích, kde je normalizované nízké síťové napětí 110 V, byly vyvinuty elektronky se žhavicím proudem 600 mA, aby i zde bylo možno vystačit s jediným žhavicím řetězem. Sériové žhavení elektronek vyžaduje dokonalou izolaci mezi vláknem a katodou, protože zde mnohdy nastává značné napětové namáhání. Ve výrobě elektronek je nutno dbát na dokonalou čistotu izolačních hmot. Dnes se upouští od používání přírodních minerálů a přechází se na výrobu izolační hmoty mletím umělých safírů, čímž se dosahuje velké čistoty. Při navrhování televizních přijímačů je nutno dobře zvolit pořadí elektronek ve žhavicím řetězu, aby přípustná napětí mezi katodou a vláknem nebyla nikde překročena a aby elektronky náchylné k bruceňí byly umístěny pokud možno co nejbližší k zemnímu potenciálu.

Původně měly jednotlivé elektronky řady P různé doby nažhavení vlákna. Krátce po zapnutí přijímače se napětí na vláknech rozdělovalo nerovnoměrně a tím se některá vlákna přetěžovala, což vedlo ke zvětšené poruchovosti častým přepálením vláken. Této nepříznivé okolnosti bylo nutno předcházet zařazením termistoru do žhavicího obvodu. Během roku 1960 byla však u elektronek řady P provedena úprava směřující ke sjednocení doby nažhavení vláken. Dnes mají všechny elektronky P střední dobu nažhavení vlákna<sup>1)</sup> kolem 15 vteřin a není nutno používat ochrany žhavicích obvodů termistorem, i když použití termistoru se přesto doporučuje k zvýšení bezpečnosti.

Zavedení televize a rozhlasu na vkv znamenalo použití dalších pásem směrem k vyšším kmitočtům proti dosavadním rozhlasovým zařízením. Zvětšily se tedy kmitočtové nároky na televizní elektronky jak pro vstupní, tak pro mezifrekvenční obvody. Kmitočtové rozmístění televizních pásem podle OIRT a CCIR ukazuje tab. 1.

Tab. 1. Rozdělení kmitočtových pásem pro televizi a rozhlas na vkv

Pásmo	Podle OIRT	Podle CCIR
	$f$ [MHz]	$f$ [MHz]
I	40—68	47—68
II	87,5—100	87,5—100
III	174—230	174—223
IV	470—585	470—585
V	610—960	610—960

<sup>1)</sup> Dobou nažhavení vlákna se rozumí časový interval od okamžiku připojení žhavicího napětí velikosti  $4U_f$  přes sériový odpor  $3U_f/I_f$  na žhavicí vlákno do okamžiku, kdy napětí na vlákně dosáhne 80 % jmenovité hodnoty.

Vidíme, že moderní vstupní elektronky pro čtvrté a páté pásmo, s jehož zavedením se u nás pro televizní příjem počítá, musí být schopny činnosti prakticky až do 1 GHz, což dnes představuje zhruba hranici možností „konzervativní“ konstrukce elektronek.

Na těchto vysokých kmitočtech se ve zvýšené míře začínají u elektronek uplatňovat indukčnosti přívodů k jednotlivým elektrodám, což má vliv na velikost vstupní impedance. Přívody uvnitř elektronek mají proto často tvar pásků, aby indukčnost byla co nejmenší. Mimo to mají některé elektronky dva i více přívodů mřížky nebo katody. Např. u zesilovacích elektronek pracujících v normálním zapojení s uzemněnou katodou bývá dvakrát vyvedena katoda. Při tom jeden vývod může sloužit k připojení vstupního obvodu, druhý pro obvod výstupní, takže nežádoucí vazba na společné impedanci je minimální. U elektronek určených pro zapojení s uzemněnou mřížkou bývá několikanásobně vyvedena řídicí mřížka, aby vysokofrekvenční uzemnění bylo co nejdokonalejší.

Jakost televizního přijímače je ovlivněna velmi podstatně jeho mezifrekvenční částí, kde jsou na elektronky kladeny značné nároky. Televizní technika, jak známo, vyžaduje nezkršený přenos velmi širokého kmitočtového pásma. Jestliže podrobíme matematickému rozboru mezifrekvenční zesilovač, zjistíme, že součin jeho zesílení A a šířky přenášeného pásma B dává konstantní výraz:

$$AB_{\max} = \frac{S}{2\pi (C_i + C_o)} \quad [\text{MHz; mA/V, pF}]$$

Tento výraz vyjadřuje tzv. činitel širokopásmovosti elektronky a je zřejmé, že je nezávislý na kmitočtu a je dán pouze konstrukcí a provozními podmínkami elektronky. Konstantní velikost činitele širokopásmovosti elektronky znamená, že s určitou elektronkou lze při určité předepsané šířce pásma dosáhnout pouze jistého, předem daného největšího zesílení. Další stupňování zesílení má za následek zmenšení šířky pásma a naopak.

Zjednodušeně lze činitel širokopásmovosti uvažovat jako poměr  $S/C_{\text{tot}}$  ( $C_{\text{tot}} = C_o + C_i$ ). Nejschůdnější cestou k zvětšení činitele širokopásmovosti se ukázalo zmenšování vzdálenosti mezi řídicí mřížkou a katodou. Zároveň se zmenšováním vzdálenosti je ovšem nutné používat co nejslabší dráty pro vinutí mřížky, aby se zabránilo nežádoucímu tvoření ostrůvků na katodě. Jestliže zatím neuvažujeme omezení po stránce praktické realizace, má i tak přibližování mřížky ke katodě význam jenom do určité meze. Elektronky emitované z katody nemají rychlosti nulové, ale rozdělené podle Maxwellova zákona. Vytvoří se tedy poblíž katody záporný prostorový náboj s příslušným potenciálovým minimem. Zmenšování vzdálenosti mřížka-katoda má význam jen tak dlouho, pokud rovina mřížky nedosáhne potenciálového minima. Teoreticky lze tímto způsobem dosáhnout maximální strmosti 11 mA/V na každý miliampér katodového proudu. Tato teoretická hodnota je asi 10krát až 20krát větší, než hodnoty dosahované u elektronek, jako jsou ECC81, PCC84 a PCC88.

Při klasickém tvaru mřížek bylo dosaženo mezi konstrukčních možností u elektronky 6F32 (6AK5), kde vzdálenost mezi první mřížkou a katodou činí 60  $\mu\text{m}$ . Touto elektronkou se zdál být možný rozvoj v tomto směru ukončen. Teprve v letech 1949 až 1950 se ukázala nová cesta. Tato cesta nebyla otevřena tlakem konstruktérů televizních přijímačů, ale potřebou širokopásmových elektronek pro dálkové mnohokanálové spoje s nosným kmitočtem, kde je potřeba velkého činitele širokopásmovosti primární záležitostí. Při práci na těchto zařízeních navrhl pracovníci laboratoří Bell v USA E. J. Walsh a G. T. Ford zcela novou konstrukci elektronky s tzv. rámečkovou mřížkou. První elektronkou, která takto vznikla, byl typ 404A. Tato nová konstrukce umožnila

velký rozvoj širokopásmových elektronek pro dálkové spoje a začalo se jí později také používat pro televizní elektrony. Možnost podstatného zmenšení vzdálenosti mezi řídicí mřížkou a katodou přinesla značné zvětšení činitele širokopásmovosti nových elektronek, jak je vidět z tab. 2. Konstrukce rámečkové mřížky a podrobnější popis její technologie je v čl. 3.

Tab. 2. Širokopásmové pentody. Vývoj činitele širokopásmovosti a strmosti v závislosti na geometrických rozměrech. V tlustém rámečku jsou elektrony s rámečkovou mřížkou

	6F32	6F36	EF80	EF183	EF184
$S$ [mA/V]	5,0	9,0	7,4	12,5	15,0
$S/C$	0,835	0,61	0,63	1,04	1,15
Vzdálenost k-g <sub>1</sub> [μm]	60	95	120	50	50
∅ mřížkového drátu [μm]		50	50	10	10

Velmi výhodná je okolnost, že se zvětšením strmosti elektrony se zároveň zmenšuje ekvivalentní šumový odpor, což je rovněž činitel mimořádně důležitý. Další důležitý požadavek pro malý šum je zmenšení proudu stínící mřížky. Elektrony s rámečkovou mřížkou mají rovněž příznivější hodnotu vstupního odporu.

Je nutno si uvědomit, že při vysokých kmitočtech se řada charakteristických hodnot elektronek mění proti hodnotám udávaným ve statickém provozu. Začínají se totiž uplatňovat různé činitele, které při nízkých kmitočtech můžeme bezpečně zanedbat, jako je impedance přívodů, průletová doba elektronů, vliv kapacitních proudů apod. Proto je nutno kriticky používat ve výpočtech statické hodnoty uvedené v tabulkách a uvážit vždy všechny další okolnosti, které v praktickém provozu tyto hodnoty ovlivní a pozmění.

## 2. MODERNÍ ČESKOSLOVENSKÉ ELEKTRONKY S RÁMEČKOVÝMI MŘÍŽKAMI

V ČSSR byly práce na elektronekách s rámečkovými mřížkami započaty v roce 1957 vývojem širokopásmové pentody E180F, která byla popsána ve 2. dílu na str. 179. Jedná se o elektronku zvláštní jakosti pro národohospodářské účely a není proto vhodné ji používat v běžných zařízeních pro širokou spotřebu již z cenových důvodů. V Evropě se jako první elektronka s rámečkovou mřížkou začala v televizních přijímačích používat dvojitá vysokofrekvenční trioda E88CC, což však je rovněž elektronka zvláštní jakosti. Protože její cena byla vysoká a použití elektrony zvláštní jakosti v televizním přijímači bylo nevhodné, byla v roce 1957 vyvinuta elektronka běžné jakosti PCC88, která je elektricky shodná s elektronikou E88CC, nemá však zúžené tolerance, ani zvětšenou mechanickou a klimatickou odolnost ani dlouhou dobu života. Západní reklama označovala tento typ jako „záračnou elektronku“. To proto, že jejím zavedením v náhradu za elektronku PCC84 byl podstatně zmenšen šum vstupního dílu televizních přijímačů se současným zvětšením zesílení, což znamená značné zvětšení citlivosti přijímače.

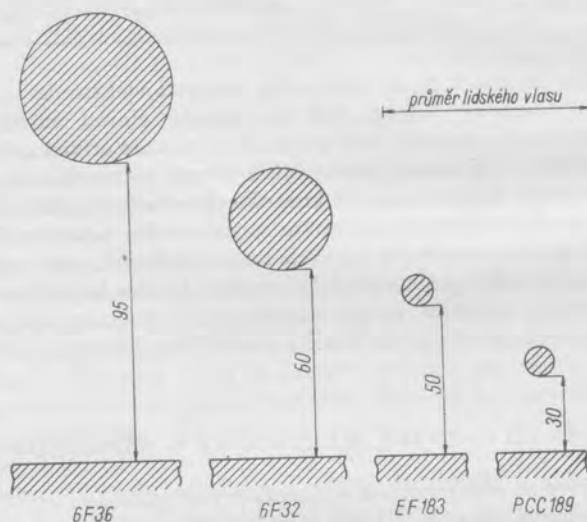
U nás proběhl vývoj elektronek E88CC a PCC88 paralelně a v televizních přijímačích se začala přímo používat elektronka PCC88. Po dokončení vývoje elektrony PCC88 byla v zásadě nová technologie zvládnuta a bylo možno přikročit k vývoji dalších mo-

Tab. 3. Elektronky pro vstupní část televizních přijímačů. V tlustém rámečku jsou elektronky s rámečkovou mřížkou

Veličina	6CC42	PCC84	PCC88	PC86	PCC189	PC88
S [mA/V]	5,25	6,0	12,5	14,0	12,5	13,5
$C_{vst}$ [pF]	2,2	2,3 <sup>1)</sup>	3,3	6,6 <sup>2)</sup>	4,2	3,8
$C_{výst}$ [pF]	0,4	0,5 <sup>1)</sup>	1,8	0,3 <sup>2)</sup>	1,8	0,055
Vzdálenost k-g <sub>1</sub> [μm]		85	40	40	30	35
∅ mřížkového drátu [μm]		30	8	8	10	8

<sup>1)</sup> Hodnoty prvního systému.

<sup>2)</sup> Kapacity platí pro zapojení jako zesilovač s uzemněnou mřížkou.



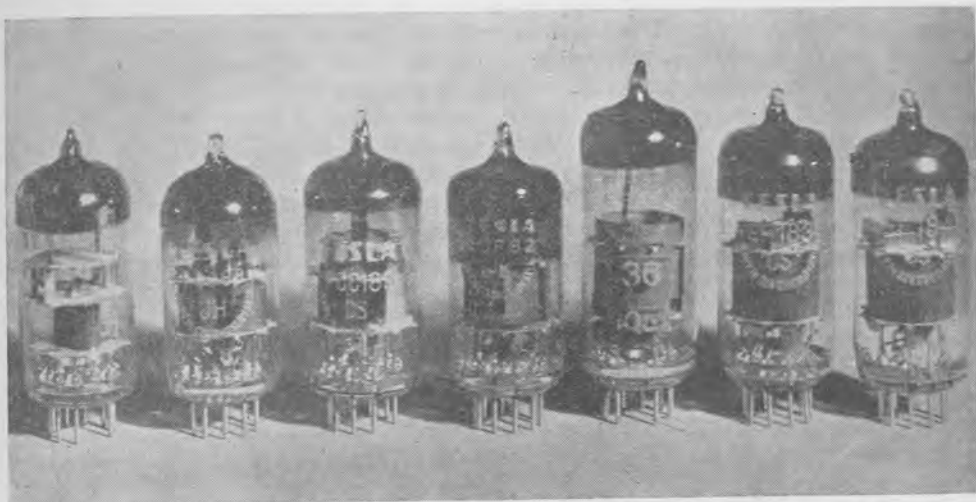
Obr. 1. Porovnání vzdáleností mezi mřížkou a katodou a průměru mřížkového drátu u několika elektronek. Rozměry jsou udány v mikrometrech. Průměr mřížkového drátu u elektronky PCC189 je 10 μm.

dernějších typů elektronek, jako PC86, EC86, PC88, EC88, PCF86 a EF184. Elektronky s proměnnou strmostí PCC189 a EF183 si vyžádaly zvládnutí navíjení rámečkových mřížek s proměnným stoupáním.

Pro lepší názor o tendenci vývoje základních elektrických parametrů elektronek pro vstupní zesilovače televizních přijímačů je v tab. 3 přehled elektronek vyráběných v ČSSR. Elektronky s rámečkovou mřížkou jsou orámovány tlustou čarou.

Tab. 2 uvádí podobné porovnání širokopásmových pentod pro mezifrekvenční zesilovače televizních přijímačů.

Pro lepší představu o geometrických rozměrech moderních elektronek je zakreslena v obr. 1 dráha mřížka-katoda u několika typů elektronek. Srovnání s tloušťkou lidského vlasu lépe umožní utvořit si názor o průměru používaných mřížkových drátů.



Obr. 2. Skupina elektronek používaných ve vstupní a mezifrekvenční části televizních přijímačů.

Zavedení výroby rámečkových mřížek si vyžádalo zvládnutí obtížné technologie výroby velmi tenkých wolframových drátů a dále vyřešení dokonalých svarů molybdenových rámečků pro mřížky. Široký sortiment elektronek s rámečkovými mřížkami v ČSSR ukazuje, že se to v plné míře podařilo (obr. 2).

### 3. TECHNOLOGIE ELEKTRONEK S RÁMEČKOVÝMI MŘÍŽKAMI

V této kapitole popíšeme stručně způsob výroby rámečkových mřížek v ČSSR a některých dalších polotovarů moderních elektronek.

Rámečková mřížka je znázorněna na obr. 3. Vlastní rámeček je tvořen dvěma válcovými molybdenovými nosníky spojenými dvěma pásky (příčkami, manžetami) pravoúhlého průřezu rovněž z molybdenu. Molybden je pro svou lepší obrobitelnost výhodnější než wolfram, který je jinak pro tento účel rovněž vhodný. Základním požadavkem je přesný tvar a rozměry molybdenových nosníků. Průměr nosníku určuje totiž vzdálenost rovin procházejících mřížkovými dráty a spolu s tolerancemi katodové trubičky a tloušťky emisní vrstvy je tedy činitelem udávajícím vzdálenost řídicí mřížky od katody. Průměr nosníků je ve výrobě dodržován s tolerancí  $\pm 5 \mu\text{m}$ . U manžet se klade důraz především na mechanickou pevnost za studena i za tepla. Mřížka se vine, jak uvedeme dále, pod dosti značným tahem na každý závit, takže výsledná síla působící u hotové mřížky na manžety je řádu 10 N. Při tomto namáhání nesmí ani při plném zahřátí mřížky v provozu docházet k jakýmkoli deformacím. Manžety jsou spojeny s nosníky svařením. Vzniklé pnutí se odstraňuje vyžiháním rámečků ve vodíkové atmosféře po dobu asi 10 min při teplotě 900 °C. U některých elektronek se potom rámečky galvanicky pozlacují. Účel tohoto zlcení vysvětlíme později.

K vlastnímu vinutí se používá wolframový drát tloušťky 8 až 10  $\mu\text{m}$ . Tenké wolframové dráty se získávají mnohonásobným tažením diamantovými průvlaky; tímto způsobem lze poměrně snadno táhnout dráty do průměru asi 15  $\mu\text{m}$ . Menší průměry se táhnou obtížněji,



Obr. 3. Příklad provedení rámečkové mřížky.



nebo se získávají z větších průměrů odleptáním. Leptání není pro mřížkový drát vhodné, protože narušuje homogennost drátu, což může při navíjení drátu velkým tahem být příčinou jeho přetržení. Pro vinutí se používá buď drát holý, nebo častěji drát pozlacený. Zlato tvoří s baryem neemitující slitinu a proto dosti účinně potlačuje tepelnou emisi elektronů z mřížky při zahřátí přímým sousedstvím katody.

Mřížky se navíjejí zpravidla jednotlivě na elektrických navíječkách pod stálou optickou kontrolou binokulární lupou. Začátek drátu se zajistí ovázáním kolem přečnávající manžety, která se pak zahne, aby drát dobře udržela. Potom následuje vlastní vinutí, při kterém na rozdíl od vinutí klasických mřížek je pevně uchycena cívka s wolframovým drátem, která se odvíjí na otáčející se rámeček nasazený na trnu. Drát se navíjí při velkém měrném tahu asi  $1200 \text{ N/mm}^2$ , což je asi třetina pevnosti v tahu wolframu. Tahu se dosahuje seřízením brzdícího zařízení. Zpravidla se drát rovněž zahřívá průtokem elektrického proudu, takže po vychladnutí se tah drátu ještě zvětší. Dokonale napnuté dráty mají rozhodující vliv na mikrofoničnost a mechanickou stálost elektronek. Stoupání vinutí se dosáhne pomocí vodička s lineárním nebo jiným požadovaným průběhem. Konce vinutí se opět uchyty ovázáním kolem přečnávající manžety.

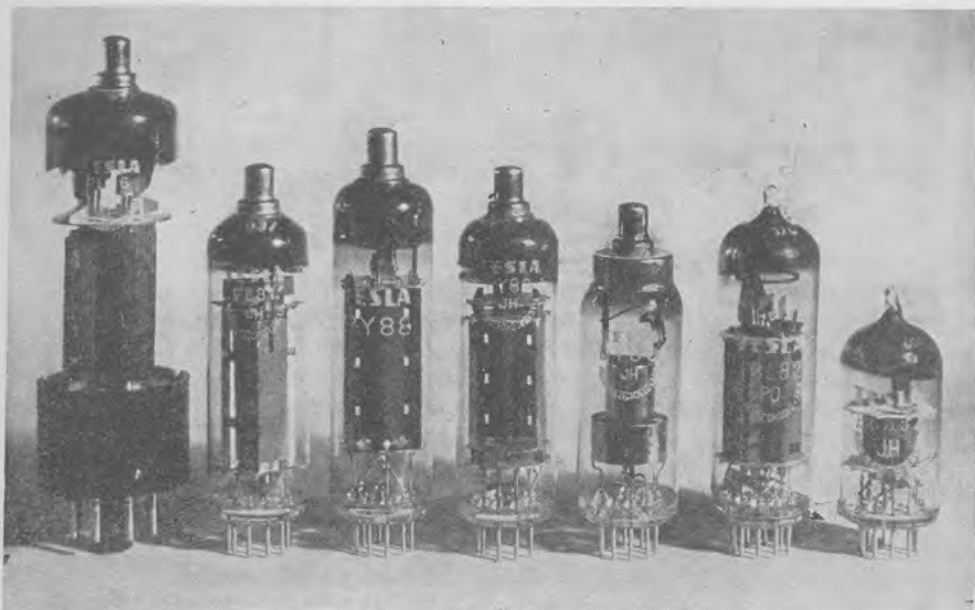
Po ukončení navíjení se provizorně uvázané konce vinutí zakápnou pájkou. Pak následuje krátké vyhřátí rámečkové mřížky ve vodíkové atmosféře, kde difúzí zlata na nosících a na mřížkových drátech vznikne pevné spojení. Vyhřátí musí být co možno nejkratší, aby se nenarušovala pevnost wolframu. Po vyžhání se odstříhnou přečnávající konce drátu. U nezlacených mřížek se závity upevňují pájkou.

Po zhotovení rámečkových mřížek následuje pečlivá kontrola. Namátkově se měří stoupání závitů a rozměry mřížek a kusově se kontrolují případné volné závity. Volné závity se indikují na tzv. vibroskopech. V zásadě jsou užívány dva druhy vibroskopů. První typ používá kmitací cívky běžného reproduktoru, na kterou se rámečková mřížka uchyty. Cívka se budí kmitočtem měnicím se zvolna do 10 kHz a na projektoru profilů se kontroluje, zda některý závit nemá v této oblasti mechanickou rezonanci. V takovém případě je nutno mřížku vyřadit. Druhý typ vibroskopu využívá té skutečnosti, že mřížkový závit a blízká kovová deska představují dvě elektrody kondenzátoru, na něž při buzení dostatečně velkým elektrickým napětím působí mechanické síly. Tyto síly opět rozkmitávají volné závity a umožní tak vyřadit vadné mřížky.

Přesné dodržení malé vzdálenosti katody od mřížky klade značné nároky na toleranci katody a tloušťku emisní vrstvy, která musí být rovněž dostatečně jemnozrná. Tloušťka emisní vrstvy je ve výrobě dodržována s přesností 5 až 15  $\mu\text{m}$ . Dosahuje se toho dokonalou přípravou emisní látky, seřízením stříkacích pistolí a dále dodatečným vyrovnáním povrchu emisní látky.

Pevné uchycení systému elektronek vyžaduje použít kalibrovaných baněk. Kalibrování se provádí ohřátím baněk nasazených na přesné trny, na kterých se zformují do přesných rozměrů. Kalibrované baňky vyžadují vhodné baňkovací přípravky, které umožní přesné zasunování systémů. Důležitý je rovněž izolační postřík slíd, který musí mít dokonalou soudržnost; jeho nedokonalost způsobuje chrastění. Veškeré polotovary elektronek je nutno uchovávat v dokonalě bezprašných, nejlépe evakuovaných prostorách.

Montáž elektronek s rámečkovou mřížkou je pochopitelně náročnější než u běžných typů a provádí se v prachotěsně zakrytých montážních stolech. Do montážního stolku se zpravidla zvolna vhání čištěný vzduch, který udržuje v montážním prostoru malý přetlak a zamezuje tak vnikání prachu do stolku nezbytnými otvory. Stolky umožňují předávání polotovarů z jednoho do druhého bez vyjmutí z prachotěsných krytů.



Obr. 4. Skupina elektronek používaných v rozkladové části televizních přijímačů.

#### 4. ČESKOSLOVENSKÉ TELEVIZNÍ ELEKTRONKY

PABC80 sdružuje triodu s velkým zesilovacím činitelem, dvojitou a jednoduchou diodu. Trioda je určena pro nf zesilovač napětí ( $\mu = 70$ ) nebo pro generátor řádkového rozkládače. Dvě diody s malým vnitřním odporem se hodí pro poměrový detektor, popř. jako fázový diskriminátor pro řízení kmitočtu řádkového rozkládače. Třetí dioda je vhodná pro amplitudovou demodulaci.

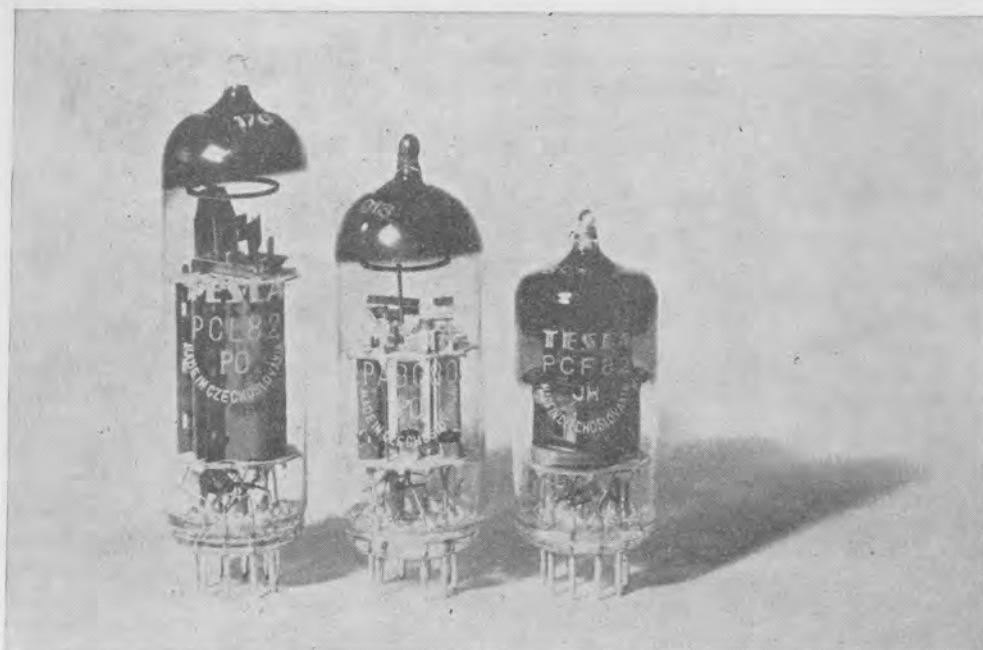
ECC82 je dvojitá trioda s oddělenými katodami pro univerzální použití. Je vhodná jako nízkofrekvenční dvoustupňový zesilovač se zesílením asi 200, nebo jako jednoduchý obraceč fáze. V rozkladové části televizních přijímačů se dobře uplatňuje jako rázující oscilátor nebo jako multivibrátor, popř. slouží k oddělování synchronizačních impulsů.

PCC84 je strmá dvojitá trioda určená jako kaskádový zesilovač pro vstupní obvody televizních přijímačů. Její předností je malý šum. Strmost je 6 mA/V a vstupní odpor v kaskádovém zapojení asi 4 k $\Omega$  při kmitočtu 200 MHz.

PCC85 a UCC85 jsou dvojitě triody s oddělenými katodami; jsou vhodné pro vstupní díl televizních přijímačů, kde se používá jeden systém jako směšovač, druhý jako oscilátor. V přijímačích na vkv se uplatňuje jeden systém jako zesilovač s uzemněnou mřížkou, druhý jako měnič kmitočtu. Oba systémy jsou vzájemně záměnné. Směšovací strmost elektronky je 2,2 mA/V.

PCF82 a ECF82 sdružují triodu a strmou širokopásmovou pentodu. Trioda je vhodná pro použití jako oscilátor ve vstupní části televizního přijímače, nebo také pro jiná použití jako je samočinné klíčováné řízení zesílení. Pentodová část se hodí jako měnič kmitočtu ve vstupní části, dále jako mezifrekvenční zesilovač, oddělovač synchronizačních impulsů aj.

PCL82 a UCL82 sdružují triodu a koncovou pentodu a uplatňují se svými vlastnostmi hlavně v rozkladové části televizních přijímačů. Pentodová část má vhodný tvar



Obr. 5. Skupina elektronek používaných ve zvukové části televizních přijímačů.

charakteristik pro koncový stupeň snímkového rozkládače a hodí se i pro obrazovky s velkým úhlem vychylování. Trioda se hodí jako rázující oscilátor nebo jako nízkofrekvenční zesilovač, popř. obraceč fáze.

PCL84 a ECL84 sdružují triodu a koncovou širokopásmovou pentodu se samostatně vyvedenými katodami. Pentodový systém má v oblasti vybuzení poměrně stálou strmost 10 mA/V a používá se pro koncový stupeň obrazového zesilovače. Oddělený triodový systém s rovnou charakteristikou slouží pro obvody s klíčovaným samočinným řízením zesílení, dále pro zesilovače a oddělovače synchronizačních impulsů a omezovače poruch.

PCL86 a ECL86 sdružují nízkofrekvenční triodu ( $\mu = 100$ ), odpovídající elektrone ECC83 a koncovou pentodu podobnou typu EL84. Hodí se pro zvukovou část televizních přijímačů, popř. pro jakostní rozhlasové přijímače.

PL36 a EL36 jsou výkonné svazkové tetrody velkých rozměrů pro koncové stupně řádkových rozkládačů televizních přijímačů s velkými úhly vychylování. V zapojení dvou elektronek jako dvojčinný nízkofrekvenční zesilovač třídy B lze získat výstupní výkon téměř 45 W.

PL81 a EL81 jsou svazkové tetrody s anodou vyvedenou na čepičce na vrcholu baňky. Slouží pro koncové stupně obrazové rozkladové části televizních přijímačů nebo pro dvojčinné zesilovače třídy B.

PL82 a EL82 jsou nízkofrekvenční koncové pentody ( $P_a = 9$  W) vhodné pro zvukovou část televizních přijímačů, kde dávají výstupní výkon 4 W při nízkém anodovém napětí 170 V. Uplatní se i v koncovém stupni obrazového rozkládače.

PL83 a EL83 jsou strmé širokopásmové koncové pentody ( $S = 10,5$  mA/V) určené

pro koncové stupně obrazových zesilovačů. Jejich výhodnou vlastností je velmi dobrý poměr  $S/C = 0,62$ .

PL84 a UL84 jsou strmé koncové pentody vhodné pro koncové stupně zvukové části televizních přijímačů. Jedna elektronka jako zesilovač třídy A může při napájecím napětí 200 V dodat nízkofrekvenční výkon až 5,2 W.

PM84 a EM84 jsou elektronové ukazatele s fluorescenčním stínítkem ve tvaru pásku. Umožňují i u televizních přijímačů přesné naladění na kmitočet televizního vysílače. Hodí se v provedení E pro jiná zařízení, např. ukazatel vybuzení v páskovém nahrávači (magnetofonu).

PY82, EY82 a UY82 jsou jednoduché usměrňovací diody, které dovolují odběr stejnosměrného proudu 180 mA při usměrněném napětí 195 V. V televizních přijímačích se zapojovaly v usměrňovací části dvě elektronky paralelně. Nyní se nahrazují křemíkovými diodami.

PY83 a EY83 jsou vysokonapěťové spínací diody určené pro zlepšení účinnosti koncového stupně řádkového rozkládače s elektronkou PL81.

EY86 a DY86 jsou vysokonapěťové usměrňovací diody vhodné pro zdroj vysokého napětí pro obrazovku televizních přijímačů. Lze s nimi získat usměrněné napětí až 18 kV a jsou tedy vhodné i pro moderní obrazovky s velkým úhlem vychylování a úhlopříčkou 53 cm.

PY88 a EY88 jsou vysokonapěťové spínací diody nahrazující v televizních přijímačích s úhlem vychylování  $110^\circ$  elektronku PY83. Slouží ke zlepšení účinnosti koncového stupně řádkového rozkládače s elektronkou PL36.

6CC42 je dvojitá trioda s oddělenými katodami, používaná ve starších televizních přijímačích ve vstupní části jako vysokofrekvenční zesilovač, nebo jako adiční směšovač a oscilátor. V nových přístrojích se nahrazuje modernějšími typy.

6L43 je strmá koncová širokopásmová pentoda používaná ve starších televizních přijímačích jako koncový stupeň obrazových zesilovačů. V novějších přístrojích se nahrazuje elektronkou PL83.

ECH84 sdružuje triodu a heptodu obdobně jako elektronka ECH81. Byla vyvinuta především pro použití v televizních přijímačích jako sinusový oscilátor s reaktanční elektronkou a oddělovač synchronizačních impulsů. Oproti elektronce ECH81, dříve v těchto stupních používané, poskytuje lepší výsledky, protože třetí mřížka heptody má rovnoměrné stoupání a triodová část větší strmost ( $S = 3,7 \text{ mA/V}$ ).

EF80 je strmá vysokofrekvenční širokopásmová pentoda vhodná především pro mezifrekvenční zesilovače televizních přijímačů. Její strmost je podle nastavení provozních podmínek kolem  $7 \text{ mA/V}$ . Vstupní odpor při kmitočtu 40 MHz je asi  $19 \text{ k}\Omega$ .

PC86 a EC86 jsou vysokofrekvenční triody s rámečkovou mřížkou určené pro vstupní části televizních přijímačů až do kmitočtu 800 MHz. Používají se jako zesilovače s uzemněnou mřížkou ( $S = 14 \text{ mA/V}$ ), nebo jako kmitající směšovače se zesílením 2,2 a šumovým číslem 25. Jako oscilátory mohou pracovat až do kmitočtu 1000 MHz.

PCC88 a ECC88 jsou dvojitě triody s oddělenými katodami určené pro vstupní zesilovače televizních přijímačů v kaskádovém zapojení. Velká strmost  $12,5 \text{ mA/V}$  získaná použitím rámečkové mřížky a velmi výhodné šumové vlastnosti dovolují konstruovat televizní přijímače s velkou citlivostí.

PCC189 je dvojitá trioda s oddělenými katodami podobné konstrukce jako elektronka PCC88 a je určena rovněž pro použití ve vstupním zesilovači televizního přijímače. Má rámečkovou mřížku s proměnným stoupáním (exponenciální průběh převodové charakteristiky). Bez zavedení samočinného řízení jsou její vlastnosti stejné jako u elektronky PCC88.

PCF86 je sdružená trioda a strmá vysokofrekvenční pentoda s rámečkovou mřížkou,

vhodná pro měniče kmitočtu vstupní části televizního přijímače. Směšovací strmost pentody je větší než u elektronky PCF82 ( $S_c = 4,5 \text{ mA/V}$ ).

EF183 je vysokofrekvenční širokopásmová pentoda určená pro mezifrekvenční díl televizních přijímačů. Rámečková mřížka má proměnné stoupání. Bez samočinného řízení zesílení dosahuje strmosti  $12,5 \text{ mA/V}$ . Je vhodná také jako vstupní nebo mezifrekvenční zesilovač komunikačních přijímačů.

EF184 je lineární vysokofrekvenční širokopásmová pentoda s rámečkovou mřížkou, určená pro mezifrekvenční díl televizních přijímačů. Její velká strmost ( $S = 15 \text{ mA/V}$ ) zaručuje velké zesílení mezifrekvenčního stupně.

### III. MODERNÍ TELEVIZNÍ PŘIJÍMAČE

#### 5. POUŽITÍ ELEKTRONEK V TELEVIZNÍCH PŘIJÍMAČÍCH

Televizní elektronky, popsané v této knize, byly vyvinuty především pro použití v televizních přijímačích a požadavky na vývoj jednotlivých elektronek vycházely nejčastěji přímo z praktické potřeby konstruktéra přijímače. Tak lze také přímo sledovat zlepšování vlastností přijímačů na rozšiřování výběru televizních elektronek a na nahrazení jednotlivých typů novými konstrukcemi. Nepřehlédneme-li k prvním typům televizních přijímačů v ČSSR, které byly vyvinuty v době, kdy se ještě nevyráběly elektronky řady P a ve kterých musely být používány méně vhodné dosavadní elektronky, byla umožněna hospodárnější výroba přijímačů se standardními vlastnostmi teprve zavedením televizních elektronek řady P.

Všechny elektronky této řady mají žhavicí vlákna určená pro sériové napájení proudem 300 mA, což umožňuje vypustit síťový transformátor a použít jednoduchý žhavicí řetěz. K této řadě patří také elektronky označené na prvním místě písmenem E, které však byly vyvinuty pro použití v televizních přijímačích a mají žhavicí proud 300 mA. Vypuštění síťového transformátoru znamená podstatné zmenšení váhy přijímače při současném snížení výrobní ceny. V některých zemích se však i po zavedení elektronek řady E vyráběly dále přijímače se síťovým transformátorem, a proto se vyrábějí téměř všechny elektronky řady P také s vláknem pro paralelní napájení napětím 6,3 V pod označením E.

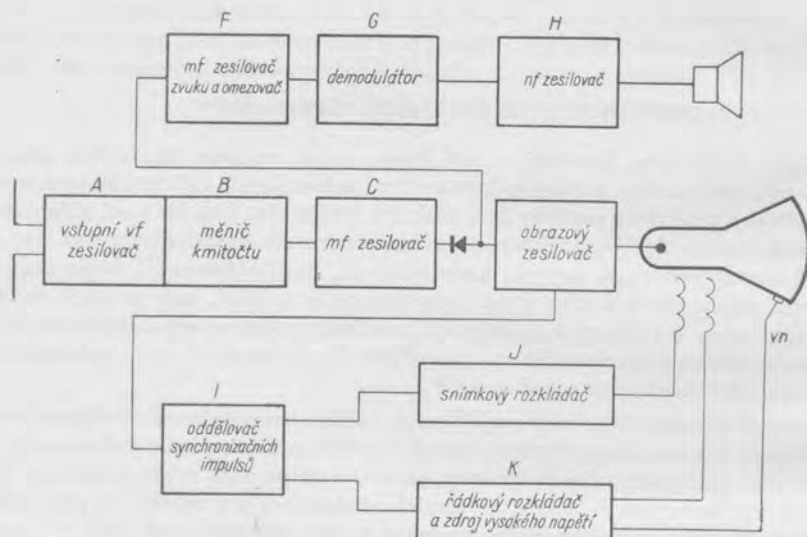
Na obr. 6 je blokové schéma televizního přijímače, které znázorňuje jeho jednotlivé stupně. Toto schéma představuje starší typ běžného přijímače bez klíčovaného samočinného řízení zesílení, zapojení pro potlačení poruch a podobných zdokonalení. V tab. 4 jsou k jednotlivým stupňům uvedeny typy elektronek vhodné pro jejich osazení. Z této tabulky vyplývá, že konstruktér televizního přijímače má možnost podle požadovaných vlastností jednotlivých stupňů volit mezi několika typy elektronek. V tabulce nejsou uvedeny elektronky s rámečkovými mřížkami, které skýtají další výhody vyplývající hlavně z jejich obvykle větších strmostí.

Na obr. 7 je zjednodušené blokové schéma televizního přijímače, ze kterého vyplývají zesílení jednotlivých stupňů, kterými prochází obrazový signál. Ve schématu jsou vyznačeny úrovně obrazového signálu, které platí pro třetí televizní pásmo. V prvním pásmu bývá zesílení ve vstupním zesilovači a v měničích kmítočtu větší. Uvedené hodnoty jsou jen přibližné, protože závisí nejen na strmosti elektronky, na mezielektrodových kapacitách a vstupní impedanci, ale také na ladicích obvodech, nebo pásmových propustech připojených k elektronkám. Jednoduchá můstková pásmová propust v mezifrekvenčním zesilovači představuje např. anodový pracovní odpor  $Z_a = 1000 \Omega$ , kdežto jiná dokonalejší propust může mít větší odpor, např.  $Z_a = 2000 \Omega$ . Ve stejném poměru se mění zesílení stupně mezifrekvenčního zesilovače. V příkladu na obr. 7 bylo počítáno s poměrně malým zesílením jednotlivých stupňů.

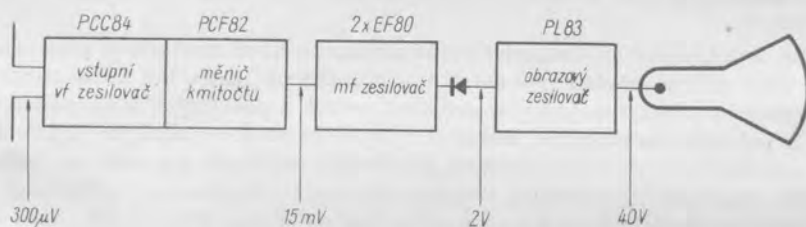
V řetězu obrazového signálu se jednotlivé třídy televizních přijímačů liší většinou

jen počtem stupňů mezifrekvenčního zesilovače. Přidáním dalšího stupně v tomto zesilovači se citlivost zvětší přibližně o jeden řád a takový přijímač je pak již vhodný pro příjem v místech, kde intenzita pole je podstatně menší než v blízkém okolí vysílače.

Jakost televizního přijímače však nezávisí jen na jeho citlivosti, ale také na jiných činitelích, které mohou být společné přístrojům jak s větší, tak menší citlivostí. Jsou to



Obr. 6. Základní blokové schéma televizního přijímače.



Obr. 7. Zjednodušené blokové schéma televizního přijímače s vyznačenými hodnotami úrovně obrazového signálu.

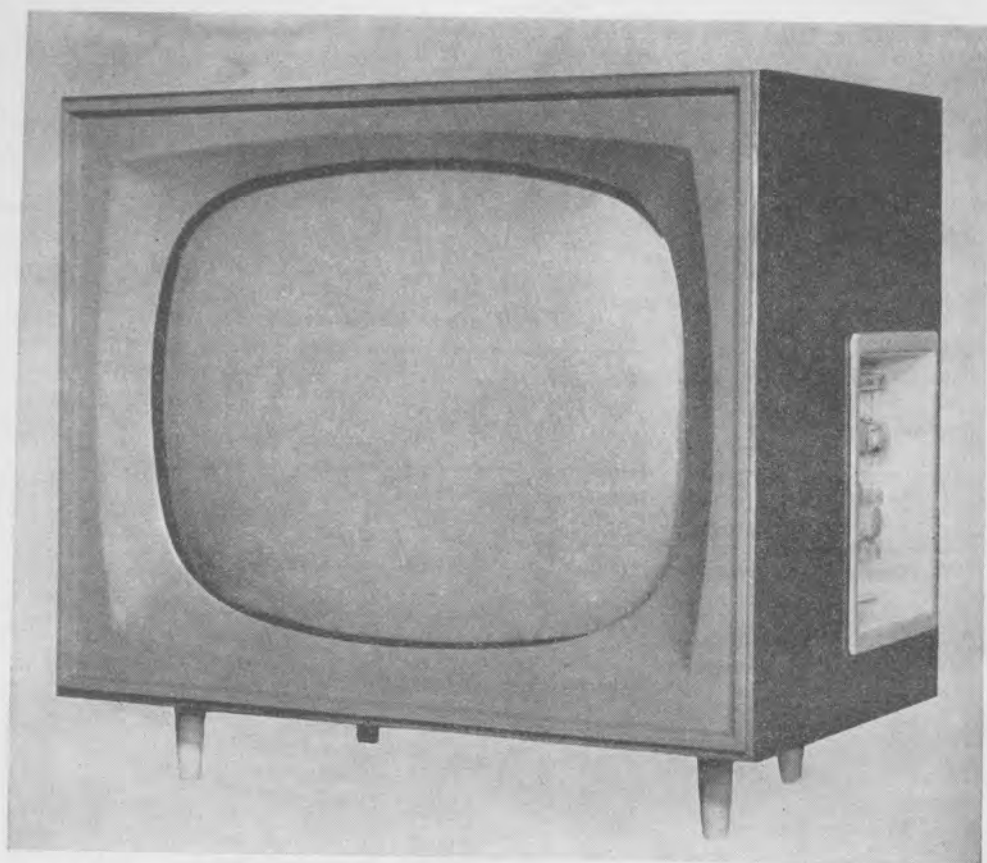
např. tvar útlumové charakteristiky a s ní spojená schopnost potlačení nosných kmitočtů obrazu a zvuku sousedních televizních kanálů, účinnost samočinného řízení zesílení, potlačování vnějších poruch, které mají vliv na stabilitu obrazu a v neposlední řadě pohodlí při obsluze přijímače. Popisy různých zapojení, které řeší naznačené problémy, by překračovaly rámec této knihy. O některých zapojeních jsou zmínky v popisech použití jednotlivých elektronek, jako např. klíčováné samočinné řízení zesílení u elektronky PCL84 a indikace ladění u elektronky PM84.

Podstatným vnějším znakem televizního přijímače je velikost použité obrazovky (obr. 8). V ČSSR se dnes vyrábějí obrazovky s rozměrem úhlopříčky 36, 43 a 53 cm. Malá obrazovka s úhlopříčkou 25 cm se již nepoužívá. Při postupném přechodu k vět-

Tab. 4. Přehled použití elektronek v jednotlivých stupních televizních přijímačů

A Vstupní vysokofrekvenční zesilovač	PCC84 — pro I. a III. pásmo
B Měnič kmitočtu	PCF82 — pro I. a III. pásmo PCC85 — do 200 MHz (méně vhodná)
C Mezifrekvenční zesilovač	EF80 PCF82 — pentodový systém
D Demodulátor obrazového signálu	EAA91 germaniová dioda
E Obrazový zesilovač	EF80 — jen pro přijímače s malou obrazovkou PL83 PCL84 — pentodový systém
F Zvukový mezifrekvenční zesilovač	EF80 PCF82 — pentodový systém
G Demodulátor zvukového signálu	PABC80 — 2. a 3. dioda EAA91 germaniové diody
H Nízkofrekvenční zesilovač a) budicí zesilovač  b) koncový stupeň	PABC80 — triodová část ECC83 — pro dvoustupňový napěťový zesilovač PCL82 — triodová část PCL86 — triodová část PCF82 — triodová část PL82 PCL82 — pentodová část PCL86 — pentodová část PL84 — pro větší přijímače
I Oddělovač synchronizačních impulsů	ECC82, EF80, ECH81, ECH84, PCF82
J Snímkový rozkladový generátor a) oscilátor  b) koncový stupeň	ECC82 PCL82 — triodová část PL82 PCL82 — pentodová část
K Řádkový rozkladový generátor a) oscilátor a příslušné okruhy b) koncový stupeň  c) spínací dioda  d) vn usměrňovací dioda	ECC82, ECH81, ECH84, PCF82 PL81 — pro obrazovky s úhlem vychylování 75° PL36 — pro obrazovky s úhlem vychylování do 110° PY83 — pro provoz s elektronkou PL81 PY88 — pro provoz s elektronkou PL36 DY86
Napájecí část	PY82 selénové usměrňovače křemíkové diody





Obr. 8. Československý televizní přijímač „Kamelie“. Vestavěná obrazovka má úhlopříčku 43 cm a úhel vychylování 110°.

ším rozměrům stínítka bylo třeba se zaměřit na zkrácení celkové délky obrazovek, aby rozměry skříně přijímače byly příznivější. Vedle obtíží technologického rázu bylo nutno také vyřešit problémy spojené se zvětšením úhlu vychylování, který vzrostl z původních 55° na 110°. Proto byly vyvinuty výkonnější koncové elektronky pro snímkový a řádkový rozkládač (PCL82, PL36). Vývoj v tomto směru není ještě ukončen.

Koncepce zvukové části v televizních přijímačích obvykle nevybočuje z cesty, která byla nastoupena již u prvních československých televizních přijímačů. Mezifrekvenční kmitočet 6,5 MHz se získává mezinosnou soustavou. Na tento kmitočet je naladěn jednostupňový až dvoustupňový mezifrekvenční zesilovač následovaný poměrovým detektorem. Za budičím zesilovačem, který je obvykle jednostupňový, následuje koncová elektronka nízkofrekvenčního zesilovače zapojená nejčastěji jako jednoduchý zesilovač třídy A. Větších koncových stupňů např. se dvěma pentodami v třídě AB se používá jen ve velkých hudebních skříních. Zpětné vazby a soustavy reproduktorů upravují nízkofrekvenční přenosovou charakteristiku tak, aby bylo využito možností, které poskytuje kmitočtová modulace vysílače zvukového doprovodu.

## 5.1 Použití elektronek s rámečkovými mřížkami v televizních přijímačích

Část zdokonalení televizních přijímačů, postupně realizovaných, umožnily nové konstrukce elektronek. Podstatná zlepšení jsou možná použitím rámečkových elektronek, jejichž odlišná technologie je popsána v čl. 3. Chronologicky první typ rámečkové elektronky, která v Evropě byla použita v televizním přijímači, je dvojitá trioda E88CC (elektronka zvláštní jakosti), která byla brzy nahrazena elektronkou PCC88. Obě elektronky mají stejné charakteristické vlastnosti, avšak mezní hodnoty dvojitě triody E88CC a také teplota jejich katod jsou přizpůsobeny provozu elektronky zvláštní jakosti. Dvojitá trioda PCC88 se zvláště hodí pro zapojení jako vysokofrekvenční vstupní zesilovač pro první a třetí televizní pásmo. Proti starší dvojitě triodě PCC84 má výhodu větší strmosti a menšího ekvivalentního šumového odporu. Nyní je možno dále nahradit elektronku PCC88 novou dvojitou triodou PCC189, která má exponenciální tvar převodové charakteristiky. Jejím použitím se dosáhne potlačení křížové modulace, což je zvláště výhodné při amplitudové modulaci zvukového doprovodu.

Pro měnič kmitočtu vstupní části byla vyvinuta nová elektronka PCF86, strmá pentoda pro směšovač a trioda pro oscilátor v jedné baňce, vhodná pro první a třetí televizní pásmo.

Zavedením vysokofrekvenčních triod s rámečkovými mřížkami PC86 a EC86 byla umožněna výhodná konstrukce vstupní části televizních přijímačů pro čtvrté a část pátého televizního pásma.

Podstatnou změnu v mezifrekvenční části umožňují dvě nové strmé pentody EF183 a EF184, z nichž první má řídicí mřížku s proměnným stoupáním vlnutí, a tím exponenciální průběh převodové charakteristiky.

Tab. 4 lze proto doplnit v části A triodami PCC88, PCC189 a PC86 (EC86), v části B elektronkou PCF86 a v části C pentodami EF183 a EF184. Zavedením všech těchto nových elektronek s rámečkovými mřížkami se zvětšuje zesílení jednotlivých částí televizního přijímače, takže lze s menším počtem zesilovacích stupňů zkonstruovat televizní přijímač se stejnou citlivostí jako dříve.

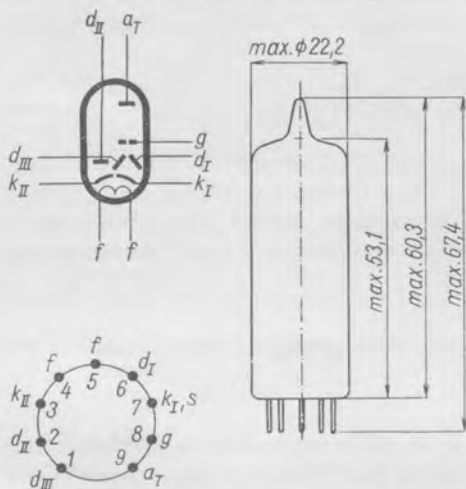
## IV. TELEVIZNÍ ELEKTRONKY, JEJICH POUŽITÍ A CHARAKTERISTIKY

### 6. TELEVIZNÍ ELEKTRONKY STANDARDNÍ KONSTRUKCE

#### 6.1 Elektronka PABC80

##### 6.1.1. Popis

Elektronka TESLA PABC80 sdružuje v jediné baňce čtyři systémy: nízkofrekvenční triodu, dvě demodulační diody s malým vnitřním odporem a jednu demodulační diodu s velkým vnitřním odporem. Jedna dioda s malým vnitřním odporem a dioda s velkým vnitřním odporem mají společnou katodu; trioda a zbylá dioda mají katody samostatné. Konstrukce elektronky a rovněž běžné použití jsou shodné s elektronkami EABC80 a UABC80, které byly popsány ve 2. svazku na str. 57 až 64, kde je rovněž fotografie a řez systémem. V televizních přijímačích se elektronka PABC80 používá jednak ve zvukové části způsobem popsaným u elektronky EABC80 a dále ji lze použít k oddělování synchronizačních impulsů. Triodový systém se někdy rovněž zapojuje jako sinusový oscilátor pro generátor řádkové rozkladové části.



Obr. 9. Rozměry a zapojení patice elektronky PABC80.

Pro úplnost jsou v čl. 6. 1. 4. znovu uvedeny údaje o elektronce PABC80. Charakteristiky jsou shodné s charakteristikami elektronky EABC80 (UABC80). Rozměry a zapojení patice elektronky PABC80 jsou na obr. 9.

##### 6.1.2. Obdobné typy

V Evropě se vyrábí tato elektronka se stejným označením, v USA se značí 9AK8.

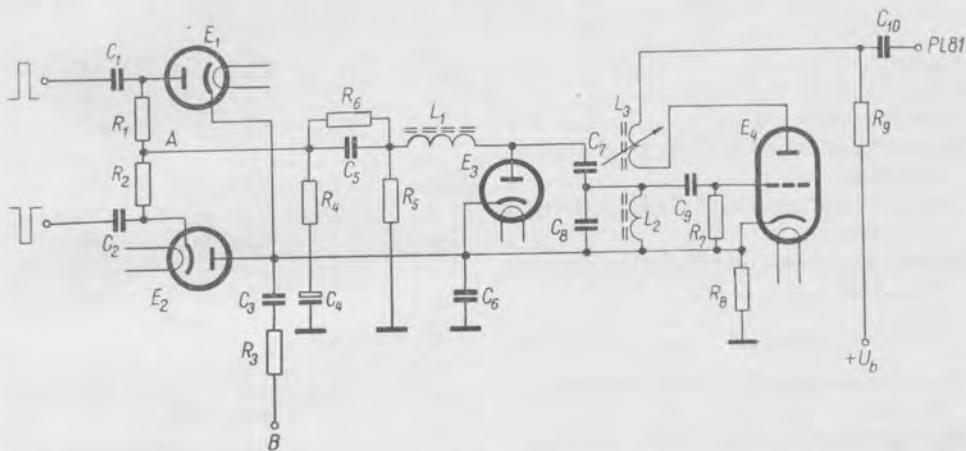
##### 6.1.3. Použití

###### a) Generátor řádkového rozkladače televizního přijímače

V popisu použití elektronky EABC80 na str. 58 v 2. svazku bylo uvedeno zapojení poměrového detektoru a odporově vázaného nízkofrekvenčního zesilovače pro rozhla-

sové přijímače. Stejně základní zapojení bez demodulátoru pro amplitudovou modulaci se používá také v televizních přijímačích ve zvukové části. Dále je v televizních přijímačích elektronka PABC80 vhodná jako sinusový oscilátor a příslušný fázový diskriminátor pro řádkový rozklad.

Příklad takového zapojení elektronky PABC80 je uveden na obr. 10. Řádkové synchronizační impulsy vzájemně posunuté o  $180^\circ$  v předcházejícím obrazení fáze se při-



Obr. 10. Sinusový oscilátor a fázový diskriminátor televizního přijímače s elektronkou PABC80.

vádějí přes kondenzátory  $C_1$  a  $C_2$  na druhou a třetí diodu elektronky PABC80 ( $E_1$ ,  $E_2$ ). Po nabití obou kondenzátorů  $C_1$  a  $C_2$  se diody uzavřou a na odporech  $R_1$  a  $R_2$  se objeví napětí. Potenciál bodu A proti zemi je nulový. Tento potenciál se nezmění, ani když se přivádějí v bodě B přes kondenzátor  $C_3$  a odpor  $R_3$  impulsy z transformátoru koncového stupně řádkového rozkládače, jestliže jejich fáze a kmitočet souhlasí se synchronizačními impulsy. Jakmile však je nepatrný rozdíl mezi impulsy synchronizačními a impulsy vyrobenými v přijímači, vzroste potenciál v bodě A, což má za následek změnu vnitřního odporu diody  $E_3$  (první dioda elektronky PABC80) a tím také změnu kmitočtu sinusového oscilátoru s triodou PABC80 ( $E_4$ ), protože je dioda  $E_3$  zapojena v sérii s kondenzátorem  $C_7$ , který je součástí ladícího obvodu oscilátoru. Další součásti ladícího obvodu, kondenzátor  $C_8$  a cívka  $L_2$ , jsou zapojeny v mřížkovém obvodu triody  $E_4$ . V anodovém obvodu je zapojena zpětnovazební cívka  $L_3$  a odpor  $R_9$ , ze kterého se přes kondenzátor  $C_{10}$  odebírá budicí napětí pro koncovou elektronku řádkového rozkládače.

#### 6. 1. 4. Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	9,5	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	300	mA

b) Kapacity

Trioda

Vstupní kapacita . . . . .	$C_g$	1,9	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	0,8	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	2,0	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem.	$C_{g/t}$	max. 0,1	pF

Diody

Kapacita diody I . . . . .	$C_{dI}$	0,8	pF
Kapacita diody II . . . . .	$C_{dII}$	4,8	pF
Kapacita diody III . . . . .	$C_{dIII}$	4,8	pF
Kapacita mezi anodou diody I a žhavicím vláknem. . . . .	$C_{dI/t}$	max. 0,3	pF
Kapacita mezi anodou diody III a žhavicím vláknem. . . . .	$C_{dIII/t}$	max. 0,25	pF
Kapacita mezi katodou diody II a žhavicím vláknem. . . . .	$C_{kII/t}$	2,5	pF

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	170	200	V
Mřížkové předpětí. . . . .	$U_g$	-1,0	-1,85	-2,3	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	0,8	1,0	1,0	mA
Strmost . . . . .	$S$	1,45	1,45	1,40	mA/V
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	70	70	70	—
Vnitřní odpor. . . . .	$R_i$	48	48	50	k $\Omega$

Diody

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

d) Provozní údaje

Trioda jako nízkofrekvenční zesilovač s odporovou vazbou

Napětí zdroj	Anodový odpor	Svodový odpor koncové elektronky	Anodový proud	Zesílení	Zkreslení $d_{tot}$ [%] při výstupním napětí $E_o$		
					3 V	5 V	8 V
$U_b$ [V]	$R_a$ [k $\Omega$ ]	$R'_g$ [M $\Omega$ ]	$I_a$ [mA]	$A$			
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	

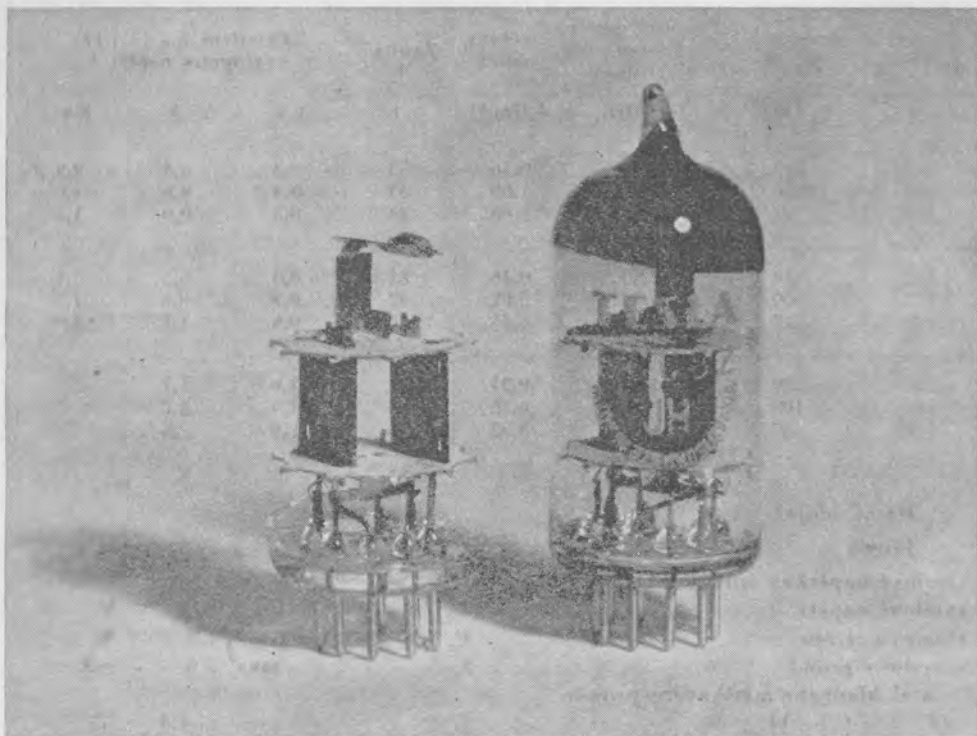
## e) Mezní údaje

## Trioda

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 1,0	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 5,0	mA
Počátek kladného mřížkového proudu ( $I_g = +0,3 \mu A$ ) . . . . .	$U_{g1}$	max. -1,3	V
Svodový odpor pro automatické předpětí . . . . .	$R_g$	max. 3,0	M $\Omega$
Svodový odpor pro získání předpětí mřížkovým proudem . . . . .	$R_g$	max. 22	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 150	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/t}$	max. 20	k $\Omega$

## Diody

Inverzní napětí diody I . . . . .	$U_{dI inv}$	max. 350	V
Inverzní napětí diody II . . . . .	$U_{dII inv}$	max. 350	V
Inverzní napětí diody III . . . . .	$U_{dIII inv}$	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
Vrcholový proud diody I . . . . .	$I_{dIV}$	max. 6	mA
Vrcholový proud diody II . . . . .	$I_{dIIv}$	max. 75	mA
Vrcholový proud diody III . . . . .	$I_{dIIIv}$	max. 75	mA
Napětí mezi katodou diody II a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{kII/t}$	max. 150	V



Obr. 11. Elektronka TESLA ECC82.

## 6.2 Elektronka ECC82

### 6.2.1. Popis

Elektronka TESLA ECC82 (obr. 11) je dvojitá trioda se samostatnými katodami se středním zesilovacím činitelem. Je určena pro nízkofrekvenční zesilovače, avšak její možnosti použití jsou značně širší, jako např. v televizních přijímačích v rozkladové části, v měřicí technice a v mnoha elektronických zařízeních. Nahrazuje starší velmi osvědčenou elektronku 6SN7. Její strmost je přibližně 2 až 3 mA/V podle nastavení pracovního bodu, zesilovací činitel asi 17 a vnitřní odpor asi 7 k $\Omega$ . Středně velké hodnoty zesilovacího činitele a strmosti zaručují možnost univerzálního použití. Při nejjednodušším použití, jako odporově vázaný nízkofrekvenční zesilovač, se dosahuje s obvyklými hodnotami prvků zesílení jednoho stupně kolem 14. Při tom je anodové napájecí napětí  $U_b = 100$  až 400 V a anodový pracovní odpor 50 až 200 k $\Omega$ . Při větším anodovém napětí lze dosáhnout většího výstupního napětí. S napájecím napětím  $U_b = 400$  V je to téměř  $E_o = 60$  V při vybuzení až do oblasti kladného mřížkového proudu ( $I_g = \text{max. } 0,3 \mu\text{A}$ ). Jestliže se použijí obě triody elektronky ECC82 jako dvoustupňový odporově vázaný zesilovač, bude celkové zesílení blízké hodnotě 200. S takovým nízkofrekvenčním dvoustupňovým zesilovačem lze vybudit koncovou pentodu PL82 na plný výkon  $P_o = 4$  W při napětí zdroje  $U_b = 170$  V již se vstupním napětím přibližně  $E_1 = 35$  mV. Při tom je zkreslení na řídicí mřížce koncové elektronky PL82

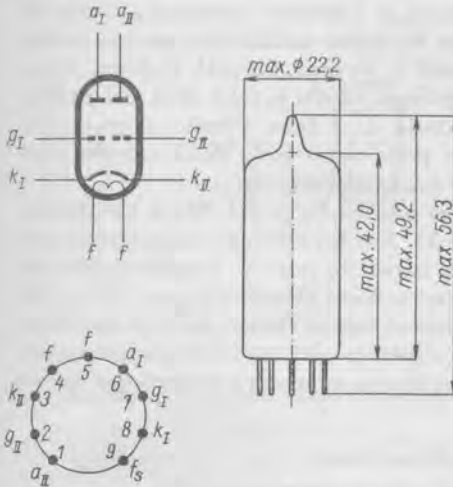
asi  $d_{tot} = 3\%$ . Zavedením záporné zpětné vazby lze toto zkreslení podstatně zmenšit při snesitelné ztrátě zesílení.

Dvě shodné triody elektronky ECC82 v jedné baňce nabízejí velmi účelné řešení obraceče fáze vhodného pro vybuzení souměrného koncového stupně. V takovém obračeči lze dosáhnout zesílení asi 11 při velmi malém zkreslení kolem  $d_{tot} = 1\%$ . Výstupní napětí obračeče je při tom až  $E_o = 2 \times 15$  V při napětí zdroje  $U_b = 250$  V.

Jestliže při použití elektronky ECC82 jako nízkofrekvenční zesilovač je pro výstupní výkon 50 mW potřebné vstupní napětí větší než 10 mV, není nutno používat žádných speciálních opatření proti mikrofoničnosti a je možno elektronku umístit v bezprostřední blízkosti reproduktoru bez nebezpečí akustické zpětné vazby. Pro omezení hladiny bruceňení se uzemňuje střed žhavicího vlákna; dále se doporučuje použít mřížkový svodový odpor menší než 0,3 M $\Omega$  a přemostit katodový odpor dostatečně velkým kondenzátorem. Jestliže jsou dodržena uvedená doporučení, je úroveň rušivých napětí více než 60 dB pod úrovní 100 mV. Při použití paralelního napájení žhavicích vláken a při uzemněním středu žhavicího transformátoru je výhodné použít jako vstupního zesilovače první systém, který má při tomto zapojení menší bruceňení než druhý systém.

Malý vnitřní odpor triod ECC82 činí tuto elektronku vhodnou i pro použití jako rázující oscilátor, nebo multivibrátor v televizních přijímačích a podobných zařízeních. Také v měřicí technice nachází tato elektronka uplatnění. Pro spolehlivější funkci zařízení v průmyslové elektronice se doporučuje použít elektronku zvláštní jakosti ECC802S, která je svými charakteristickými hodnotami shodná s elektronkou ECC82. Tato elektronka bude popsána na jiném místě.

Oba systémy dvojité triody tvoří samostatné celky umístěné na skleněné patce vedle sebe. Přestože mezi oběma systémy není stínění, jsou kapacity mezi systémy poměrně malé. Tak např. kapacita mezi anodami  $C_{aI/aII}$  je max. 0,3 pF a mezi mřížkami  $C_{gI/gII}$  je kapacita max. 0,008 pF. Na patku elektronky je vyveden také střed žhavicího vlákna. Tím je umožněno použít pro elektronku žhavicí napětí  $U_t = 6,3$  V i  $U_t = 12,6$  V s paralelním spojením žhavicích vláken a při sériovém spojení žhavicích vláken při proudu  $I_t = 300$  mA.



Obr. 12. Rozměry a zapojení patce elektronky ECC82. Na kolík 9 je vyveden střed žhavicího vlákna.

žhavicím napětí 6,3 V také se sériovým spojením žhavicích vláken při proudu  $I_t = 300$  mA.

Elektronka ECC82 je v podstatě konstrukčně shodná s elektronkou ECC83, která byla popsána v 2. dílu na str. 72. Rozdíl mezi oběma elektronkami je pouze ve tvaru a stoupání vinutí mřížek. Rozměry a zapojení patce elektronky ECC82 jsou na obr. 12.

### 6. 2. 2. Obdobné typy

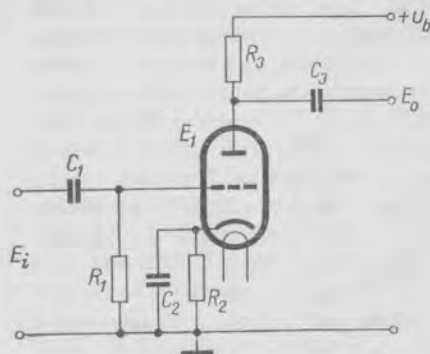
Tato elektronka se vyrábí v Evropě se stejným označením, v USA ji značí 12AU7. U nás se tato elektronka vyrábí také v provedení zvláštní jakosti pod označením ECC802S.



## 6. 2. 3. Použití

## a) Odporově vázaný nízkofrekvenční zesilovač

Elektronka ECC82 na obr. 13 ( $E_1$ ) je zapojena jako nízkofrekvenční odporově vázaný zesilovač napětí. Vstupní napětí  $E_i$  se přivádí přes vazební kondenzátor  $C_1$  s kapacitou 10 nF na mřížku elektronky. Svodový odpor  $R_1$  je 1 M $\Omega$ . Zesílené napětí  $E_o$  vzniká na pracovním odporu  $R_3$ , zapojeném v přívodu anody a odebírá se přes vazební kondenzátor  $C_3$  s kapacitou 10 nF. Napájecí napětí se přivádí na svorku  $+U_b$ . Mřížkové předpětí se získává na katodovém odporu  $R_2$ , který je přemostěn kondenzátorem  $C_2$ , jehož kapacita je 50  $\mu$ F. Napájecí napětí, pracovní odpor  $R_3$  a katodový odpor  $R_2$  lze volit v širokých mezích, podle požadavků kladených na zesilovač. S větším pracovním odporem  $R_3$  lze dosáhnout o něco většího zesílení při menším zkreslení a poněkud menším maximálně dosažitelném výstupním napětí, které je omezeno vybuzením triody až k počátku kladného mřížkového proudu (náběhový proud  $I_g = \text{max. } 0,3 \mu\text{A}$ ). Největší dosažitelné výstupní napětí je také větší při vyšším napětí zdroje  $U_b$ . Jako pomůcka pro volbu vhodného pracovního bodu slouží tabulka uvedená v čl 6.2.4, odstavec d).

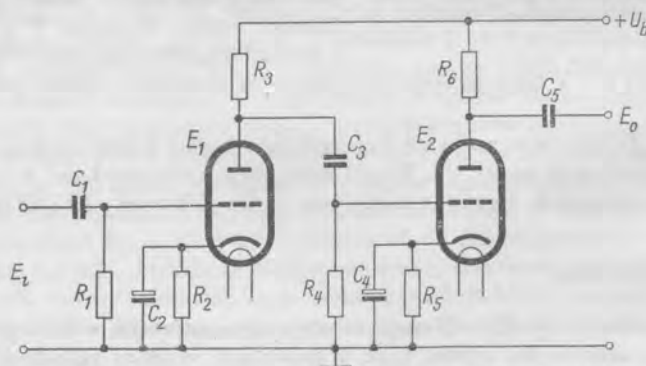


Obr. 13. Odporově vázaný nízkofrekvenční zesilovač s elektronkou ECC82.

Při napájecím napětí  $U_b = 150 \text{ V}$ , pracovním odporu  $R_3 = 0,1 \text{ M}\Omega$  a katodovém odporu  $R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$  je zesílení tohoto zesilovače 14. Anodový proud v tomto nastavení činí  $I_a = 0,98 \text{ mA}$ . Největší dosažitelné výstupní napětí  $E_o$  je 17 V. Tomuto napětí odpovídá vstupní napětí  $E_i = 1,2 \text{ V}$ , při kterém činí celkové zkreslení  $d_{\text{tot}} = 5,6 \%$ . Při překročení tohoto vstupního napětí rychle vzroste zkreslení vlivem počínajícího kladného mřížkového proudu. Při menším vstupním napětí je také zkreslení úměrně menší. Uvedené zesílení platí při zatížení mřížkovým svodovým odporem následujícího stupně  $R_g = 0,32 \text{ M}\Omega$ .

## b) Dvoustupňový odporově vázaný nízkofrekvenční zesilovač

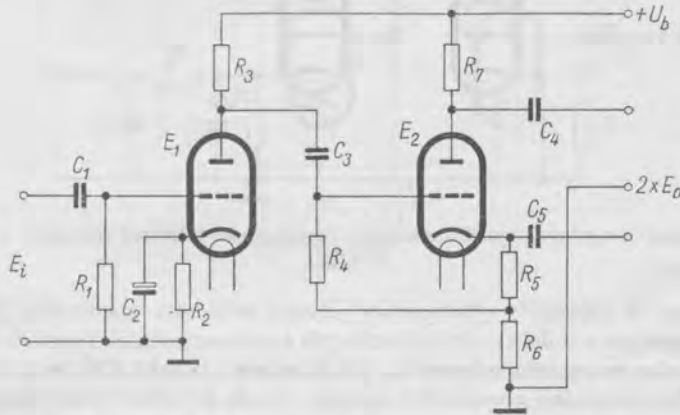
Na obr. 14 je zapojení dvoustupňového odporově vázaného nízkofrekvenčního zesilovače napětí, osazeného jednou dvojitou triodou ECC82. Oba stupně jsou shodně za-



Obr. 14. Dvoustupňový odporově vázaný nízkofrekvenční zesilovač s elektronkou ECC82.

pojené. Hodnoty součástí obou stupňů zesilovače mohou být shodné s hodnotami uvedenými v minulém příkladě, nebo mohou být voleny podle tabulky v čl. 6.2.4, odstavce d). Pokud oba stupně budou zapojeny stejně jako zesilovač popsany v minulém příkladě, bude zesílení dvoustupňového zesilovače asi 200. Pro úplné vybuzení koncové elektronky PL82, která je připojena na výstupu tohoto zesilovače, stačí vstupní napětí na první elektronce nízkofrekvenčního zesilovače  $E_1 = 30$  mV. Pro výstupní výkon koncové elektronky  $P_o = 50$  mW je příslušné vstupní napětí  $E_1 = 2,5$  mV.

Zapojení dvoustupňového nízkofrekvenčního zesilovače s jedinou dvojitou triodou ECC82 lze zjednodušit použitím jediného společného katodového odporu pro oba triodové systémy. Tento katodový odpor je přemostěn kondenzátorem s velkou kapacitou. S takovým zapojením se dosáhne zesílení asi 180, je-li katodový odpor 1,8 k $\Omega$ , anodové pracovní odpory 220 k $\Omega$  a mřížkový svodový odpor druhého systému a následujícího stupně 680 k $\Omega$ . Napájecí napětí  $U_b = 250$  V, součet anodových proudů je asi 1,66 mA a největší dosažitelné výstupní napětí  $E_o$  je 15 V při zkresení  $d_{tot} = 2$  %.



Obr. 15. Obraceč fáze jako budící stupeň nízkofrekvenčního dvojitěnného zesilovače s elektronkou ECC82.

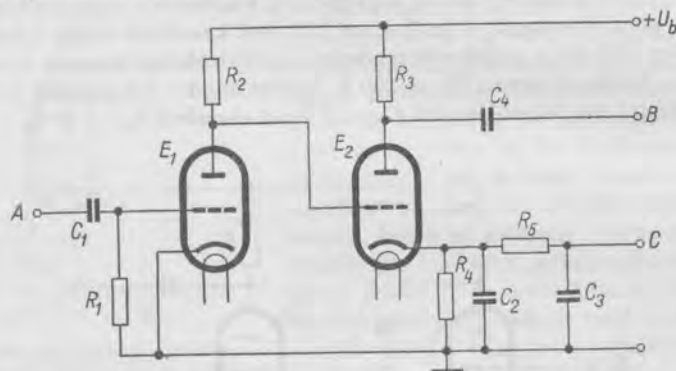
### c) Obraceč fáze

Dvojitá trioda ECC82 je také vhodná pro obraceč fáze, který se používá např. k získání souměrného vstupního napětí pro dvojitěnné koncové zesilovače. Příklad zapojení obraceče fáze je na obr. 15. Jedna trioda elektronky ECC82 ( $E_1$ ) je zapojena jako odporově vázaný zesilovač. Vstupní napětí se přivádí na její mřížku přes vazební kondenzátor  $C_1$ . Mřížkový svodový odpor  $R_1$  je 1 M $\Omega$ . Mřížkové předpětí pro tuto triodu se získává obvyklým způsobem na katodovém odporu  $R_2 = 3,9$  k $\Omega$ . Katodový odpor je přemostěn kondenzátorem  $C_2$ . Výstupní napětí triody  $E_1$  vznikající na jejím anodovém pracovním odporu  $R_3$  se přivádí přes vazební kondenzátor na mřížku druhé triody  $E_2$ . Tato trioda má pracovní odpor rozdělený na dvě shodné části; jedna je zapojena v obvodu anody ( $R_7$ ) a druhá je v obvodu katody. Tato druhá část je složena ze dvou odporů  $R_5$  a  $R_6$  zapojených v sérii a tvoří dělič napětí, které vzniká průtokem anodového proudu těmito odpory. Část tohoto napětí (úbytek napětí na odporu  $R_5$ ) slouží jako mřížkové předpětí pro triodu  $E_2$ . Souměrné výstupní napětí  $2 \times E_o$  se odebrá přes vazební kondenzátory  $C_4$  a  $C_5$  z anody a katody triody  $E_2$ . Při napájecím napětí  $U_b = 250$  V, anodovém odporu  $R_3 = 220$  k $\Omega$  a odporech  $R_7 = 15$  k $\Omega$ ,  $R_6 = 14$  k $\Omega$

a  $R_5 = 1 \text{ k}\Omega$  je maximálně dosažitelné výstupní napětí  $E_o = 13 \text{ V}$  a zesílení při celkovém zkreslení 1,5 % je asi 11. Při takovém nastavení obraceče fáze je třeba na jeho vstupních svorkách napětí  $E_1 = 1,2 \text{ V}$  k vybuzení dvojčinného zesilovače třídy A, osazeného dvěma elektronkami PL82, asi na 11,8 W výstupního výkonu.

#### d) Oddělovač synchronizačních impulsů

Na obr. 16 je dvojitá trioda ECC82 použita v televizním přijímači jako oddělovač synchronizačních impulsů. Jako vlastní oddělovač slouží první triodový systém  $E_1$ , kdežto druhý systém je zapojen jako zesilovač. Směs obrazového signálu a synchroni-



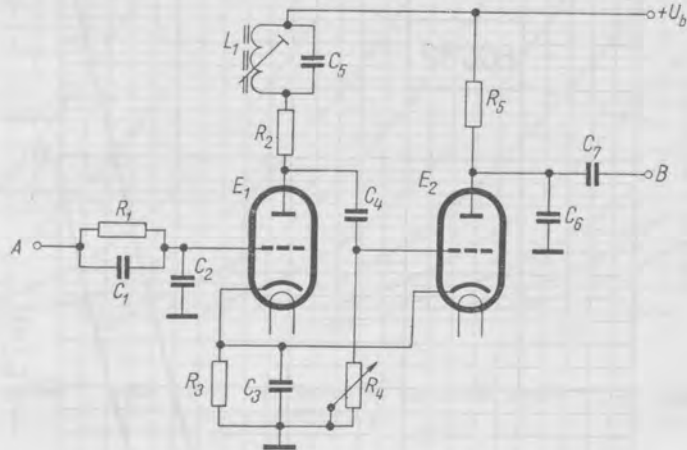
Obr. 16. Oddělovač a zesilovač synchronizačních impulsů pro televizní přijímače s elektronkou ECC82.

začních impulsů se přivádí z výstupu obrazového zesilovače na svorku A. Anodový proud triody teče jen v době trvání jednotlivých synchronizačních impulsů, takže se na velkém anodovém pracovním odporu  $R_2$ , jehož hodnota je asi 1 M $\Omega$ , vytvoří jen oddělené impulsy bez ostatního obrazového signálu. Anoda prvního triodového systému je přímo spojena s mřížkou druhého systému  $E_2$ . Tato trioda impulsy zesiluje, při čemž omezuje jejich amplitudu, takže i vrcholy impulsů jsou zbaveny amplitudových nerovností vzniklých např. vlivem šumu. Přes vazební kondenzátor  $C_4$  se řádkové synchronizační impulsy přivádějí na svorku B a dále k řádkové rozkladové části televizního přijímače. Impulsy pro synchronizaci snímkové rozkladové části se odebírají ze svorky C zapojené na výstupu integračního členu  $C_3$ ,  $R_5$ ,  $C_2$ , na kterém krátké impulsy pro vodorovnou synchronizaci nemohou způsobit značnější zvětšení napětí, kdežto řada impulsů pro svislou synchronizaci s krátkým časovým sledem vytvoří jediný impuls, kterým se dále synchronizuje generátor snímkového rozkladu. Velikost anodového odporu  $R_3$  bývá 5 k $\Omega$ , odporu v katodě  $R_4 = 3,3 \text{ k}\Omega$ ,  $C_2 = 25 \text{ nF}$ ,  $R_5 = 1,2 \text{ k}\Omega$  a  $C_3 = 10 \text{ nF}$ .

#### e) Rozkladový generátor

Jako rozkladové generátory se používají v televizní technice obvykle rázující oscilátory, multivibrátory nebo sinusové oscilátory s paralelním ladicím obvodem. Na obr. 17 je zapojení upraveného katodově vázaného multivibrátoru s elektronkou ECC82, který slouží jako rozkladový generátor televizního přijímače. Hodnotami součástí je určen provozní kmitočet. Popsané zapojení rozkladového generátoru se hodí pro řádkový rozklad. Na mřížku prvního systému elektronky ECC82 ( $E_1$ ) se přivádí napětí z fázového diskriminátoru (vývod A), kterým se samočinně udržuje kmitočet multi-

vibrátoru tak, aby na stínítku obrazovky vznikl stálý obraz. Mřížka druhé triody  $E_2$  je vázána s anodou  $E_1$  přes kondenzátor  $C_4$ , jehož kapacita je 250 pF. Kmitočet multivibrátoru se nastavuje mřížkovým svodovým odporem  $R_4$ , který se obvykle skládá ze stálé části (asi 150 k $\Omega$ ), z potenciometru pro hrubou regulaci (asi 0,3 M $\Omega$ ) a z potenciometru pro jemnou regulaci (asi 0,1 M $\Omega$ ). Všechny uvedené odpory jsou spojeny v sérii. V anodovém přívodu první triody  $E_1$  je zapojen ještě paralelní ladicí obvod, jehož rezonanční kmitočet se přibližně rovná kmitočtu řádkového rozkladu. Tento obvod stabilizuje kmitočet multivibrátoru. Katody obou triod jsou spojeny. Budicí napětí pro



Obr. 17. Multivibrátor pro řádkový rozkladač televizního přijímače s elektronkou ECC82.

koncový stupeň řádkového rozkladového generátoru se odebrá na anodě druhé triody  $E_2$  (vývod B).

#### 6. 2. 4. Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

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

		Napětí přivedeno na kolíky 9 a 4 + 5	Napětí přivedeno na kolíky 4 a 5	
Žhavicí napětí . . . . .	$U_t$	6,3	12,6	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	300	150	mA

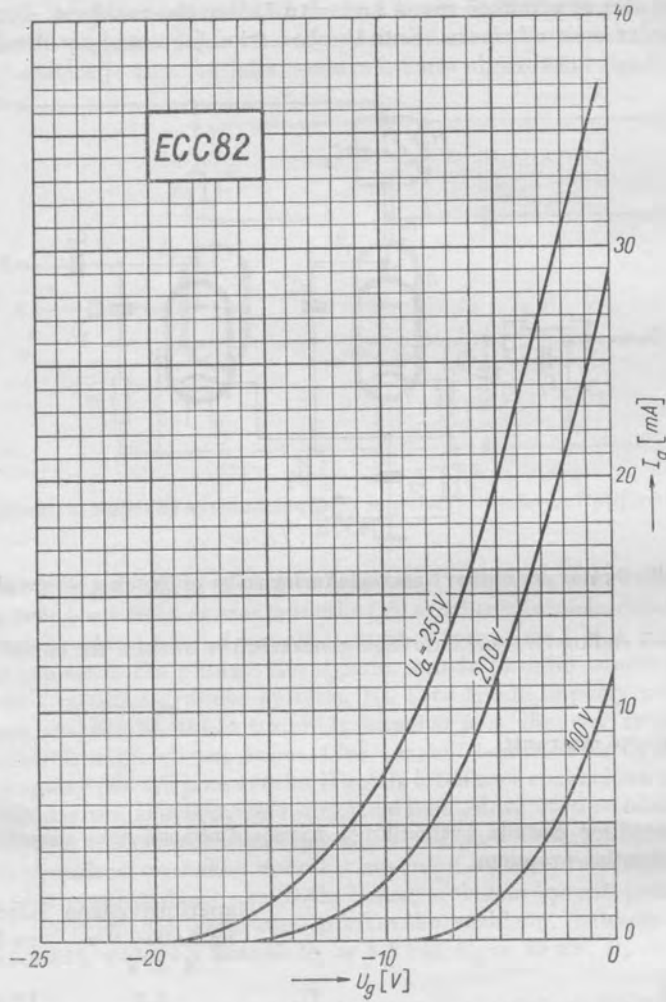
##### b) Kapacity

###### Kapacity I. systému

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g/k+t}$	1,8	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_{a/k+t}$	0,5	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	1,6	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem. $C_{g/t}$		max. 0,17	pF

Kapacity II. systému

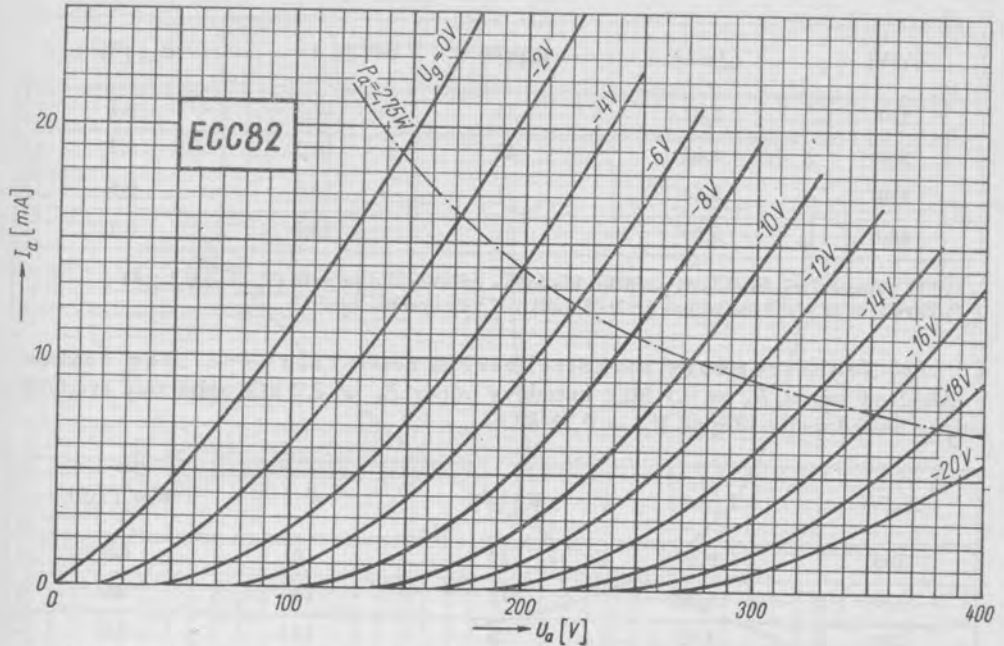
Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g/k+f}$	1,8	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_{a/k+f}$	0,37	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	1,6	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem.	$C_{g/f}$	max. 0,17	pF



Dg. 1. Závislost anodového proudu  $I_a$  jedné triody na napětí mřížky  $U_g$  při různém anodovém napětí  $U_a$ .

Kapacity mezi oběma systémy

Kapacita mezi anodami . . . . .	$C_{aI/aII}$	max. 0,3	pF
Kapacita mezi mřížkami . . . . .	$C_{gI/gII}$	max. 0,008	pF
Kapacita mezi mřížkou prvního a anodou druhého systému . . . . .	$C_{gI/aII}$	max. 0,03	pF



Dg. 2. Anodový proud  $I_a$  jedné triody v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí mřížky  $U_g$ .

Kapacita mezi mřížkou druhého a anodou

prvního systému . . . . .  $C_{gII/aI}$  max. 0,03 pF

c) Charakteristické údaje (platí pro každý systém)

Anodové napětí. . . . .	$U_a$	100	250	V
Mřížkové předpětí. . . . .	$U_g$	0	-8,5	V
Anodový proud. . . . .	$I_a$	11,8	10,5	mA
Strmost . . . . .	$S$	3,1	2,2	mA/V
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	19,5	17	—
Vnitřní odpor. . . . .	$R_i$	6,25	7,7	k $\Omega$

d) Provozní údaje

da) Jednostupňový nízkofrekvenční zesilovač s odporovou vazbou

Anodový odpor  $R_a = 47$  k $\Omega$ , katodový odpor  $R_k = 1,2$  k $\Omega$ , mřížkový svodový odpor následujícího stupně  $R'_g = 0,15$  M $\Omega$ .

$U_b$ [V]	$I_a$ [mA]	$E_o$ [V] <sup>1)</sup>	$A$	$d_{tot}$ [%] <sup>2)</sup>
100	1,20	11	13,5	5,6
150	1,82	18	13,5	6,1
200	2,41	26	13,5	6,3

$U_b$ [V]	$I_a$ [mA]	$E_o$ [V] <sup>1)</sup>	$A$	$d_{tot}$ [%] <sup>2)</sup>
250	3,02	34	13,5	6,4
300	3,65	43	13,5	6,5
350	4,30	51	13,5	6,6
400	5,00	59	13,5	6,7

<sup>1)</sup> Při vybuzení až do oblasti počátku kladného mřížkového proudu ( $I_g = +0,3 \mu A$ )

<sup>2)</sup> Zkreslení je přibližně přímo úměrné velikosti výstupního napětí

db) Jednostupňový nízkofrekvenční zesilovač s odporovou vazbou  
Anodový odpor  $R_a = 0,1 M\Omega$ , katodový odpor  $R_k = 2,2 k\Omega$ , mřížkový svodový odpor následujícího stupně  $R'_g = 0,33 M\Omega$ .

$U_b$ [V]	$I_a$ [mA]	$E_o$ [V] <sup>1)</sup>	$A$	$d_{tot}$ [%] <sup>2)</sup>
100	0,66	10	14	4,8
150	0,98	17	14	5,6
200	1,30	25	14	5,8
250	1,63	32	14	5,9
300	1,97	41	14	6,0
350	2,30	49	14	6,1
400	2,62	57	14	6,2

<sup>1)</sup> Při vybuzení až do oblasti počátku kladného mřížkového proudu ( $I_g = +0,3 \mu A$ )

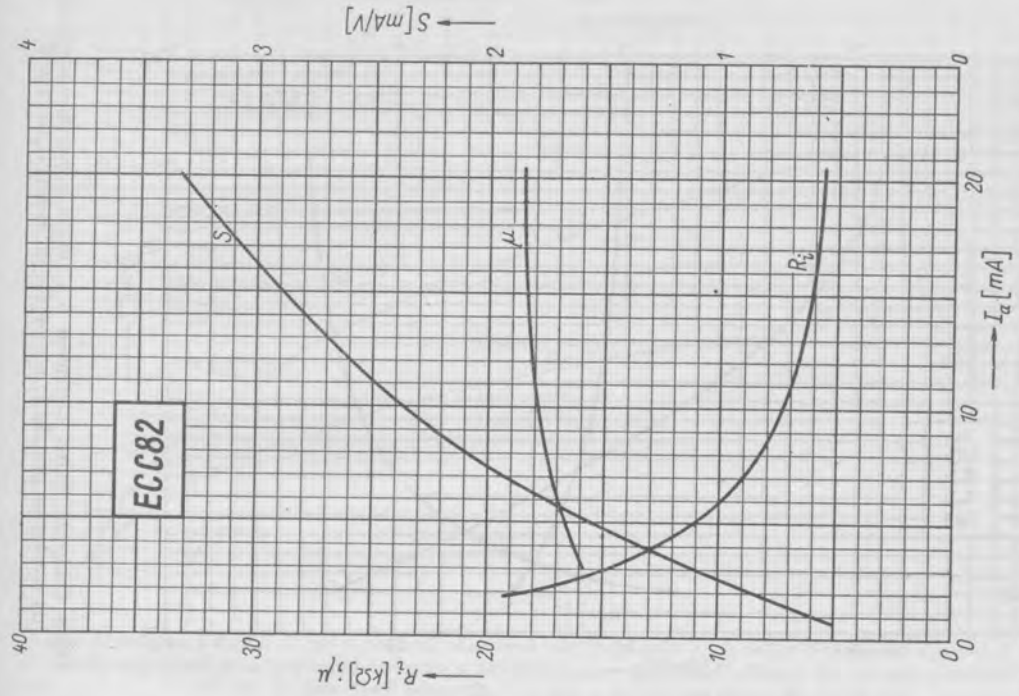
<sup>2)</sup> Zkreslení je přibližně přímo úměrné velikosti výstupního napětí

de) Jednostupňový nízkofrekvenční zesilovač s odporovou vazbou  
Anodový odpor  $R_a = 0,22 M\Omega$ , katodový odpor  $R_k = 3,9 k\Omega$ , mřížkový svodový odpor následujícího stupně  $R'_g = 0,68 M\Omega$ .

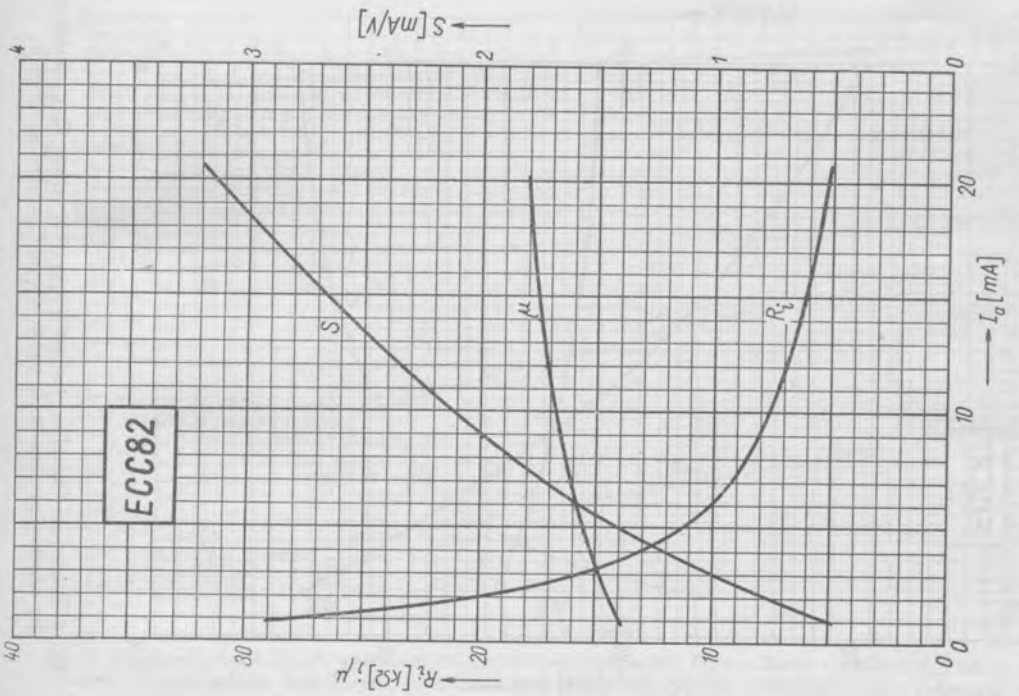
$U_b$ [V]	$I_a$ [mA]	$E_o$ [V] <sup>1)</sup>	$A$	$d_{tot}$ [%] <sup>2)</sup>
100	0,33	8	14,5	4,0
150	0,50	15	14,5	4,4
200	0,66	22	14,5	4,7
250	0,82	28	14,5	4,8
300	0,98	36	14,5	4,9
350	1,16	43	14,5	5,0
400	1,31	50	14,5	5,1

<sup>1)</sup> Při vybuzení až do oblasti počátku kladného mřížkového proudu ( $I_g = +0,3 \mu A$ )

<sup>2)</sup> Zkreslení je přibližně přímo úměrné velikosti výstupního napětí

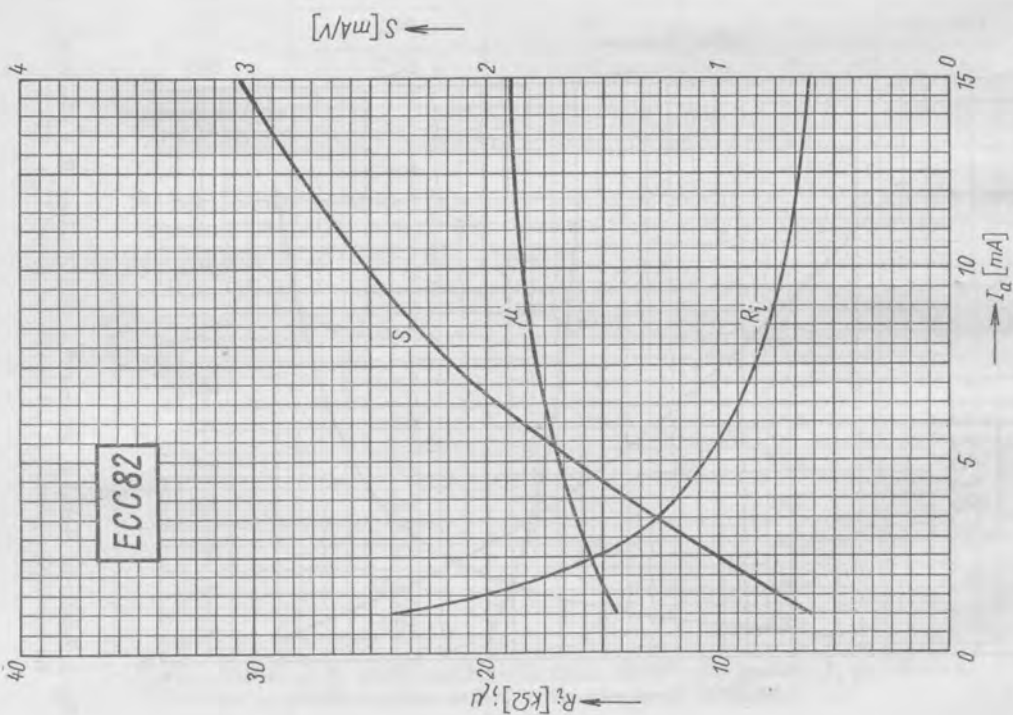


Dg. 4. Zesilovačič číntel  $\mu$ , strmost  $S$  a vntřní odpor  $R_i$  v závislosti na anodovém proudu  $I_a$  při anodovém napětí  $U_a = 200$  V.

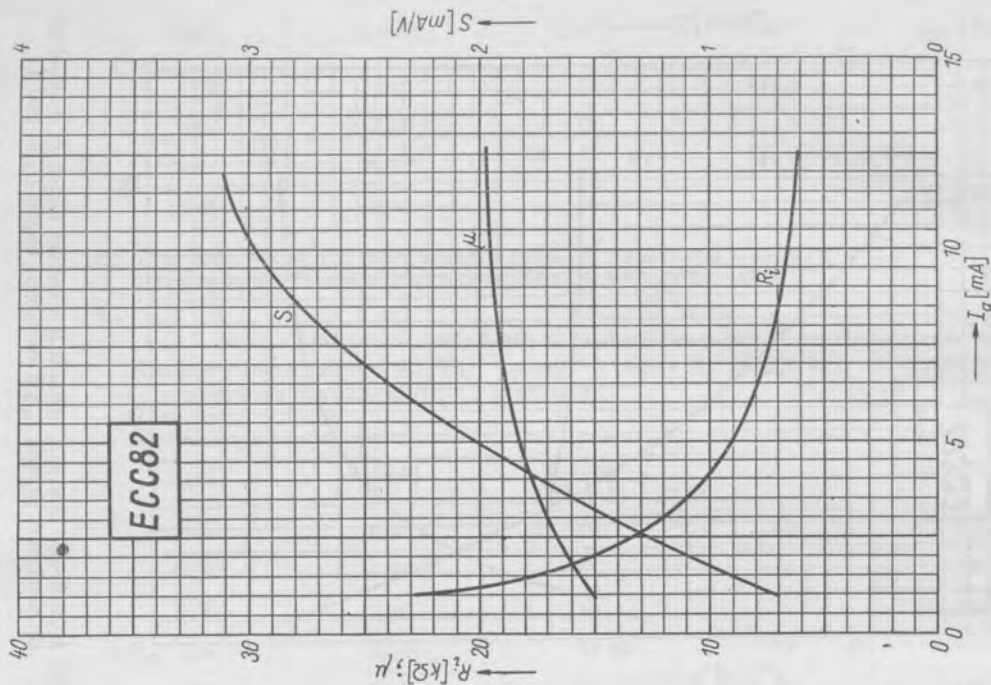


Dg. 3. Zesilovačič číntel  $\mu$ , strmost  $S$  a vntřní odpor  $R_i$  v závislosti na anodovém proudu  $I_a$  při anodovém napětí  $U_a = 250$  V.

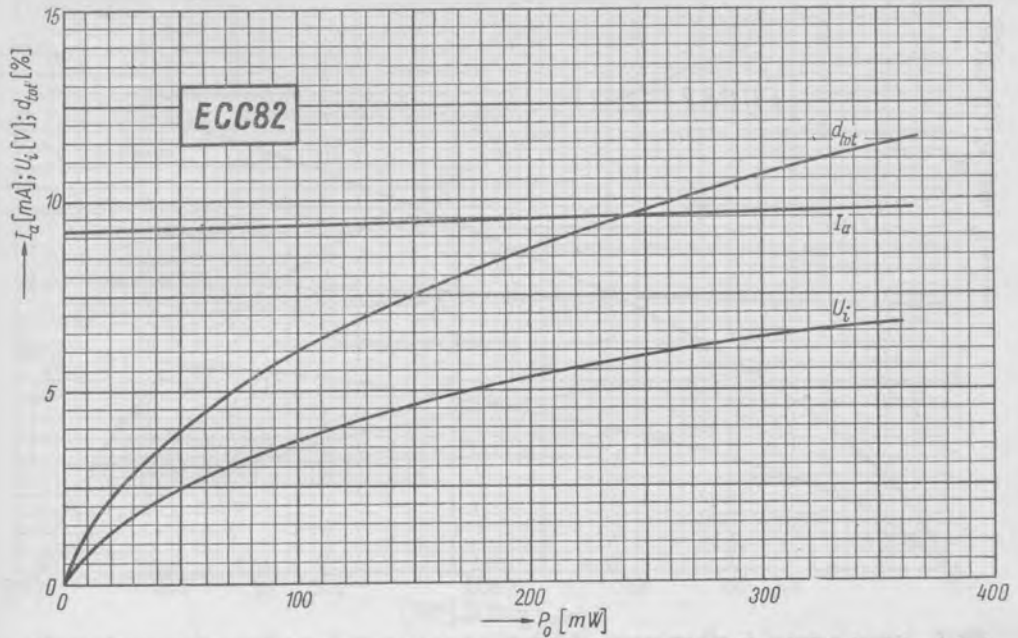




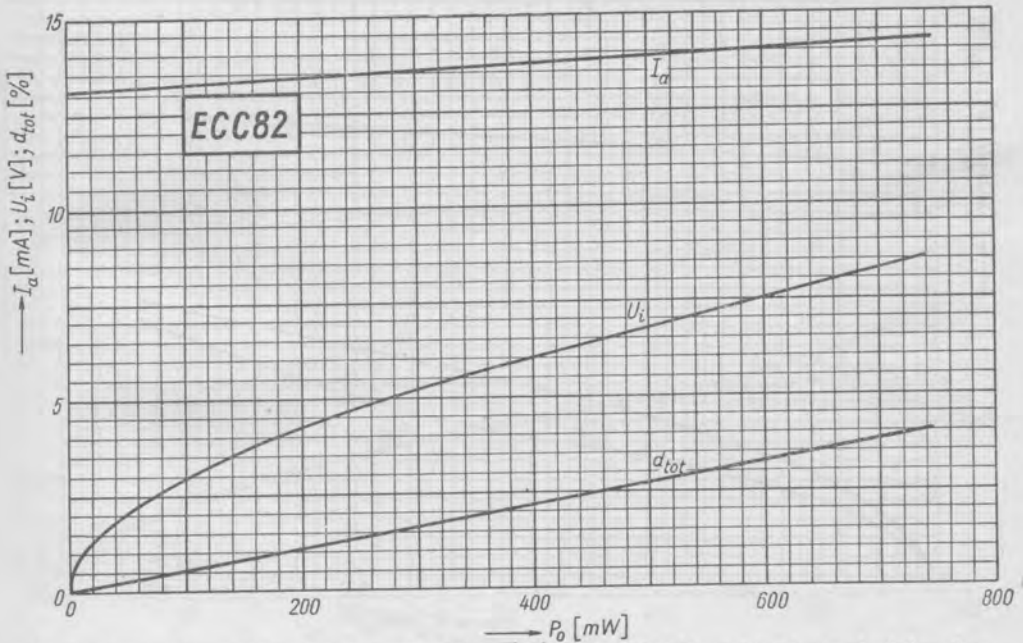
Dg. 5. Zesilovací činitel  $\mu$ , strmost  $S$  a vnitřní odpor  $R_i$  v závislosti na anodovém proudu  $I_a$  při anodovém napětí  $U_a = 170$  V.



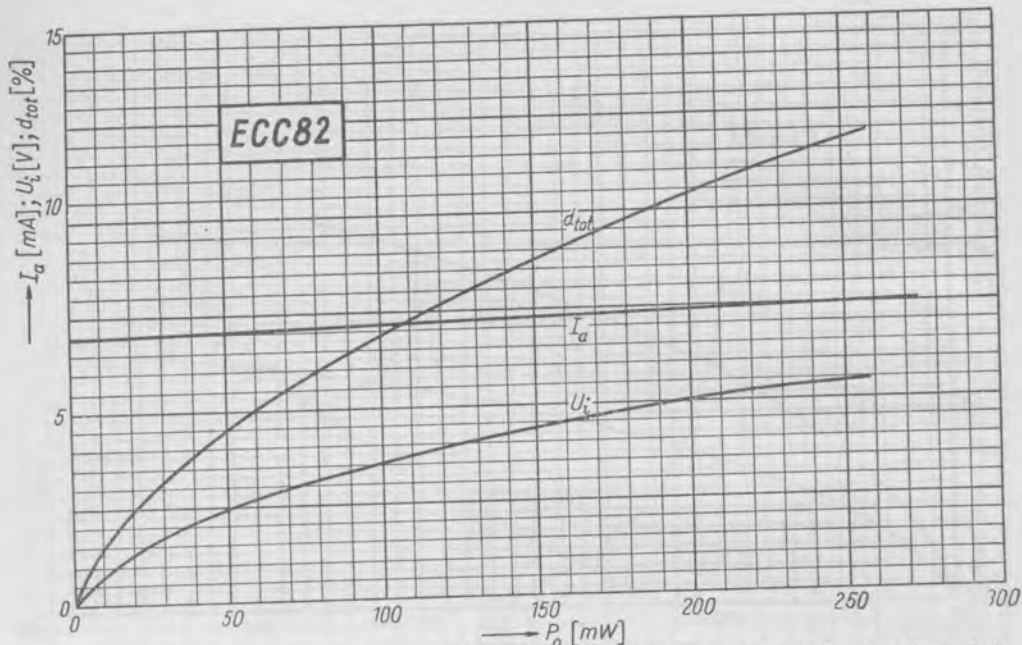
Dg. 6. Zesilovací činitel  $\mu$ , strmost  $S$  a vnitřní odpor  $R_i$  v závislosti na anodovém proudu  $I_a$  při anodovém napětí  $U_a = 100$  V.



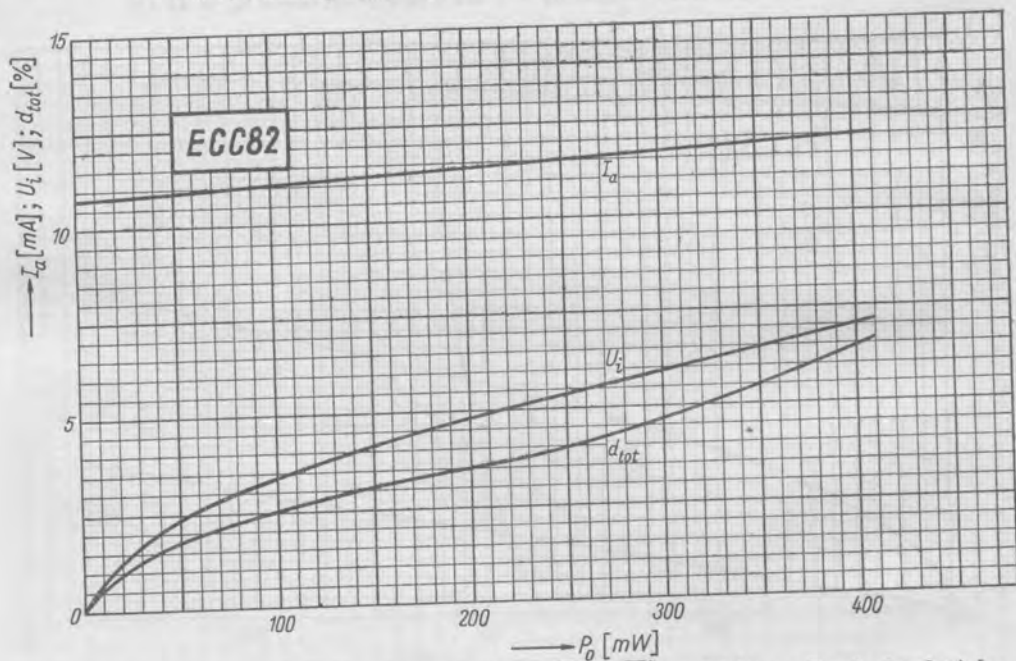
Dg. 7. Anodový proud  $I_a$  při vybuzení, efektivní vstupní napětí  $U_i$  a celkové zkreslení  $d_{tot}$  jedné triody zapojené jako zesilovač výkonu v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí  $U_a = 250$  V, katodový odpor  $R_k = 1$  k $\Omega$  a zatěžovací odpor  $R_a = 13$  k $\Omega$ .



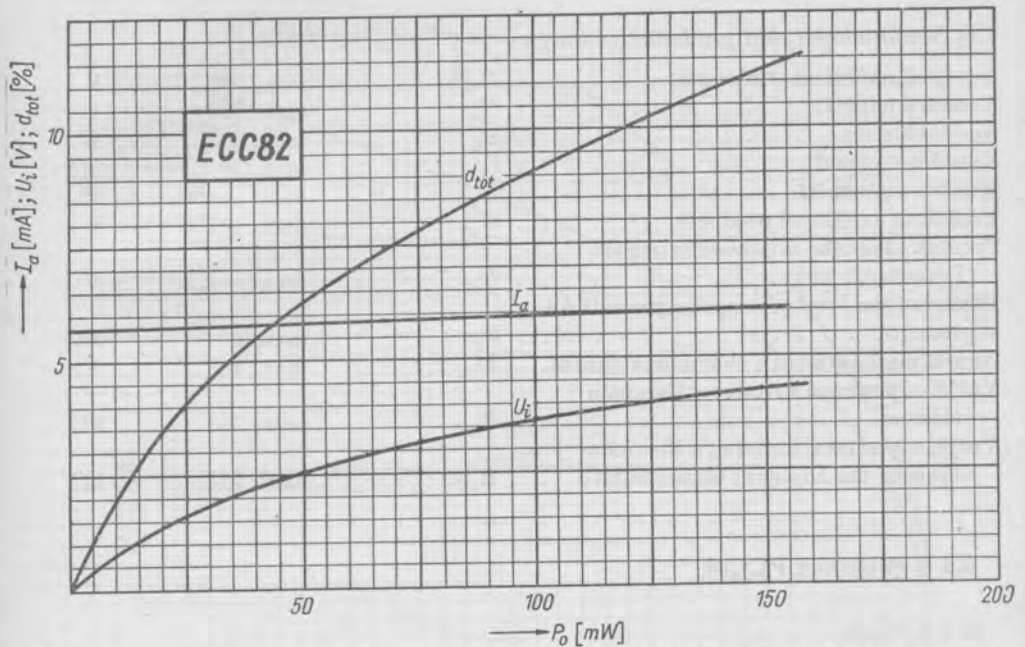
Dg. 8. Anodový proud  $I_a$  při vybuzení, efektivní vstupní napětí  $U_i$  a celkové zkreslení  $d_{tot}$  obou systémů dvojité triody zapojených jako souměrný zesilovač výkonu v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí  $U_a = 250$  V, zatěžovací odpor  $R_{aa} = 30$  k $\Omega$  a společný katodový odpor  $R_k = 820$   $\Omega$ .



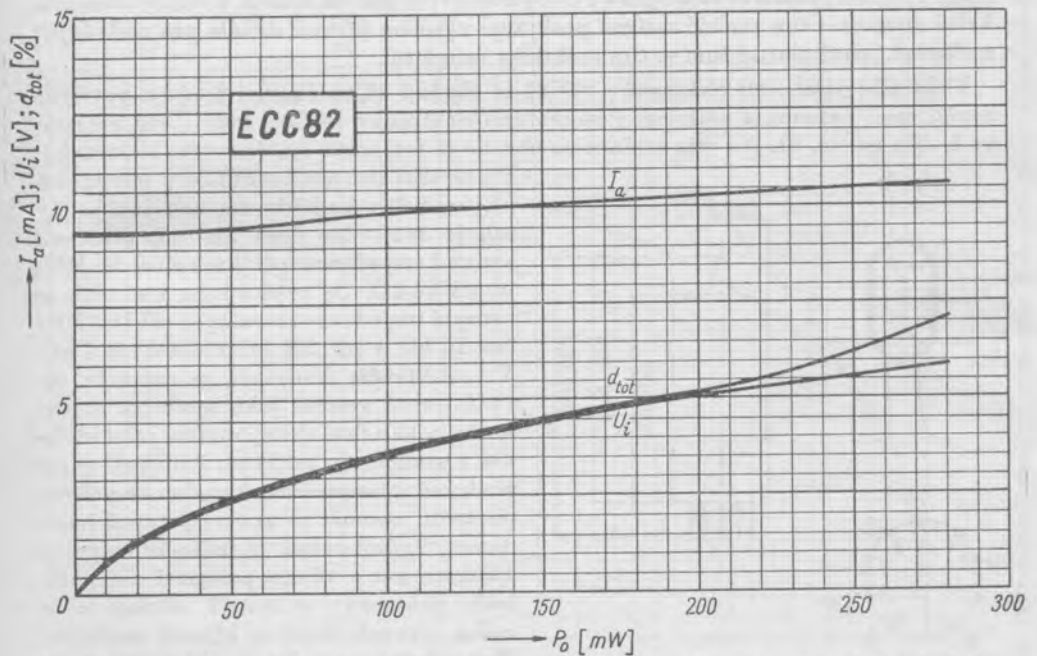
Dg. 9. Anodový proud  $I_a$  při vybuzení, efektivní vstupní napětí  $U_i$  a celkové zkreslení  $d_{tot}$  jedné triody zapojené jako zesilovač výkonu v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí  $U_a = 200$  V, katodový odpor  $R_k = 1$  k $\Omega$  a zatěžovací odpor  $R_a = 13$  k $\Omega$ .



Dg. 10. Anodový proud  $I_a$  při vybuzení, efektivní vstupní napětí  $U_i$  a celkové zkreslení  $d_{tot}$  obou systémů dvojitě triody zapojených jako souměrný zesilovač výkonu v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí  $U_a = 200$  V, zatěžovací odpor  $R_{aa} = 30$  k $\Omega$  a společný katodový odpor  $R_k = 820$   $\Omega$ .



Dg. 11. Anodový proud  $I_a$  při vybuzení, efektivní vstupní napětí  $U_i$  a celkové zkreslení  $d_{tot}$  jedné triody zapojené jako zesilovač výkonu v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí  $U = 170$  V, katodový odpor  $R_k = 1$  k $\Omega$  a zatěžovací odpor  $R_a = 13$  k $\Omega$ .



Dg. 12. Anodový proud  $I_a$  při vybuzení, efektivní vstupní napětí  $U_i$  a celkové zkreslení  $d_{tot}$  obou systémů dvojité triody zapojených jako souměrný zesilovač výkonu v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí  $U_a = 170$  V, zatěžovací odpor  $R_{aa} = 30$  k $\Omega$  a společný katodový odpor  $R_k = 820$   $\Omega$ .

e) Mezní údaje (platí pro každý systém)

Anodové napětí za studena. . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí. . . . .	$U_a$	max. 300	V
Anodová ztráta. . . . .	$P_a$	max. 2,75	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 20	mA
Mřížkové předpětí. . . . .	$U_g$	max. -100	V
Vrcholové mřížkové předpětí. . . . .	$U_{gv}$	max. -250	V
Počátek kladného mřížkového proudu ( $I_g = +0,3 \mu A$ ) . . . . .	$U_{g1}$	max. -1,3	V
Mřížkový svodový odpor pro automatické předpětí. . . . .	$R_g$	max. 1	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem. . .	$U_{k/f}$	max. 180	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem. . . . .	$R_{k/f}$	max. 20	k $\Omega$
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem pro zapojení obraceče fáze. . .	$R_{k/f}$	max. 150	k $\Omega$

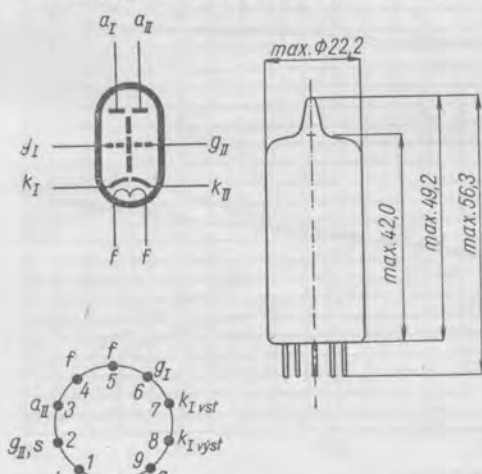
### 6.3 Elektronka PCC84

#### 6.3.1. Popis

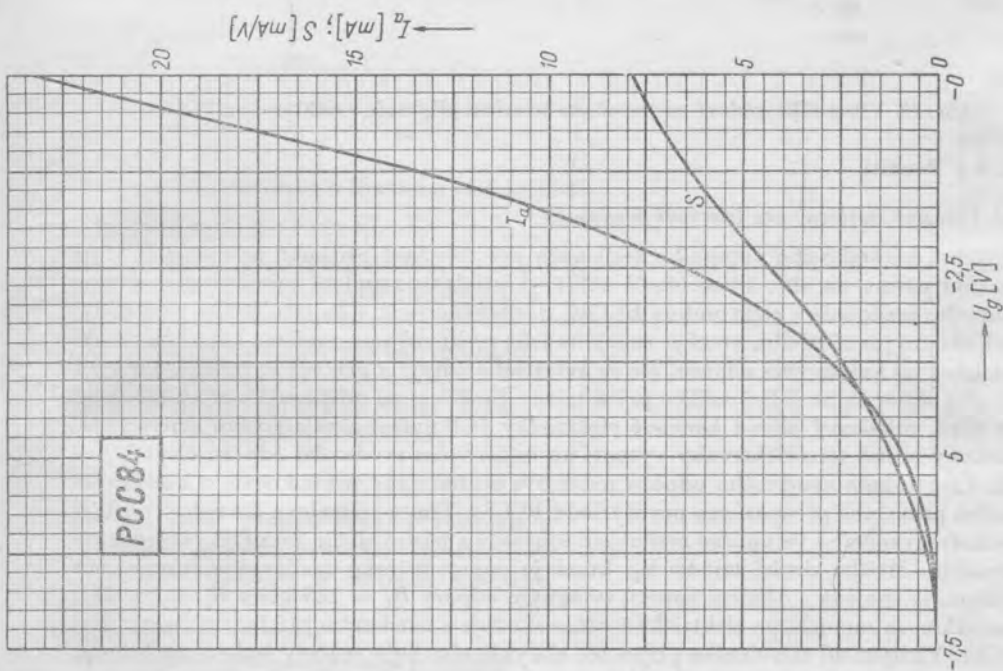
Elektronka TESLA PCC84 je dvojitá trioda s oddělenými katodami, určená především jako kaskádový zesilovač pro vstupní díl televizních přijímačů do kmitočtu 220 MHz. Pro toto použití se elektronka PCC84 hodí svým malým šumem a velkou strmostí. Velká strmost a tím značné zesílení poskytuje vysokou úroveň signálu pro následující směšovač, jehož vlastní šum se tím prakticky neuplatní.

Elektrické vlastnosti elektronky PCC84 se shodují až na žhavicí údaje a povolené napětí mezi katodou a vláknem s hodnotami elektronky ECC84, která byla popsána ve 2. dílu na str. 81. Na téže stránce na obr. 53 je fotografie systému této elektronky.

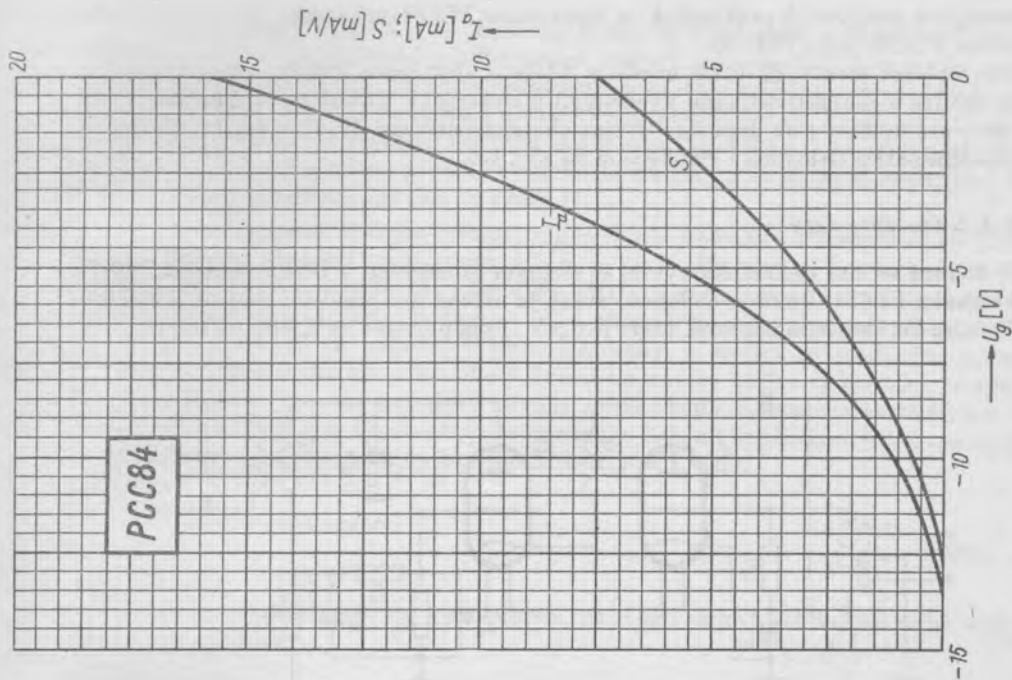
Při použití elektronky PCC84 v televizních přijímačích v kaskádovém zapojení se dosahuje šumového čísla asi 6,5, při čemž vstupní impedance při kmitočtu 50 MHz je asi 64 k $\Omega$ . Se zvyšováním kmitočtu se vstupní impedance zmenšuje; při 100 MHz činí 16 k $\Omega$  a při 200 MHz dosahuje 4 k $\Omega$ . V kaskádovém zesilovači se zapojuje obvykle první systém jako zesilovač s uzemněnou katodou, druhý systém jako zesilovač s uzemněnou mřížkou. Použije-li se pro zesilovač s uzemněnou katodou samočinné předpětí, vyloučí se změny vstupní impedance, způsobované v běžném zapojení účinkem  $avc$  a vlivem posunutí závěrného bodu elektronky se rovněž udržuje minimální úroveň škodlivé křížové modulace. Minimálního šumu lze dosáhnout spojením obou katodových vývodů vstupní triody.



Obr. 18. Rozměry a zapojení patice elektronky PCC84.



Dg. 13. Anodový proud  $I_a$  a strmost  $S$  dvojitě triody v kaskódním zapojení v závislosti na napětí mřížky prvního systému  $U_g$ . Katoda druhého systému je přímo spojena s anodou prvního systému a mřížka druhého systému je napájena z děliče (dva odnory 100 k $\Omega$ , připojené k mřížce druhého systému je anoda prvního systému).



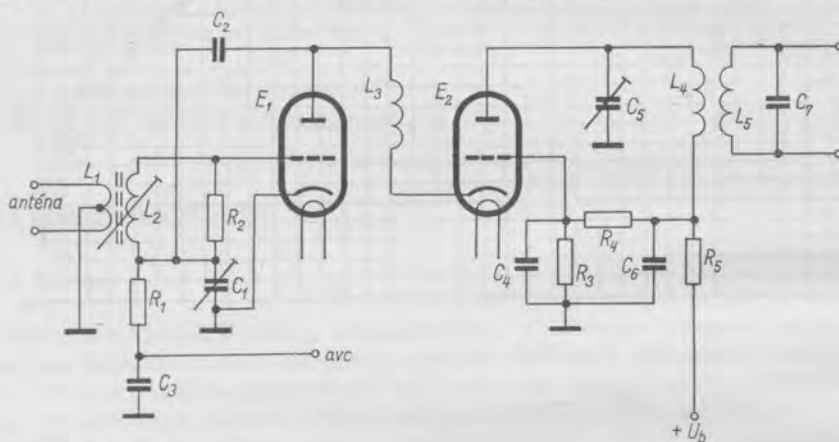
Dg. 14. Anodový proud  $I_a$  a strmost  $S$  dvojitě triody v kaskódním zapojení v závislosti na napětí mřížky prvního systému  $U_g$ . Katoda druhého systému je spojena přes odpor 120  $\Omega$  s anodou prvního systému a mřížka druhého systému je napájena z děliče (dva odnory 100 k $\Omega$ , připojené k mřížce druhého systému je anoda prvního systému).

V novějších televizních přijímačích se elektronka PCC84 nahrazuje modernější elektronkou PCC88, nebo PCC189.

Pro úplnost jsou v čl. 6.3.4 uvedeny údaje o elektronce PCC84. Charakteristiky jsou shodné s charakteristikami uvedenými u elektronky ECC84 ve 2. dílu na str. 83 až 86 a pro úplnost jsou doplněny dvěma charakteristikami dg. 13 a dg. 14. Rozměry a zapojení patice elektronky PCC84 jsou na obr. 18.

### 6.3.2. Obdobné typy

V Evropě se tato elektronka vyrábí se stejným označením, v USA se nazývá 7AN7. Elektronka ECC84, která je obdobná, avšak je určená pro paralelní spojení žhavicích vláken, se liší žhavicím napětím, které je 6,3 V. Byla popsána ve 2. dílu na str. 81.



Obr. 19. Vstupní kaskádový zesilovač pro televizní přijímače s elektronkou PCC84.

### 6.3.3. Použití

#### a) Vstupní zesilovač pro televizní přijímače

Příklad kaskádového vstupního zesilovače pro televizní přijímač pro první a třetí televizní pásmo na obr. 19 se téměř neliší od příkladu zapojení vysokofrekvenčního vstupního zesilovače s elektronkou ECC84, uvedeného ve 2. dílu této knihy na str. 82. Předpětí pro první triodu, která je zapojena jako zesilovač s uzemněnou katodou, se zde nezískává na katodovém odporu, ale ze zvláštního zdroje a přivádí se spolu s napětím *avc* přes odpor  $R_1$  na řídicí mřížku první triody  $E_1$ . Zdrojem mřížkového předpětí může být např. mřížkový obvod koncové elektronky řádkového rozkladového generátoru. Mřížkový proud této elektronky vytvoří na mřížkovém svodovém odporu úbytek napětí. Část tohoto svodového odporu může být tvořena potenciometrem, z kterého se odebírá proměnné předpětí pro první triodu PCC84. Tímto způsobem lze měnit zesílení vysokofrekvenčního vstupního zesilovače současně s následujícím mezifrekvenčním zesilovačem. Mřížka druhé triody  $E_2$ , která je zapojena jako zesilovač s uzemněnou mřížkou, je spojena s děličem napětí, tvořeným odpory  $R_4 = 125 \text{ k}\Omega$  a  $R_5 = 100 \text{ k}\Omega$ . V ostatním se zapojení po elektrické stránce shoduje s uvedeným příkladem elektronky ECC84. Vstupní díl televizního přijímače obvykle obsahuje otáčivý buben, na kterém jsou upevněny cívky ladicích obvodů pro jednotlivé televizní kanály. Pomocí tohoto

bubnu se přepínají cívky  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_4$  a  $L_5$ . Cívka  $L_2$  tvoří spolu s kondenzátorem  $C_2$  a vstupní kapacitou elektronky ladicí obvod, vázaný pomocí cívky  $L_1$  s anténou. Výstupní ladicí obvod představuje pásmová propust, jejíž jeden ladicí obvod je zapojen v anodovém obvodu triody  $E_2$ . Je složen z cívky  $L_4$  a kondenzátoru  $C_5$ . Paralelně s tímto ladicím obvodem působí výstupní kapacita elektronky  $C_{a/g}$ . Cívka  $L_3$  se nepřepíná. Tvoří spolu s výstupní kapacitou prvního systému elektronky a se vstupní kapacitou druhého systému transformační člen ve tvaru  $\Pi$ .

Při napětí na anodě druhého systému  $U_b = +180$  V je anodový proud  $I_a$  asi 12 mA při mřížkovém předpětí první triody  $U_g = -1,5$  V. Při tom se dosahuje šumového čísla asi 6,5 při šířce přenášeného pásma asi 8 MHz. Vstupní odpor má při kmitočtu 200 MHz hodnotu asi 4 k $\Omega$ . Tyto hodnoty platí v případě, že je zapojení tak příz působeno, že katodový vývod na sedmém kolíku elektronky je spojen se studeným koncem vstupního ladicího obvodu a katodový vývod na osmém kolíku elektronky je spojen se zemí. Jestliže jsou oba katodové vývody první triody  $E_1$  spojeny se zemí, jako je tomu v příkladu na obr. 19, dosahuje se šumového čísla asi 5, při čemž je vstupní odpor první elektronky o něco menší a činí přibližně  $R_{vst} = 1,4$  k $\Omega$ .

### 6. 3. 4. Elektrické vlastnosti

#### a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	7,2	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	300	mA

#### b) Kapacity

##### Kapacity systému I

Vstupní kapacita . . . . .	$C_g$	2,3	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	0,5	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	1,1	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem. $C_{g/f}$		0,25	pF

##### Kapacity systému II

Kapacita mezi anodou a katodou. . . . .	$C_{a/k}$	0,17	pF
Kapacita mezi katodou a mřížkou spojenou se žhavicím vláknem . . . . .	$C_{k/g+f}$	4,5	pF
Kapacita mezi anodou a mřížkou spojenou se žhavicím vláknem . . . . .	$C_{a/g+f}$	2,5	pF
Kapacita mezi katodou a žhavicím vláknem. $C_{k/f}$		2,5	pF
Kapacita mezi anodou a mřížkou. . . . .	$C_{a,g}$	2,3	pF

##### Kapacity mezi oběma systémy

Kapacita mezi anodou prvního systému a katodou prvního systému spojenou se žhavicím vláknem a mřížkou druhého systému. . . . .	$C_{aI/kI+f+gII}$	1,12	pF
Kapacita mezi anodami . . . . .	$C_{aI/aII}$	0,035	pF
Kapacita mezi mřížkou prvního a anodou druhého systému . . . . .	$C_{gI/aII}$	0,006	pF



c) Charakteristické údaje (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	mA/V
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	24	—

d) 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	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 18	mA
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	max. -50	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/f}$	max. 20	k $\Omega$

e) Mezní hodnoty (platí jen pro I. systém)

Mřížkový svodový odpor . . . . .	$R_g$	max. 0,5	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/f}$	max. 100	V

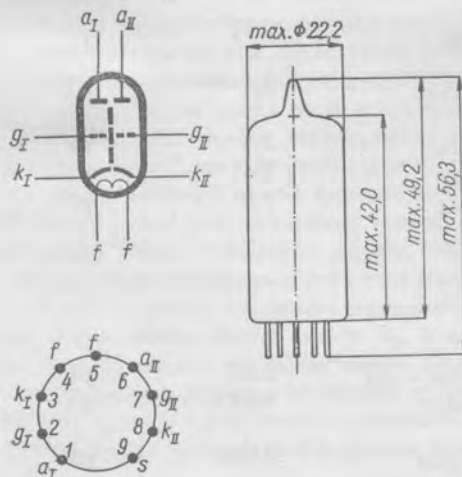
f) Mezní hodnoty (platí jen pro II. systém)

Mřížkový svodový odpor při provozu s automatickým předpětím získaným na katodovém odporu . . . . .	$R_g$	max. 20	k $\Omega$ <sup>1)</sup>
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{+k/f}$	max. 250	V <sup>2)</sup>
	$U_{-k/f}$	max. 100	V

6.4 Elektronky PCC85 a UCC85

6.4.1. Popis

Elektronky TESLA PCC85 a UCC85 jsou dvojité triody s oddělenými katodami, určené pro použití ve vstupním dílu televizních přijímačů používajících mezinosné soustavy. Konstrukce elektronek připouští činnost do kmitočtů kolem 200 MHz. Elektrické parametry elektronky PCC85 a UCC85 se dosti značně liší od parametrů podobně označené elektronky ECC85, která byla popsána ve 2. dílu na str. 87 až 97.

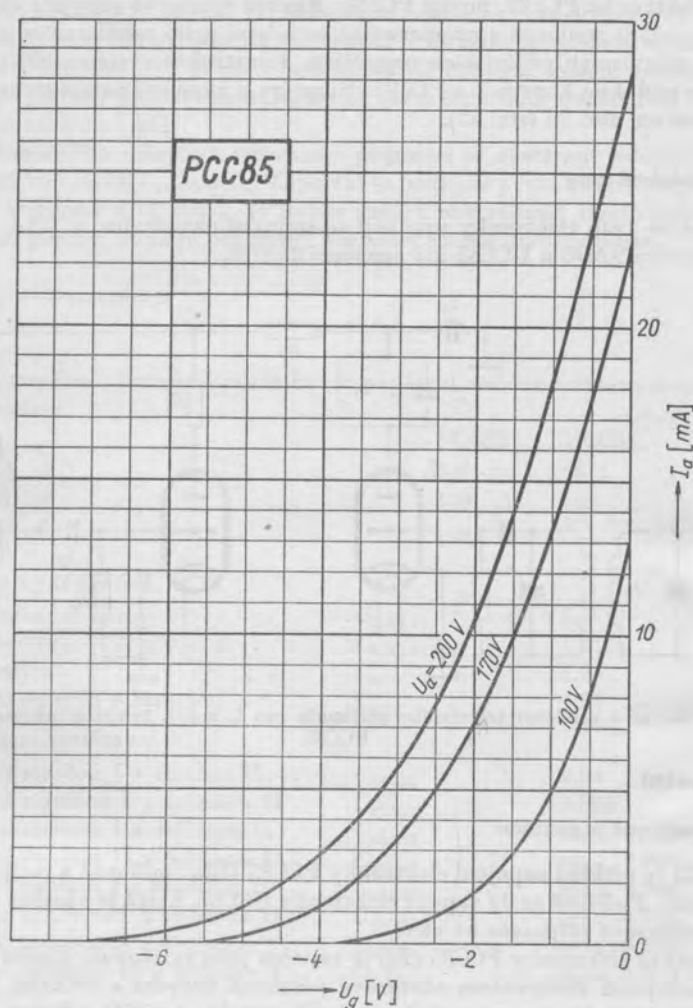


<sup>1)</sup> Jestliže je mřížka II. systému připojena na odbočku děliče zapojeného paralelně k napájecímu zdroji, je maximální hodnota mřížkového svodového odporu 100 k $\Omega$ .

<sup>2)</sup> Maximálně přípustná stejnosměrná složka je 180 V.

Obr. 20. Rozměry a zapojení elektronky PCC85 a UCC85.

Ve 2. dílu na str. 87 až 89 byla elektronka UCC85 uvedena chybně jako ekvivalent elektronky ECC85 s výjimkou žhavicích parametrů. Ve skutečnosti však je elektronka UCC85 ekvivalentem elektronky PCC85 (s výjimkou žhavicích parametrů). Elektronky PCC85 a UCC85 mohou pracovat při nízkém anodovém napětí ( $U_a = 100$  V), takže je možno, podobně jako u elektronky PCC84, použít sériového napájení systémů.



Dg. 15. Anodový proud  $I_a$  jedné triody v závislosti na napětí mřížky  $U_g$  při různém anodovém napětí  $U_a$ .

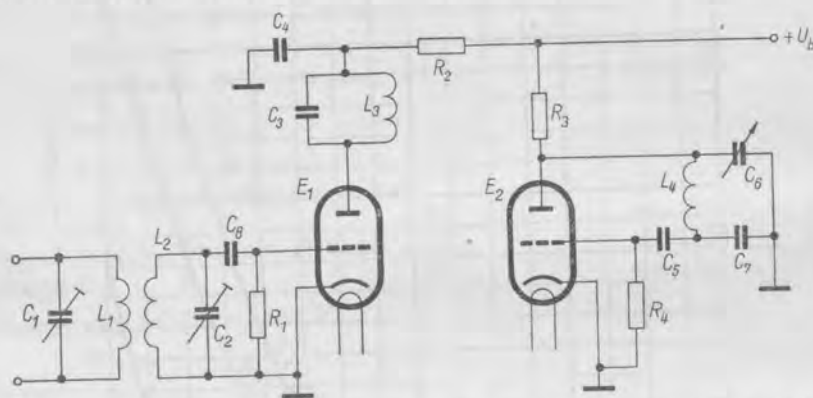
Tento způsob není možný u elektronky ECC85, kde potřebné anodové napětí  $U_a = 250$  V by vyžadovalo při sériovém způsobu napájení neúměrně vysoké napětí napájecího zdroje.

Použití elektronek PCC85 a UCC85 má několik alternativ. Tak např. v univerzálních rozhlasových přijímačích pro vkv pracuje nejčastěji jeden systém elektronky

UCC85 jako zesilovač s uzemněnou mřížkou, druhý jako měnič kmitočtu. Je lhostejné, který systém se použije jako první, protože konstrukce elektronky je zcela souměrná a systémy připouštějí vzájemnou záměnu. Elektronka PCC85 nacházela v televizních přijímačích použití jako měnič kmitočtu, kde jedna trioda byla zapojena jako směšovač, druhá jako oscilátor. U triodových směšovačů, zvláště v I. televizním pásmu, je nutná neutralizace, která komplikuje zapojení, takže se v nynější době používá pro tuto funkci převážně elektronka PCF82, nověji PCF86. Rovněž souměrné zapojení obou triod jako vysokofrekvenční zesilovač s uzemněnými katodami nebo mřížkami se již v dnešních moderních televizních přijímačích nepoužívá. Konstrukce systému elektronky PCC85 a UCC85 je podobná konstrukci ECC85. Rozměry a zapojení patice elektronky PCC85 (UCC85) jsou na obr. 20 (str. 52).

#### 6. 4. 2. Obdobné typy

V Evropě se tyto elektronky vyrábějí se stejným označením, v USA je elektronka PCC85 označena 9AQ8 a UCC85 má označení 25AQ8.



Obr. 21. Směšovač a oscilátor televizního přijímače pro I. a III. televizní pásmo s elektronkou PCC85.

#### 6. 4. 3. Použití

##### Adiční směšovač a oscilátor

Na obr. 21 je příklad zapojení elektronky PCC85 jako směšovač a oscilátor v televizním přijímači. Podobně se dá zapojit elektronka UCC85, která je vhodná např. pro univerzální rozhlasové přijímače na vkv.

První systém elektronky PCC85 ( $E_1$ ) je zapojen jako směšovač. Vazbu s vysokofrekvenčním vstupním zesilovačem obstarává pásmová propust s cívkami  $L_1$  a  $L_2$ . Pracovní bod směšovače se nastavuje samočinně průtokem mřížkového proudu odporem  $R_1$ , jehož hodnota může být asi 1 M $\Omega$ . Na mřížku elektronky  $E_1$  se přivádí také napětí z oscilátoru, a to obvykle tak, že vzájemně uspořádání cívky pásmové propusti  $L_2$  a cívky ladičícího obvodu oscilátoru  $L_4$  umožňuje dostatečnou vazbu. K anodě triody je připojen první ladičící obvod mezifrekvenčního zesilovače  $L_3C_3$ . Anodový proud ze zdroje  $U_b$  protéká cívku tohoto obvodu a dále přes sériový odpor  $R_2$ .

Provozní hodnoty triody PCC85 jsou uvedeny pro různá napájecí napětí v čl. 6.4.4, odstavec db). Tak např. pro napětí  $U_b = 170$  V je sériový odpor  $R_2 = 4,7$  k $\Omega$  a potřebné efektivní napětí oscilátoru na mřížce směšovací triody  $E_{osc} = 2,8$  V. Tato hodnota

platí pro optimální podmínky směšovače. Při tomto nastavení je směšovací strmost  $S_c = 2,2 \text{ mA/V}$  a vnitřní odpor směšovače  $R_i = 16 \text{ k}\Omega$ .

Druhá trioda elektronky PCC85 ( $E_2$ ) je zapojena jako oscilátor. Ladicí obvod oscilátoru se skládá z cívky  $L_4$  a kondenzátorů  $C_6$  a  $C_7$ . V takovém uspořádání může být jedna elektroda ladicího kondenzátoru  $C_6$  uzemněna. Pracovní bod elektronky je i zde určen předpětím mřížky, které vzniká průtokem mřížkového proudu svodovým odporem  $R_4$ ; jeho hodnota je  $20 \text{ k}\Omega$ . Při napájecím napětí  $U_b = 170 \text{ V}$  se volí sériový odpor v přívodu anodového proudu  $R_3 = 5 \text{ k}\Omega$ . Při mřížkovém proudu v rozmezí  $I_g = 0,2$  až  $1 \text{ mA}$  činí anodový proud  $I_a$  asi  $6,2$  až  $7,2 \text{ mA}$ . Při vyšším napájecím napětí  $U_b = 200 \text{ V}$  je vhodný sériový odpor  $R_3$  asi  $10 \text{ k}\Omega$  a při nižším napětí  $100 \text{ V}$  je velikost tohoto odporu asi  $1$  až  $5 \text{ k}\Omega$ .

Při použití takového měniče v televizním přijímači se nastavují jednotlivé televizní kanály přepínáním cívek  $L_1$ ,  $L_2$  a  $L_4$ . Zapojení se hodí pro první a třetí televizní pásmo. Jak již bylo uvedeno v čl. 6.4.1, je nutno zavést neutralizaci směšovací elektronky v I. televizním pásmu, když je přijímaný kmitočet blízký mezifrekvenci.

#### 6. 4. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

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

	PCC85	UCC85	
Žhavicí napětí . . . . . $U_f$	9,0	26,0	V
Žhavicí proud . . . . . $I_f$	300	100	mA

##### b) Kapacity

###### Kapacity systému I. a II

Vstupní kapacita . . . . . $C_{g/k+f+s}$	3,3	pF
Výstupní kapacita . . . . . $C_{a/k+f+s}$	1,6	pF
Průchozí kapacita . . . . . $C_{g/a}$	1,85	pF
Kapacita mezi anodou a katodou . . . . . $C_{a/k}$	0,23	pF

###### Kapacita mezi systémy

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

##### c) Charakteristické údaje (platí pro každý systém)

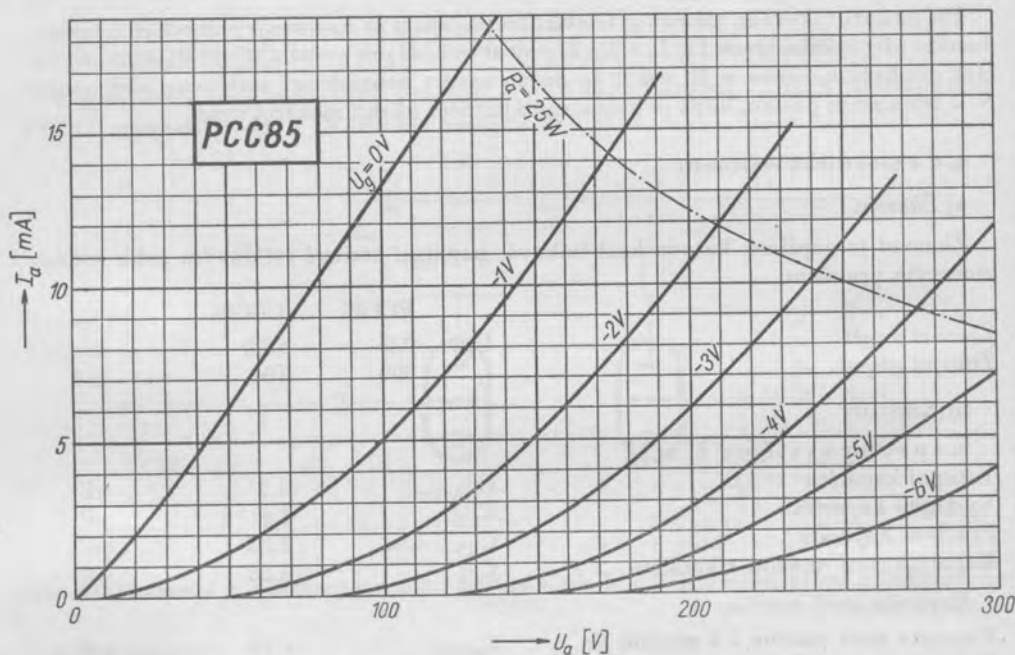
Anodové napětí . . . . . $U_a$	100	170	200	V
Mřížkové předpětí . . . . . $U_g$	$-1,1^1$	$-1,5$	$-2,1$	V
Anodový proud . . . . . $I_a$	4,5	10	10	mA
Strmost . . . . . $S$	4,6	6,2	5,8	mA/V
Zesilovací činitel . . . . . $\mu$	50	50	48	—

<sup>1)</sup> Při této velikosti předpětí může již téci kladný mřížkový proud. Je-li žádoucí jeho potlačení, je nutno zvětšit předpětí na  $U_g = -1,5 \text{ V}$ .

d) Provozní údaje

da) Vysokofrekvenční zesilovač

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	170	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	160	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	6	mA
Štřmost . . . . .	$S$	4,7	mA/V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	330	$\Omega$
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	10,5	k $\Omega$
Sériový odpor v přívodu anody . . . . .	$R_a$	1,3	k $\Omega$ <sup>1)</sup>



Dg. 16. Anodový proud  $I_a$  jedné triody v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí mřížky  $U_g$ .

Vstupní odpor ( $f = 100$ MHz). . . . .	$R_{vst}$	8	k $\Omega$
Ekvivalentní šumový odpor. . . . .	$R_{ekv}$	650	$\Omega$

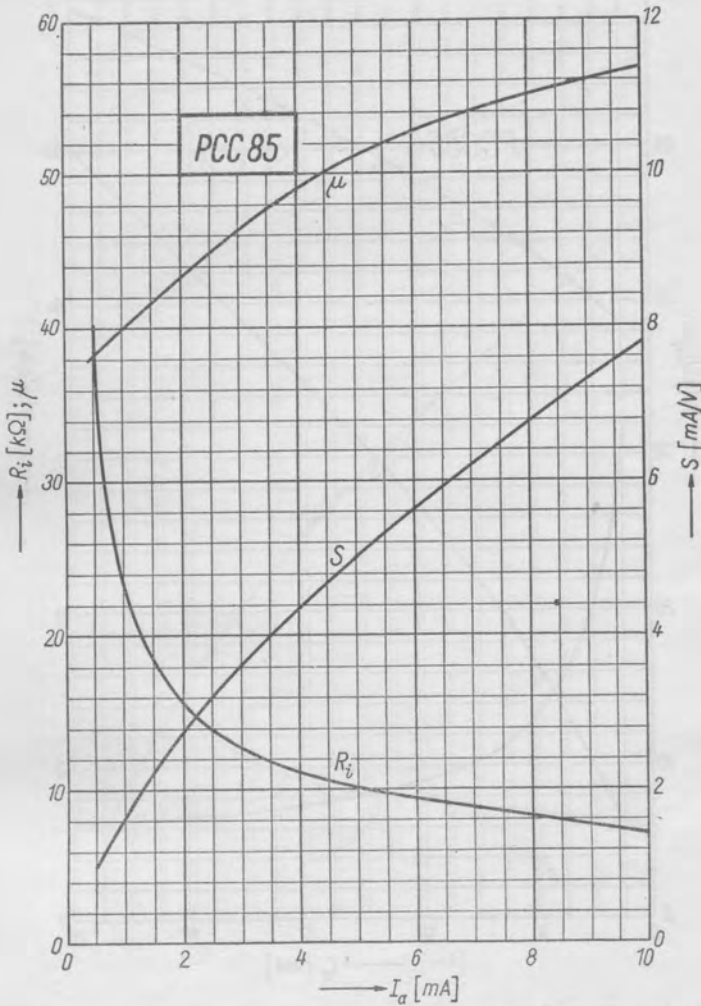
db) Adiční směšovač

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	100	170	200	V
Sériový odpor v přívodu anody . . . . .	$R_a$	4,7	4,7	8,2	k $\Omega$
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	1	1	1	M $\Omega$
Napětí oscilátoru . . . . .	$E_{osc}$	1,8	2,8	2,8	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	2,2	4,8	5,2	mA
Směšovací štřmost. . . . .	$S_c$	1,7	2,2	2,3	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	20	16	15	k $\Omega$

<sup>1)</sup> Odpor je přemostěn kapacitou 1 nF.

dc) Oscilátor

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	100	170	200	V
Sériový odpor v přívodu anody . . . . .	$R_a$	5,0	5,0	10	k $\Omega$
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	20	20	20	k $\Omega$

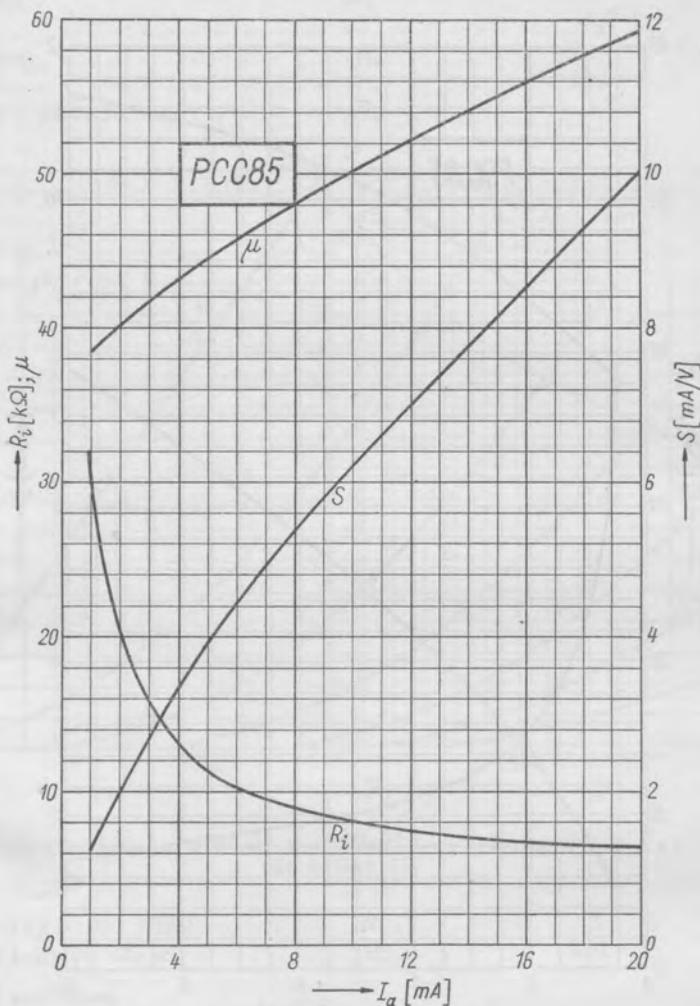


Dg. 17. Vnitřní odpor  $R_i$ , zesilovací činitel  $\mu$  a strmost  $S$  v závislosti na anodovém proudu  $I_a$  při anodovém napětí  $U_a = 100$  V.

Anodový proud . . . . .	$I_a$	3,7	6,3	6,1	mA
Výstupní napětí . . . . .	$E_o$	5,3	7,0	7,0	V
Mřížkový proud . . . . .	$I_g$	0,3	0,4	0,4	mA
Efektivní strmost . . . . .	$S_{ef}$	2,0	2,5	2,5	mA/V

e) Mezní hodnoty (platí pro každý systém)

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 2,5 <sup>1)</sup>	W

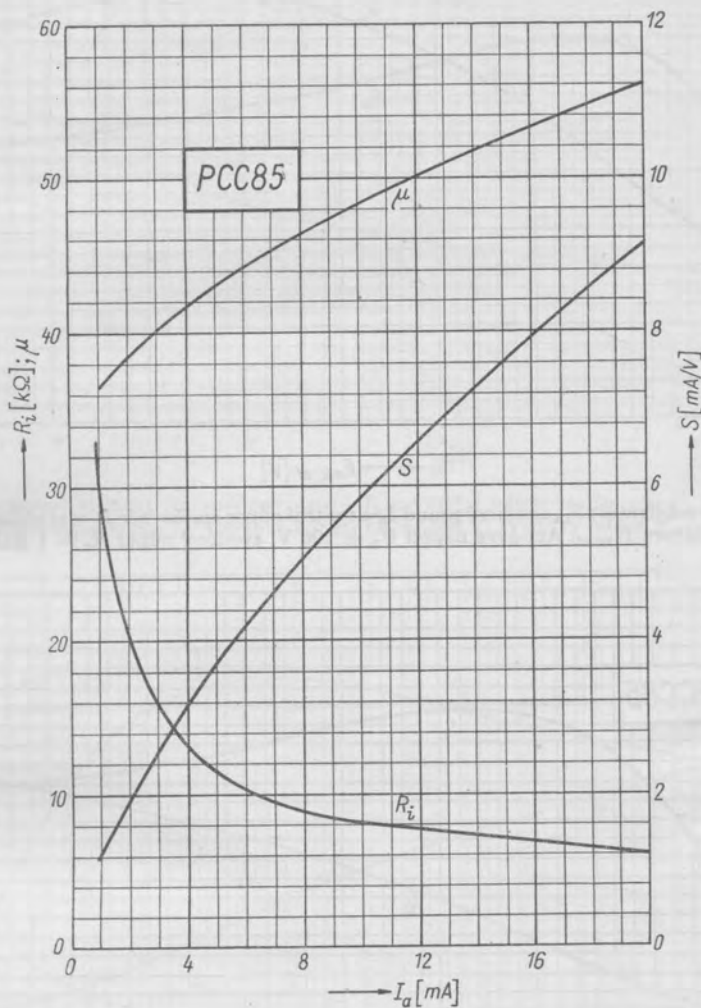


Dg. 18. Vnitřní odpor  $R_i$ , zesilovací činitel  $\mu$  a strmost  $S$  v závislosti na anodovém proudu  $I_a$  při anodovém napětí  $U_a = 170$  V.

Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 15	mA
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem. . . . .	$U_{+k/t}$	max. 200	V
	$U_{-k/t}$	max. 90	V

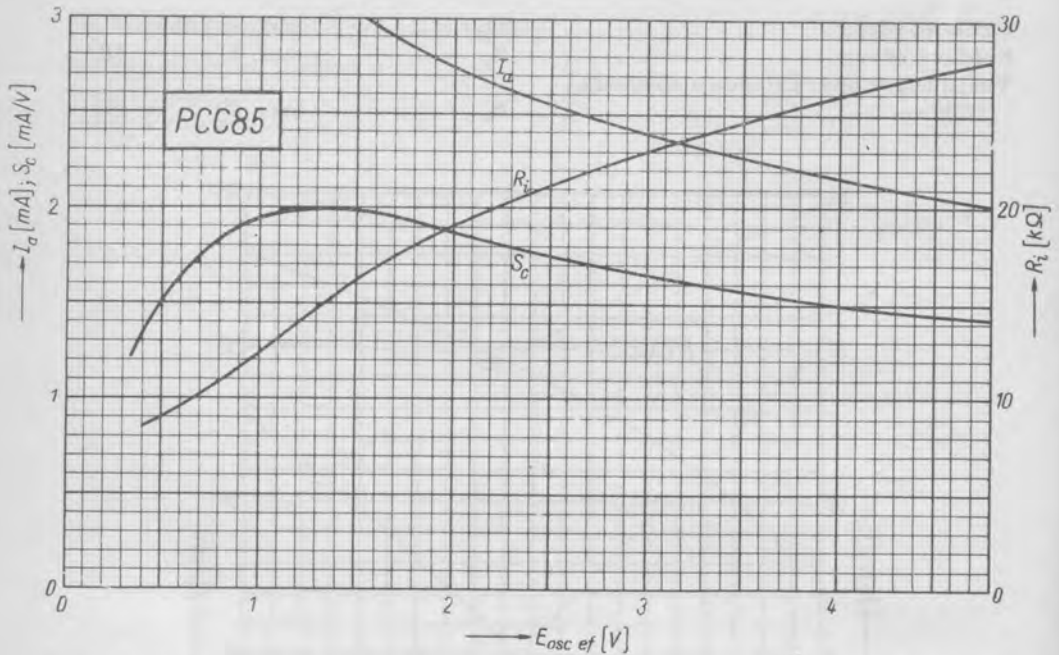
<sup>1)</sup> Celková anodová ztráta obou systémů max. 4,5 W.

Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	max. -100	V
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	max. 1	M $\Omega$
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k,f}$	max. 20	k $\Omega$

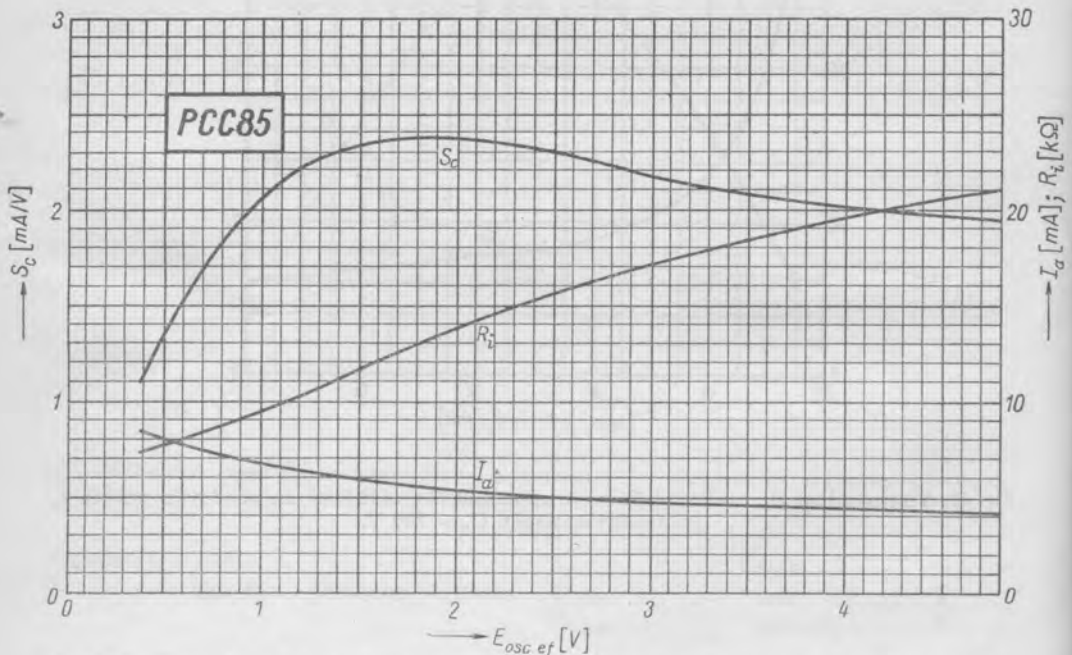


Dg. 19. Vnitřní odpor  $R_i$ , zesilovací činitel  $\mu$  a strmost  $S$  v závislosti na anodovém proudu  $I_a$  při anodovém napětí  $U_a = 200$  V.

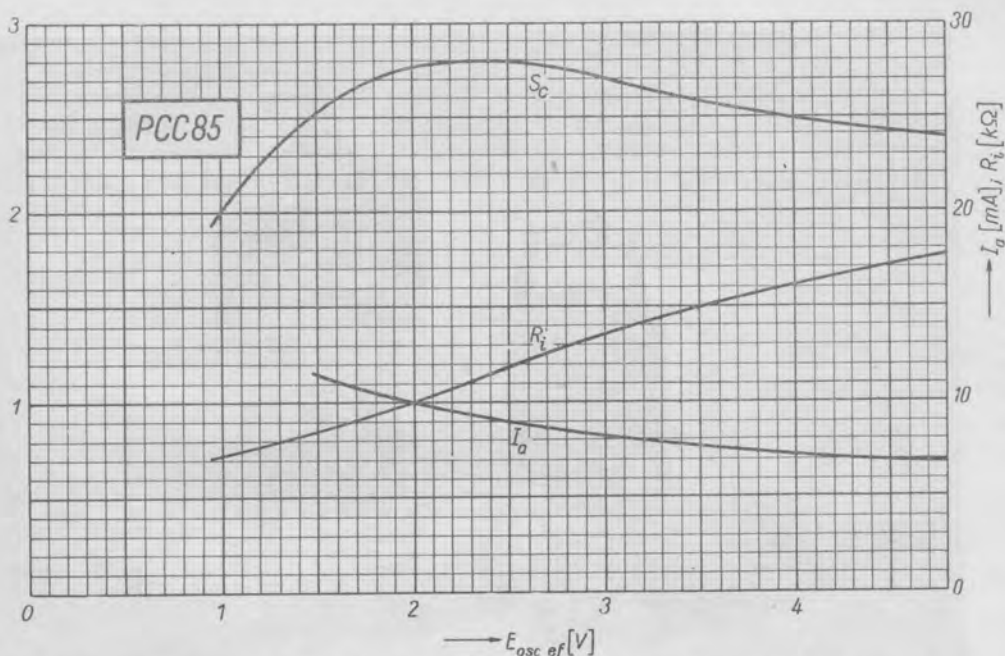




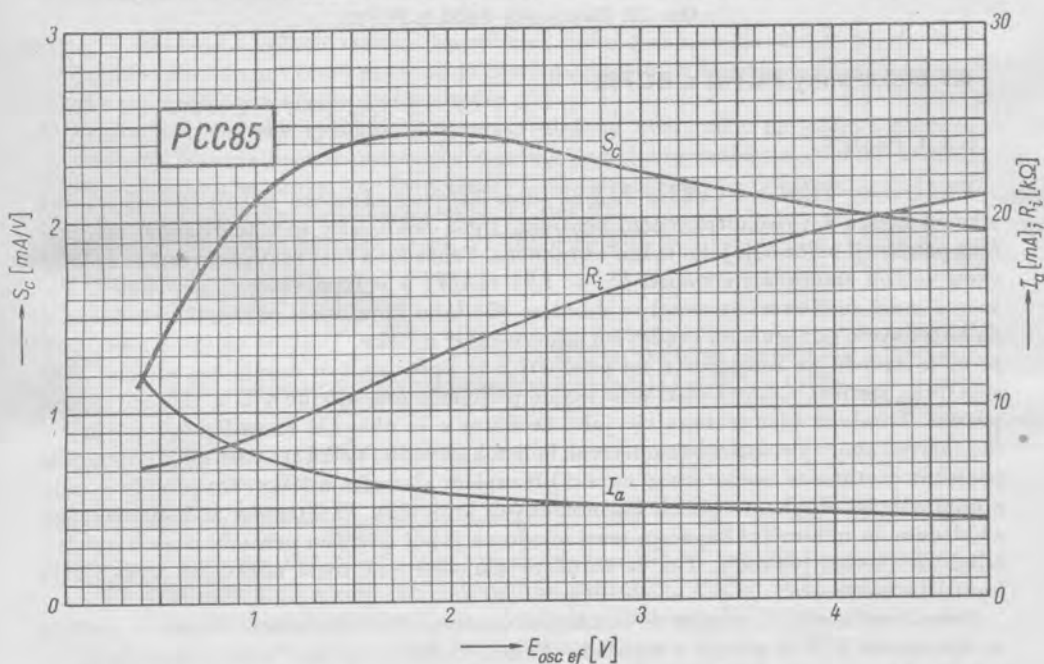
Dg. 20. Směšovací strmost  $S_c$ , anodový proud  $I_a$  a vnitřní odpor směšovače  $R_i$  v závislosti na napětí oscilátoru  $E_{osc\ ef}$ . Anodové napětí  $U_a = 100\text{ V}$ , svodový odpor  $R_g = 1\text{ M}\Omega$ .



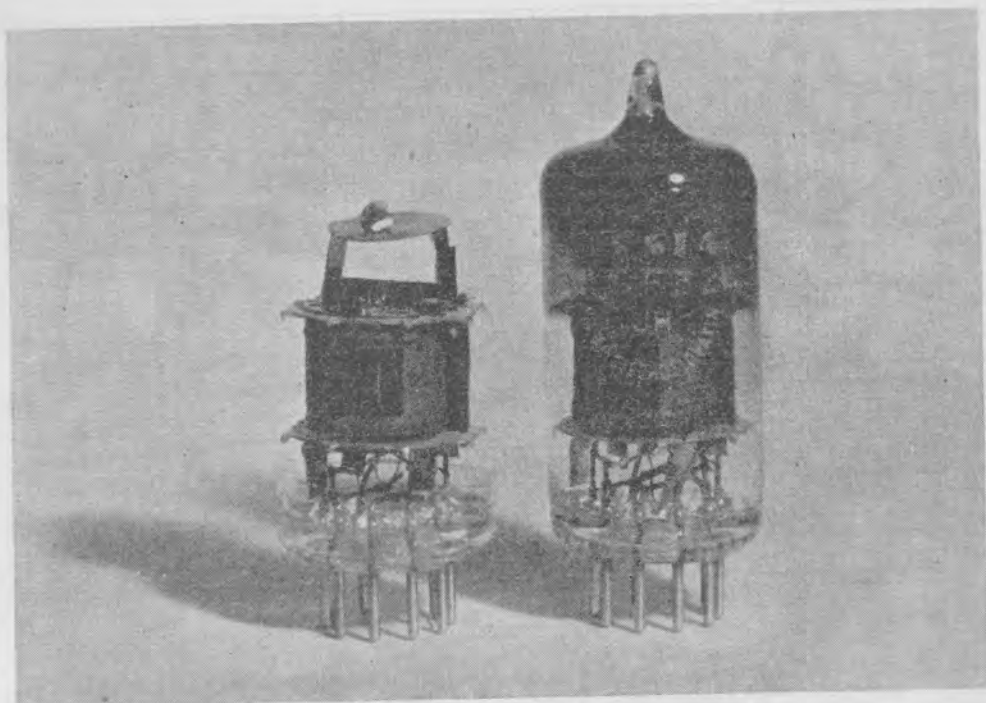
Dg. 21. Směšovací strmost  $S_c$ , anodový proud  $I_a$  a vnitřní odpor směšovače  $R_i$  v závislosti na napětí oscilátoru  $E_{osc\ ef}$ . Anodové napětí  $U_a = 150\text{ V}$ , svodový odpor  $R_g = 1\text{ M}\Omega$ .



Dg. 22. Směšovací strmost  $S_c$ , anodový proud  $I_a$  a vnitřní odpor směšovače  $R_i$  v závislosti na napětí oscilátoru  $E_{osc\ ef}$ . Anodové napětí  $U_a = 200$  V, svodový odpor  $R_g = 1$  MΩ.



Dg. 23. Směšovací strmost  $S_c$ , anodový proud  $I_a$  a vnitřní odpor směšovače  $R_i$  v závislosti na napětí oscilátoru  $E_{osc\ ef}$ . Napájecí napětí  $U_b = 170$  V, přemostěný sériový odpor v přívodu anody má hodnotu 4,7 kΩ a svodový odpor  $R_g = 1$  MΩ.



Obr. 22. Elektronka TESLA PCF82.

## 6.5 Elektronky PCF82 a ECF82

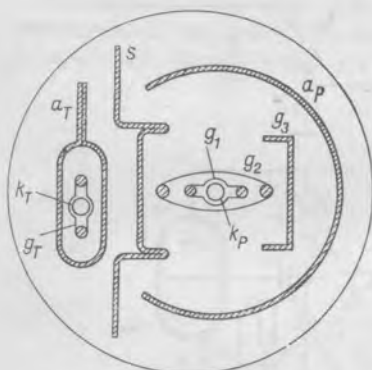
### 6.5.1. Popis

Elektronky TESLA PCF82 a ECF82 (obr. 22) jsou sdružené elektronky obsahující strmou triodu a vysokofrekvenční pentodu. Tyto elektronky se v televizních přijímačích používají nejčastěji jako měniče kmitočtu. Pentodová část se při tom dobře uplatní svou velkou směšovací strmostí ( $S_c \doteq 1,85 \text{ mA/V}$ ) a velkou vstupní impedancí. Poměrně stále směšovací strmosti se dosáhne vhodnou kombinací předpětí vytvářeného na katodovém odporu a na svodovém odporu řídicí mřížky. Velikost vstupní impedance je málo závislá na kmitočtu a na předpětí a je proto možno dosáhnout zhruba konstantního zesílení vstupní části televizního přijímače pracujícího v I. a III. televizním pásmu. Triodová část se zapojuje jako oscilátor a je obvykle se směšovačem vázána induktivně shodným uspořádáním cívek ladicích obvodů. Velká strmost triody umožňuje získat dostatečné oscilátorové napětí při malém kladném mřížkovém proudu a tedy s minimálním obsahem vyšších harmonických kmitočtů. Elektronka je konstruována s ohledem na minimální kapacitu mezi anodou a řídicí mřížkou pentody a mezi anodou triody a anodou pentody. Tak je zaručeno zanedbatelně malé nežádoucí vyzářování kmitočtu oscilátoru.

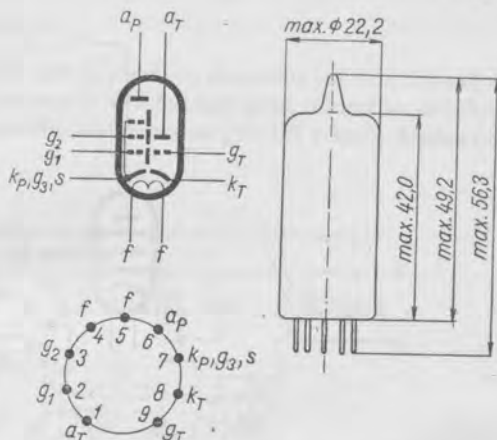
Kromě nejčastějšího použití ve vysokofrekvenčním dílu televizních přijímačů používá se elektronka PCF82 rovněž v rozkladové části. Dobré vzájemné odstínění obou systémů umožňuje použít každého systému pro zcela samostatné funkce. Triodový systém často slouží jako omezovač amplitud, jako reaktanční elektronka nebo jako blokovací

oscilátor. Pentodový systém se hodí pro širokopásmové zesilovací stupně obrazových nebo mezifrekvenčních kmitočtů.

Elektronka ECF82 je určena pro paralelní napájení žhavicího vlákna a hodí se pro televizní přijímače se síťovým transformátorem ve stejném použití jako elektronka PCF82. Mimo to se často používá v komunikačních přijímačích, kde se uplatňuje ve funkci směšovače jak systém pentodový, tak triodový; trioda může dále sloužit jako



Obr. 23. Řez systémem sdružené elektronky PCF82 (ECF82).



Obr. 24. Zapojení patice a rozměry elektronky PCF82 (ECF82).

katodový sledovač s velkou vstupní impedancí. Jako oscilátor lze rovněž použít buď triodu, nebo pentodu, při čemž pentoda se často používá jako krystalem řízený elektro-  
nově vázaný oscilátor s násobením kmitočtu.

Konstrukčně jsou oba systémy elektronky uloženy vedle sebe na slídivé destičce nad výliskem. Katody jsou samostatné a systémy jsou dobře vzájemně stíněny. Stínění a 3. mřížka pentodového systému jsou uvnitř baňky propojeny a vyvedeny na společný kolík s katodou pentody. Řez systémem je na obr. 23.

Zapojení patice a rozměry elektronek PCF82 a ECF82 jsou na obr. 24.

### 6. 5. 2. Obdobné typy

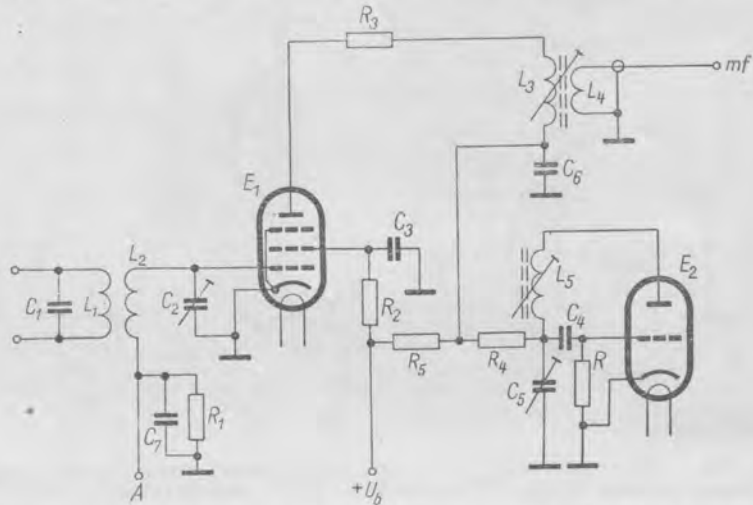
V Evropě se vyrábějí elektronky PCF82 a ECF82 se stejným označením, v Americe se značí provedení pro sériové žhavení proudem 300 mA jako 9U8, napětím 6,3 V jako 6U8.

### 6. 5. 3 Použití

#### a) Směšovač a oscilátor televizního přijímače

V popise elektronky PCC85 již byla zmínka o komplikaci zavedením neutralizace při nižších kmitočtech ve směšovači televizního přijímače. Potíže odpadají použitím pentody s malou průchozí kapacitou  $C_{g1/a}$ . Pentoda elektronky PCF82 je velmi vhodná pro takový účel a to pro celou oblast kmitočtů v prvním i třetím televizním pásmu. Trioda vestavěná ve stejné baňce byla konstruována především pro použití jako oscilátor.

Na obr. 25 je zapojení směšovače a oscilátoru televizního přijímače s elektronkou PCF82. Signál z vysokofrekvenčního zesilovače se přivádí do směšovače pásmové propusti  $L_2C_2$  je zapojen na řídicí mřížku pentody PCF82 ( $E_1$ ). „Studený“ konec cívky  $L_2$  je připojen k členu  $C_1R_1$ , na němž vzniká předpětí průtokem mřížkového proudu, který je vyvolán napětím oscilátoru. Ladicí obvod oscilátoru je vázán inductivně vhodným vzájemným uspořádáním cívek  $L_2$  a  $L_5$ .



Obr. 25. Směšovač a oscilátor televizního přijímače pro I. a III. televizní pásmo s elektronkou PCF82.

Předpětí lze měřit elektronkovým voltmetrem na vývodu A, který také slouží pro sladování vysokofrekvenčního zesilovače při výrobě a opravách vysokofrekvenčního dílu televizního přijímače. Druhá mřížka pentody je spojena přes odpor  $R_2$  se zdrojem napájecího napětí  $U_b$ . V anodovém přívodu směšovací pentody je v sérii zapojen tlumicí odpor  $R_3$ , který zabráňuje vzniku nežádoucích kmitů a dále cívka  $L_3$ , která spolu s kapacitou elektronky a kapacitou spojů tvoří první obvod pásmové propusti mezifrekvenčního zesilovače. Druhý obvod této propusti bývá umístěn na poměrně vzdáleném místě u mezifrekvenčního zesilovače. Proto jsou obvykle tyto dva obvody vázány inductivně dvěma vazebními cívkami, z nichž jedna ( $L_4$ ) je zakreslena na obr. 25. Tato je spojena s mezifrekvenčním dílem přijímače souosým kabelem.

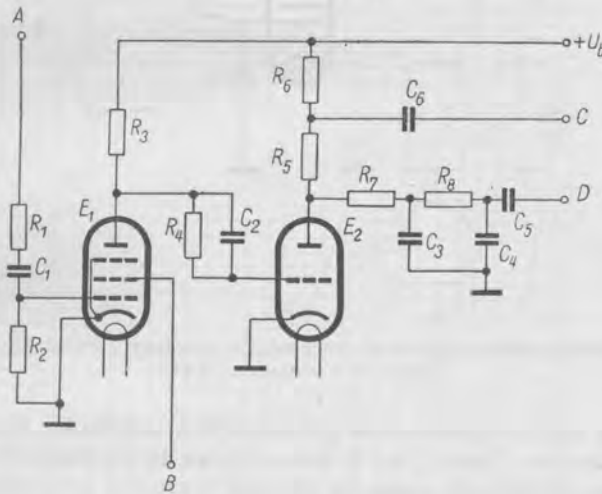
Druhý systém, trioda elektronky PCF82, je zapojen jako oscilátor. Ladicí obvod, což je v podstatě cívka  $L_5$  spolu s kapacitami elektronky, popř. spojů, je zapojen mezi mřížku a anodu triody. Ladicí kondenzátor  $C_5$ , který má malou kapacitu, asi 0,5 až 1,5 pF, slouží jen k doladění uvnitř jednoho televizního kanálu. Jednotlivé kanály se nastavují přepínáním cívky  $L_5$  a současně cívek  $L_1$  a  $L_2$ . Proto jsou obvykle všechny tyto cívky spolu se vstupní cívkou vestavěny v otáčivém bubnu. Mřížkový svodový odpor  $R_5$  je asi 20 k $\Omega$  a sériový odpor v anodovém přívodu  $R_4$  je 20 k $\Omega$ . Cívky  $L_2$  a  $L_5$  mají takovou vzájemnou polohu, aby byla zaručena vazba směšovače s oscilátorem.

Při napájecím napětí  $U_b = 180$  V a efektivním napětí oscilátoru na první mřížce směšovací pentody  $E_{osc} = 3$  V je směšovací strmost pentody  $S_c = 1,65$  mA/V. Při tom je hodnota odporu  $R_2$  ve druhé mřížce 30 k $\Omega$  a odpor  $R_1 = 1$  M $\Omega$ . Pro jiné nastavení se dají příslušné hodnoty nalézt z charakteristik této elektronky. Jak je z těchto

charakteristik vidět, je průběh směšovací strmosti v závislosti na napětí oscilátoru poměrně strmý při malém napětí oscilátoru, kdežto po dosažení maxima nastává jen pozvolný pokles. Doporučuje se proto volit napětí oscilátoru poněkud větší, než přísluší největší směšovací strmosti. To proto, aby se směšovací strmost při kolísání napájecího napětí měnila jen mírně. Zesílení směšovače je závislé dále ještě na impedanci pásmové propusti v anodě směšovací elektronky.

### b) Oddělovač synchronizačních impulsů

Vlastnosti sdružené elektronky PCF82 činí ji vhodnou k použití jako oddělovač synchronizačních impulsů v televizním přijímači. Příklad zapojení takového oddělovače je na obr. 26. Obrazový signál z obrazového zesilovače se přivádí v bodě A přes odpor

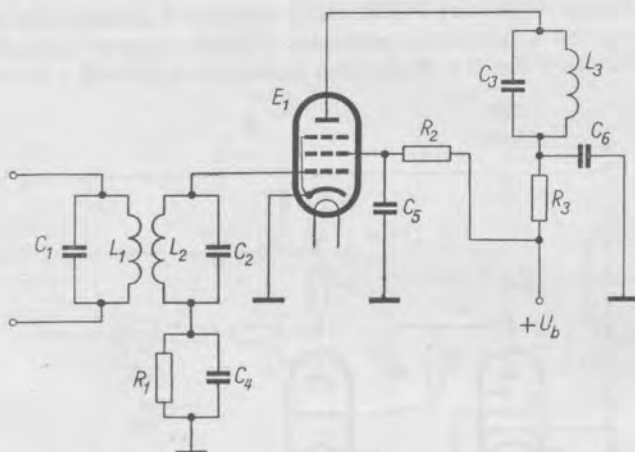


Obr. 26. Oddělovač synchronizačních impulsů televizního přijímače s elektronkou PCF82.

$R_1$  a kondenzátor  $C_1$  na první mřížku pentody PCF82 ( $E_1$ ). Předpětí této elektronky vzniká na svodovém odporu  $R_2$  mřížkovým proudem vyvolaným usměrňovací činností dráhy katoda — první mřížka pentody. Pro funkci omezovače je vhodná velmi krátká převodová charakteristika elektronky. Toho se dosáhne zmenšením anodového napětí a napětí na druhé mřížce. Anodové napětí je určeno úbytkem napětí na anodovém odporu  $R_3$ , jehož hodnota je např.  $1\text{ M}\Omega$ . Napětí pro druhou mřížku má být asi 15 V. Lze je proto získat výhodně na katodě některé elektronky přijímače. Vhodná je koncová elektronka snímkového rozkládače, jejíž napětí na katodě bývá asi 14 V. Na tuto katodu je připojen spoj označený B na obr. 26. Synchronizační impulsy oddělené pentodou  $E_1$  se znovu oboustranně omezují triodou PCF82 ( $E_2$ ). Pracovní bod této triody je určen předpětím vzniklým na svodovém odporu  $R_4$ . Toto napětí je částečně ovlivněno napětím na anodě elektronky  $E_1$ . Synchronizační impulsy pro řádkový rozkládač se odebírají přes kondenzátor  $C_6$  přímo z anody elektronky  $E_2$ , nebo častěji z části anodového pracovního odporu tak, aby impulsy měly požadovanou úroveň. Synchronizační impulsy pro snímkový rozkládač vznikají na dvoustupňovém integračním členu  $R_7C_3$ ,  $R_8C_4$  z impulsů obsažených v pulsnímkovém zatemňovacím impulsu.

## c) Mezifrekvenční zesilovač—omezovač zvukové části televizního přijímače

Lineární pentodový systém elektronky PCF82 je také vhodný ve zvukové části televizního přijímače jako poslední stupeň mezifrekvenčního zesilovače, pracující jako omezovač nežádoucí amplitudové modulace. Příklad zapojení je na obr. 27. Elektronka je připojena k mezifrekvenční pásmové propusti  $C_1L_1$ ,  $C_2L_2$ . Mřížkové předpětí vzniká na odporu  $R_1$  asi 100 k $\Omega$  průtokem mřížkového proudu. Odpor  $R_1$  má tvořit spolu s kondenzátorem  $C_4$  člen s časovou konstantou asi 5  $\mu$ s. Napětí druhé mřížky je dosta-



Obr. 27. Mezifrekvenční zesilovač, působící současně jako omezovač, pro zvukovou část televizního přijímače s pentodou PCF82.

tečně nízké, aby bylo dosaženo krátké převodové charakteristiky, vhodné pro omezovací účinek elektronky. Proto bývá hodnota odporu  $R_2$  v přívodu k této mřížce poměrně veliká (asi 300 k $\Omega$ ). V anodovém přívodu je zapojen první obvod poměrového detektoru, sloužícího k demodulaci kmitočtově modulovaného zvukového signálu. Někdy může být na závadu průchozí kapacita pentody  $C_{g1/a}$ . Pro stabilní provoz je pak nutná neutralizace zesilovače, kterou je možno realizovat např. tak, že kondenzátor  $C_6$  se zapojí místo k zemi na druhou mřížku elektronky  $E_1$ . Pak je ovšem velikost jeho kapacity do jisté míry kritická.

## 6. 5. 4 Elektrické vlastnosti

## a) Žhavení

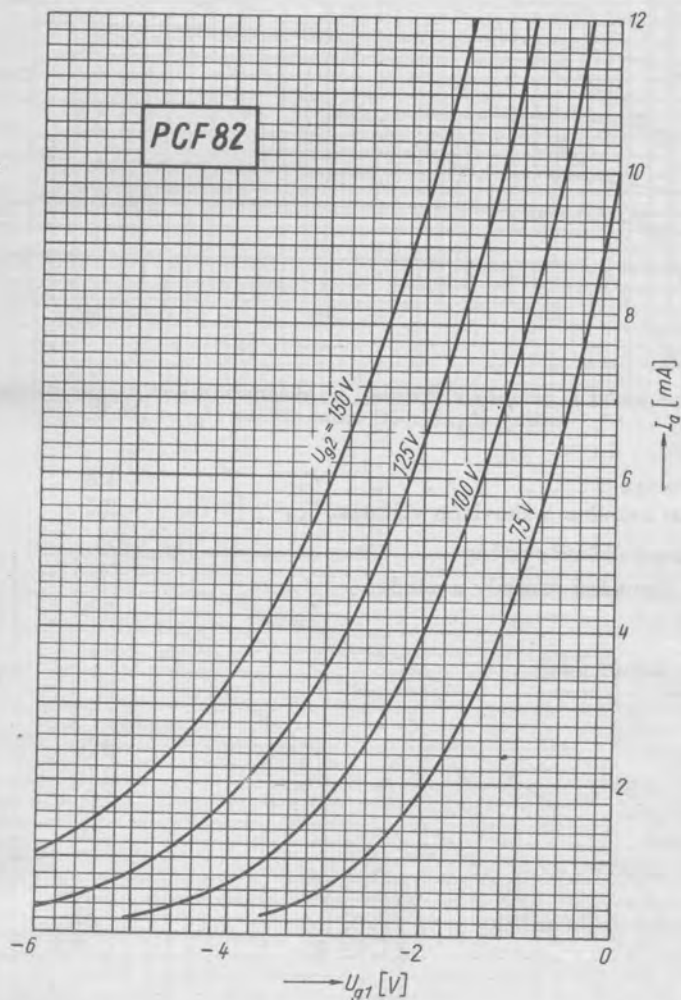
Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení je sériové (pro elektronku ECF82 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.

	PCF82	ECF82	
Žhavicí napětí . . . . .	9,5	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	300	450	mA

## b) Kapacity

Pentoda			
Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	5,0	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	2,5	pF

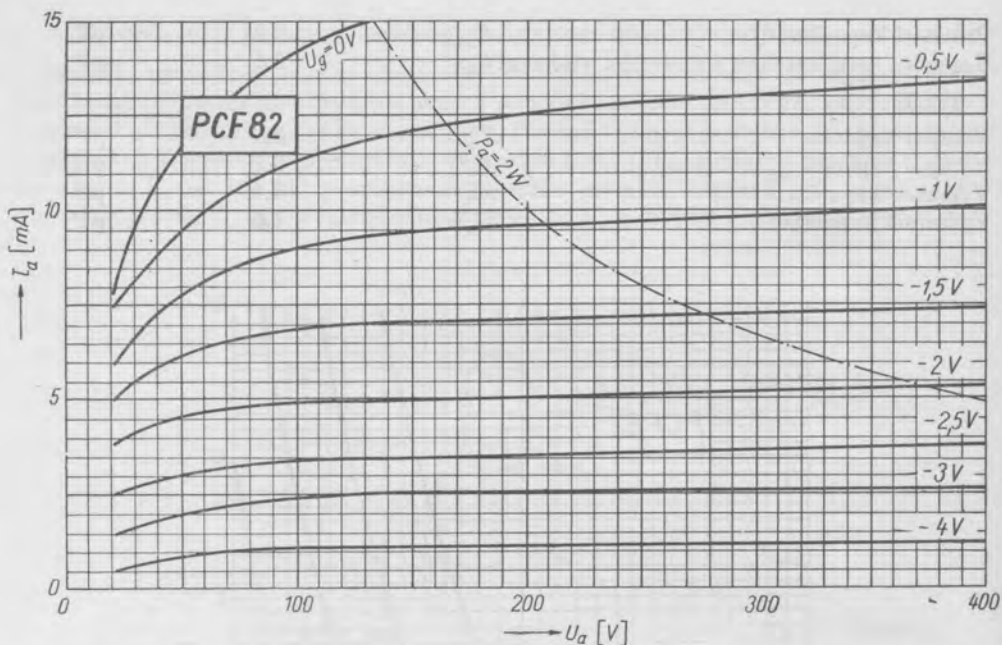
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	0,01	pF
Kapacita mezi katodou a žhavicím vláknem	$C_{k/t}$	2,6	pF
Trioda			
Vstupní kapacita . . . . .	$C_g$	2,5	pF
Vstupní kapacita . . . . .	$C_g^1)$	3,5	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	0,4	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a^1)$	1,6	pF



Dg. 24. Anodový proud  $I_a$  pentody v závislosti na napětí první mřížky  $U_{g1}$  při různém napětí druhé mřížky  $U_{g2}$ . Charakteristiky platí pro anodová napětí v rozmezí 170 až 250 V.

<sup>1)</sup> Katoda triody spojena s katodou pentody.





Dg. 25. Anodový proud  $I_a$  pentody v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí první mřížky  $U_{g1}$ . Napětí druhé mřížky  $U_{g2} = 110$  V.

Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	1,8	pF
Kapacita mezi katodou a žhavicím vláknem $C_{k/t}$		2,5	pF
Kapacity mezi oběma systémy			
Kapacita mezi anodou pentody a anodou triody . . . . .	$C_{aP/aT}$	0,07	pF

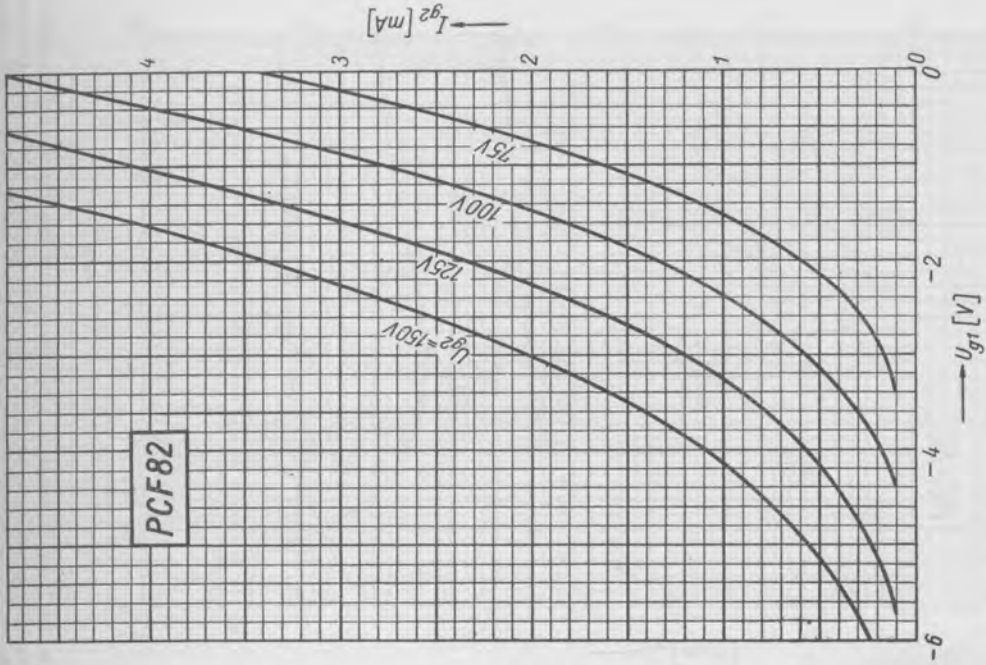
### c) Charakteristické údaje

#### Pentoda

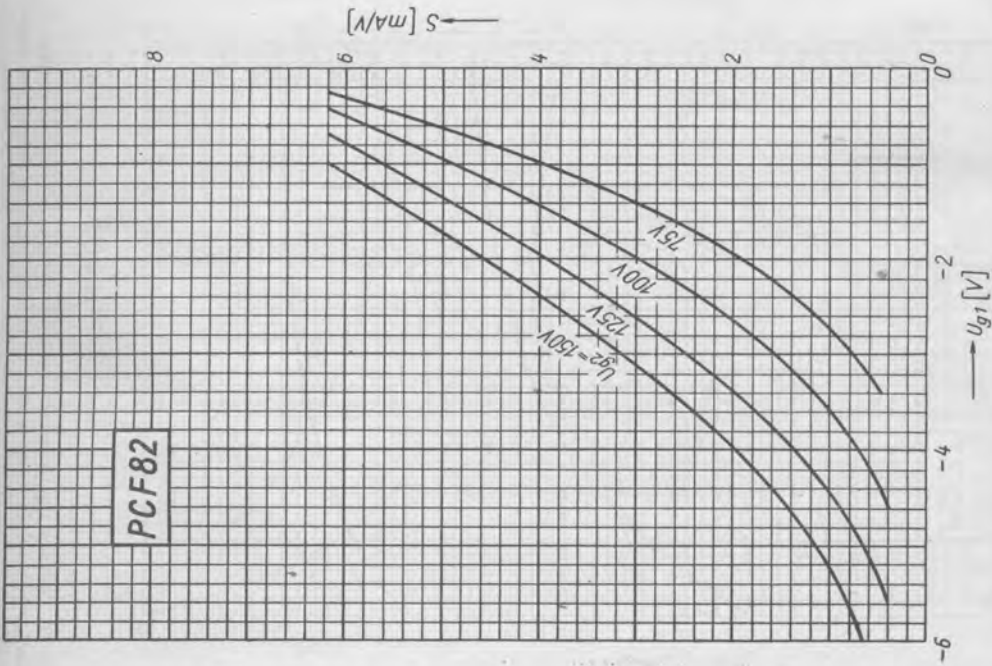
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	170	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	110	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-0,9	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	10	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	3,3	mA
Strmost . . . . .	$S$	5,2	mA/V
Zesilovací činitel druhé mřížky . . . . .	$\mu_{21}$	32	—
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	0,4	M $\Omega$

#### Trioda

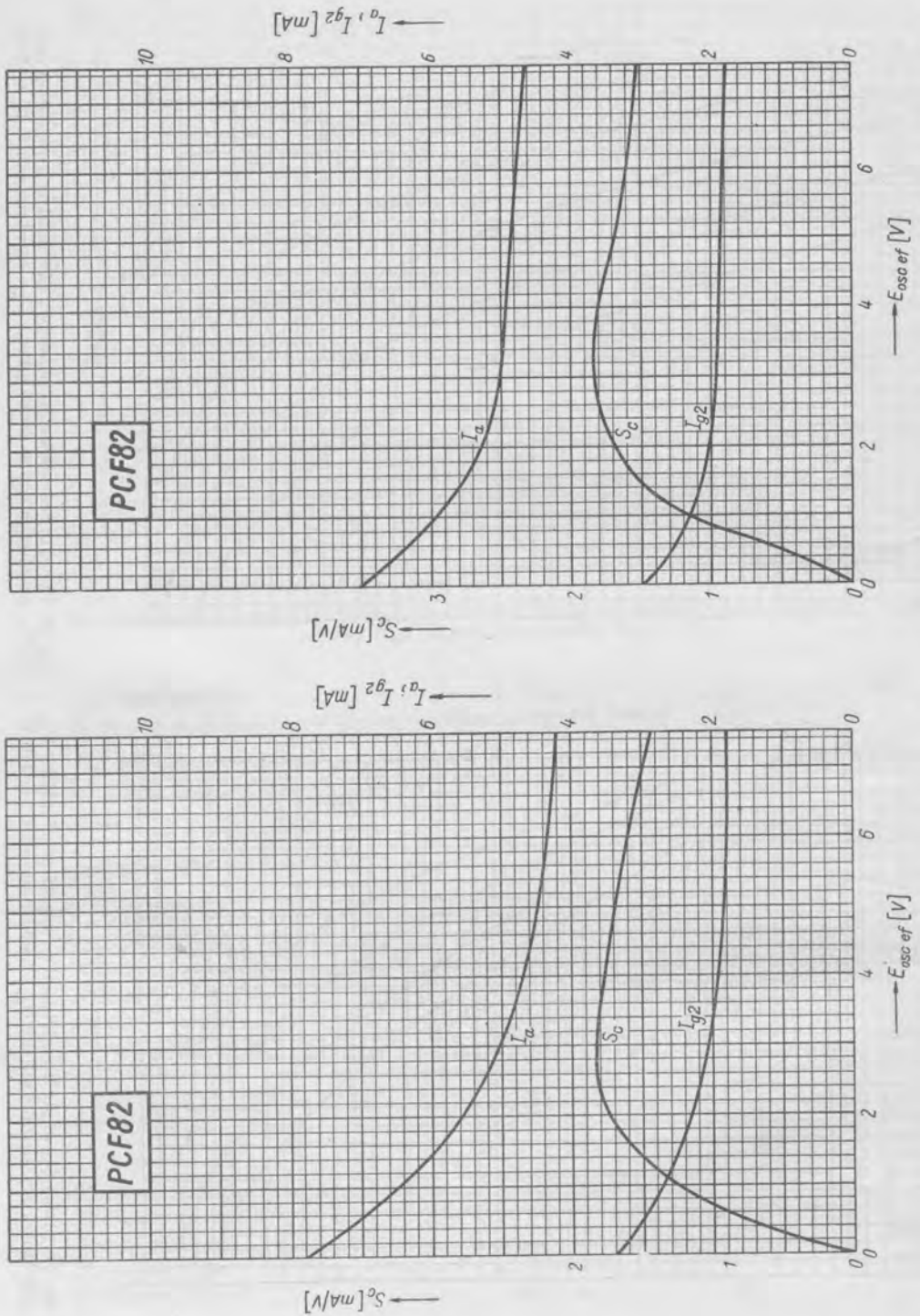
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	150	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	-1,0	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	18	mA
Strmost . . . . .	$S$	8,5	mA/V
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	40	—



Dg. 27. Proud druhé mřížky  $I_{g2}$  pentody v závislosti na napětí první mřížky  $U_{g1}$  při různém napětí druhé mřížky  $U_{g2}$ . Anodové napětí  $U_a = 170$  V.

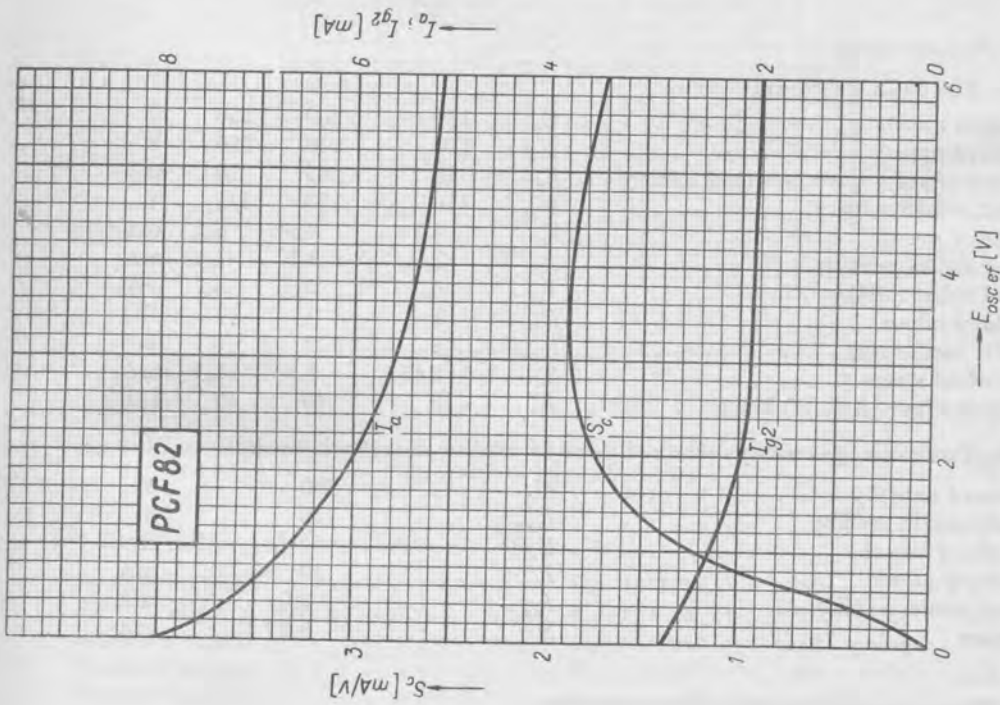


Dg. 26. Strmost pentody  $S$  v závislosti na napětí první mřížky  $U_{g1}$  při různém napětí druhé mřížky  $U_{g2}$ . Anodové napětí  $U_a = 170$  V.

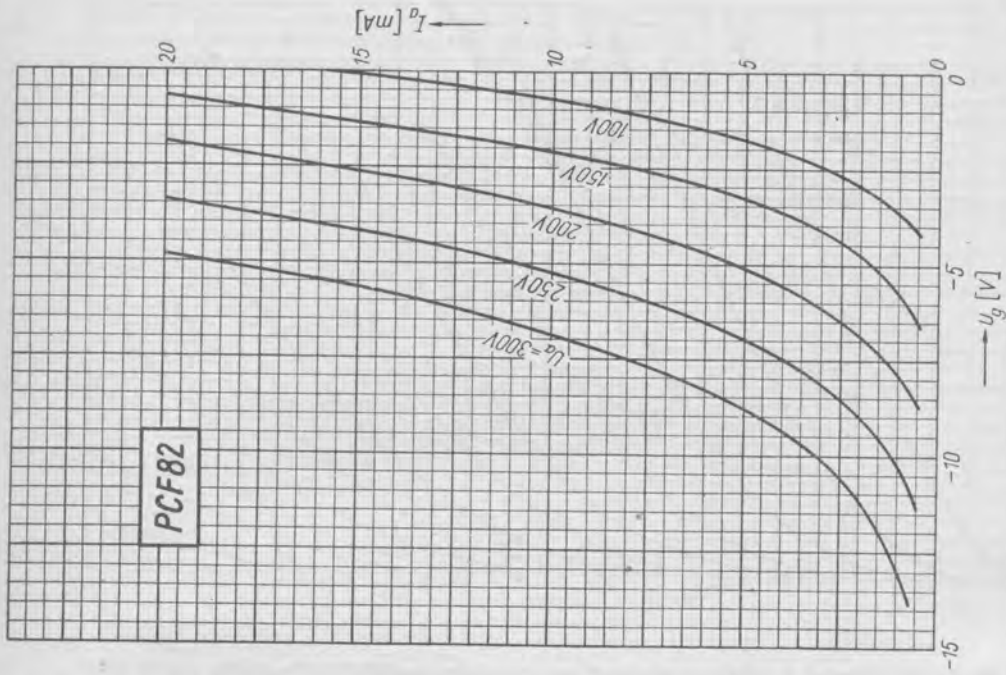


Dg. 29. Pentoda zapojena jako měnič kmitočtu. Směšovací strmost  $S_c$ , anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na napětí oscilátoru  $E_{osc\ ef}$ . Napájecí napětí  $U_b = U_c = 200\text{ V}$ , odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{g2} = 100\ \Omega$ .

Dg. 28. Pentoda zapojena jako měnič kmitočtu. Směšovací strmost  $S_c$ , anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na napětí oscilátoru  $E_{osc\ ef}$ . Napájecí napětí  $U_b = U_c = 170\text{ V}$ , odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{g2} = 100\ \Omega$ .



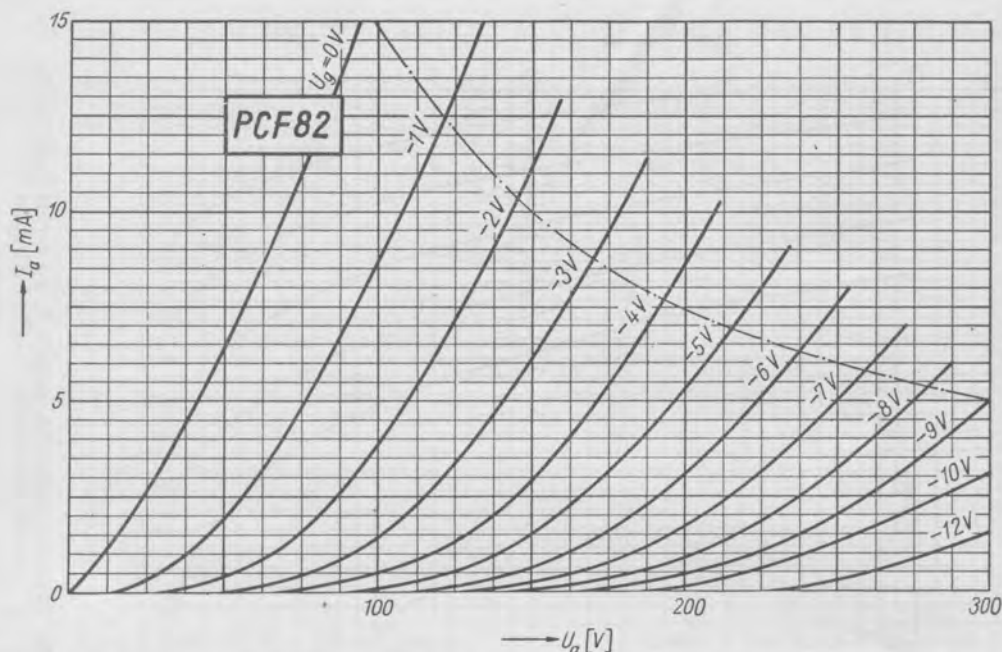
Dg. 30. Pentoda zapojena jako měnič kmitočtu. Směšovací strmost  $S_{01}$ , anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na napětí oscilátoru  $E_{osc\ ef}$ . Napájecí napětí  $U_b = U_a = 250$  V, odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{g2} = 70$  k $\Omega$  a mřížkový svodový odpor  $R_{g1} = 1$  M $\Omega$ .



Dg. 31. Závislost anodového proudu  $I_a$  na napětí řídicí mřížky  $U_{g2}$  triody při různém anodovém napětí  $U_a$ .

Dg. 29. Pentoda zapojena jako měnič kmitočtu. Směšovací strmost  $S_{01}$ , anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na napětí oscilátoru  $E_{osc\ ef}$ . Napájecí napětí  $U_b = U_a = 200$  V, odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{g2} = 45$  k $\Omega$  a mřížkový svodový odpor  $R_{g1} = 1$  M $\Omega$ .

Dg. 28. Pentoda zapojena jako měnič kmitočtu. Směšovací strmost  $S_{01}$ , anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na napětí oscilátoru  $E_{osc\ ef}$ . Napájecí napětí  $U_b = U_a = 170$  V, odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{g2} = 30$  k $\Omega$  a mřížkový svodový odpor  $R_{g1} = 1$  M $\Omega$ .



Dg. 32. Anodový proud  $I_a$  triody v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_g$ .

d) Provozní údaje

da) Pentoda jako směšovač

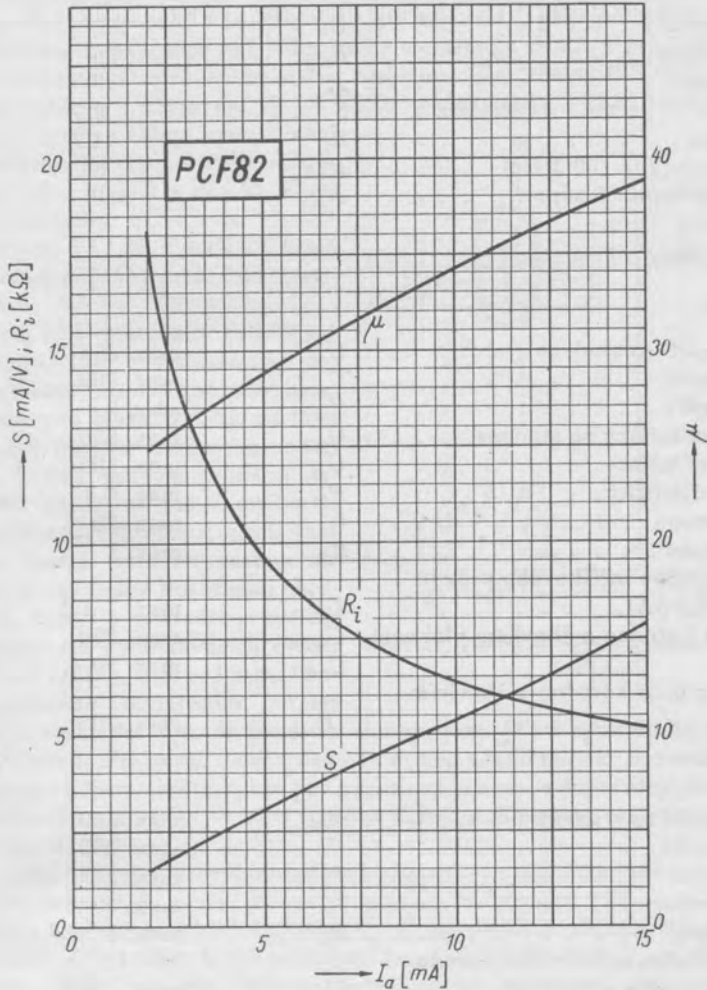
Napájecí napětí . . . . .	$U_b$	170	200	250	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	170	200	250	V
Sériový odpor v obvodu stínící mřížky . . . . .	$R_{g2}$	30	45	70	k $\Omega$
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	110	115	117	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	4,7	4,9	5,2	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	2,0	1,9	1,9	mA
Proud řídicí mřížky . . . . .	$I_{g1}$	3,7	3,7	3,7	$\mu$ A
Svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	1	1	1	M $\Omega$
Napětí oscilátoru . . . . .	$E_{osc}$	3	3	3	V
Směšovací strmost . . . . .	$S_c$	1,65	1,8	1,9	mA/V
Vstupní odpor ( $f = 100$ MHz) . . . . .	$R_{vst}$	10	10	10	k $\Omega$

db) Pentoda jako vysokofrekvenční nebo mezifrekvenční zesilovač

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	200	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	110	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k^1)$	68	$\Omega$
Anodový proud . . . . .	$I_a$	10	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	3,5	mA
Strmost . . . . .	$S$	5,2	mA/V

<sup>1)</sup> Provoz s pevným předpětím se nedoporučuje.

Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	400	$k\Omega$
Vstupní odpor ( $f = 100$ MHz) . . . . .	$R_{vst}$	4	$k\Omega$
Ekvivalentní šumový odpor. . . . .	$R_{okv}$	1	$k\Omega$



Dg. 33. Strmost  $S$ , vnitřní odpor  $R_i$  a zesilovací činitel  $\mu$  triody v závislosti na anodovém proudu  $I_a$ . Anodové napětí  $U_a = 150$  V.

#### dc) Trioda jako oscilátor

Napájecí napětí . . . . .	$U_b$	170	200	250	V
Sériový odpor v přívodu anody . . . . .	$R_a$	20	20	20	$k\Omega$
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	104	118	136	V
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	20	20	20	$k\Omega$
Anodový proud . . . . .	$I_a$	3,3	4,1	5,7	mA

Proud řídící mřížky . . . . .	$I_{g1}$	160	160	160	$\mu\text{A}$
Výstupní napětí . . . . .	$E_o$	3	3	3	V
Efektivní strmost . . . . .	$S_{ef}$	2,8	3,2	4,0	$\text{mA/V}$

## de) Trioda jako zesilovač

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	150	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k^{1)}$	56	$\Omega$
Anodový proud . . . . .	$I_a$	18	$\text{mA}$
Strmost . . . . .	$S$	8,5	$\text{mA/V}$
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	4,7	$\text{k}\Omega$
Vstupní odpor ( $f = 100 \text{ MHz}$ ) . . . . .	$R_{vst}$	5	$\text{k}\Omega$
Ekvivalentní šumový odpor . . . . .	$R_{ekv}$	320	$\Omega$

## 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. 2,8	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. 0,5	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 20	$\text{mA}$
Svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	max. 1	$\text{M}\Omega$
Počátek kladného mřížkového proudu ( $I_{g1} = +0,3 \mu\text{A}$ ) . . . . .	$U_{g1i}$	max. -1,3	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{+k/t}$	max. 220	V
	$U_{-k/t}$	max. 90	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/t}$	max. 20	$\text{k}\Omega$

## Trioda

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 300	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 2,7	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 20	$\text{mA}$
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	max. 1	$\text{M}\Omega$
Počátek kladného mřížkového proudu ( $I_g = +0,3 \mu\text{A}$ ) . . . . .	$U_{g1}$	max. -1,3	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{+k/t}$	max. 220	V
	$U_{-k/t}$	max. 90	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k,t}$	max. 20	$\text{k}\Omega$

1) Provoz s pevným předpětím se nedoporučuje.

## 6. 6. Elektronka PCL82

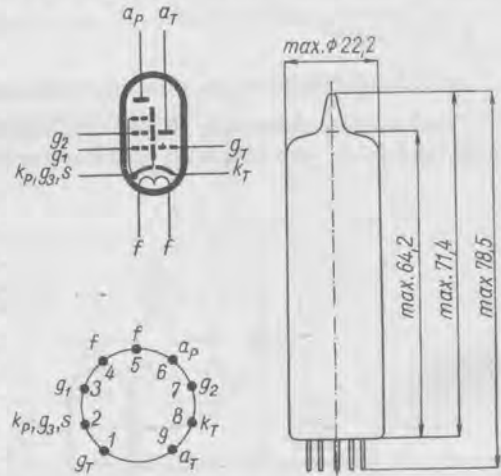
### 6. 6. 1 Popis

Sdružená elektronka TESLA PCL82 je trioda a koncová pentoda, která byla vyvíjena především pro použití v rozkladové části televizních přijímačů, kde se jako sdružená elektronka uplatní lépe než jednoduchá elektronka PL82, která se rovněž používala jako koncový stupeň snímkového rozkladu. Elektronka PCL82 je určena pro obrazovky s úhlem vychylování  $90^\circ$ . V ČSSR se elektronka PCL82 také uplatnila pro televizní přijímače s úhlem vychylování  $70^\circ$  jako výhodnější typ než starší zahraniční elektronky PCL80 a PCL81. Konstrukce elektronky PCL82 je shodná s elektronkami ECL82 a UCL82, které byly podrobně popsány ve 2. dílu na str. 120 až 133.

Pentodová část elektronky PCL82 má velmi výhodný tvar charakteristiky pro koncový stupeň snímkového rozkladu. Ohyb anodových charakteristik nastává až při značně nízkém anodovém napětí (asi 50 V). Druhá derivace průběhu strmosti podle napětí na první mřížce je v dostatečném rozsahu konstantní, takže s velmi malou zpětnou vazbou lze dosáhnout velmi dobré lineárnosti obrazu. Výkon, který je pentodový systém schopen dodat do vychylovacích cívek, je dostatečně velký a není ani nutno používat zvýšeného napájecího napětí z řádkového rozkladu. Katoda pentodového systému je schopna dodat značně velký vrcholový proud. Při použití elektronky je ovšem nutno počítat se zmenšením vrcholového proudu během života, takže pro praktický provoz se doporučují hodnoty menší. Při doporučeném sníženém využití zůstává dostatečná rezerva po celou předpokládanou dobu života elektronky.

Jestliže není kmitočet síťového napájecího napětí synchronní s vysílaným kmitočtem snímkových impulsů, je nutno provést v zapojení elektronky PCL82 opatření k zamezení rušivého brčení na stínítku obrazovky. Doporučuje se připojit vlákno elektronky tak, aby kolík 4 byl blíže k uzemněnému konci žhavicího řetězu, popřípadě, je-li to možné, tento kolík uzemnit. Dále je nutno omezit impedanci pro kmitočet 50 Hz v obvodu řídicí mřížky v závislosti na napětí mezi katodou a vláknem podle diagramu dg. 47. Je vidět, že čím bude elektronka ve žhavicím řetězu dále od zemního potenciálu, tím více je nutno zmenšit impedanci v mřížce. To je tedy další důvod pro umístění vlákna elektronky PCL82 co nejbliže k zemnímu konci řetězu. Pentodová část se kromě toho hodí ještě jako koncový nízkofrekvenční zesilovač ve třídě A nebo AB v souměrném zapojení.

Triodová část elektronky PCL82 se používá jako blokovácí oscilátor v rozkladové části, nebo se hodí jako nízkofrekvenční zesilovač popř. jako obraceč fáze. Má střední strmost, velký zesilovací činitel a velký povolený vrcholový anodový proud. Při použití jako nízkofrekvenční zesilovač je žádoucí, aby střídavé napětí mezi kolíkem



Obr. 28. Zapojení patice a rozměry elektronky PCL82.



4 a katodou bylo menší než 6,3 V; v tomto případě a dále je-li pro výstupní výkon pentodové části 50 mW potřebné budící napětí větší než 10 mV, není nutno použít žádná zvláštní opatření proti bručení a mikrofoničnosti.

Zapojení patice a rozměry elektronky PCL82 jsou na obr. 28. Charakteristiky této elektronky se shodují s charakteristikami ECL82, které jsou ve 2. dílu na str. 128 až 133.

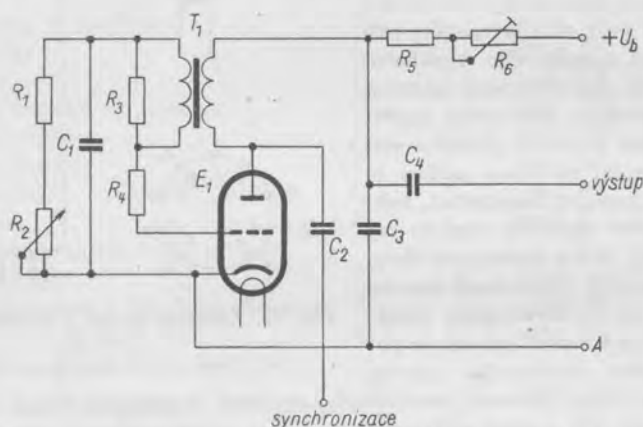
### 6. 6. 2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábí elektronka PCL82 se stejným označením, v USA se značí 16A8.

### 6. 6. 3 Použití

#### a) Blokovací oscilátor pro snímkový rozkládač

Triodová část elektronky PCL82 není vhodná jen pro nízkofrekvenční zesilovač, pracuje také dobře jako blokovací oscilátor pro snímkový rozkládač v televizním přijímači.



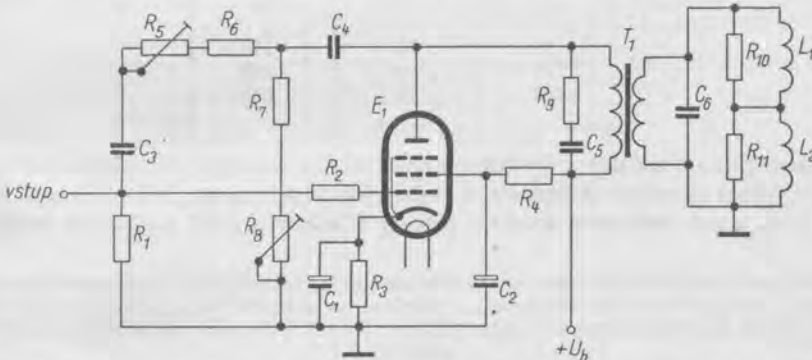
Obr. 29. Blokovací oscilátor pro snímkový rozkládač televizního přijímače s triodou elektronky PCL82.

Příklady použití triody i pentody PCL82 v nízkofrekvenčních zesilovačích napětí a výkonu byly uvedeny již v popisu elektronek ECL82 a UCL82 ve 2. dílu na str. 122 až 125. Podobně lze tuto sdruženou elektronku použít i ve zvukové části v televizním přijímači.

Na obr. 29 je uveden příklad zapojení triody PCL82 jako blokovací oscilátor snímkového rozkladového generátoru televizního přijímače. Zpětnou vazbu oscilátoru obstarává transformátor  $T_1$ , jehož jedno vinutí je zapojeno v obvodu anody triody a druhé v obvodu mřížky. Kmitočet výstupního napětí je v podstatě určen odpory  $R_1$  a  $R_2$  a kondenzátorem  $C_1$ . Potenciometr  $R_2$  umožňuje přesné nastavení kmitočtu. Pro snímkový kmitočet 50 Hz je celková hodnota obou odporů asi 1 M $\Omega$  a kapacita kondenzátoru  $C_1$  je asi 50 nF. Také část anodového pracovního odporu  $R_6$  lze plynule měnit, aby bylo možno nastavit amplitudu výstupního napětí a tím výšku obrazu. Celková hodnota anodového pracovního odporu  $R_5$  a  $R_6$  je asi 5 M $\Omega$  při napájecím napětí  $U_b$  asi 600 V, které se získává v koncovém stupni řádkového rozkládače. Výstupní napětí pro buzení koncového stupně snímkového rozkládače se odebírá přes kondenzátor  $C_4$ .

Spoj označený A je obvykle spojen s katodou pentody PCL82, zapojené jako koncový stupeň snímkového rozkládače. Na anodu triody  $E_1$  se přivádějí přes kondenzátor  $C_2$  synchronizační impulsy, které stabilizují kmitočet blokovacího oscilátoru tak, aby byl obraz klidný.

Celé zapojení musí být navrženo tak, aby pracovalo uspokojivě s maximálním vrcholovým katodovým proudem  $I_{kv} = 100$  mA. To proto, aby nevznikly potíže při zmenšení emise katody během života, nebo při podžhvení během provozu. Současně jsou tím také respektovány výrobní tolerance elektroněk. Na začátku provozu s novou elektronikou se může vyskytovat vyšší vrcholový katodový proud. Je proto dále výhodné k samočinnému omezení tohoto proudu zařadit do přívodu mřížky nebo anody nepřemostěné odpory. Na obr. 29 plní tuto funkci odpor  $R_4$ , jehož hodnota je 10 k $\Omega$ .



Obr. 30. Koncový stupeň snímkového rozkládače televizního přijímače s pentodou elektronky PCL82.

#### b) Koncový stupeň snímkového rozkladového generátoru

Na obr. 30 je příklad zapojení koncového stupně snímkového rozkladového generátoru s pentodou PCL82. Spolu s budícím blokovacím oscilátorem z předešlého příkladu vyhovuje i pro obrazovky s úhlem vychylování 90°.

Vstupní signál z budícího oscilátoru se přivádí na mřížku pentody PCL82, která pracuje jako zesilovač výkonu. Odpor  $R_3$  (390  $\Omega$ ) v katodě elektronky se vytváří mřížkové předpětí. Tento odpor je přemostěn velkým kondenzátorem  $C_1$ . Stínící mřížka elektronky se napájí přes sériový odpor  $R_4$  (5,6 k $\Omega$ ) ze zdroje  $U_b$ . Stínící mřížka je spojena se zemí přes kondenzátor  $C_2$  (asi 16  $\mu$ F). V anodovém přívodu pentody je zapojen výstupní transformátor  $T_1$ , kterým se na výstup elektronky přizpůsobují vychylovací cívky ( $L_1$  a  $L_2$ ), jejichž odpor bývá obvykle poměrně malý. Lineárnost vychylování elektronového paprsku obrazovky závisí na parametrech výstupního transformátoru  $T_1$ , vychylovacích cívek  $L_1$ ,  $L_2$  a dále ještě na charakteristikách elektronky. Pro dosažení požadované lineárnosti je nutno zavést zpětnou vazbu z anody pentody na její řídicí mřížku. Některé prvky této zpětné vazby jsou proměnné, aby bylo možno lineárnost nastavit s ohledem na výrobní tolerance součástí a na změny v elektronce během jejího života. V popisovaném příkladu slouží k nastavení lineárnosti potenciometr  $R_8$ , působící prakticky na celý obraz a dále potenciometr  $R_5$ , kterým je možno nastavit lineárnost zvláště v horní části obrazu.

Podobně jako v předešlém příkladu zapojení blokovacího oscilátoru s triodou PCL82, je nutno i v koncovém stupni s pentodou PCL82 zachovat určitá opatření proti pře-

kročení mezních hodnot vlivem změn síťového napětí a dále vzhledem k výrobním tolerancím elektronek a změnám parametrů elektronek během života. Důležité je zachování mezní vrcholové hodnoty anodového proudu  $I_{av}$ . Určuje se pro daná napětí na stínící mřížce z příslušné anodové charakteristiky pro napětí řídicí mřížky  $U_{g1} = -1$  V, což odpovídá asi velikosti mřížkového napětí pro počátek kladného mřížkového proudu. V tab. 5 jsou uvedeny maximální vrcholové anodové proudy  $I_{av}$  pro

Tab. 5. Maximální vrcholové hodnoty anodového proudu  $I_{av}$  pentody PCL82 při různých anodových napětích  $U_a$  a napětích stínící mřížky  $U_{g2}$  s ohledem na výrobní tolerance elektronek a na zmenšení emise během života elektrony

$I_{av}$ [mA]	$U_a$ [V]	$U_{g2}$ [V]
85	50	170
125	60	230
130	70	230

různá napětí stínící mřížky a příslušná napětí ohybu anodové charakteristiky s ohledem na výrobní tolerance elektronek a změny jejich parametrů během života. V další tab. 6. jsou mezní vrcholové anodové proudy s ohledem ještě na možné podžhavení

Tab. 6. Maximální vrcholové hodnoty anodového proudu  $I_{av}$  pentody PCL82 při různých anodových napětích  $U_a$  a napětích stínící mřížky  $U_{g2}$  s ohledem na předpokládané podžhavení při kolísání síťového napětí. Předpokládaný žhavicí proud  $I_t = 276$  mA (odpovídá zmenšení žhavicího napětí o 10 %).

$I_{av}$ [mA]	$U_a$ [V]	$U_{g2}$ [V]
70	50	170
80	50	190
105	60	230
110	70	230

elektronky. Tabulka platí pro žhavicí proud  $I_t = 276$  mA, což odpovídá asi 10 % zmenšení síťového napájecího napětí. Při vysokém napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 230$  V je nutno zvláště dbát na dodržení mezní hodnoty výkonové ztráty této mřížky. Jak již bylo uvedeno v popise této elektronky v čl. 6.6.1, je nutno také volit impedanci mezi katodou a řídicí mřížkou menší než maximálně doporučenou, aby se zamezilo rušivému vlivu brucení na obraz. Maximální povolená impedance  $Z_{g/k}$  mezi mřížkou a katodou pentody PCL82 je uvedena pro různá napětí mezi katodou a vláknem  $U_{k/t}$  v diagramu dg. 47.

#### 6. 6. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

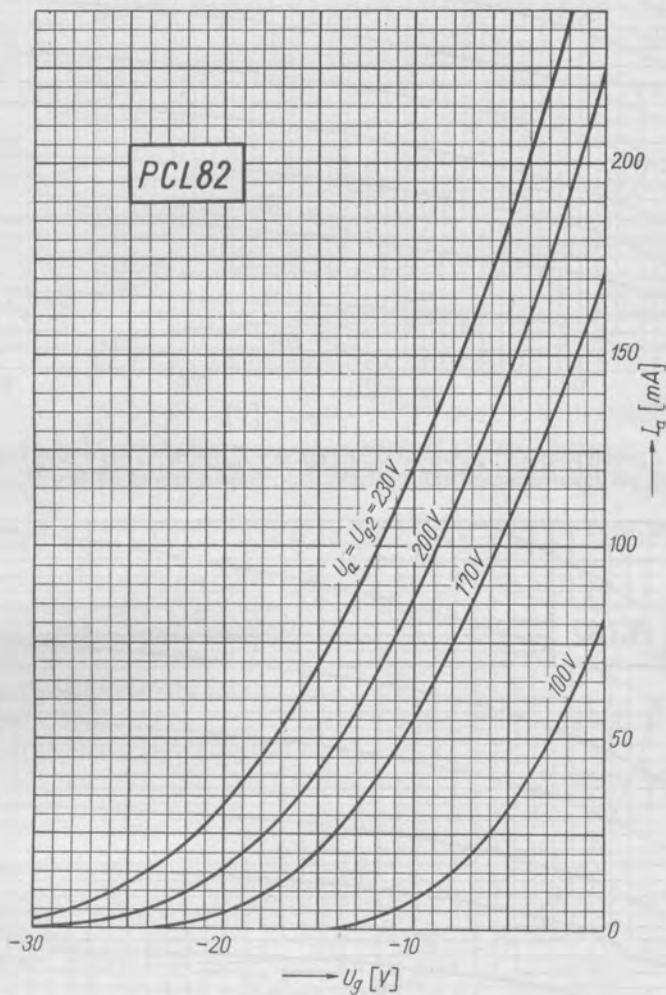
Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení sériové střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Žhavicí napětí . . . . .	$U_t$	16	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	300	mA

b) Kapacity

Trioda

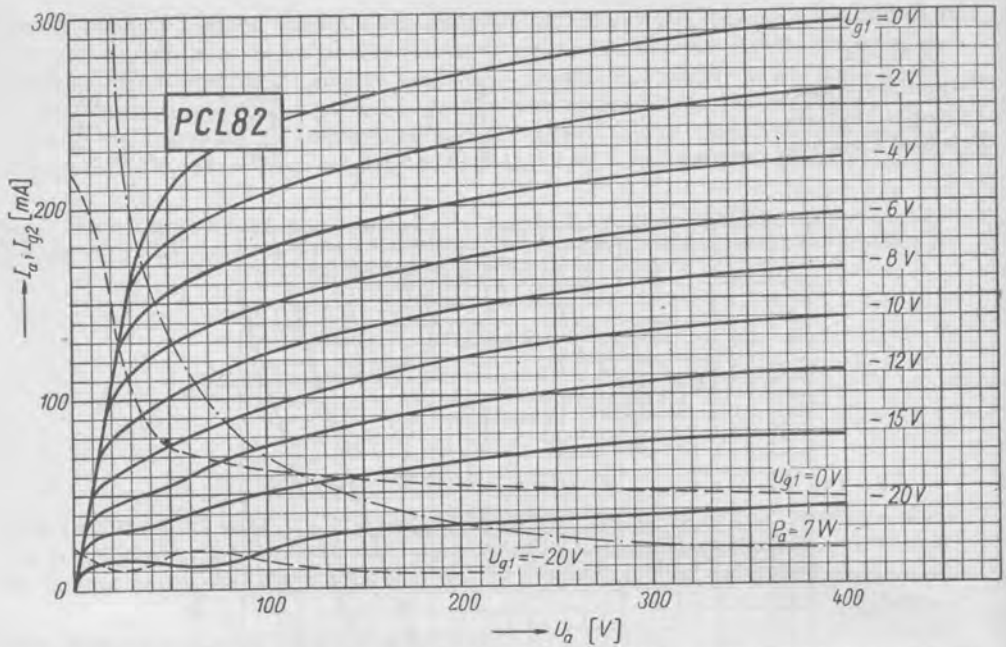
Vstupní kapacita . . . . .	$C_g$	3,0	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	4,3	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	4,5	pF



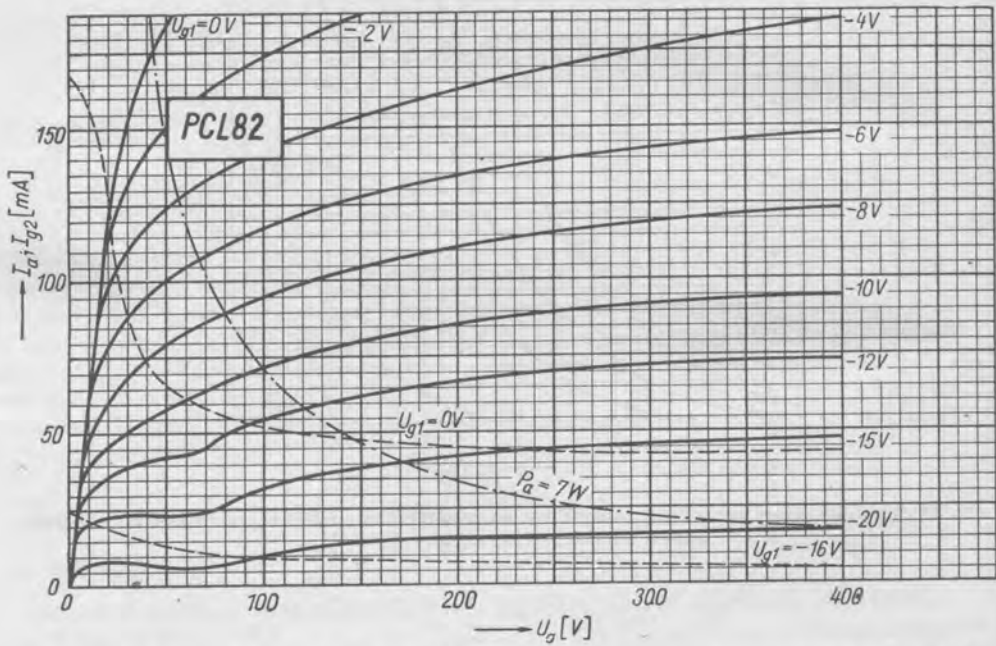
Dg. 34. Anodový proud pentody  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různém anodovém napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2}$ .

Pentoda

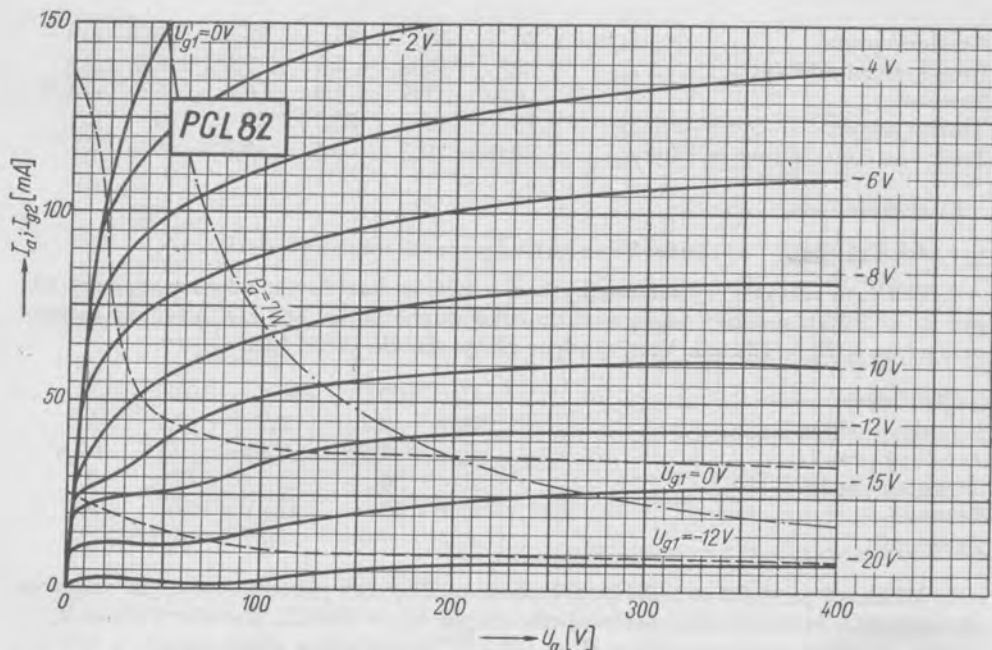
Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	9,3	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	8,0	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	max. 0,3	pF



Dg. 35. Anodový proud pentody  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  (čárkovaně) v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 230$  V.



Dg. 36. Anodový proud pentody  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  (čárkovaně) v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 200$  V.



Dg. 37. Anodový proud pentody  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  (čárkovaně) v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V.

#### 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 . . . . .	$\mu$	70	—
Vnitřní odpor. . . . .	$R_i$	28	k $\Omega$

##### Pentoda

Anodové napětí. . . . .	$U_a$	100	170	200	200	230	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	100	170	170	200	230	V
Mřížkové předpětí. . . . .	$U_{g1}$	-6,0	-11,5	-12,5	-16,0	-20,5	V

Anodový proud . . . . .	$I_a$	26	41	35	35	30	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	5,8	8,0	6,5	7,0	6,0	mA
Strmost . . . . .	$S$	6,8	7,5	6,8	6,4	5,5	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	15	16	20,5	20	24	k $\Omega$
Zesilovací činitel stínící mřížky $\mu_{21}$		10,0	9,5	9,5	9,5	9,0	—

## d) Provozní údaje

## da) Trioda — nízkofrekvenční odporově vázaný zesilovač

1. Mřížkové předpětí je tvořeno úbytkem napětí na katodovém odporu; svodový odpor  $R_g = 3 \text{ M}\Omega$ , svodový odpor následujícího stupně  $R'_{g1} = 680 \text{ k}\Omega$ . Anodový zatěžovací odpor je  $R_a = 220 \text{ k}\Omega$ . Vnitřní odpor zdroje signálu je  $220 \text{ k}\Omega$ .

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	200	170	100	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	2,2	2,7	2,7	k $\Omega$
Anodový proud . . . . .	$I_a$	0,52	0,43	0,23	mA
Výstupní napětí . . . . .	$E_o$	26	25	15	V
Zesílení <sup>1)</sup> . . . . .	$A$	52	51	47	—
Zkreslení <sup>2)</sup> . . . . .	$d_{tot}$	1,6	2,3	4,0	%

2. Mřížkové předpětí se získává průtokem mřížkového proudu svodovým odporem  $R_g = 22 \text{ M}\Omega$ . Svodový odpor následujícího stupně  $R'_{g1} = 680 \text{ k}\Omega$ . Katodový odpor  $R_k = 0 \Omega$ . Anodový zatěžovací odpor  $R_a = 100 \text{ k}\Omega$ . Vnitřní odpor zdroje signálu je  $220 \text{ k}\Omega$ .

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	200	170	100	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	1,05	0,86	0,37	mA
Výstupní napětí . . . . .	$E_o$	24	19	8	V
Zesílení <sup>3)</sup> . . . . .	$A$	50	49	42	—
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	1,5 <sup>4)</sup>	1,4 <sup>5)</sup>	1,3 <sup>3)</sup>	%

3. Mřížkové předpětí se získává průtokem mřížkového proudu svodovým odporem  $R_g = 22 \text{ M}\Omega$ . Svodový odpor následujícího stupně  $R'_{g1} = 680 \text{ k}\Omega$ . Katodový odpor  $R_k = 0 \Omega$ . Anodový zatěžovací odpor  $R_a = 220 \text{ k}\Omega$ . Vnitřní odpor zdroje signálu je  $220 \text{ k}\Omega$ .

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	200	170	100	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	0,61	0,50	0,22	mA
Výstupní napětí . . . . .	$E_o$	25	20	9	V
Zesílení <sup>6)</sup> . . . . .	$A$	55	53	46	—
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	1,4 <sup>7)</sup>	1,4 <sup>7)</sup>	1,5 <sup>8)</sup>	%

1) Pro malé hodnoty vstupního signálu.

2) Zkr eslení je přibližně přímo úměrné výstupnímu napětí.

3) Pro malé hodnoty vstupního signálu.

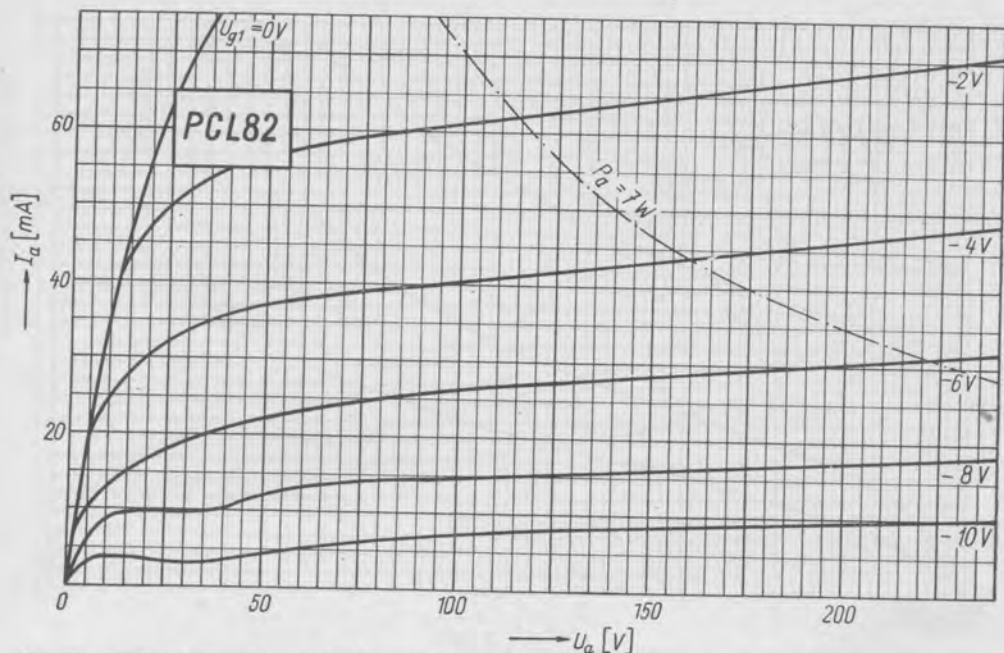
4) Mezi velikostí výstupního napětí, udávanou v tabulce a  $E_o = 5 \text{ V}$  je zkreslení zhruba konstantní. Pod napětím  $E_o = 5 \text{ V}$  se zmenšuje zkreslení úměrně s výstupním napětím.

5) Zkreslení je přibližně přímo úměrné výstupnímu napětí.

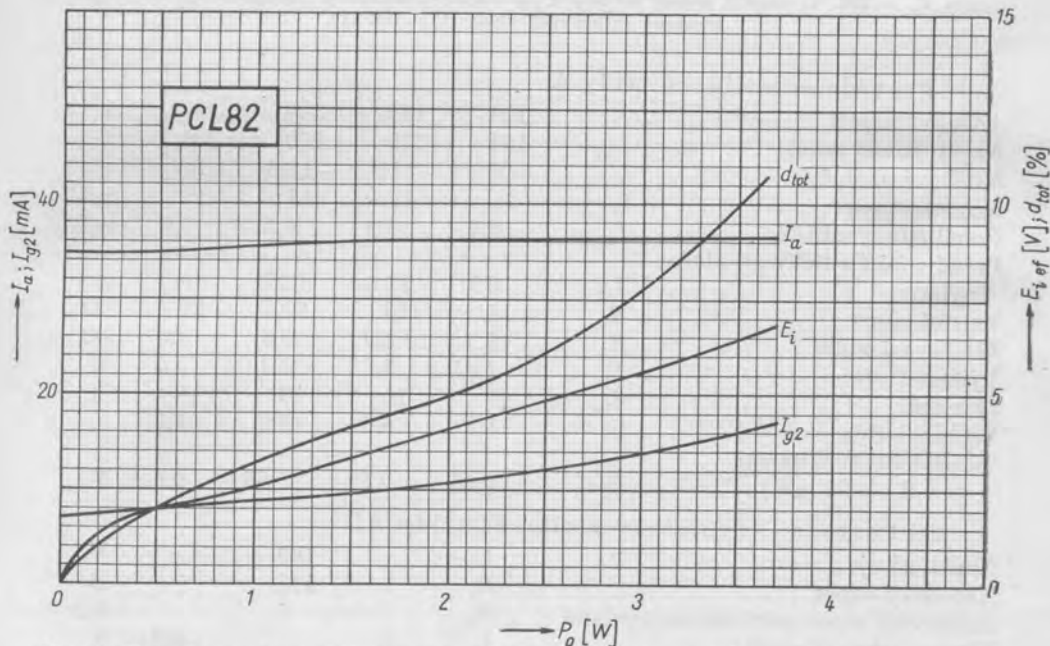
6) Pro malé hodnoty vstupního signálu.

7) Mezi velikostí výstupního napětí, udávanou v tabulce a  $E_o = 5 \text{ V}$  je zkreslení zhruba konstantní. Pod napětím  $E_o = 5 \text{ V}$  se zmenšuje zkreslení úměrně s výstupním napětím.

8) Zkr eslení je přibližně přímo úměrné výstupnímu napětí.

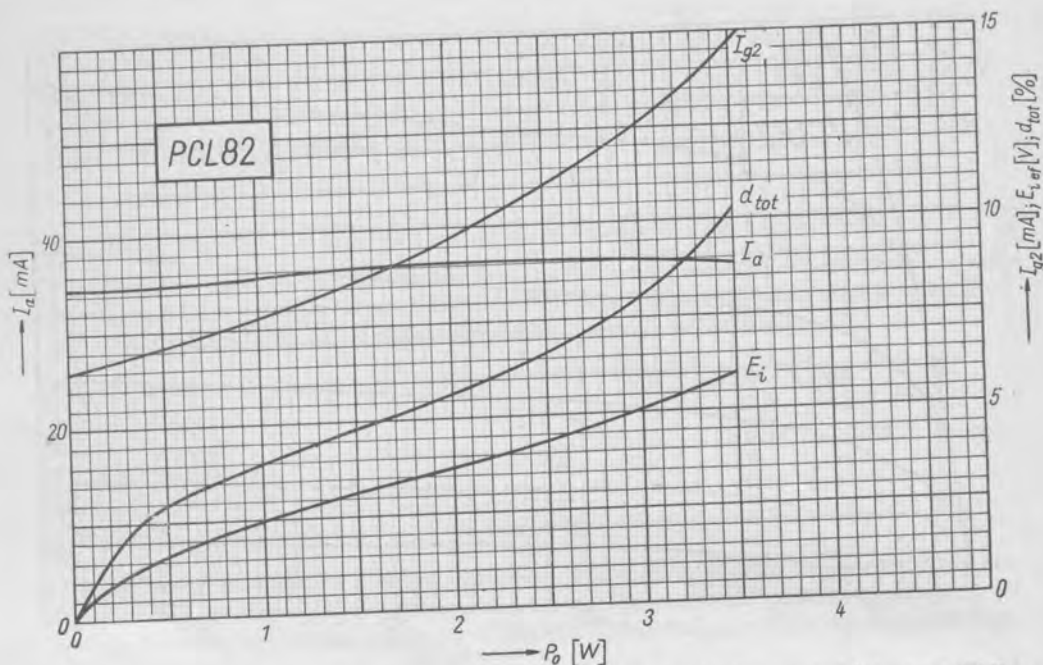


Dg. 38. Anodový proud pentody  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 100$  V.



Dg. 39. Pentoda zapojena jako zesilovač třídy A. Anodový proud  $I_a$ , vstupní efektivní napětí  $E_{1ef}$ , celkové zkreslení  $d_{tot}$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2} = 200$  V, mřížkové předpětí  $U_{g1} = -16$  V a anodový pracovní odpor  $R_a = 5,6$  k $\Omega$ .





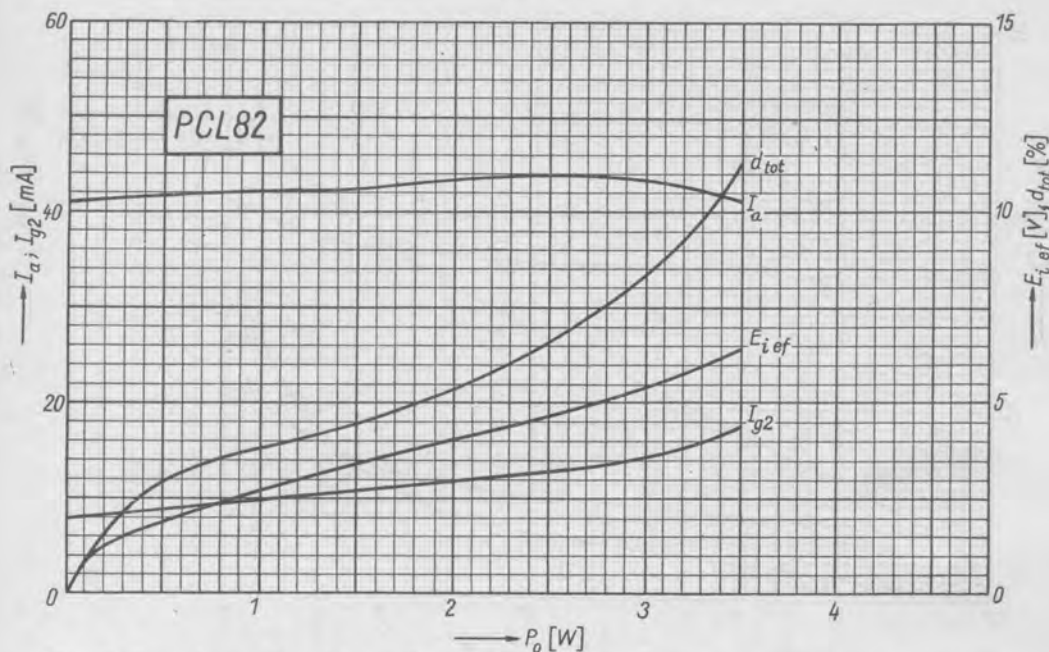
Dg. 40. Pentoda zapojena jako zesilovač třídy A. Anodový proud  $I_a$ , vstupní efektivní napětí  $E_i$  et, celkové zkreslení  $d_{tot}$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí  $U_a = 200$  V, napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V, mřížkové předpětí  $U_{g1} = -12,5$  V, anodový zatěžovací odpor  $R_a = 5,6$  k $\Omega$ .

db) Pentoda – zesilovač třídy A

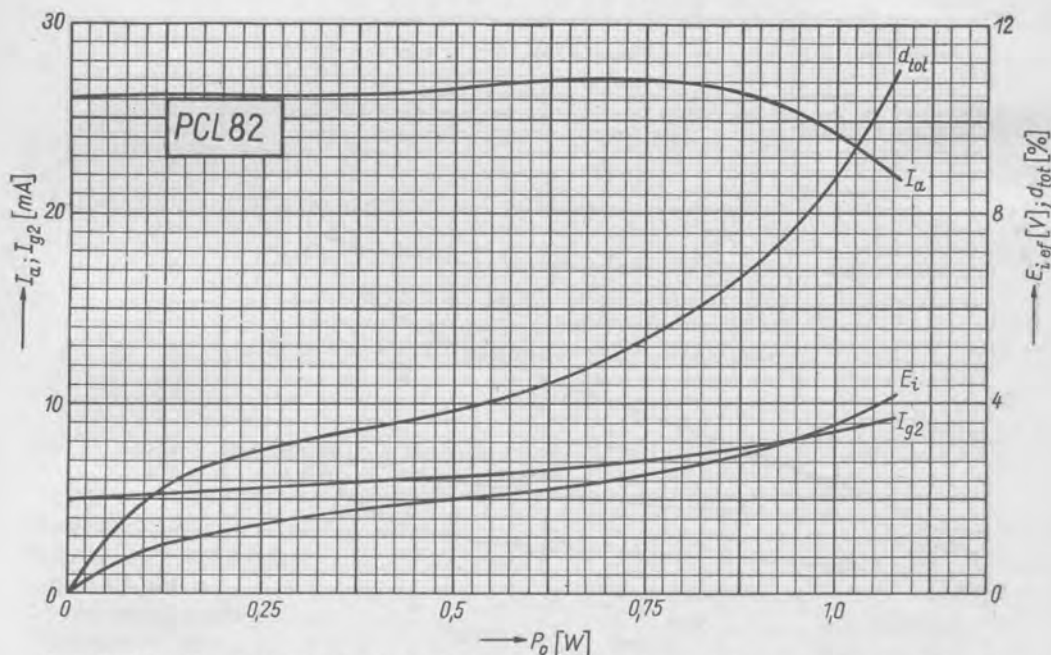
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	100	170	200	200	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	100	170	170	200	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-6,0	-11,5	-12,5	-16,0	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	26	41	35	35	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	5,0	8,0	6,5	7,0	mA
Proud stínící mřížky při plném vybuzení . . . . .	$I_{g2}$	8,9	17,0	12,5	16,5	mA
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	15	16	20,5	20	k $\Omega$
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	3,9	3,9	5,6	5,6	k $\Omega$
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	1,05	3,3	3,4	3,5	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	10	10	10	10	%
Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_i$	3,8	6,0	5,8	6,6	V
Vstupní střídavé napětí (pro $P_o = 50$ mW) . . . . .	$E_i$	0,65	0,59	0,56	0,6	V

dc) Pentoda – dvojitý zesilovač třídy AB

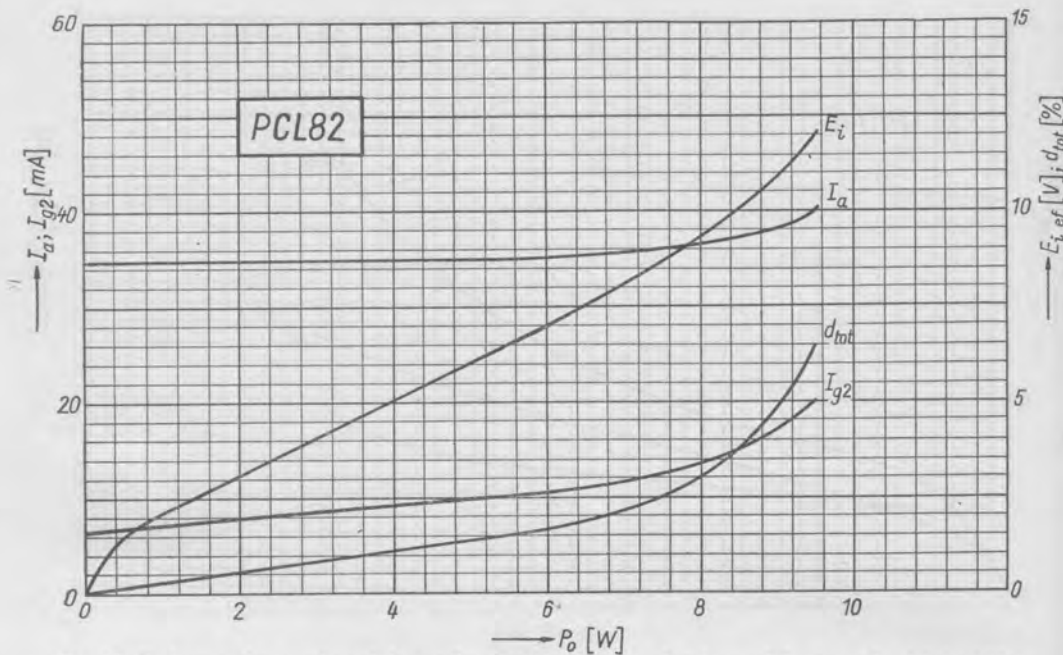
Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	100	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	135	$\Omega$
Zatěžovací odpor mezi oběma anodami . . . . .	$R_{na}$	5	k $\Omega$
Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_i$	0	4,9 V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	$2 \times 19$	$2 \times 20$ mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	$2 \times 3,6$	$2 \times 6,8$ mA



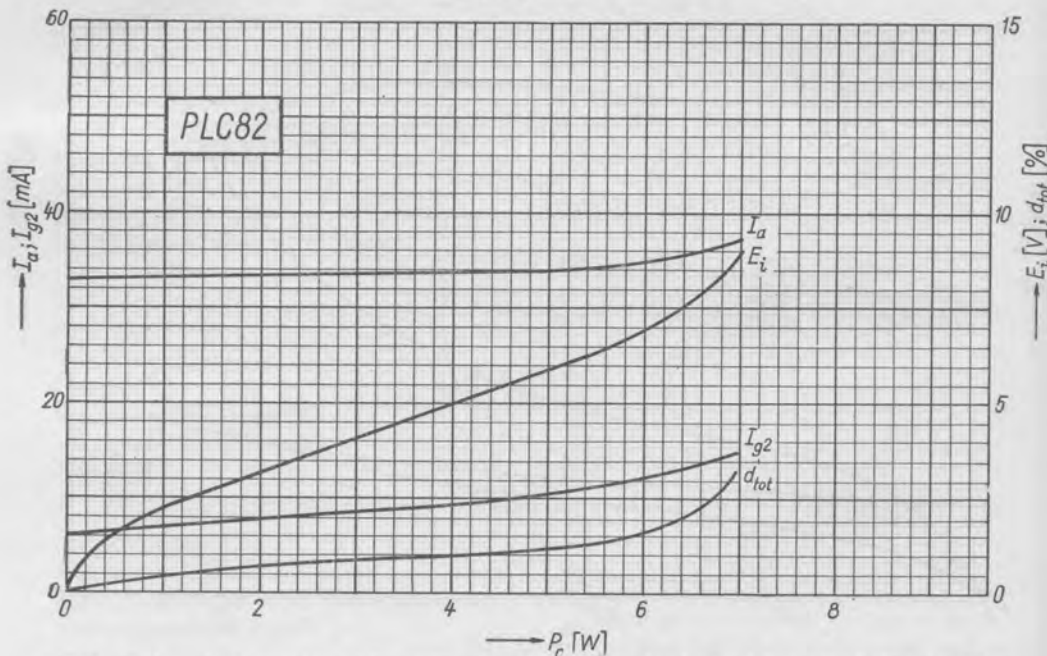
Dg. 41. Pentoda zapojena jako zesilovač třídy B. Anodový proud  $I_a$ , proud stínící mřížky  $I_{g2}$ , vstupní efektivní napětí  $E_{i\text{ef}}$  a celkové zkreslení  $d_{\text{tot}}$  v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2} = 170$  V, mřížkové předpětí  $U_{g1} = -11,5$  V a anodový odpor  $R_a = 3,9$  k $\Omega$ .



Dg. 42. Pentoda zapojena jako zesilovač třídy A. Anodový proud  $I_a$ , proud stínící mřížky  $I_{g2}$ , vstupní efektivní napětí  $E_{i\text{ef}}$  a celkové zkreslení  $d_{\text{tot}}$  v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2} = 100$  V, mřížkové předpětí  $U_{g1} = -6$  V a anodový odpor  $R_a = 3,9$  k $\Omega$ .

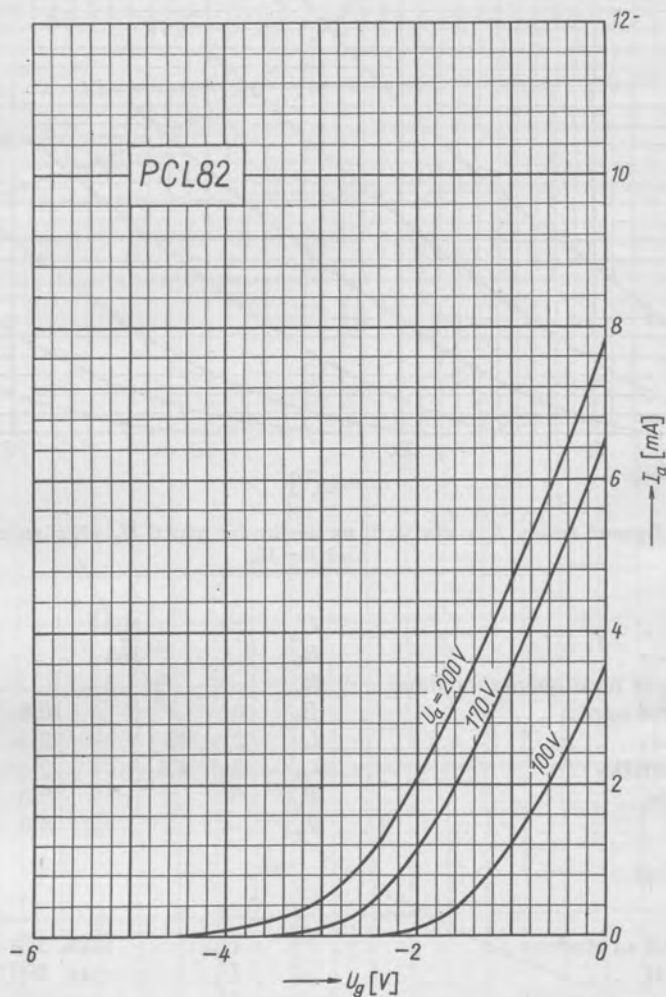


Dg. 43. Dvě pentody zapojeny jako zesilovač třídy AB. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  jedné pentody, vstupní efektivní napětí  $E_{i\text{ef}}$  a celkové zkreslení  $d_{\text{tot}}$  v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Napájecí napětí  $U_b = 200$  V, katodový odpor  $R_k = 165 \Omega$  a anodový zatěžovací odpor  $R_{aa} = 5 \text{ k}\Omega$ .



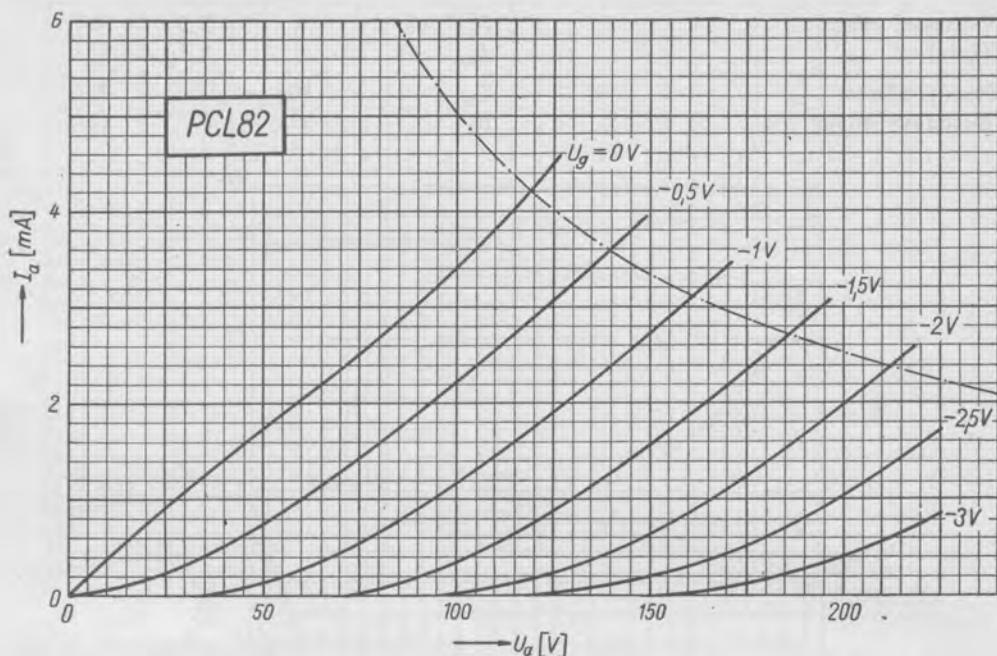
Dg. 44. Dvě pentody zapojeny jako zesilovač třídy AB. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  jedné pentody, vstupní efektivní napětí  $E_{i\text{ef}}$  a celkové zkreslení  $d_{\text{tot}}$  v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Napájecí napětí  $U_b = 170$  V, katodový odpor  $R_k = 135 \Omega$  a anodový zatěžovací odpor  $R_{aa} = 5 \text{ k}\Omega$ .

Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	0	2,2	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	—	2,5	%
Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	170		V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	135		$\Omega$



Dg. 45. Anodový proud triody  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_g$  při různém anodovém napětí.

Zatěžovací odpor mezi oběma anodami . . .	$R_{aa}$	5		k $\Omega$
Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_1$	0	9,0	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	$2 \times 33$	$2 \times 37$	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	$2 \times 6,9$	$2 \times 15,0$	mA
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	0	7,0	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	—	4,0	%



Dg. 46. Anodový proud triody  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_g$ .

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	200	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	165	$\Omega$
Zatěžovací odpor mezi oběma anodami . . . . .	$R_{aa}$	5	k $\Omega$
Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_1$	0	10,9
Anodový proud . . . . .	$I_a$	$2 \times 35$	$2 \times 38$ mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	$2 \times 6,5$	$2 \times 16,5$ mA
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	0	9,0
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	—	4,8 %

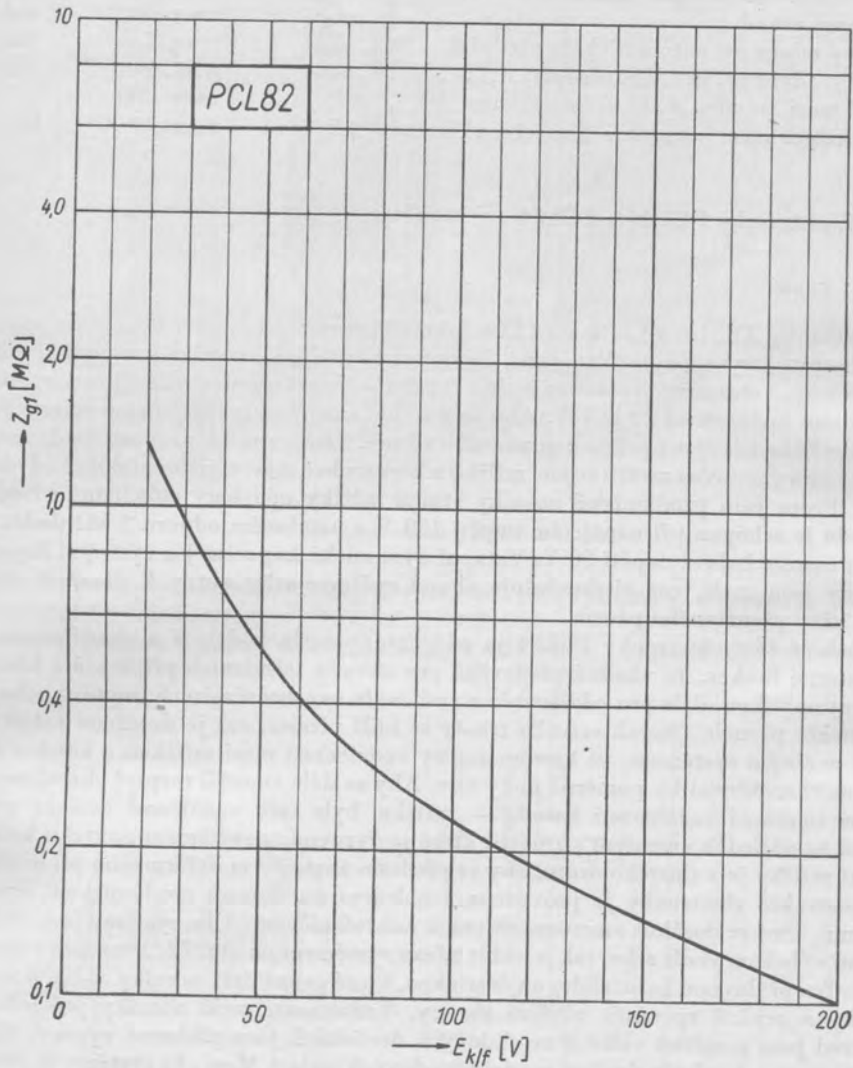
e) Mezní údaje

Trioda

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 300	V
Vrcholové anodové napětí <sup>1)</sup> . . . . .	$U_{av}$	max. 600	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 1,0	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 15	mA
Katodový vrcholový proud <sup>1)</sup> . . . . .	$I_{kv}$	max. 250	mA
Svodový odpor při automatickém předpětí . . . . .	$R_g$	max. 3	M $\Omega$
Svodový odpor při pevném předpětí . . . . .	$R_g$	max. 1	M $\Omega$
Svodový odpor pro získávání předpětí jen na tomto odporu . . . . .	$R_g$	max. 22	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 200	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/t}$	max. 20	k $\Omega$

## Pentoda

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 900	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 600	V
Vrcholové anodové napětí <sup>1)</sup> . . . . .	$U_{av}$	max. 2500	V
Inverzní anodové napětí . . . . .	$U_{a\text{inv}}$	max. -500	V



Dg. 47. Závislost maximálně povolené hodnoty impedance  $Z_{g1}$  obvodu v mřížce elektronky PCL82 na střídavém napětí mezi katodou a vláknem (mezi kolíky č. 2 a 4)  $E_{k/f}$ . Předpokládá se, že kapacita mezi první mřížkou pentody a vláknem, včetně kapacity spojů a objímky, je menší než 0,8 pF a že činitel záporné zpětné vazby v pásmu 50 až 400 Hz je větší než 2.

Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 5	W
		( $U_a > 250$ V)	
		max. 7	W
		( $U_a < 250$ V)	
Napětí stínící mřížky za studena . . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 300	V
Ztráta stínící mřížky bez buzení . . . . .	$P_{g2}$	max. 1,8	W
Ztráta stínící mřížky při plném vybuzení . . . . .	$P_{g2}$	max. 3,2	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 50	mA
Svodový odpor při automatickém předpětí . . . . .	$R_{g1}$	max. 2	MΩ
Svodový odpor při pevném předpětí . . . . .	$R_{g1}$	max. 1	MΩ
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 200	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/t}$	max. 20	kΩ

## 6.7 Elektronky PCL84 a ECL84

### 6. 7. 1 Popis

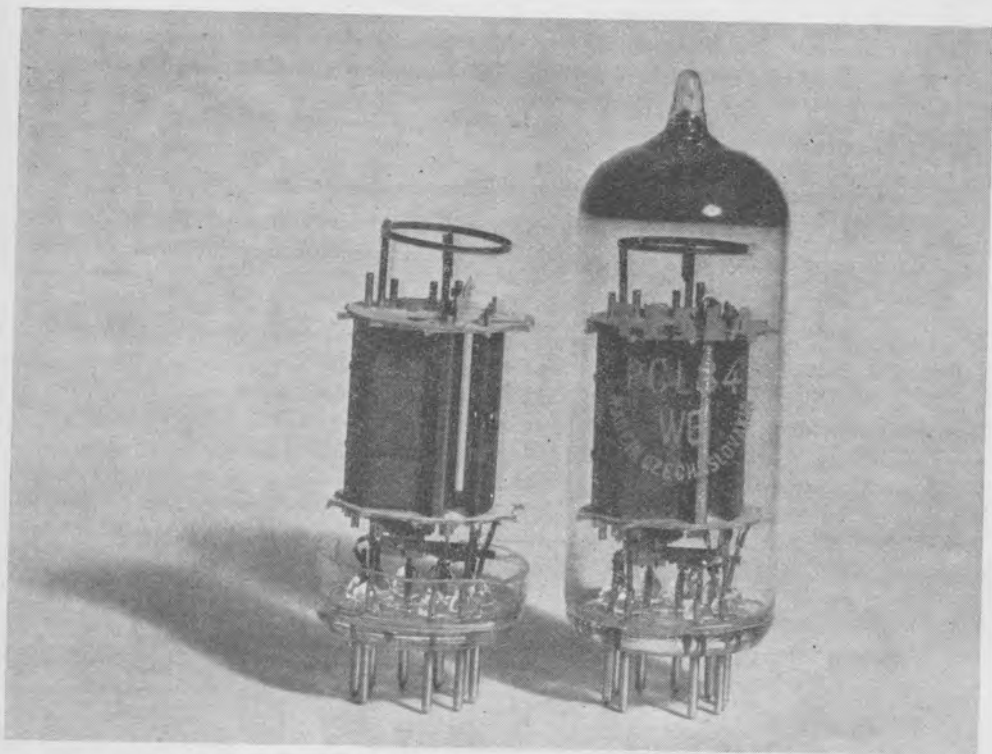
Elektronky TESLA PCL84 a ECL84 (obr. 31) sdružují triodu a koncovou pentodu se samostatně vyvedenými katodami. Pentodový systém je navržen pro použití v koncovém stupni obrazového zesilovače. Má zhruba stálou strmost v celé oblasti vybuzení při střední hodnotě asi 10 mA/V. Aby se dosáhlo zmenšení rozptylu charakteristik, je stínící mřížka napájena přímo z anodového zdroje. Tento způsob provozu klade značné nároky na výkonovou ztrátu stínící mřížky a konstrukce musí zajišťovat dobré odvádění tepla. Proto jsou opatřeny prodloužené nosníky stínící mřížky opatřeny chladicími křídélky. Pentoda je schopna při napájecím napětí 170 V a anodovém odporu 3 kΩ dodat výstupní mezivrcholové napětí 80 V. Vstupní dynamická kapacita<sup>2)</sup> a výstupní kapacita pentody jsou malé, což zjednodušuje obvod zpětné vazby nutný k dosažení dostatečné šířky přenašeného pásma.

Triodová část elektronky PCL84 je od pentody zcela oddělena a slouží proto pro samostatné funkce. Je vhodná především pro obvody televizních přijímačů s klíčovou automatikou, dále pro oddělovače a zesilovače synchronizačních impulsů nebo pro omezovače poruch. Charakteristika triody se blíží přímce, což je dosaženo velmi plochým oválným systémem, ve kterém změny vzdálenosti mezi mřížkou a anodou mají na tvar charakteristiky poměrně malý vliv. Aby se dále zmenšil rozptyl charakteristik vlivem tolerancí vzdálenosti katoda — mřížka, byla tato vzdálenost zvolena velká. To má za následek zmenšení strmosti, které je vyrovnáno zvětšením povrchu katody. Vínutí mřížky je z tlustého drátu, aby se předešlo zbytečným deformacím při montáži.

Konstrukce elektronky je provedena s ohledem na dobrou mechanickou pevnost systému, čímž se dosáhne zmenšení sklonu k mikrofoničnosti. Oba systémy jsou umístěny nad výliskem vedle sebe, jak je vidět z řezu systémem na obr. 32. Pentodový systém je opatřen přidavnou horní slídovou destičkou, která pevně drží nosníky řídicí a stínící mřížky a pružně zpevňuje uložení katody. Vzdálenosti mezi nosníky jednotlivých elektrod jsou poměrně velké a ve slídových destičkách jsou přidavné výseky; těmito opatřeními se dosahuje zlepšení mezielektrodoových izolací. Mezi oba systémy je vloženo stínění, zmenšující vzájemné kapacity. Rovněž zapojení patice je zvoleno tak, aby ka-

<sup>1)</sup> Trvání impulsu max. 4 % periody, ne však déle než 0,8 ms.

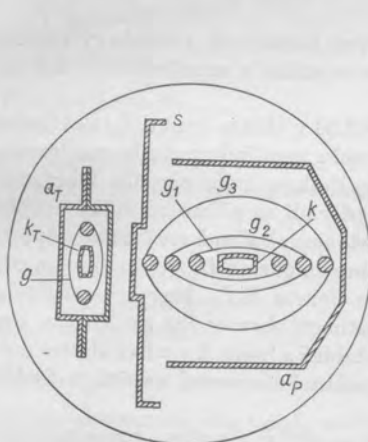
<sup>2)</sup> Vstupní dynamická kapacita  $C_{g1} = C_{g1} + C_{g1/a} \cdot A$ , kde  $A$  je zesílení stupně.



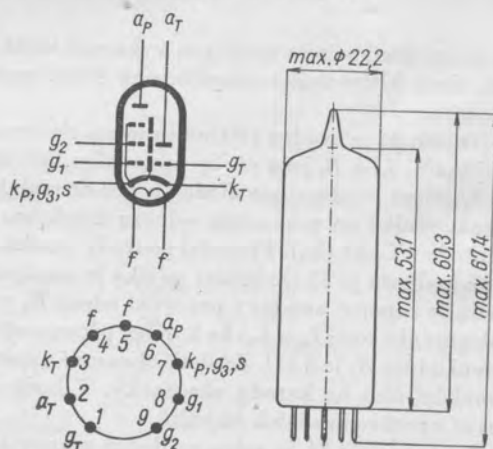
Obr. 31. Elektronka TESLA PCL84.

pacity přívodů byly minimální. Materiály elektrod jsou vybrány se zřetelem ke značnému teplotnímu namáhání.

Zapojení patice a rozměry elektronek PCL84 a ECL84 jsou na obr. 33.



Obr. 32. Řez systémem sdrůžené elektronky PCL84.



Obr. 33. Zapojení patice a rozměry elektronky PCL84.



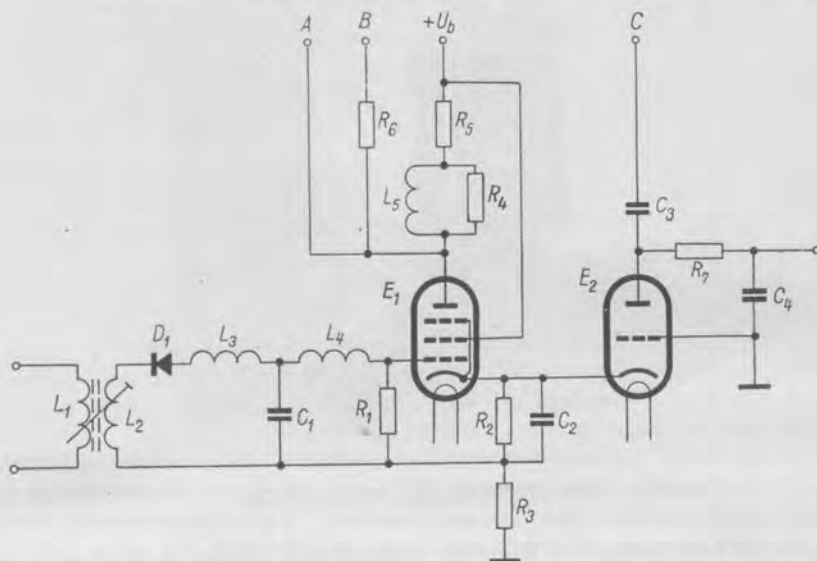
## 6. 7. 2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábí tato elektronka se stejným označením, v USA nemá ekvivalent.

## 6. 7. 3 Použití

*Zesilovač obrazového signálu a stupeň pro klíčovanou automatiku*

Jak již bylo uvedeno v popisu, byla elektronka PCL84 vyvinuta především pro použití v televizních přijímačích a to pentodový systém jako obrazový zesilovač, schopný



Obr. 34. Zapojení pentody PCL84 jako koncový stupeň obrazového zesilovače a triody téže elektronky v obvodu klíčovaného samočinného řízení zesílení.

dodávat dostatečné napětí pro vybuzení všech běžných obrazovek a triodový systém pro účely klíčovaného samočinného řízení zesílení vstupního a mezifrekvenčního zesilovače.

Na obr. 34 je uveden příklad zapojení elektronky PCL84 v těchto stupních televizního přijímače.  $L_1$  a  $L_2$  jsou cívky posledního ladícího obvodu mezifrekvenčního zesilovače, ke kterému je připojena dioda  $D_1$  pro demodulaci mezifrekvenčního signálu. Obrazový signál vzniká na pracovním odporu detektoru  $R_1$  a přivádí se přímo na řídicí mřížku pentody PCL84 ( $E_1$ ). Předpětí pentody vzniká na části společného katodového odporu, jejíž hodnota je  $32 \Omega$ . Stínící mřížka je napájena přímo ze zdroje  $U_b$ . V anodovém přívodu je zapojen anodový pracovní odpor  $R_5$  v sérii s členem  $R_4L_5$ , který slouží (stejně jako indukčnosti  $L_3$  a  $L_4$ ) ke korekci přenosových vlastností obrazového zesilovače. Pracovní odpor  $R_5$  je  $5 \text{ k}\Omega$ . Zesílené obrazové napětí se odebírá z bodu A a přivádí přes další korekční člen na katodu obrazovky. V bodě B se odebírá obrazové napětí pro oddělovací synchronizačních impulsů.

Pentoda PCL84 je schopna dodat mezivrcholové napětí zesíleného obrazového signálu větší než  $80 \text{ V}$  na anodovém pracovním odporu  $3 \text{ k}\Omega$ , při čemž se předpokládá rozkmit anodového proudu od  $3$  do  $30 \text{ mA}$ . Zkreslení výstupního napětí je malé, protože

pracovní oblast převodové charakteristiky je poměrně rovná. Při tom tato charakteristika je velmi krátká, takže se samočinně omezují napěťové špičky vstupního signálu zaviněné poruchami. Velká strmost elektronky podmiňuje malou potřebnou hodnotu vstupního signálu na řídicí mřížce. Pro plné vybuzení stačí mezivrcholové napětí  $E_1$  asi 2,7 V.

Triodová část elektronky PCL84 může sloužit v různých stupních televizních přijímačů, jako je např. oddělovač synchronizačních impulsů, zesilovač synchronizačních impulsů a omezovač poruch. Především je však určena svými vlastnostmi pro použití v obvodech klíčovaného samočinného řízení zesílení. Základní zapojení je také na obr. 34.

Trioda  $E_2$  pracuje v tomto zapojení podobně jako řízený usměrňovač. Na anodu se přes kondenzátor  $C_3$  přivádějí impulsy zpětného běhu z transformátoru koncového stupně řádkového rozkládače, takže triodou teče proud jen v době zpětného běhu, to je v době průběhu řádkových synchronizačních impulsů. Mřížka triody je uzemněna a katoda je spojena s katodou pentodové části elektronky PCL84. V mřížkovém obvodu triody proto působí obrazový signál, který se vytvoří spádem na odporu  $R_3 = 180 \Omega$ . Na anodě triody se odebírá přes vyhlazovací člen  $R_7C_4$  usměrněné záporné napětí, které je závislé na amplitudě synchronizačních impulsů na katodě. Toto napětí se používá k řízení zesílení v mezifrekvenčním zesilovači a vstupním vysokofrekvenčním zesilovači.

#### 6. 7. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení je sériové (u elektronky ECL84 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.

	PCL84	ECL84	
Žhavicí napětí . . . . .	$U_t$	15,0	6,3 V
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	300	720 mA

##### b) Kapacity

###### Trioda

Vstupní kapacita . . . . .	$C_g$	4,0	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	2,3	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	2,7	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem . . . . .	$C_{g/t}$	max. 0,1	pF

###### Pentoda

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	9,0	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	4,5	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	max. 0,1	pF

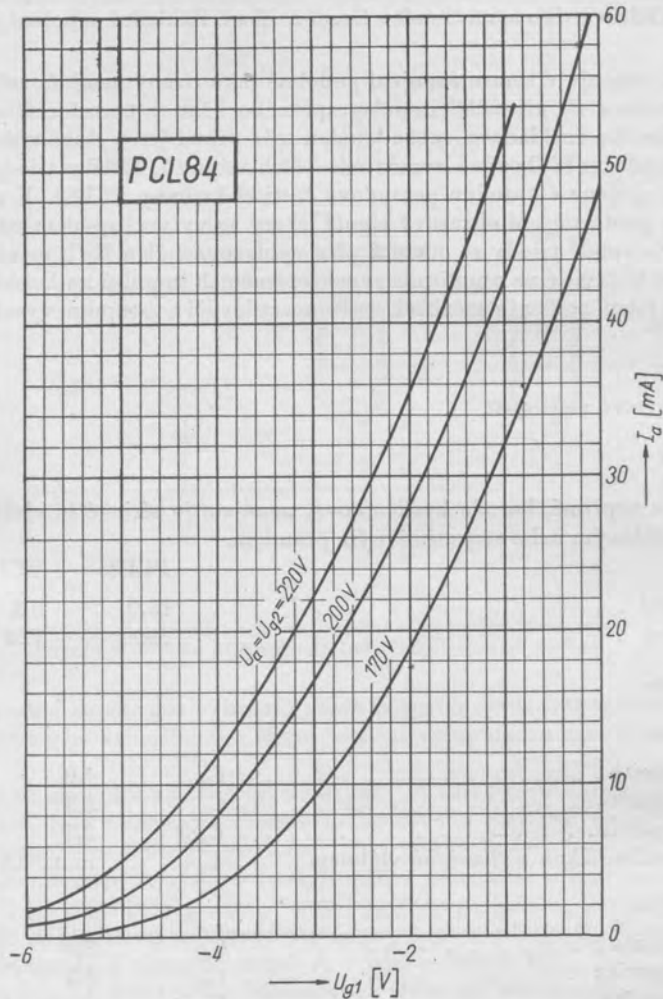
###### Kapacity mezi oběma systémy

Kapacita mezi anodou triody a řídicí mřížkou pentody . . . . .	$C_{aT/g1P}$	max. 0,01	pF
Kapacita mezi mřížkou triody a řídicí mřížkou pentody . . . . .	$C_{gT/g1P}$	max. 0,01	pF

c) Charakteristické údaje

Trioda

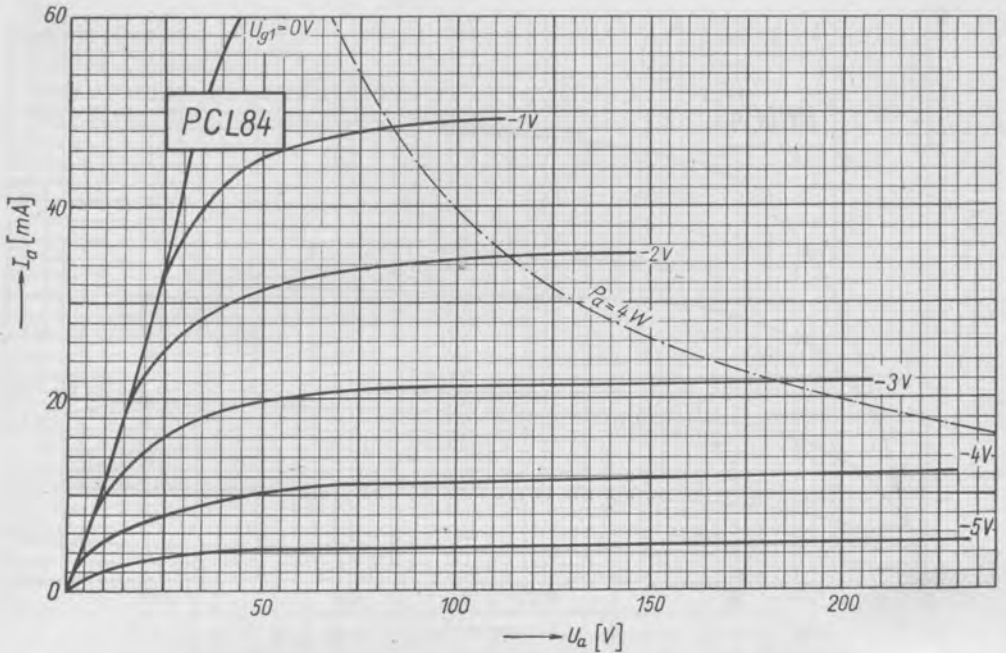
Anodové napětí. . . . .	$U_a$	200	V
Mřížkové předpětí. . . . .	$U_g$	-1,7	V
Anodový proud. . . . .	$I_a$	3,0	mA
Strmost . . . . .	$S$	4,0	mA/V
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	65	—



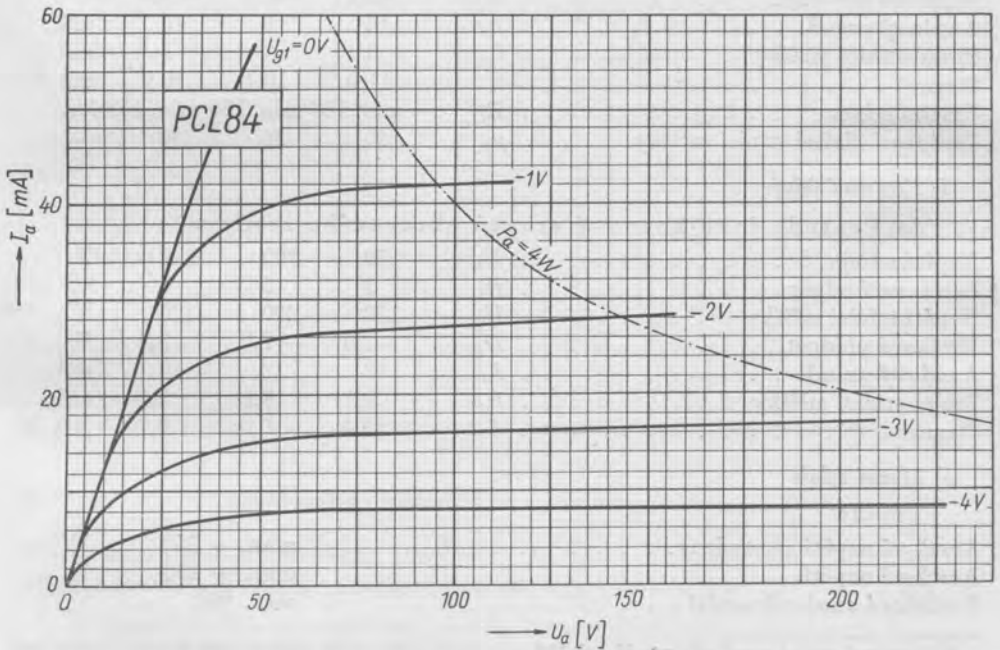
Dg. 48. Anodový proud pentody  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různém anodovém napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2}$ .

Pentoda

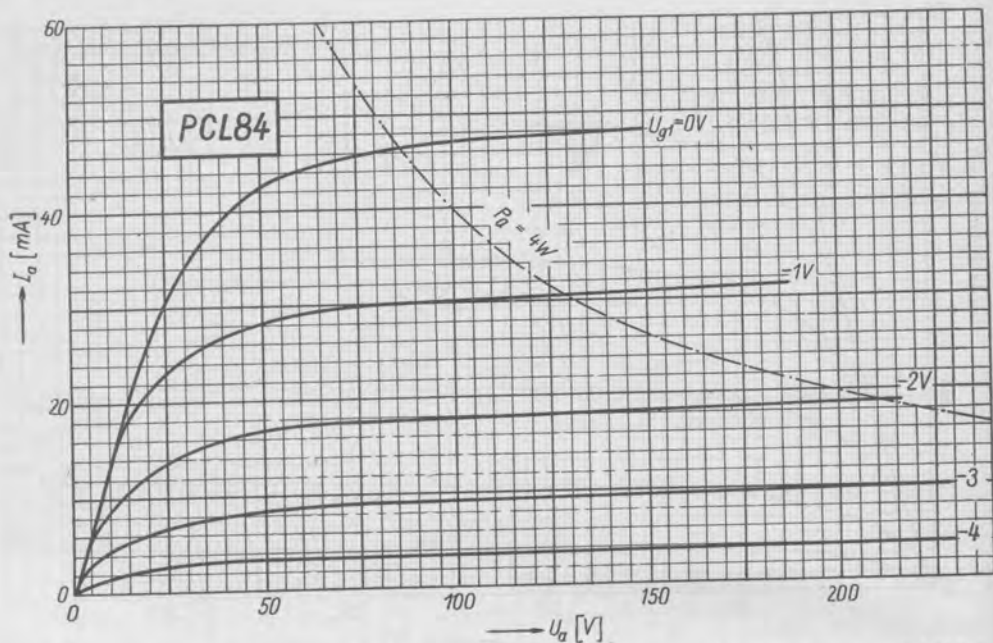
Anodové napětí. . . . .	$U_a$	170	200	220	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	170	200	220	V



Dg. 49. Anodový proud pentody  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 220$  V.



Dg. 50. Anodový proud pentody  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 200$  V.



Dg. 51. Anodový proud pentody  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V.

Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-2,1	-2,9	-3,4	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	18	18	18	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	3	3	3	mA
Strmost . . . . .	$S$	11,0	10,4	10,0	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_l$	min. 100	min. 130	min. 150	kΩ
Zesilovací činitel stínící mřížky . . . . .	$\mu_{g1}$	36	36	36	—

d) Provozní údaje

da) Pentoda jako koncový stupeň obrazového zesilovače

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	170	200	220	V
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	3	3	3	kΩ
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	170	200	220	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-2,0	-2,8	-3,3	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	18	18	18	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	3,2	3,1	3,1	mA
Strmost . . . . .	$S$	10,4	10,0	9,7	mA/V

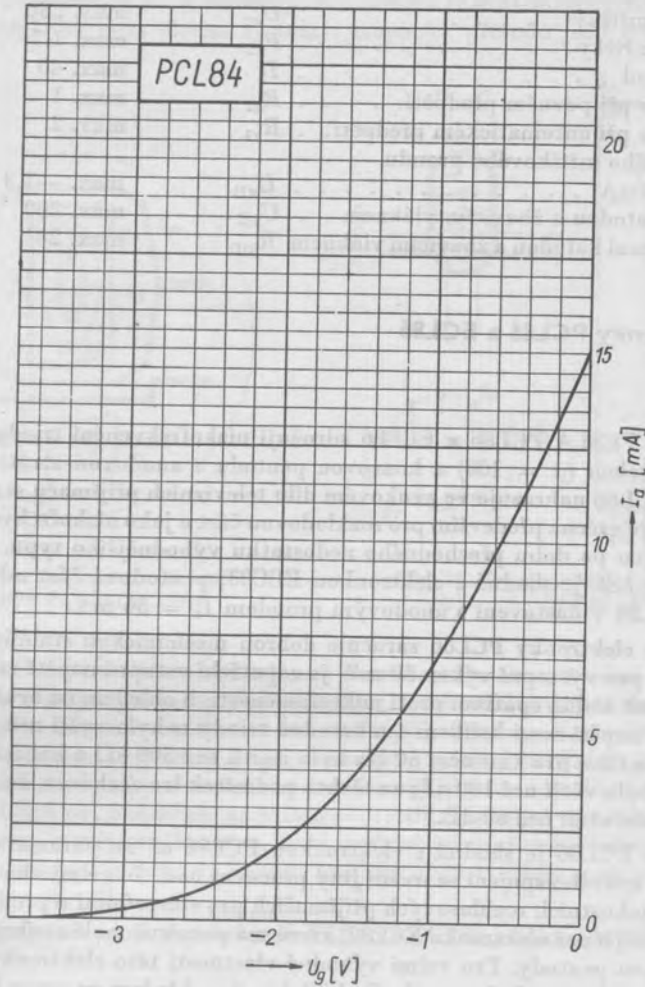
e) Mezní údaje

Trioda

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. $\pm$ 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. $\pm$ 250	V
Vrcholové anodové napětí . . . . .	$U_{av}$	max. 600	V <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Anodový proud musí být menší než 100  $\mu$ A. Maximální doba trvání vrcholového napětí smí být 18 % jedné periody, maximálně však 18  $\mu$ s.

Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 1	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 12	mA
Svodový odpor při pevném předpětí . . . . .	$R_g$	max. 1	MΩ
Svodový odpor při automatickém předpětí . . . . .	$R_g$	max. 3	MΩ



Dg. 52. Anodový proud triody  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_g$  při anodovém napětí  $U_a = 200$  V.

Počátek kladného mřížkového proudu

$(I_g = +0,3 \mu A)$ . . . . .	$U_{g1}$	max. -1,3	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/f}$	max. 150	V <sup>1) 2)</sup>
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem	$R_{k/f}$	max. 20	kΩ

<sup>1)</sup> Při kladné katodě je přípustno mezi katodou a žhavicím vláknem maximálně 200 V stejnosměrného a 150 V střídavého efektivního napětí.

<sup>2)</sup> Pro elektronku ECL84 platí  $U_{k/f} = \text{max. } 100$  V.

Pentoda

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 4	W
Napětí stínící mřížky za studena . . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 250	V
Ztráta stínící mřížky . . . . .	$P_{g2}$	max. 1,7	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 40	mA
Svodový odpor při pevném předpětí . . . . .	$R_{g1}$	max. 1	MΩ
Svodový odpor při automatickém předpětí . . . . .	$R_{g1}$	max. 2	MΩ
Počátek kladného mřížkového proudu			
( $I_{g1} = +0,3 \mu A$ ) . . . . .	$U_{g1}$	max. -1,3	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 200	V <sup>2</sup> )
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem	$R_{k/t}$	max. 20	kΩ

## 6.8 Elektronky PCL86 a ECL86

### 6.8.1 Popis

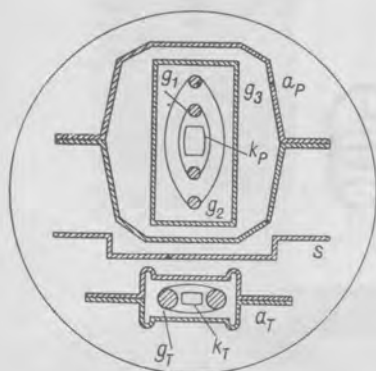
Elektronky TESLA PCL86 a ECL86 sdružují nízkofrekvenční triodu s velkým zesilovacím činitelem ( $\mu = 100$ ) a koncovou pentodu s anodovou ztrátou  $P_a = 9$  W. Elektronka PCL86 nahrazuje ve zvukovém dílu televizních přijímačů starší elektronku PCL82, která je určena především pro rozkladovou část a jako nízkofrekvenční zesilovač se používala jen po dobu přechodného nedostatku výhodnějšího typu. Triodová část elektronky PCL86 je shodná s elektronkou ECC83, pentodová část odpovídá zhruba elektronce EL84 v nastavení s anodovým proudem  $I_a = 36$  mA.

Konstrukce elektronky PCL86 zaručuje dobrou mechanickou stabilitu, takže v zapojeních, kde pro výstupní výkon 50 mW je zapotřebí vstupní napětí větší než 10 mV, není nutno činit žádná opatření proti mikrofoničnosti. S ohledem na bručení je žádoucí, aby efektivní napětí mezi kolíkem 4 a katodou triody nebylo vyšší než 18 V, dále aby impedance v mřížce pro kmitočet 50 Hz byla menší než 500 kΩ a kapacita katodového kondenzátoru byla větší než 100 μF; za těchto podmínek lze očekávat, že odstup bručení od signálu bude větší než 60 dB.

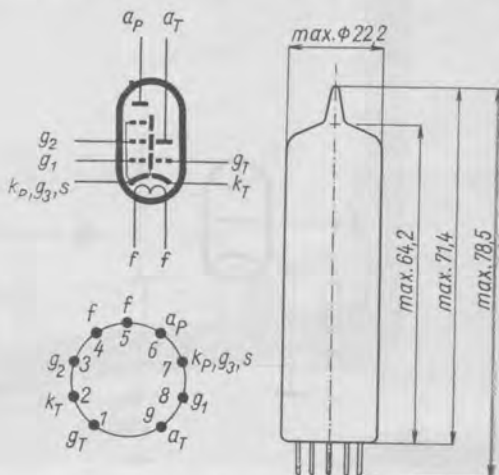
Elektronka ECL86 je shodná s elektronkou PCL86 až na parametry žhavení, ale s ohledem na způsob zapojení se uvádí jiný pracovní bod. Je velmi vhodná pro použití v moderních jakostních rozhlasových přijímačích pro stereofonní reprodukci. Pro tento účel je výhodnější než elektronka ECL82, která má poměrně malé zesílení triody a malý výstupní výkon pentody. Pro velmi výhodné vlastnosti této elektronky bylo v ČSSR upuštěno od vývoje dvojitě pentody ELL80, která s ohledem na umístění dvou pentodových systémů v poměrně malé novalové baňce má omezený výstupní výkon. Při použití elektronky ELL80 je nutno jako předzesilovač zapojit elektronku ECC83, jejíž kapacity mezi systémy nezaručují, že se zabrání přeslechům mezi oběma kanály. Elektronka ECL86 rovněž vyplňuje dosti značnou mezeru ve výstupním výkonu mezi elektronkami ECL82 a EL84, takže se dobře uplatní i při jednobáňové reprodukci. Při zapojení v souměrném zesilovači třídy AB lze s elektronkami ECL86 získat výstupní výkon 10 W při zkršení  $d_{tot} = 4$  %.

Základní koncepce konstrukce elektronky je dána požadavkem co nejmenšího žhavicího příkonu. Z toho vyplývá nutnost použití co nejmenší délky systémů. Délka pen

tohoto systému je dána přípustnou anodovou ztrátou. Na triodu nejsou kladeny zvláštní proudové požadavky a je tedy možno systém zkrátit, což je za účelem zmenšení žhavicího příkonu výhodnější než zeslabení katodové trubičky, které přináší nebezpečí mechanické nestability. Nestejně dlouhé systémy umístěné vedle sebe tvoří tzv. „bal-kónovou“ konstrukci. Zkrácený triodový systém má další přednost ve zmenšení náchylnosti k mikrofoničnosti a zmenšuje nežádoucí kapacity mezi systémy. Ty jsou dále zmenšeny stíněním mezi oběma systémy. Kapacity přívodů jsou zmenšeny stíněním



Obr. 35. Řez systémem sdružené elektronky PCL86 (ECL86).



Obr. 36. Zapojení patice a rozměry elektronky PCL86 (ECL86).

vloženým mezi spodní slídu a výlisek, což umožňuje dosáhnout velmi malých kapacit mezi mřížkou triody a žhavicím vláknem. Tím lze připustit zvýšení dovoleného napětí mezi katodou a žhavicím vláknem bez nebezpečí bručení. Kapacitu mezi mřížkou triody a anodou pentody, která je při normálním použití menší než 0,01 pF, lze dále zmenšit použitím objímky se stíněním do výše asi 15 mm od základny elektronky až na méně než 0,006 pF. S ohledem na nebezpečí většího zkreslení v pentodě při zvětšování strmosti vlivem ostrůvkového jevu, bylo zesílení vystupňováno především v triodě, kde podobné nebezpečí nehrozí. Katody i mřížky obou systémů mají oválný tvar. Řez systémem je na obr. 35.

Zapojení patice a rozměry elektronek PCL86 a ECL86 jsou na obr. 36.

### 6. 8. 2 Obdobné typy

V Evropě se elektronky PCL86 a ECL86 značí stejným způsobem jako v ČSSR.

### 6. 8. 3 Použití

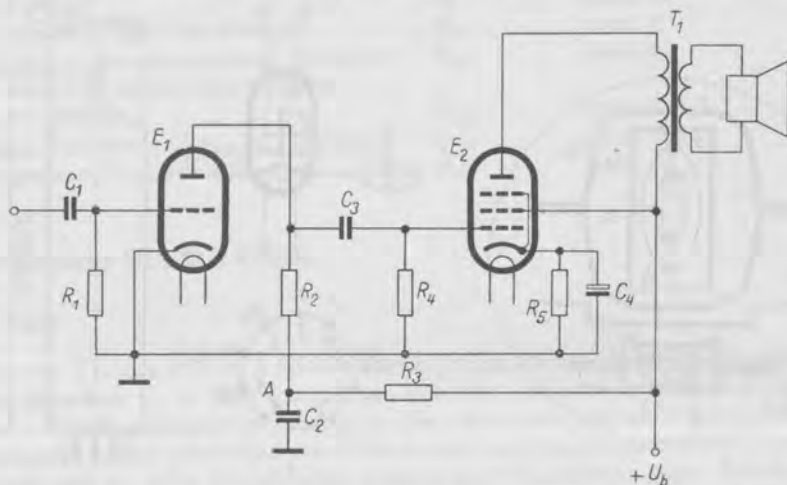
#### a) Odporově vázaný nízkofrekvenční zesilovač napětí

Triodový systém elektronky PCL86 nebo ECL86 je především vhodný jako nízkofrekvenční odporově vázaný zesilovač napětí. Nachází proto nejčastěji použití ve zvukové části televizních přijímačů nebo v nízkofrekvenčním zesilovači rozhlasových při-



jímačů ve spojení s pentodovým systémem téže elektronky. Na obr. 37 je příklad prostého zapojení nízkofrekvenčního zesilovače s elektronkou PCL86 nebo ECL86.

Vstupní nízkofrekvenční signál se přivádí přes kondenzátor  $C_1$  na řídicí mřížku triody  $E_1$ . Předpětí se získává průtokem mřížkového proudu odporem  $R_1$ , jehož hodnota je  $10 \text{ M}\Omega$ . V anodovém přívodu je zapojen pracovní odpor  $R_2 = 220 \text{ k}\Omega$ , na kterém vzniká zesílené nízkofrekvenční napětí, kterým se budí výkonový zesilovač  $E_2$ . Jako přidavná zátěž triody působí mřížkový svodový odpor  $R_4 = 680 \text{ k}\Omega$ . V přívodu anodo-



Obr. 37. Odporově vázaný nízkofrekvenční zesilovač s triodou PCL86 a koncový zesilovač třídy A s pentodou téže elektronky.

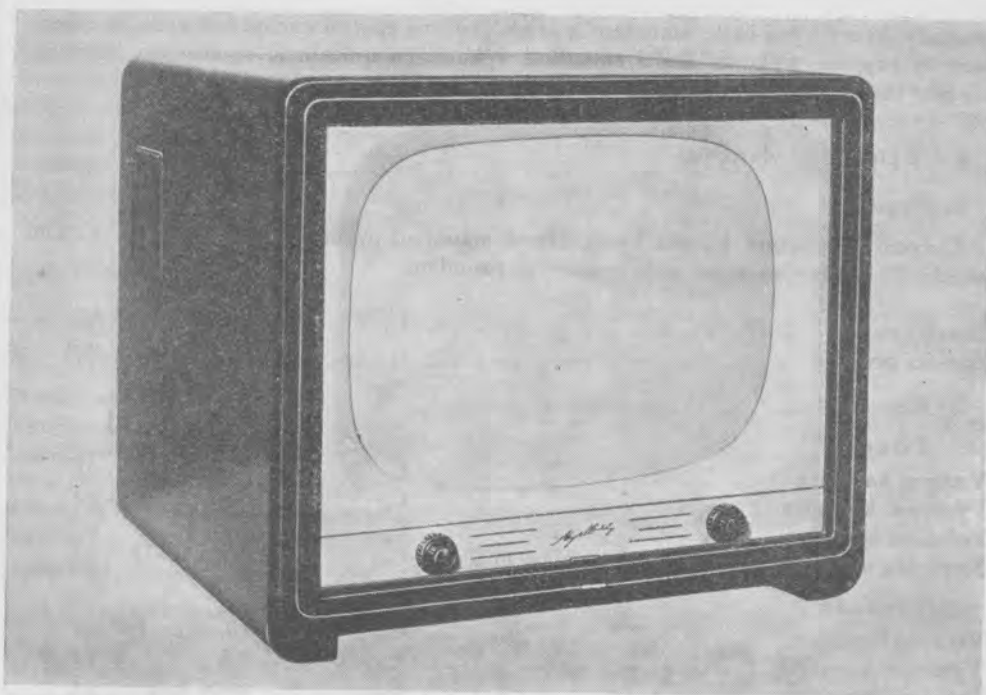
vého proudu je dále zapojen sériový odpor  $R_3 = 68 \text{ k}\Omega$ , který upravuje napájecí napětí v bodě A na  $200 \text{ V}$  při napětí zdroje  $U_b = 230 \text{ V}$ . Odpor  $R_3$  je možno využít k přidavnému vyhlazení napájecího proudu.

Všechny uvedené hodnoty platí pro použití elektronky PCL86 ve zvukové části televizních přijímačů, ve kterých bývá napájecí napětí  $U_b = 230 \text{ V}$ . V tomto nastavení je zesílení triodového stupně asi  $66$  a celkové zkreslení asi  $0,6 \%$  při výstupním napětí  $E_o = 3,2 \text{ V}$ , které je právě třeba k vybuzení pentodového systému na jmenovitý výkon  $P_o = 3,8 \text{ W}$ . Anodový proud triody je při tom asi  $0,42 \text{ mA}$ .

Stejně zapojení platí také pro elektronku ECL86 v rozhlasových přijímačích, kde bývá napájecí napětí vyšší. Činí obvykle  $250 \text{ V}$ . Tímto napětím je možno přímo napájet triodu  $E_1$  na obr. 37 tak, že se bod A spojí přímo se svorkou  $+U_b$ . Ostatní hodnoty součástí zůstávají stejné. Při poněkud větším anodovém proudu  $I_a = 0,6 \text{ mA}$  je zesílení  $70$  a zkreslení  $d_{\text{tot}} = 0,4 \%$  při výstupním napětí  $E_o = 3,2 \text{ V}$ .

#### b) Nízkofrekvenční koncový zesilovač

Základní zapojení nízkofrekvenčního koncového zesilovače s pentodovým systémem elektronky PCL86 je na obr. 37. Budicí napětí se přivádí na řídicí mřížku pentody  $E_2$  přes kondenzátor  $C_3$ . Svodový odpor  $R_4$  je  $680 \text{ k}\Omega$ . Předpětí vzniká na katodovém odporu  $R_5$ , jehož hodnota je  $125 \Omega$ . Tento odpor je přemostěn velkým kondenzátorem. V anodovém přívodu je zapojen výstupní transformátor  $T_1$ , který má přizpůsobit odpor reproduktoru k optimálnímu zatěžovacímu odporu  $R_s = 5,6 \text{ k}\Omega$ . Anoda i stínící mřížka



Obr. 38. Československý televizní přijímač Myslbeč.

se napájejí ze zdroje, jehož napětí je  $U_b = 230$  V. V tomto nastavení, které je přizpůsobeno podmínkám v televizním přijímači, je jmenovitý výstupní výkon  $P_o = 3,8$  W. Dosahuje se ho při budicím napětí  $E_i = 3,2$  V. Zkreslení je při tom 10 %. Maximálního výstupního výkonu  $P_o = 4,1$  W lze dosáhnout při vybuzení až do oblasti kladného mřížkového proudu při efektivním budicím napětí asi 3,6 V. Potřebné efektivní budicí napětí pro výstupní výkon  $P_o = 50$  mW je asi 0,3 V. Při zesílení triodového stupně kolem 70 je potřebné vstupní napětí na řídicí mřížce triody asi 4,3 mV. Rezervu zesílení, kterou poskytuje elektronka PCL86, je možno využít k zavedení účinné zpětné vazby.

V rozhlasových přijímačích, kde se používá elektronky ECL86, je základní zapojení stejné s poněkud pozměněnými hodnotami, které jsou podmíněny vyšším napětím napájecího zdroje  $U_b = 250$  V. Katodový odpor  $R_5$  je  $170 \Omega$  a výstupní transformátor je přizpůsoben k optimálnímu zatěžovacímu odporu  $R_a = 7$  k $\Omega$ . Při těchto hodnotách se dosahuje většího výstupního výkonu při stejném budicím napětí, jako při nastavení pro elektronku PCL86 při napájecím napětí  $U_b = 230$  V. Ostatní hodnoty jsou uvedeny v čl. 6.8.4 odst. db) na str. 103.

Jak již bylo uvedeno v popisu elektronky v čl. 6.8.1, je elektronka ECL86 velmi vhodná pro moderní stereofonní zařízení. V zesilovači vhodném pro tento provoz lze použít dva shodné nízkofrekvenční zesilovače, jejichž základní zapojení je shodné se zapojením na obr. 37. V každém zesilovači se přenáší jeden kanál. Často se v anodovém obvodu koncových elektronek spojují oba kanály v oblasti hlubokých tónů, které se přenášejí jediným reproduktorem. V tomto případě se objeví jako přídavný zatěžovací odpor v anodě jedné koncové elektronky také vnitřní odpor druhé nevybuzené koncové



pentody, který bývá často zmenšený vlivem záporné zpětné vazby, což vede ke zmenšení výstupního výkonu. Další zmenšení výkonu je způsobeno společným buzením a vyskytuje se také při mísení hlubokých tónů v mřížkovém obvodu.

6. 8. 4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení je sériové (u elektronky ECL86 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.

	PCL86	ECL86	
Žhavicí napětí . . . . .	14,5	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	300	700	mA

b) Kapacity

Trioda

Vstupní kapacita . . . . .	$C_g$	2,0	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	1,8	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	1,6	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem . . . . .	$C_{g/f}$	max. 0,012	pF

Pentoda

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	10	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	9,5	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	max. 0,5	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem . . . . .	$C_{g1/f}$	max. 0,2	pF

Kapacity mezi oběma systémy

Kapacita mezi anodou triody a řídicí mřížkou pentody . . . . .	$C_{aT/g1P}$	max. 0,2	pF
Kapacita mezi mřížkou triody a anodou pentody . . . . .	$C_{gT/aP}$	max. 0,01	pF
Kapacita mezi mřížkou triody a řídicí mřížkou pentody . . . . .	$C_{gT/g1P}$	max. 0,01	pF
Kapacita mezi anodou triody a anodou pentody . . . . .	$C_{aT/aP}$	max. 0,2	pF

c) Charakteristické údaje

ca) Elektronka PCL86

		Trioda	Pentoda	
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	230	230	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$		230	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-1,5	-5,7	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	1,2	39	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$		6,5	mA
Strmost . . . . .	$S$	1,6	10,5	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	62,5	48	kΩ
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	100		—
Zesilovací činitel stínící mřížky . . . . .	$\mu_{g1}$		21	—

cb) Elektronka ECL86

		Trioda	Pentoda	
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	250	250	V



Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$		250	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-1,9	-7,0	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	1,2	36	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$		6,0	mA
Strmost . . . . .	$S$	1,6	10,0	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	62,5	48	k $\Omega$
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	100		—
Zesilovací činitel stínící mřížky . . . . .	$\mu_{21}$		21	—

## d) Provozní údaje

## da) Elektronka PCL86

## Trioda jako nízkofrekvenční zesilovač

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	200	V
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	220	k $\Omega$
Anodový proud . . . . .	$I_a$	0,42	mA
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	10	M $\Omega$
Svodový odpor následujícího stupně . . . . .	$R_g$	680	k $\Omega$
Zesílení . . . . .	$A$	66	—
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	0,6	%

## Pentoda jako zesilovač třídy A

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	230	230	230	230	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	230	230	230	230	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	125	125	125	125	$\Omega$
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	5,6	5,6	5,6	5,6	k $\Omega$
Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_1$	0	0,3	3,2	3,6 <sup>1)</sup>	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	39	39	39,5	39,5	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	6,5	6,5	11	12	mA
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	0	0,05	3,8	4,1	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	—	0,9	10		%

## db) Elektronka ECL86

## Trioda jako nízkofrekvenční zesilovač

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	250	V
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	220	k $\Omega$
Anodový proud . . . . .	$I_a$	0,6	mA
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	10	M $\Omega$
Svodový odpor následujícího stupně . . . . .	$R_g$	680	k $\Omega$
Výstupní střídavé napětí . . . . .	$E_o$	3,2	V
Zesílení . . . . .	$A$	70	—
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	0,4	%

## Pentoda jako zesilovač třídy A

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	250	250	250	250	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	250	250	250	250	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	170	170	170	170	$\Omega$
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	7	7	7	7	k $\Omega$

1) Vybuzení až k počátku kladného mřížkového proudu.

Vstupní střídavé napětí. . . . .	$E_1$	0	0,3	3,2	3,6 <sup>1)</sup> V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	36	36	37	36,5 mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	6,0	6,0	10,7	13,0 mA
Výstupní výkon <sup>2)</sup> . . . . .	$P_o$	0	0,05	4	4,5 W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$		0,95	10.	14 %

e) Mezní údaje

Trioda

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250 <sup>3)</sup>	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 0,5	W
Katodový proud. . . . .	$I_k$	max. 4	mA
Svodový odpor při pevném předpětí . . . . .	$R_g$	max. 1	MΩ
Svodový odpor při automatickém předpětí . . . . .	$R_g$	max. 2	MΩ
Svodový odpor pro získání předpětí mřížkovým proudem. . . . .	$R_g$	max. 22	MΩ
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 100	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/t}$	max. 20 <sup>4)</sup>	kΩ

Pentoda

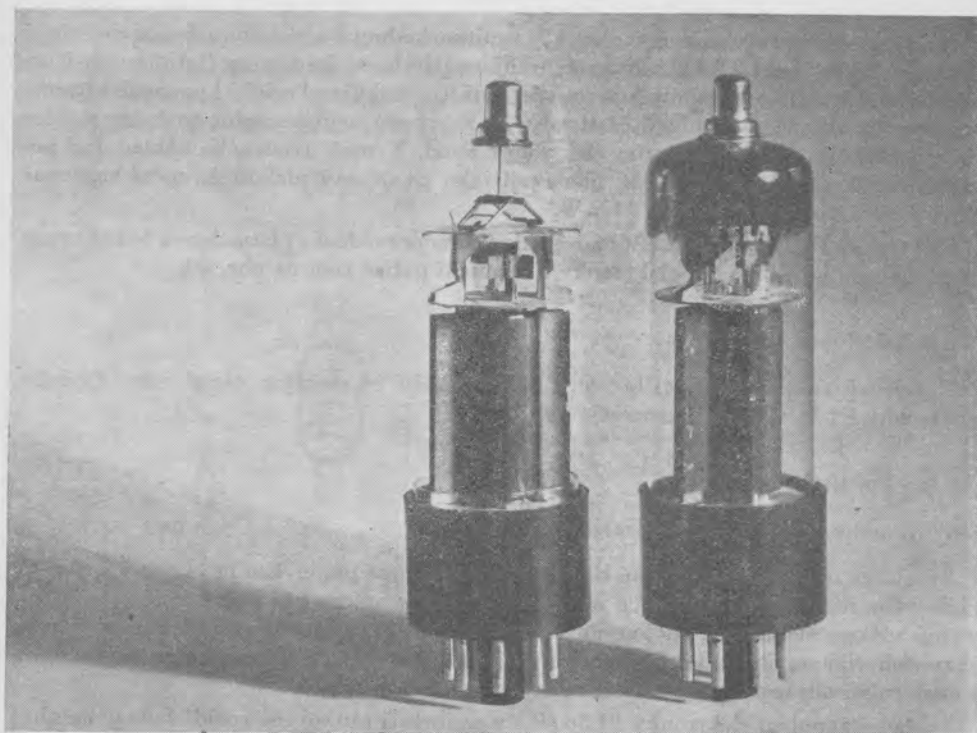
Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250 <sup>3)</sup>	V
Napětí stínící mřížky za studena. . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V
Napětí stínící mřížky. . . . .	$U_{g2}$	max. 250 <sup>3)</sup>	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 9	W
Ztráta stínící mřížky . . . . .	$P_{g2}$	max. 1,5	W
Ztráta stínící mřížky při plném vybuzení	$P_{g2}$	max. 3	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 55	mA
Svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	max. 1	MΩ
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/t}$	max. 100	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/t}$	max. 20	kΩ

6.9 Elektronky PL36 a EL36

6.9.1. Popis

Elektronky Tesla PL36 a EL36 (obr. 39) jsou výkonové svazkové tetrody určené především pro koncový stupeň řádkové rozkladové části televizních přijímačů. Velké rozměry elektronky a robustní provedení umožňují dosáhnout elektrických parametrů vhodných pro použití v televizních přijímačích s obrazovkami s úhlem vychylování 90°

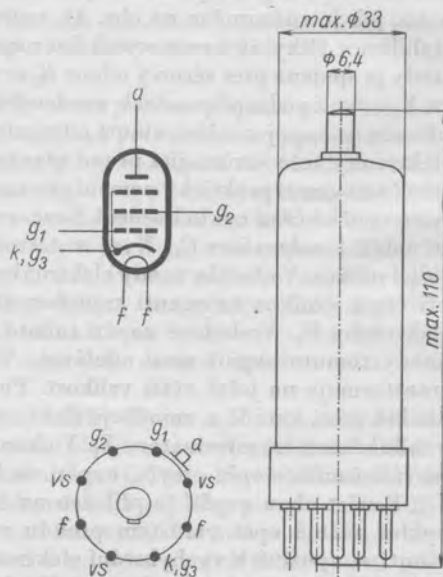
- 1) Vybuzení až k počátku kladného mřížkového proudu.
- 2) Měřeno při pevném předpětí
- 3) Pro elektronku ECL86 platí minimální napětí 300 V.
- 4) Při zapojení jako obraceč fáze je  $R_{k/t} = \text{max. } 120 \text{ k}\Omega$ .



Obr. 39. Elektronka TESLA PL36.

a větším. Velké nároky kladené při provozu zesilovače řádkového rozkládače na izolaci anody jsou respektovány samostatným anodovým vývodem na čepičku na vrcholu baňky. Elektroda omezující svazek elektronů je spojena uvnitř baňky s katodou. Mohutná anoda umožňuje činnost se ztrátou 10 W. Katoda je schopna dodat velký vrcholový proud při malém anodovém napětí; např. při anodovém napětí  $U_a = 70$  V, napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V a mřížkovém předpětí  $U_{g1} = -1$  V je jmenovitý vrcholový anodový proud 500 mA. Pro praktický provoz je ovšem nutno počítat s přípustnými tolerancemi elektronek a dále se zmenšením emisní schopnosti katody během života; doporučuje se proto využívat vrcholové proudy určené z charakteristik pouze na 75 %.

Při provozu elektronky PL36 (EL36) v řádkové rozkladové části je nutné použít v obvodu stínící mřížky sériový odpor minimálně 1,5 k $\Omega$ . Jestliže pracuje elektronka



Obr. 40. Zapojení patice a rozměry elektronky PL36 (EL36).

pod ohybem anodových charakteristik, je nutno hodnotu sériového odporu ve stínici mřížce volit větší než 2,2 k $\Omega$ , aby se zabránilo náchylnosti ke vzniku Barkhausen-Kurzových oscilací. Dále se doporučuje provést zvláštní stabilizaci celého koncového stupně zesilovače řádkové rozkladové části, aby se zabránilo nepříjemným změnám v šířce obrazu kolísáním sítě, stárnutím elektronek apod. Kromě uvedeného základního použití se někdy elektrony EL36 používají jako dvojčinný nízkofrekvenční zesilovač třídy B s výstupním výkonem 44,5 W.

Elektronka PL36 (a také EL36) je ve skleněném provedení s přitmlenou bakelitovou oktalovou patičí. Rozměry elektrony a zapojení patice jsou na obr. 40.

### 6. 9. 2 Obdobné typy

V Evropě se elektrony PL36 a EL36 vyrábějí se stejným označením. Obdobu elektrony PL36 v USA se označuje 25E5.

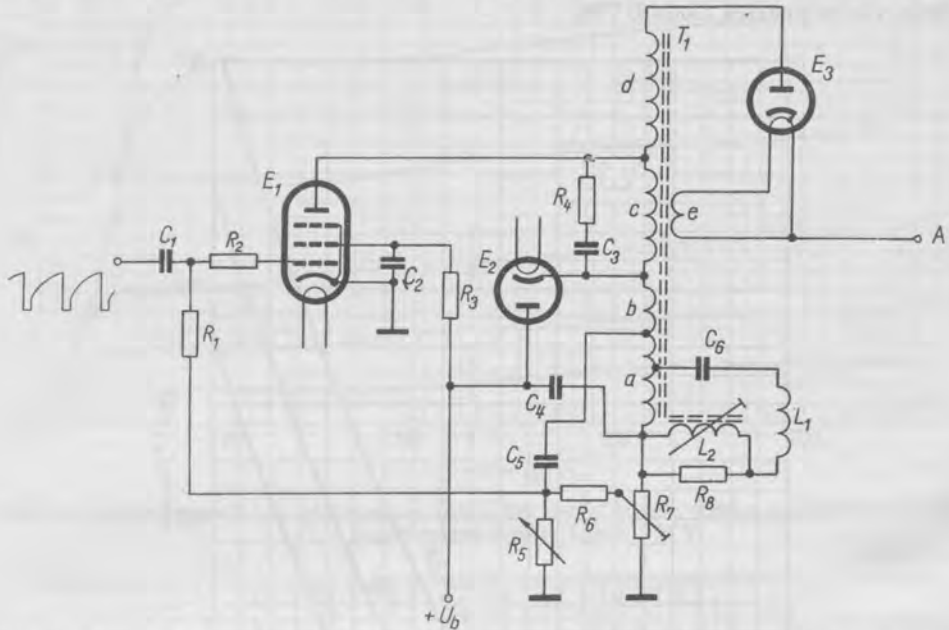
### 6. 9. 3 Použití

#### a) *Koncový stupeň řádkového rozkládače*

Spazková tetroda PL36 a také EL36 je konstruována především pro koncový stupeň řádkového rozkládače televizních přijímačů. První je určena pro běžné přijímače s žhavicími vlákny elektronek spojenými v sérii, druhá pro přístroje s paralelním spojením žhavicích vláken. Tyto elektrony jsou vhodné pro použití i v televizních přijímačích s moderními obrazovkami s úhlem vychylování 110°.

Základní zapojení elektrony PL36 ( $E_1$ ) v zesilovači řádkového rozkládače je na obr. 41. Na řídicí mřížku se přivádí budičí napětí z oscilátoru rozkládače přes vazební kondenzátor  $C_1$  a odpor  $R_2$ . Mřížkový svodový odpor  $R_1$  může být spojen přímo s katodou, nebo, jak je znázorněno na obr. 41, může se připojit ke zdroji řídicího napětí pro účel stabilizace šířky obrazu a vysokého napětí pro napájení obrazovky. Stínicí mřížka tetrody je spojena přes sériový odpor  $R_3$  se zdrojem napájecího napětí  $U_b$ . Hodnota odporu  $R_3$  se volí podle připomínek uvedených v popise elektrony na str. 105. V anodovém přívodu je zapojena část vinutí  $c$  transformátoru  $T_1$  a spínací dioda  $E_2$ . Po nažhavení elektrony teče vzrůstající proud vinutím  $c$  transformátoru, přičemž se ale napětí na této části vinutí prakticky nemění pro značnou indukčnost tohoto vinutí. Vzdělání proudu je ve využití části cyklu lineární. Současně vznikne napětí v částech vinutí  $a$  a  $b$ , kterým se nabíjí kondenzátor  $C_4$ . Nyní se tetroda uzavře značným záporným impulsem na řídicí mřížce. V obvodu anody elektrony  $E_1$  se následkem toho okamžitě přeruší proud, při čemž vznikne na vinutí transformátoru kladný impuls, který přichází na anodu elektrony  $E_1$ . Vrcholové napětí tohoto impulsu na anodě je poměrně velké a izolace anody tomuto napětí musí odolávat. V části vinutí  $d$  transformátoru se toto napětí transformuje na ještě větší velikost. Po ukončení impulsu je anoda spínací diody  $E_2$  kladná proti katodě a umožňuje další nabití kondenzátoru  $C_4$  energií nashromážděnou v indukčnosti transformátoru  $T_1$ . V okamžiku, kdy se tetroda  $E_1$  vlivem budičího napětí na řídicí mřížce opět otevře, napětí na kondenzátoru  $C_4$  se sčítá s napájecím napětím  $U_b$ . Součet obou napětí je přiložen na částech  $a$  až  $c$  transformátoru a další pracovní cyklus začíná opět vzrůstem proudu ve vinutí transformátoru. Vzdělání proudu ve vinutí se využívá k vychylování elektronového paprsku obrazovky v průběhu jednoho řádku. Vychylovací cívky  $L_1$  jsou připojeny na odbočku transformátoru přes kondenzátor  $C_3$ . Velký napětový impuls, který vzniká v době zpětného běhu paprsku, se usměrňuje diodou  $E_3$ . Vlákno této diody je napájeno z vinutí  $e$  transformátoru  $T_1$ , protože

by při zapojení do žhavicího řetězu nevyhověla izolace mezi katodou a vláknem. Usměrněné napětí několika kilovoltů se odebírá z vlákna usměrňovací diody. Vyhlazuje se kondenzátorem zapojeným mezi tento vývod (A) a zem, tvořeným druhou anodou obrazovky a jejím stínícím vnějším grafitovým povlakem na baňce.



Obr. 41. Zapojení koncového stupně řádkového rozkladového generátoru s usměrňovačem vysokého napětí pro napájení obrazovky s elektronkou PL36.

Při návrhu konstrukce řádkového rozkládače je nutno počítat se zmenšením katodového proudu během doby života elektronky i s rozptylem parametrů nových elektronek vlivem výrobních tolerancí. Charakteristiky platí pro průměrnou novou elektronku. Zmenšení katodového proudu během provozu jsou asi 20 % při napájecím napětí 215 V a 25 % při napájecím napětí 190 V. Vrcholový anodový proud má být asi 375 mA.

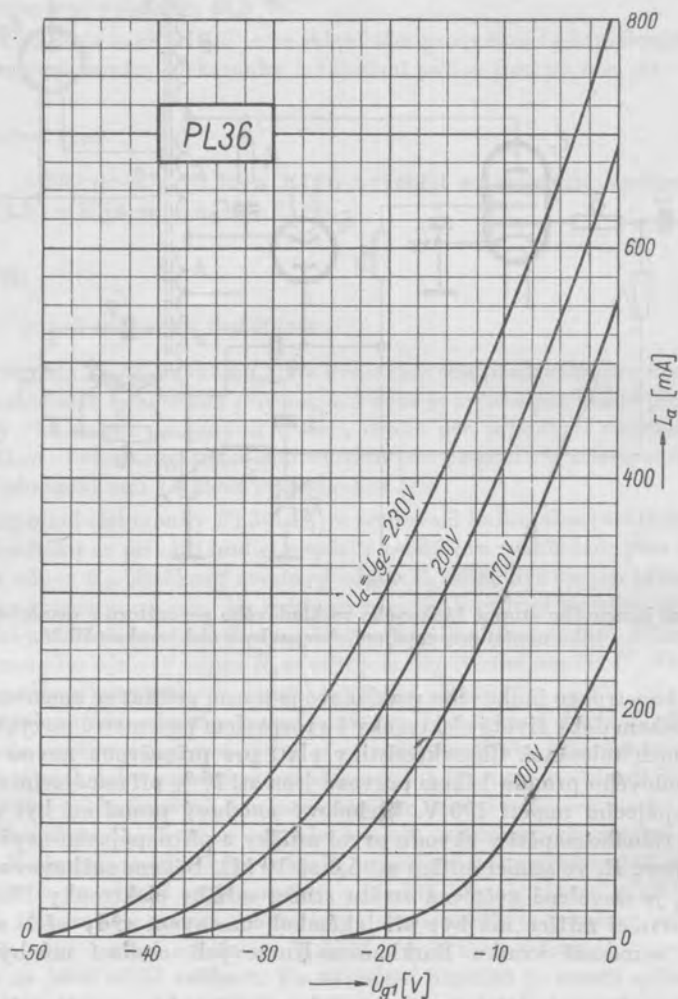
Bez použití řídicího napětí v obvodu první mřížky a při napájecím napětí asi 200 V je velikost odporu  $R_3$  ve stínící mřížce asi 6,8 až 10 k $\Omega$ . Během nažhavovací doby spínací diody  $E_2$  je dovolená zvětšená ztráta stínící mřížky elektronky PL36 až 7 W. Odpor  $R_3$  ve stínící mřížce má být při jakémkoli nastavení vždy větší než 1,5 k $\Omega$ ; pro bezpečné zamezení vzniku Barkhausen-Kurzových oscilací má být větší než 2,2 k $\Omega$ .

Na obr. 41 je znázorněno také zavedení stabilizace šířky obrazu a jsou zde také udána vysoká napětí pro napájení obrazovky. Tomu účelu slouží impulsy, odebírané z části vinutí  $a$  transformátoru  $T_1$ , odebírané přes kondenzátor  $C_5$ , jejichž vrcholové napětí je asi 1200 V, a dále část spínacího napětí odebíraného na odbočce potenciometru  $R_7$  a přiváděného přes odpor  $R_6$  současně s impulsy na varistor  $R_5$ . Varistor se chová při nesouměrném impulsovém napětí jako usměrňovač a na něm vzniká řídicí napětí pro první mřížku elektronky  $E_1$ . Toto zapojení má dále výhodu omezení buzení do oblasti kladného mřížkového proudu a tím také omezení proudu stínící mřížky na konci průběhu řádku. Proto je ztráta stínící mřížky menší a je možné použít menšího odporu  $R_3$ .



v přívodu této mřížky. Praktická hodnota je asi  $2,7 \text{ k}\Omega$ . Šířka obrazu a velikost vysokého napětí jsou potom velmi málo závislé na síťovém napětí, na zmenšení emise a na katodovém proudu obrazovky. V tomto zapojení se povoluje zvětšení mřížkového svodového odporu elektronky PL36 na  $2,2 \text{ M}\Omega$ .

Jako spínací dioda se hodí elektronka PY88 a k usměrnění vysokého napětí pro obrazovku se používá dioda DY86.

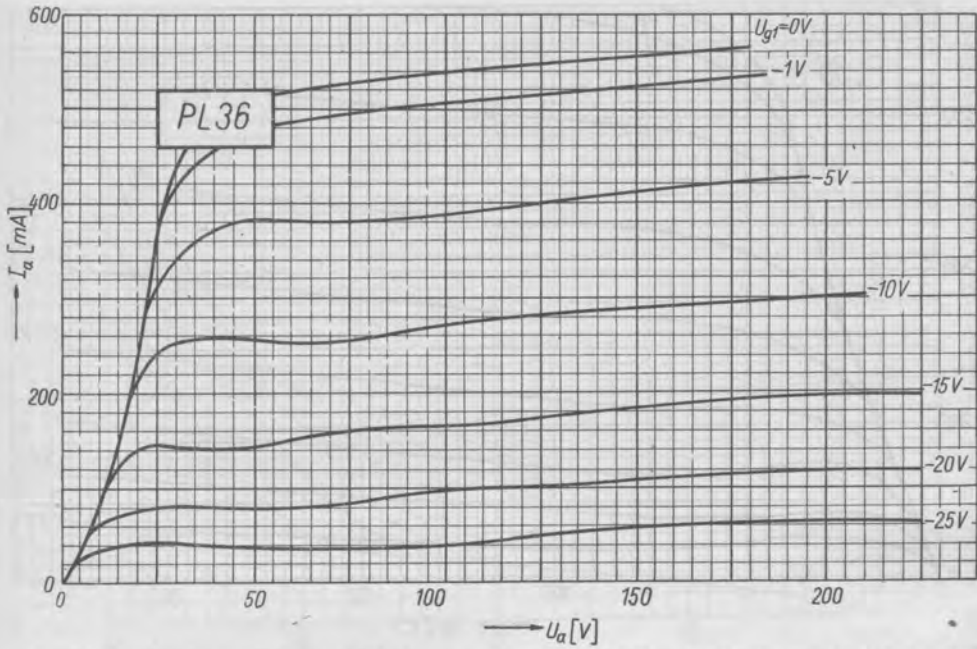


Dg. 53. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na napětí mřížky  $U_{g1}$  při různém anodovém napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2}$ .

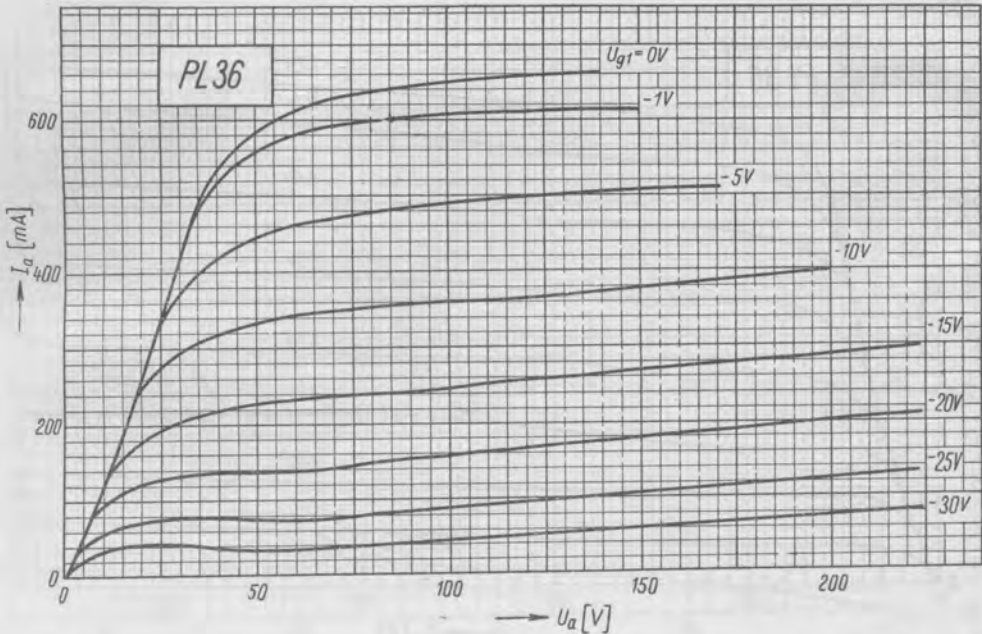
#### 6. 9. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

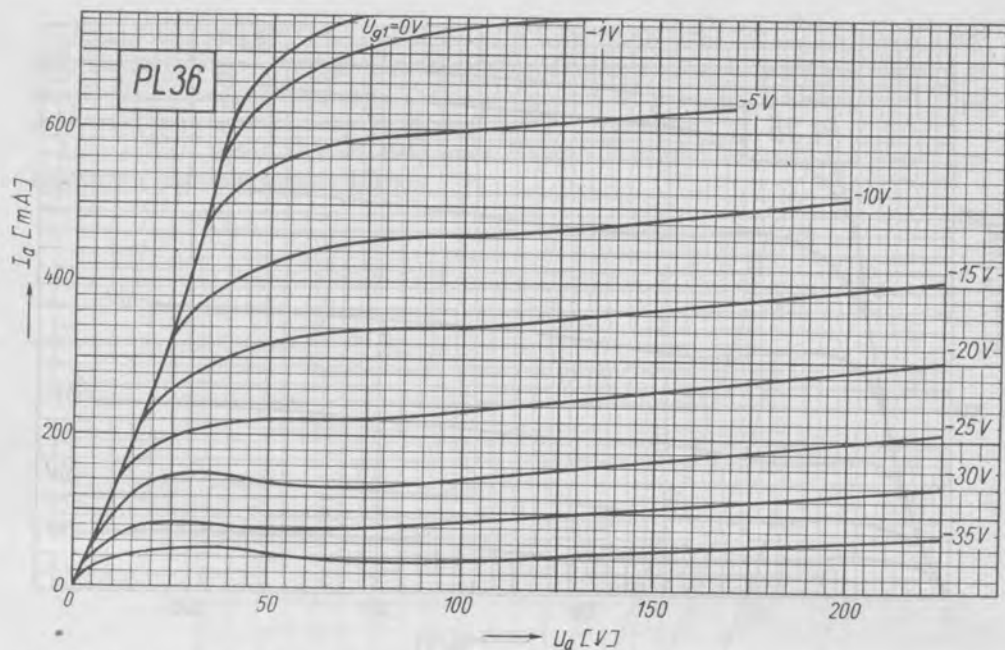
Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení sériové (u elektronky EL36 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.



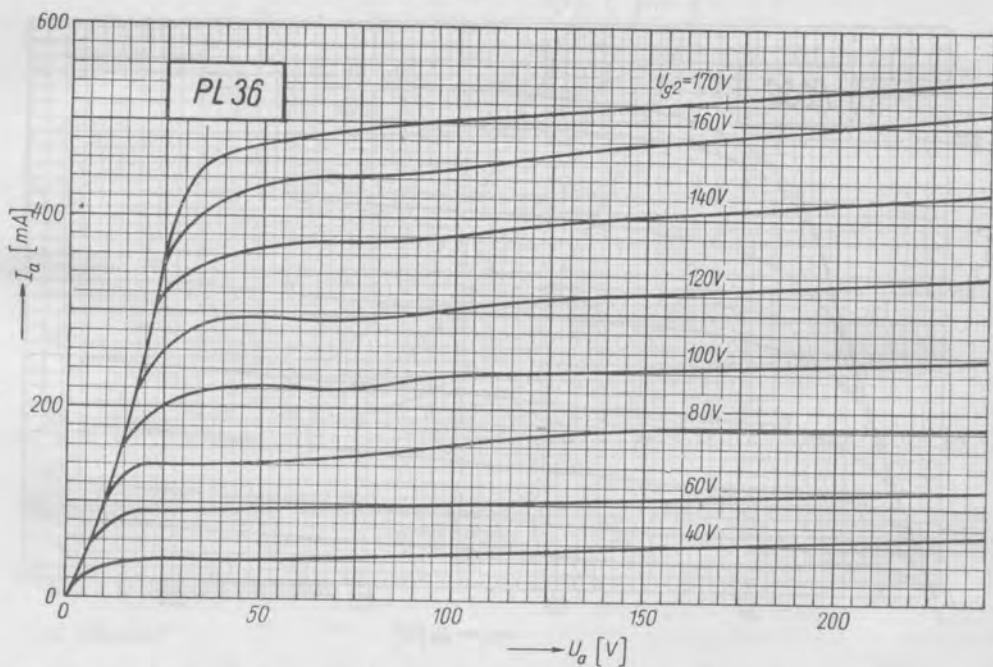
Dg. 54. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V.



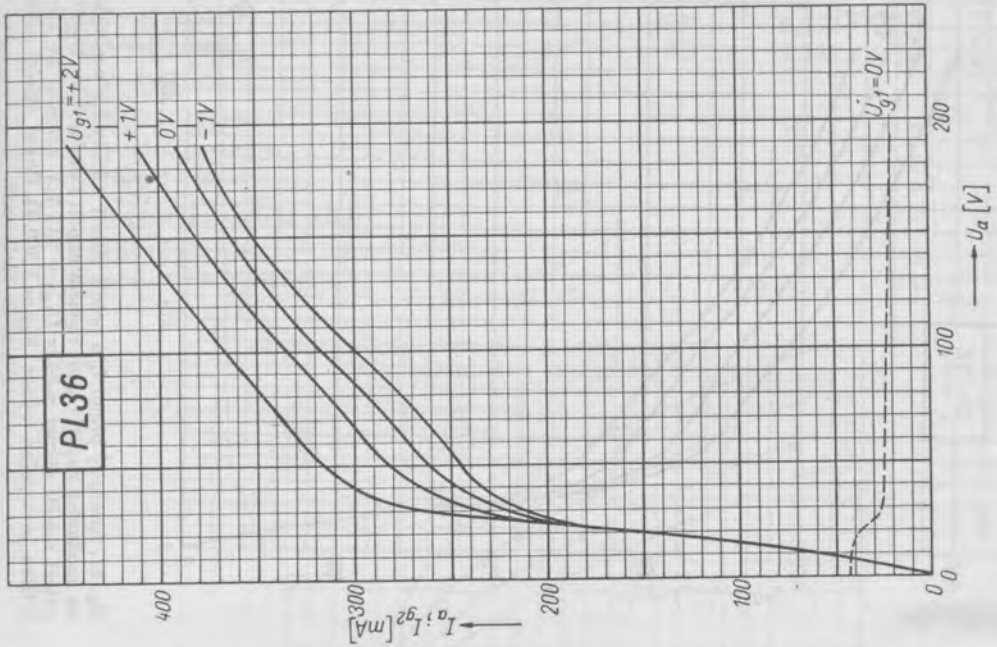
Dg. 55. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 200$  V.



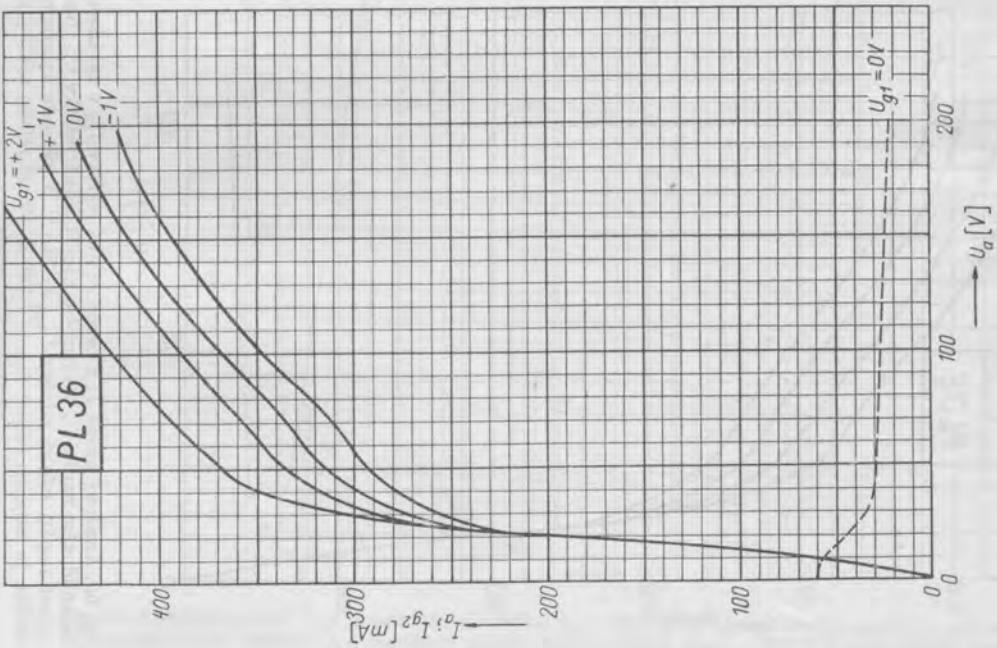
Dg. 56. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 230$  V.



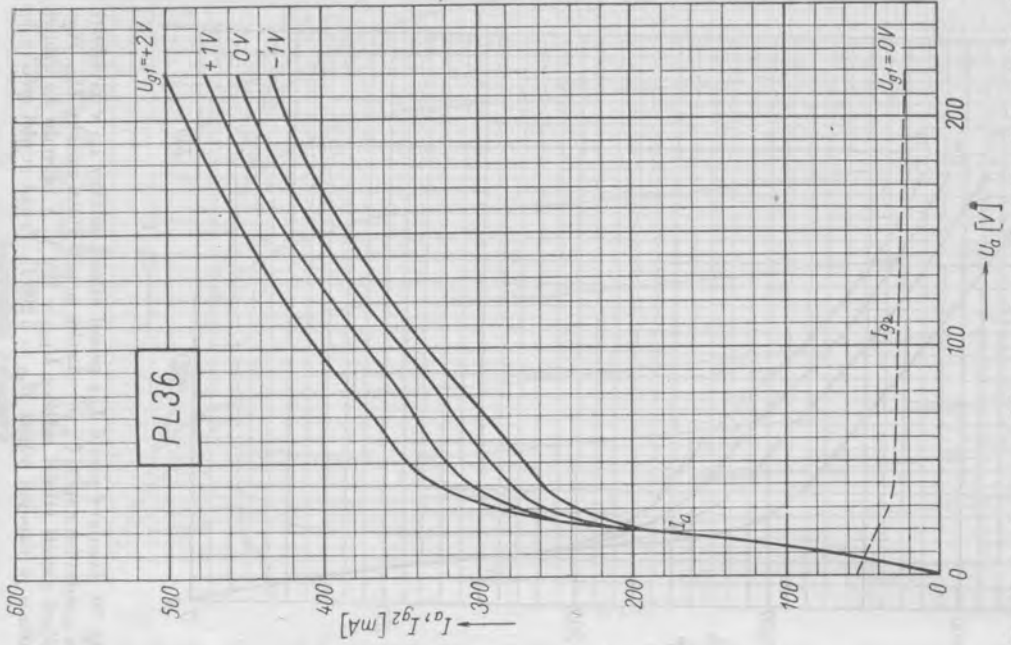
Dg. 57. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí stínící mřížky  $U_{g2}$ . Napětí řídicí mřížky  $U_{g1} = -1$  V.



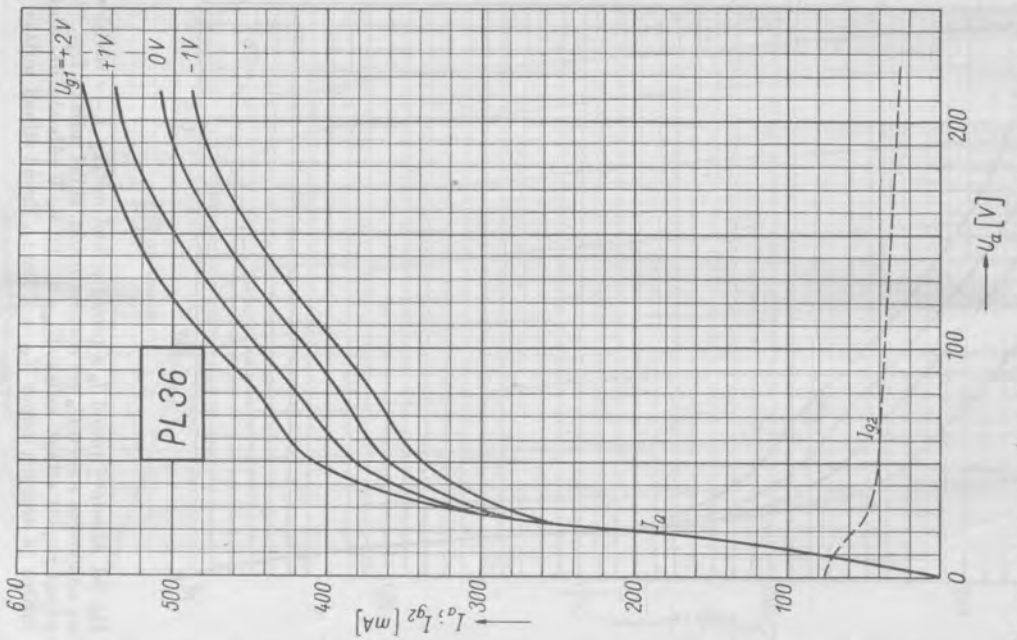
Dg. 59. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{gr1}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 190 V$ . V přívodu ke stínící mřížce je zapojen odpor  $R_{g2} = 3\ 300 \Omega$ . Proud stínící mřížky je



Dg. 58. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{gr1}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 190 V$ . V přívodu ke stínící mřížce je zapojen odpor  $R_{g2} = 2\ 200 \Omega$ . Proud stínící mřížky je

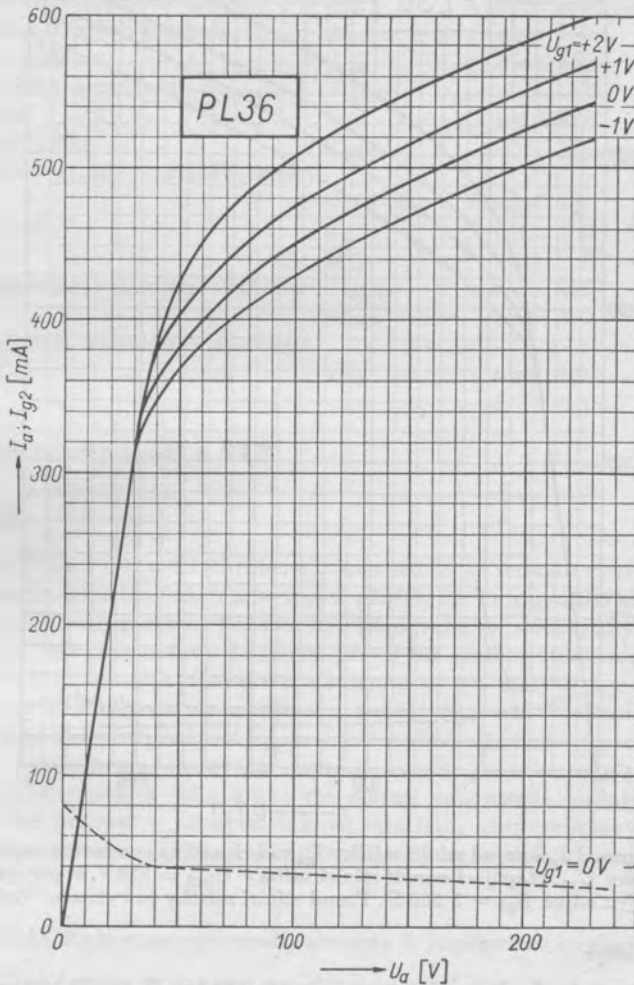


Dg. 61. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 215$  V. V přívodu ke stínící



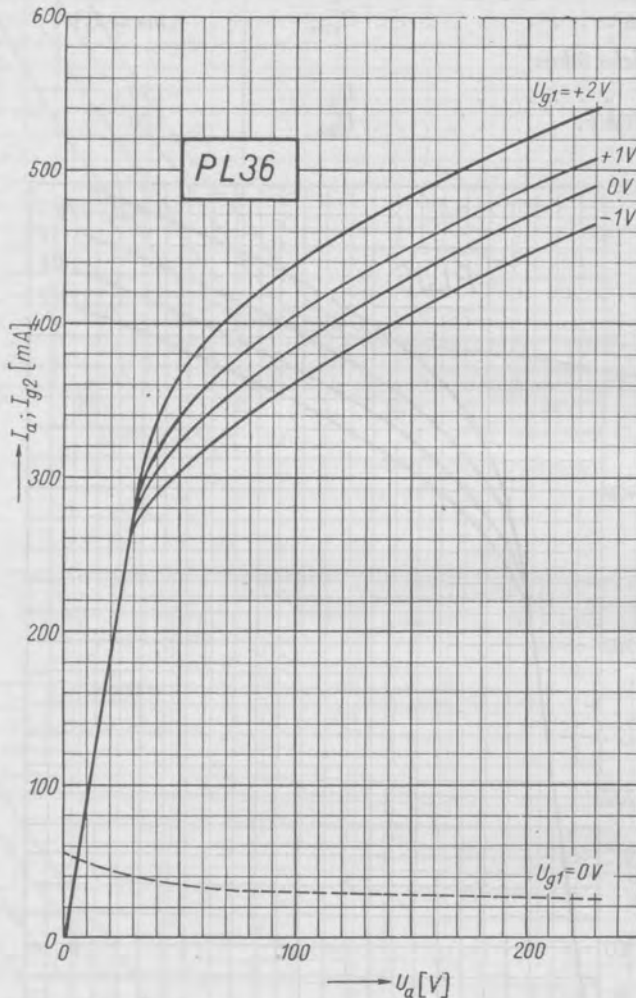
Dg. 60. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 215$  V. V přívodu ke stínící

Žhavicí napětí. . . . .	$U_f$	PL36 25,0	EL 36 6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	0,3	1,25	A
<b>b) Kapacity</b>				
Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$		18	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$		8	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$		max. 1,1	pF
<b>c) Charakteristické údaje</b>				
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	170		V
Napětí stínící mřížky. . . . .	$U_{g2}$	170		V



Dg. 62. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 230$  V. V přívodu ke stínící mřížce je zapojen odpor  $R_{g2} = 2\ 200\ \Omega$ . Proud stínící mřížky je vyznačen čárkovaně.

Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-21	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	100	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	8	mA
Strmost . . . . .	$S$	11	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_1$	5,5	k $\Omega$
Zesilovací činitel stínící mřížky . . . . .	$\mu_{21}$	5,6	—



Dg. 63. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 230$  V. V přívodu stínící mřížky je zapojen odpor  $R_{g2} = 3\ 300\ \Omega$ . Proud stínící mřížky je vyznačen čárkovaně.

d) Provozní údaje

Dvojjinný nízkofrekvenční zesilovač třídy B s elektronkami EL36

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	300	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	150	V

Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-29	V
Zatěžovací odpor mezi oběma anodami .	$R_{aa}$	3,5	k $\Omega$
Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_i$	0	20
Anodový proud . . . . .	$I_a$	$2 \times 18$	$2 \times 100$
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	$2 \times 0,5$	$2 \times 19$
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	—	44,5
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	—	7,2
			%

## e) Mezní údaje

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250 <sup>1)</sup>	V
Vrcholové anodové napětí . . . . .	$U_{av}$	max. 7 <sup>2)</sup>	kV
Inverzní vrcholové anodové napětí . . .	$U_{av}$	max. 1,5 <sup>2)</sup>	kV
Napětí stínící mřížky za studena . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 250	V
Vrcholové mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1v}$	max. -1 <sup>3)</sup>	kV
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 10	W
Ztráta stínící mřížky . . . . .	$P_{g2}$	max. 5 <sup>3)</sup>	W
Součet anodové ztráty a ztráty stínící mřížky . . . . .	$P_a + P_{g2}$	max. 13	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 200	mA
Svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	max. 0,5 <sup>4)</sup>	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{+k/t}$	max. 250	V
	$U_{-k/t}$	max. 200	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/t}$	max. 20	k $\Omega$

## 6. 10. Elektronky PL81 a EL81

## 6. 10. 1 Popis

Elektronky Tesla PL81 a EL81 (obr. 42) jsou svazkové tetrody vyvinuté pro koncové stupně obrazové rozkladové části televizních přijímačů. Toto použití klade na konstrukci elektronky některé speciální požadavky. Především je nutno, aby elektronka byla schopna dodat velký vrcholový anodový proud při malém anodovém napětí, jinými slovy, aby ohyb anodových charakteristik nastával při malých anodových napětích. Tak elektronka PL81 dává při anodovém napětí  $U_a = 70$  V, napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V a mřížkovém předpětí  $U_{g1} = -1$  V vrcholový anodový proud  $I_{av} = 350$  mA. Při použití v zesilovači je ovšem nutno uvážit jednak rozptyl charakteristik jednotlivých elektronek a dále zmenšení emisní schopnosti katody během života; proto je vhodné provést v zapojení taková opatření, aby vrcholový anodový proud byl omezen maximálně na 250 mA. Přetížení anody se zabraňuje použitím katodového odporu.

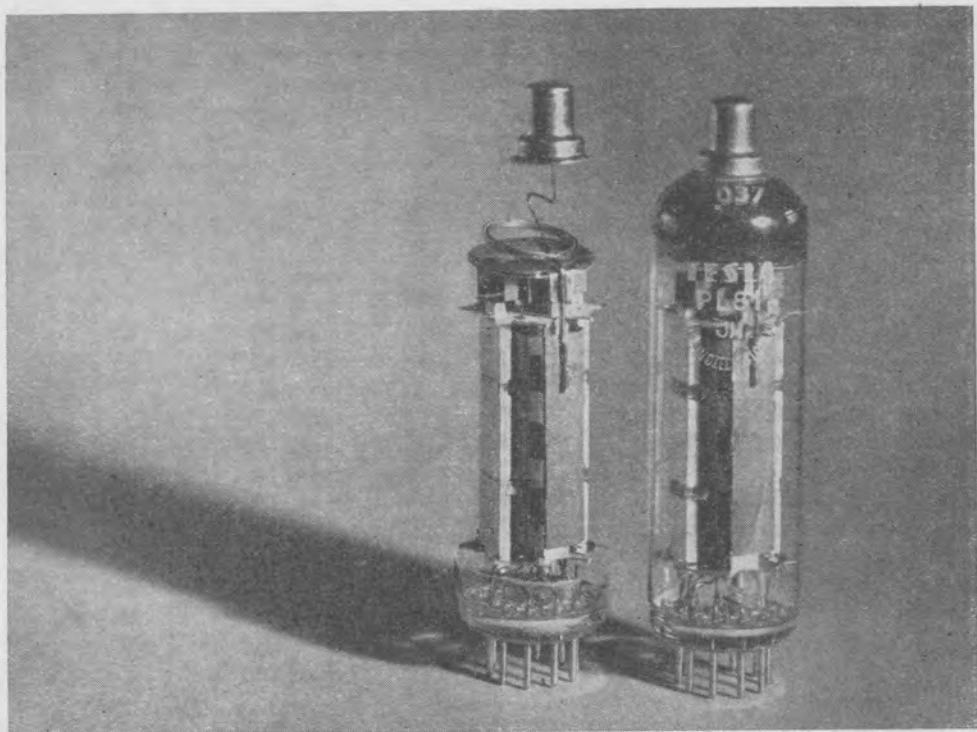
<sup>1)</sup> Pro elektronku EL36 v provozu zesilovače třídy B je přípustné maximální anodové napětí 300 V.

<sup>2)</sup> Maximální doba trvání 18 % jedné periody, maximálně však 18  $\mu$ s.

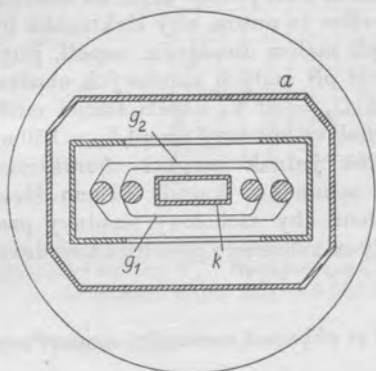
<sup>3)</sup> Během nažhavování spínací diody je přípustná maximální ztráta  $P_{g2} = 7$  W.

<sup>4)</sup> Jestliže součet anodové ztráty a ztráty stínící mřížky je menší než 10 W, je přípustný maximální mřížkový svodový odpor  $R_{g1} = 2,2$  M $\Omega$ .

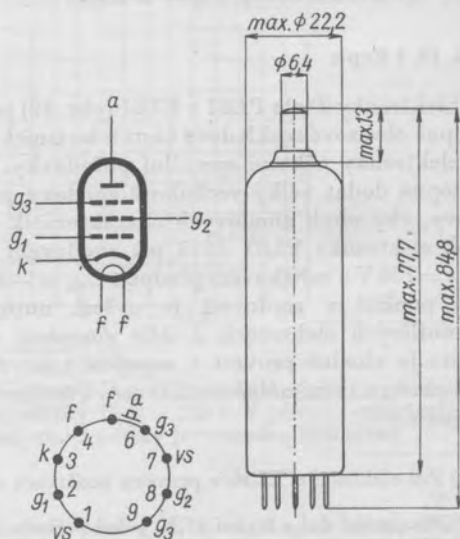




Obr. 42. Elektronka TESLA PL81.



Obr. 43. Řez systémem elektronky PL81 (EL81).



Obr. 44. Zapojení patice a rozměry elektronky PL81 (EL81).

Velký proud při malém anodovém napětí vyžaduje konstrukci stínící mřížky s velkou dovolenou ztrátou ( $P_{g2} = 4,5$  W). Stínící mřížku se doporučuje napájet přes sériový odpor, který ztrátu omezuje a stabilizuje pracovní bod při průběhu řádku. Při impulsu zpětného běhu vzniká na anodě elektronky velké vrcholové napětí. Tato skutečnost je respektována zvětšením izolační schopnosti anody jejím upevněním, keramickými nosníky a samostatným vývodem na čepičku na vrcholu baňky. Tímto způsobem se dosahuje přípustného vrcholového anodového napětí 7 kV. Elektroda omezující elektronový svazek, je vyvedena samostatně na dva kolíky a při provozu je nutno ji uzemnit. Elektronka PL81 je vhodná pro televizní přijímače s obrazovkami do délky úhlopříčky 43 cm.

Kromě tohoto nejobvyklejšího použití lze dvě elektronky PL81 použít v dvojitějším zapojení jako koncový nízkofrekvenční zesilovač třídy B. Při napájecím napětí 200 V se dosahuje v tomto zapojení výstupního výkonu 20 W při zkreslení 5,5 %. Pro tento účel se častěji používají elektronky EL81 s paralelním žhavením.

Na obr. 43 je řez systémem elektronky PL81 (EL81). Rozměry a zapojení patice jsou na obr. 44.

### 6. 10. 2 Obdobné typy

V Evropě se elektronka PL81 vyrábí se stejným označením, v USA jsou obdobou této elektronky typy 21A6 a 21B6.

### 6. 10. 3 Použití

#### a) *Koncový stupeň řádkového rozkládače*

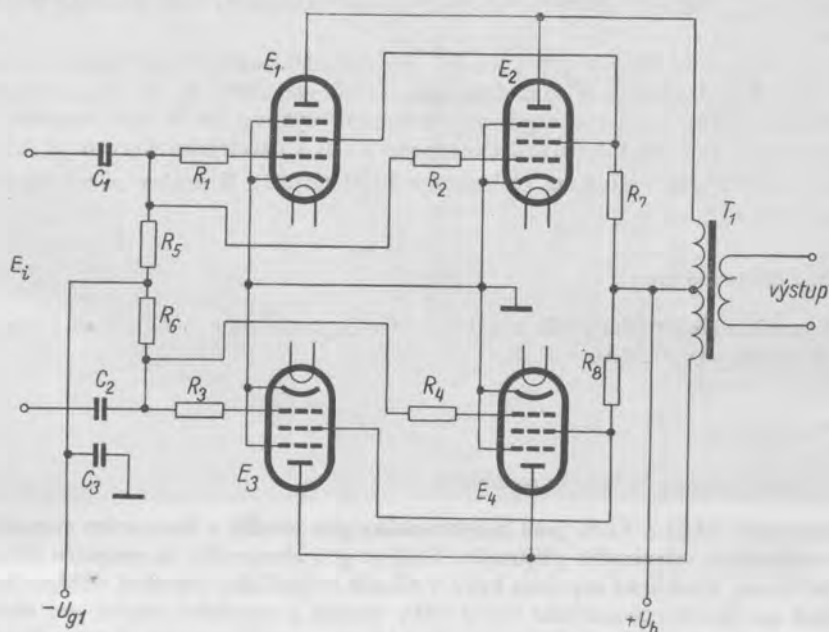
Elektronky PL81 a EL81 jsou konstruovány pro použití v koncovém stupni řádkového rozkládače televizního přijímače. Hodí se pro obrazovky do rozměru úhlopříčky obrazu 43 cm. Praktické zapojení bývá v zásadě stejné jako zapojení elektronky PL36 uvedené na obr. 41. Samočinné řízení šířky obrazu a vysokého napětí pro obrazovku se ve starších televizních přijímačích, které byly vesměs osazeny elektronkou PL81, nepoužívalo. Tím odpadají součásti  $C_5$  a  $R_5$  až  $R_7$  na obr. 41 a mřížkový svodový odpor je zapojen přímo na zem.

V ostatním platí vše, co bylo uvedeno v příkladu zapojení elektronky PL36 na str. 106 s tím rozdílem, že se u elektronky PL81 povoluje menší maximální vrcholový anodový proud. Při návrhu konstrukce je nutno počítat se zmenšením emise katody během doby života a s rozptylem výrobních tolerancí parametrů elektronek. Doporučuje se proto zvolit takové nastavení koncového stupně řádkového rozkládače, aby anodový vrcholový proud byl 250 mA při anodovém napětí  $U_a = 70$  V a napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V. Při větším napětí na stínící mřížce  $U_{g2} = 200$  V a stejném napětí anodovém má být maximální vrcholový anodový proud  $I_{av} = 310$  mA. U průměrné nové elektronky dosahuje jmenovitý anodový proud velikosti  $I_a = 350$  mA při  $U_a = 70$  V,  $U_{g2} = 170$  V a  $U_{g1} = -1$  V. Při větším napětí na stínící mřížce  $U_{g2} = 200$  V je jmenovitý anodový proud  $I_a = 420$  mA.

#### b) *Koncový stupeň nízkofrekvenčního zesilovače v třídě B*

Elektronky PL81 a EL81 lze také využít v koncovém stupni výkonného nízkofrekvenčního zesilovače. Příklad zapojení takového koncového stupně se čtyřmi elektronkami EL81 je na obr. 45.

• Souměrné budicí napětí  $E_i$  se přivádí na řídicí mřížky elektronek  $E_1$  až  $E_4$  přes vazební kondenzátory  $C_1$  a  $C_2$  a tlumicí odpory  $R_1$  až  $R_4$ . Mřížkové předpětí  $U_g$  se přivádí na mřížky přes dva svodové odpory  $R_5$  a  $R_6$ . Každý z nich přísluší dvěma paralelně zapojeným elektronkám. V přívodu stínících mřížek jsou zapojeny odpory  $R_7$  a  $R_8$ , jejichž hodnota je pro dvě elektronky paralelně zapojené  $1\text{ k}\Omega$ . Dvě dvojice paralelních elektronek  $E_1, E_2$  a  $E_3, E_4$  jsou zapojeny jako souměrný zesilovač v třídě B. V anodovém okruhu je výstupní transformátor, který přizpůsobuje zatěžovací odpor optimálnímu anodovému pracovnímu odporu  $R_{aa}$ .



Obr. 45. Zapojení čtyř elektronek EL81 v dvojitěm nízkofrekvenčním zesilovači.

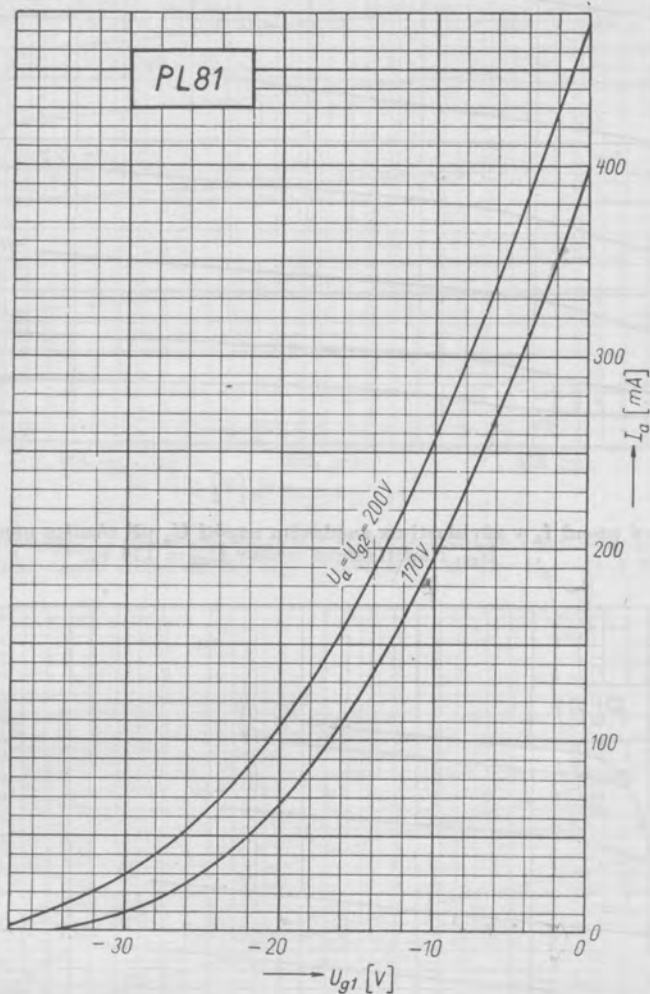
Při napájecím napětí  $U_b = 170\text{ V}$  a mřížkovém předpětí  $U_{g1} = -27\text{ V}$  je výstupní výkon  $P_o = 26\text{ W}$  při celkovém zkreslení  $5,2\%$ . Optimální zatěžovací odpor  $R_{aa} = 1\,250\ \Omega$  a celkový anodový proud při vybuzení dosahuje asi  $290\text{ mA}$ . V klidu odbírají anody proud  $80\text{ mA}$  a stínící mřížky  $6\text{ mA}$ . Při plném vybuzení je proud stínících mřížek  $40\text{ mA}$ . Plného vybuzení se dosáhne efektivním vstupním napětím  $E_i = 2 \times 19\text{ V}$ . Ještě většího výstupního výkonu  $40\text{ W}$  lze dosáhnout při vyšším napájecím napětí  $U_b = 200\text{ V}$ . Celkové zkreslení je při tom stejné,  $d_{tot} = 5,2\%$ , stejný zůstává také optimální zatěžovací odpor  $R_{aa}$ . Mřížkové předpětí  $U_{g1}$  má být  $-31,5\text{ V}$ . Anodový proud v klidu je  $100\text{ mA}$  a při plném vybuzení dosahuje asi  $350\text{ mA}$ . Stínící mřížky odebírají za stejných podmínek proud  $8\text{ mA}$ , popř.  $50\text{ mA}$ . V tomto nastavení je pro plné vybuzení potřeba efektivní vstupní napětí  $E_i = 2 \times 22,5\text{ V}$ .

#### 6. 10. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kyslíčnicková, napájení je sériové (u elektronky EL81 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.

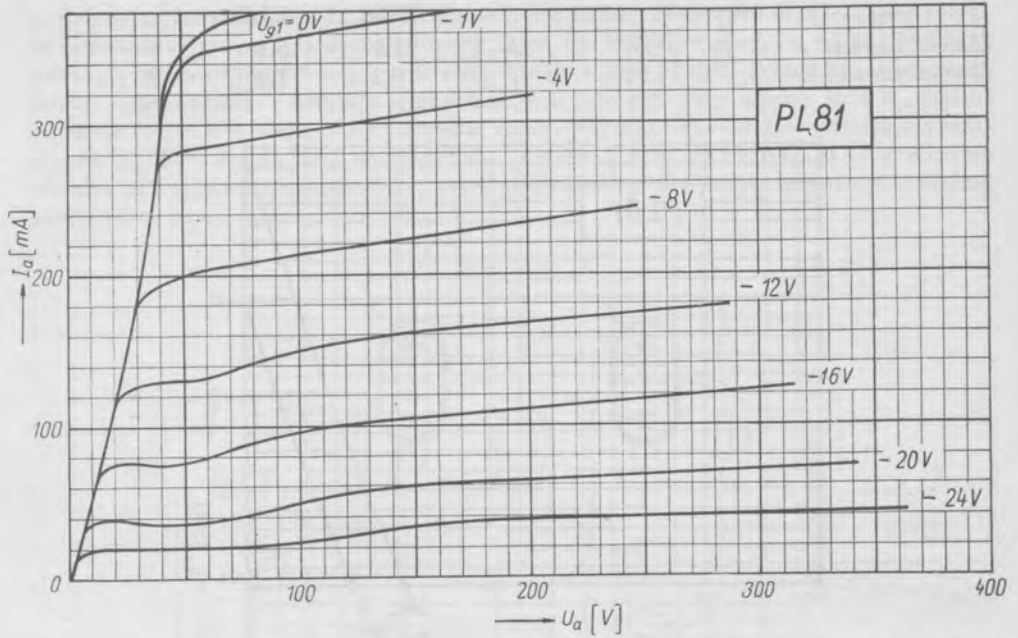
		PL81	EL81	
Žhavicí napětí . . . . .	$U_t$	21,5	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	0,3	1,0	A



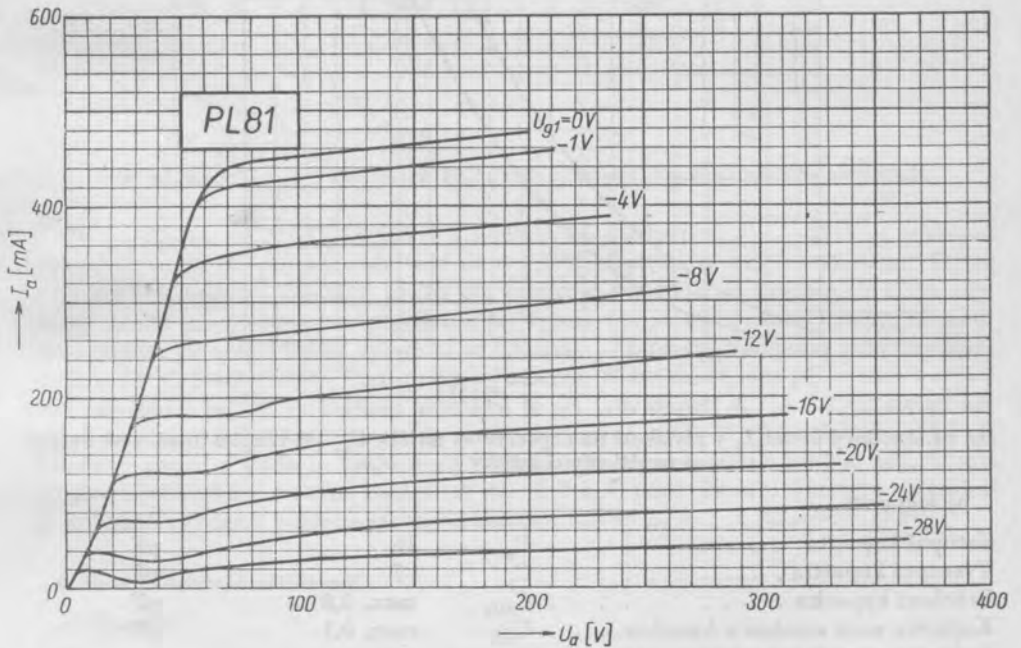
Dg. 64. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různém anodovém napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2}$ .

b) Kapacity

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	16	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	7	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	max. 0,8	pF
Kapacita mezi anodou a katodou . . .	$C_{a/k}$	max. 0,1	pF
Kapacita mezi řídicí mřížkou a žhavicím vláknem . . . . .	$C_{g1/t}$	max. 0,2	pF



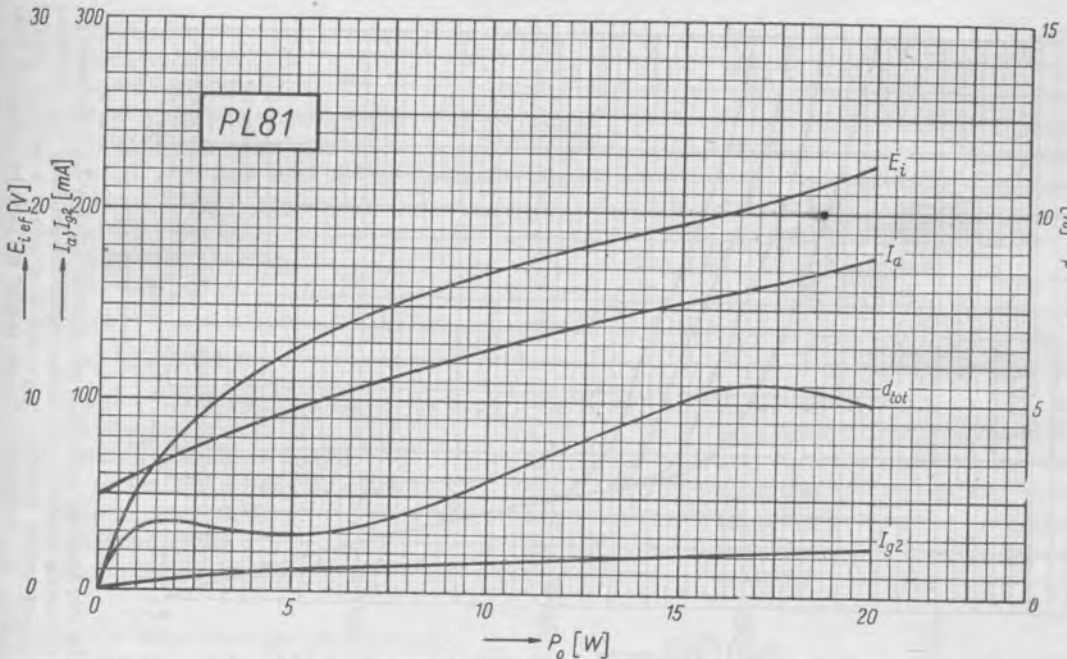
Dg. 65. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V.



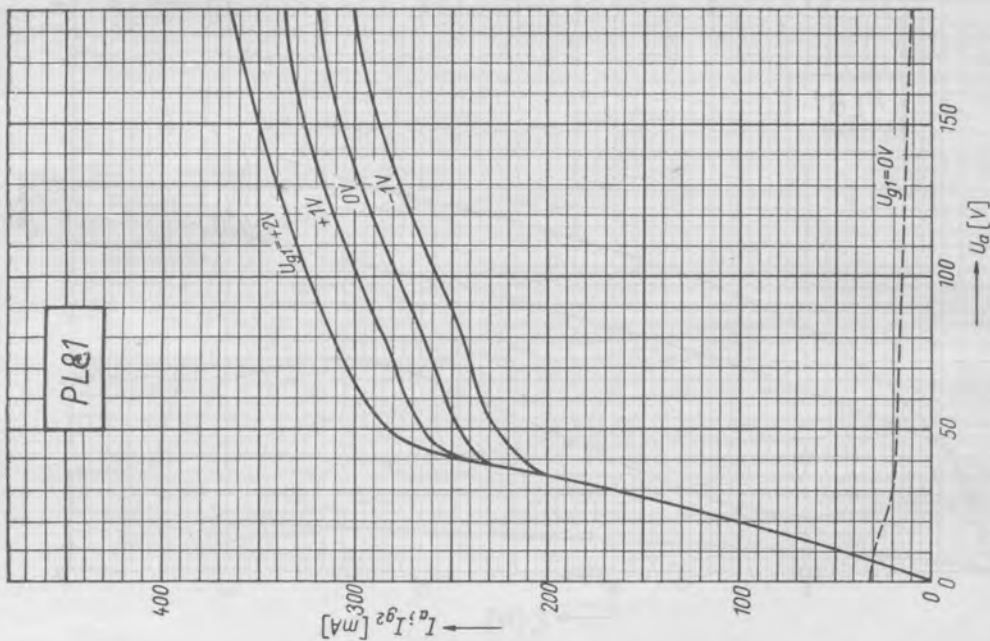
Dg. 66. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 200$  V.



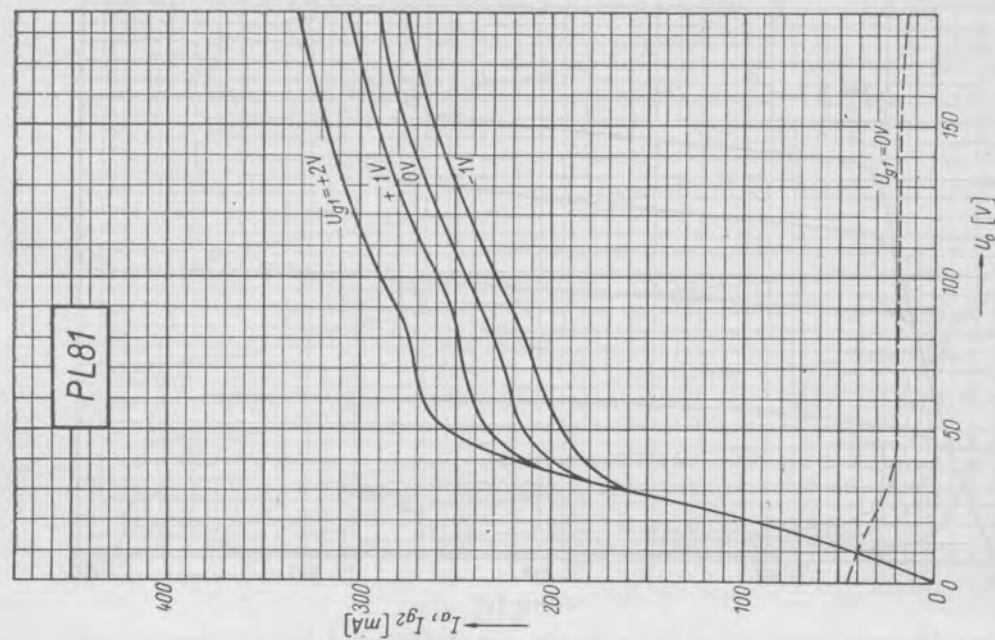
Dg. 67. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí stínící mřížky  $U_{g2}$ . Napětí řídicí mřížky  $U_{g1} = -1$  V.



Dg. 68. Dvě elektronky PL81 v dvojitěnném zesilovači třídy B. Vstupní efektivní napětí  $E_{1ef}$ , celkové zkreslení  $d_{tot}$ , anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Napájecí napětí  $U_b = 200$  V, napětí řídicích mřížek  $U_{g1} = -31,5$  V, odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{g2} = 1$  k $\Omega$  a zatěžovací odpor  $R_{aa} = 2500$   $\Omega$ .



Dg. 69. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 190$  V a odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{g2} = 2200 \Omega$ . Proud stínící mřížky je vyznačen čár-



Dg. 70. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 190$  V a odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{g2} = 3,3$  k $\Omega$ . Proud stínící mřížky je vyznačen

## c) Charakteristické údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	170	200	V
Napětí 3. mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0	0	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	170	200	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-22	-28	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	45	40	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	3,3	2,8	mA
Strmost . . . . .	$S$	6,2	6,0	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	10	11	k $\Omega$
Zesilovací činitel stínící mřížky . . . . .	$\mu_{21}$	5,5	5,5	—

## d) Provozní údaje

## Nízkofrekvenční dvojčinný zesilovač třídy B

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	170		V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	170		V
Napětí 3. mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0		V
Odpor v obvodu stínící mřížky . . . . .	$R_{g2}^{1)}$	1		k $\Omega$
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-27		V
Zatěžovací odpor mezi oběma anodami . . . . .	$R_{aa}$	2,5		k $\Omega$
Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_i$	0	19	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	$2 \times 20$	$2 \times 73$	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	$2 \times 1,5$	$2 \times 10$	mA
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	0	13,5	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	—	5,5	%
Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	200		V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	200		V
Napětí 3. mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0		V
Odpor v obvodu stínící mřížky . . . . .	$R_{g2}^{1)}$	1		k $\Omega$
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-31,5		V
Zatěžovací odpor mezi oběma anodami . . . . .	$R_{aa}$	2,5		k $\Omega$
Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_i$	0	22,5	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	$2 \times 25$	$2 \times 87$	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	$2 \times 2,0$	$2 \times 12,5$	mA
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	0	20	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	—	5,5	%

## e) Mezní údaje

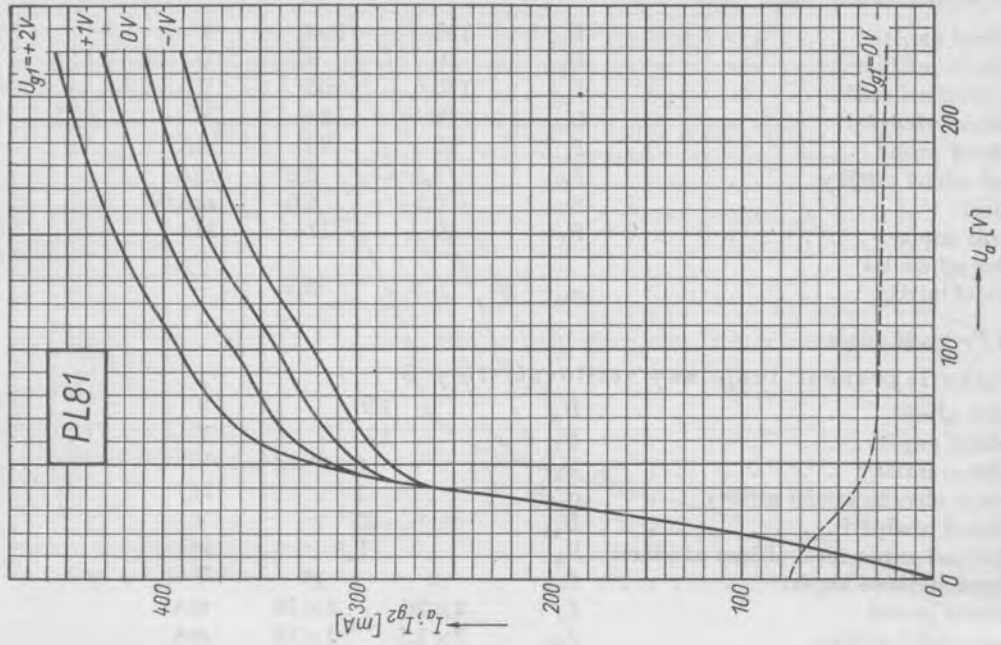
Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250 <sup>2)</sup>	V
Vrcholové anodové napětí . . . . .	$U_{av}$	max. $\pm 7^3)$	kV
Napětí stínící mřížky za studena . . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 250 <sup>1)</sup>	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 8,0	W
Ztráta stínící mřížky . . . . .	$P_{g2}$	max. 4,5	W

1) Společný odpor pro obě elektronky.

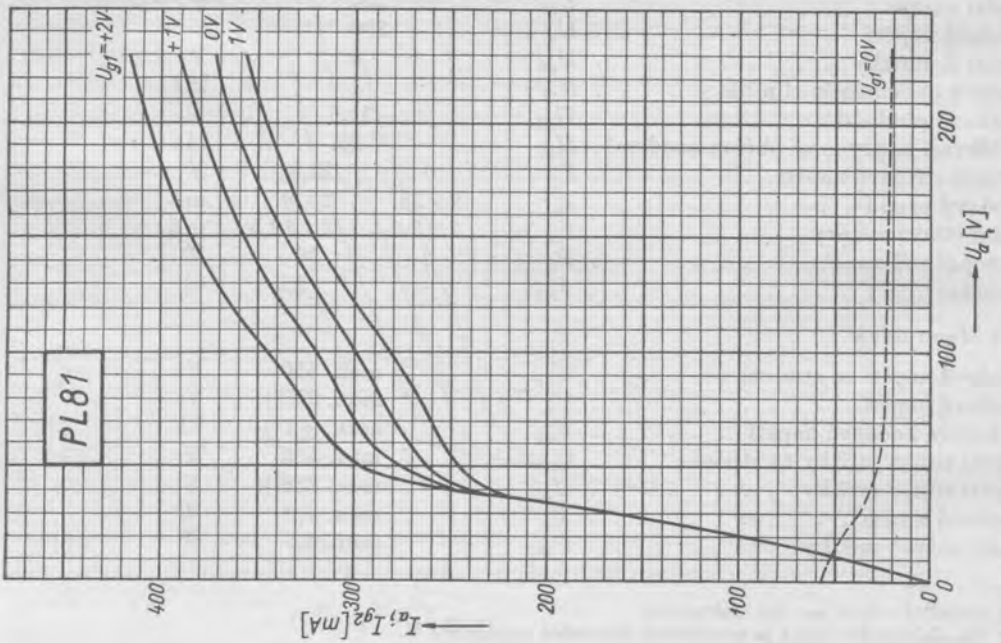
2) Pro elektronku EL81 je maximální přípustné napětí 300 V.

3) Dobá trvání maximálně 18 % jedné periody, maximálně však 18  $\mu$ s.

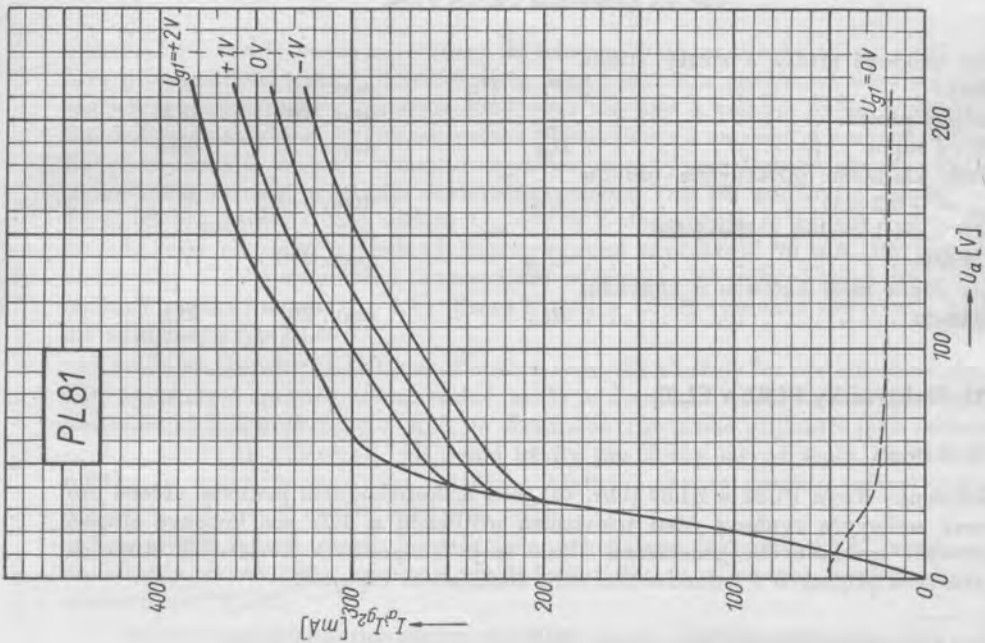




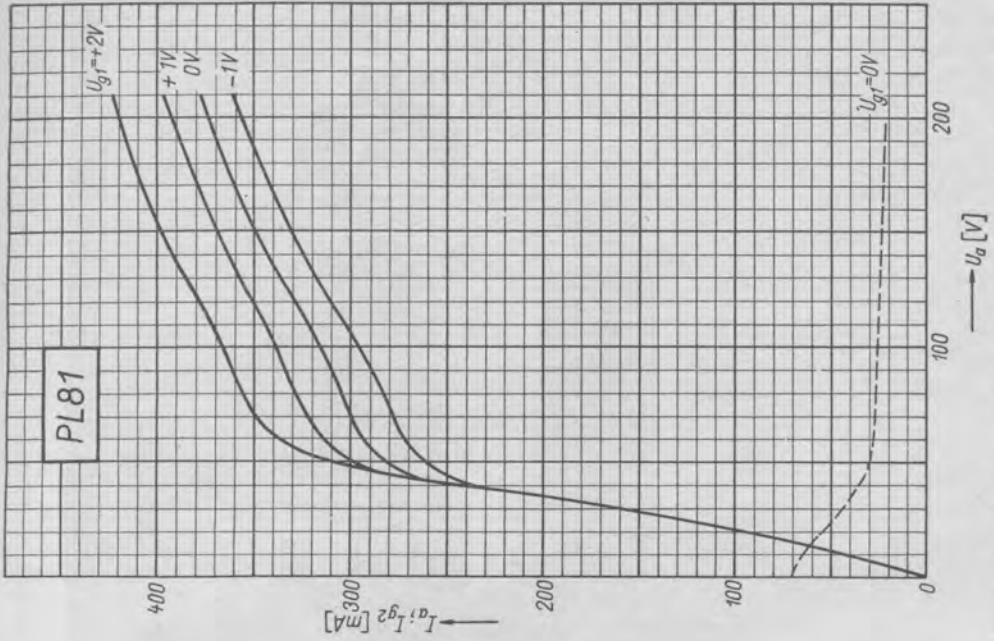
Dg. 72. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{gr}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 215$  V a odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{kg2} = 3,3$  k $\Omega$ . Proud stínící mřížky je vyznačen čár-



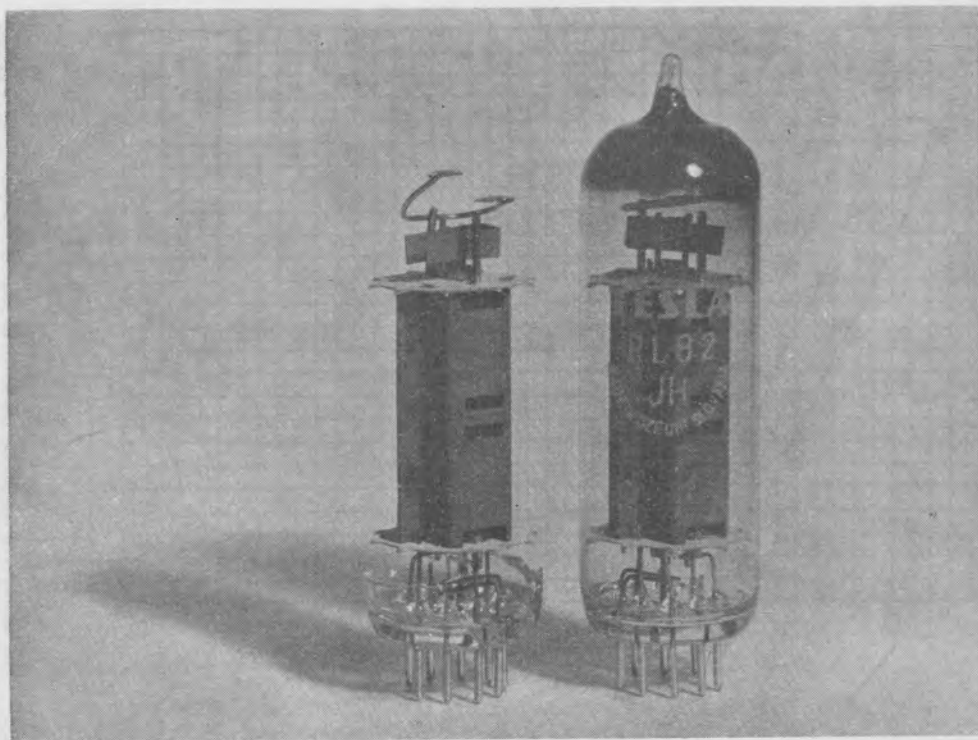
Dg. 71. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{gr}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 215$  V a odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{kg2} = 2,2$  k $\Omega$ . Proud stínící mřížky je vyznačen čár-



Dg. 73. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 230$  V a odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{g2} = 2,2$  k $\Omega$ . Proud stínící mřížky je vyznačen čárkovaně.



Dg. 74. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napájecí napětí stínící mřížky  $U_{bg2} = 230$  V a odpor v přívodu stínící mřížky  $R_{g2} = 3,3$  k $\Omega$ . Proud stínící mřížky je vyznačen čárkovaně.



Obr. 46. Elektronka TESLA PL82.

Součet anodové ztráty a ztráty stínící mřížky . . . . .	$P_a + P_{g2}$	max. 10	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 180	mA
Svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	max. 0,5	MΩ
Počátek kladného mřížkového proudu ( $I_{g1} = +0,3 \mu A$ ) . . . . .	$U_{g11}$	max. -1,3	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 200 <sup>1)</sup>	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/t}$	max. 20	kΩ

## 6.11 Elektronky PL82 a EL82

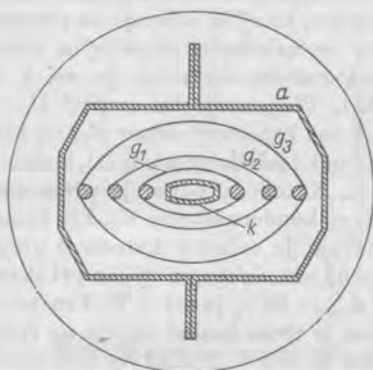
### 6. 11. 1 Popis

Elektronky Tesla PL82 a EL82 (obr. 46) jsou nízkofrekvenční pentody určené pro koncové zesilovače zvukové části televizních přijímačů a dále pro koncové stupně snímkového rozkladového generátoru. Mimo to je lze použít v koncových stupních rozhlasových přijímačů v jednoduchém nebo souměrném zapojení.

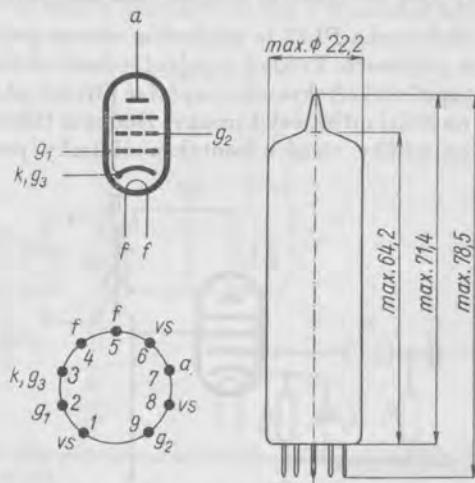
<sup>1)</sup> Pro elektronku EL81 platí  $U_{k/t} = \text{max. } 100 \text{ V}$ .

V koncových zesilovačích zvukové části televizních přijímačů je elektronka PL82 výhodnější než pentodová část elektronky ECL80, která v mnohých případech není schopna dodávat požadovaný výkon. Pentoda PL82 může v jednoduchém zapojení s anodovým napětím 170 V dodat výstupní výkon 4 W při zkreslení 10 %. K vybuzení elektronky na plný výkon je zapotřebí efektivní budicí napětí 6 V.

Rovněž v koncovém stupni obrazového rozkládače je elektronka PL82 vhodnější než ECL80, i když nemá výhodu sdružené elektronky a potřebuje tedy další zvláštní



Obr. 47. Řez systémem pentody PL82 (EL82).



Obr. 48. Zapojení patice a rozměry elektronky PL82 (EL82).

elektronku v rozkladovém generátoru. Je schopna dodávat zhruba třikrát větší vrcholový proud než elektronka ECL80, a proto ji lze používat v moderních televizních přijímačích s obrazovkami s vysokým anodovým napětím a velkým úhlem vychylování. S ohledem na zmenšení emisní schopnosti během života a na rozptyl parametrů jednotlivých elektronek je nutno dimenzovat obvody takovým způsobem, aby ve využívání vrcholového proudu zůstávala dostatečná rezerva. Tak při anodovém napětí kolem  $U_a = 50$  V a napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V doporučuje se zajistit volbou prvků obvodu, aby okamžitý vrcholový anodový proud nepřekročil 90 mA. Při kombinaci elektronky PL82 s moderními obrazovkami se rovněž plně uplatní velké přípustné vrcholové anodové napětí (2,5 kV). Proto nebyla v ČSSR vyvinuta elektronka ECL80, ale výhodnější typ PL82.

Katoda elektronky i mřížky mají oválný tvar, jak ukazuje řez systémem na obr. 47. Celý systém má zpevněnou konstrukci, takže se dosahuje dobré odolnosti proti mikrofoničnosti, která se projevuje např. na obrazovce televizního přijímače jako vodorovné pruhy. Anoda je vybavena chladičými křídly pro dobrý odvod tepla. Rovněž řídicí mřížka je opatřena černěným chladičím křídlem, aby se dosáhlo snížení pracovní teploty a tím sklonu mřížky k tepelné emisi.

V novějších typech televizních přijímačů uplatňuje se elektronka PL82 jako koncový zesilovač zvukové části, kdežto v rozkladovém dílu je nahrazena novější sdruženou elektronkou PCL82.

Rozměry a zapojení patice elektronky PL82 (a také EL82) jsou na obr. 48.

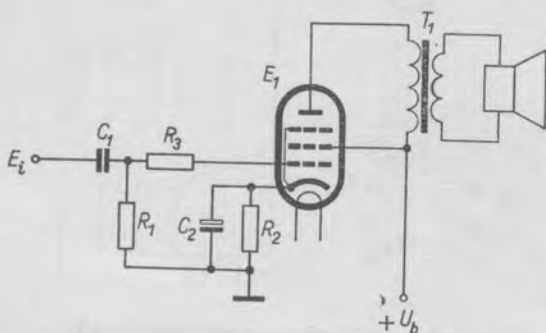
6. 11. 2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábějí tyto elektronky se stejným označením; v USA má elektronka PL82 obdobu v typu 16A5. Sovětský ekvivalent elektronky EL82 je 6П18П.

6. 11. 3 Použití

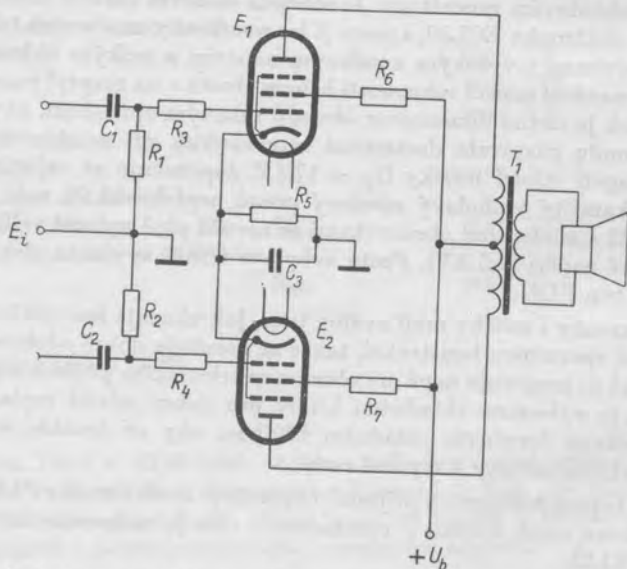
a) *Koncový zesilovač zvukové části televizního přijímače*

Elektronka PL82 je především určena pro koncový zesilovač zvukové části televizních přijímačů. Příklad zapojení jednoduchého zesilovače výkonu třídy A je na obr. 49. Vstupní nízkofrekvenční napětí se přivádí přes vazební kondenzátor  $C_1$  a tlumicí odpor  $R_3$  na řídicí mřížku elektronky. Hodnota tlumicího odporu, který se zařazuje do přívodu řídicí mřížky těsně u kontaktu objímky proto, aby se zabránilo případným vyso-



Obr. 49. Zapojení jednoduchého nízkofrekvenčního zesilovače výkonu třídy A s elektronkou PL82.

kofrekvenčním oscilacím, je asi 1 až 10 k $\Omega$ . Při napájecím napětí  $U_b = 170$  V má katodový odpor  $R_2$ , na kterém vzniká mřížkové předpětí, hodnotu 165  $\Omega$ . Katodový odpor je přemostěn velkým kondenzátorem  $C_2$ . Při tomto nastavení je celkový katodový proud  $I_k$  asi 63 mA, výstupní výkon při zkreslení  $d_{tot} = 10\%$  je asi 4 W. Pro tento výkon je třeba budicí napětí na řídicí mřížce  $E_1 = 6$  V. Pokud by byl nutný větší výstupní výkon, je možné zapojit dvě pentody PL82 jako souměrný zesilovač výkonu v třídě A (obr. 50) s výstupním výkonem  $P_o = 9$  W při stej-

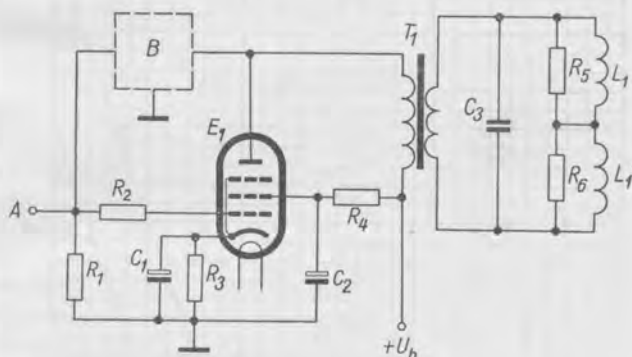


Obr. 50. Zapojení dvojitinného nízkofrekvenčního zesilovače třídy A s dvěma elektronkami PL82.

ném napájecím napětí  $U_b = 170$  V. Společný katodový odpor pak je  $R_5 = 100 \Omega$ , celkový katodový proud v klidu  $I_k = 110$  mA a při plném vybuzení 134 mA. Potřebné budicí napětí  $E_1 = 9,3$  V pro každou pentodu a celkové zkreslení  $d_{tot} = 5 \%$ .

#### b) Koncový zesilovač snímkového rozkladového generátoru

V zapojení koncového zesilovače snímkového rozkládače a koncového zesilovače zvukové části televizního přijímače není zásadní rozdíl. Liší se hlavně tím, že zesilovač ve snímkovém rozkládači zpracovává pilovité napětí kmitočtu 50 Hz. Při návrhu tako-



Obr. 51. Koncový zesilovač snímkového rozkladového generátoru televizního přijímače s elektronkou PL82.

vého zesilovače je nutno pečlivě navrhnout výstupní transformátor, na kterém závisí, jak velký bude vrcholový anodový proud elektronky. Při návrhu se musí vycházet ze skutečnosti, že publikované charakteristiky vyjadřují hodnoty průměrné elektronky, to znamená, že se vyskytnou i elektronky, které nedosahují jmenovitého anodového proudu přechteného z charakteristiky. Je nutno také uvážit zmenšení anodového proudu během doby života elektronky. Při pracovním bodě určeném anodovým napětím  $U_a = 50$  V a napětím stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V je anodový vrcholový proud větší než 150 mA. Při návrhu však je vhodné uvažovat velikost vrcholového anodového proudu nejvýše 90 mA.

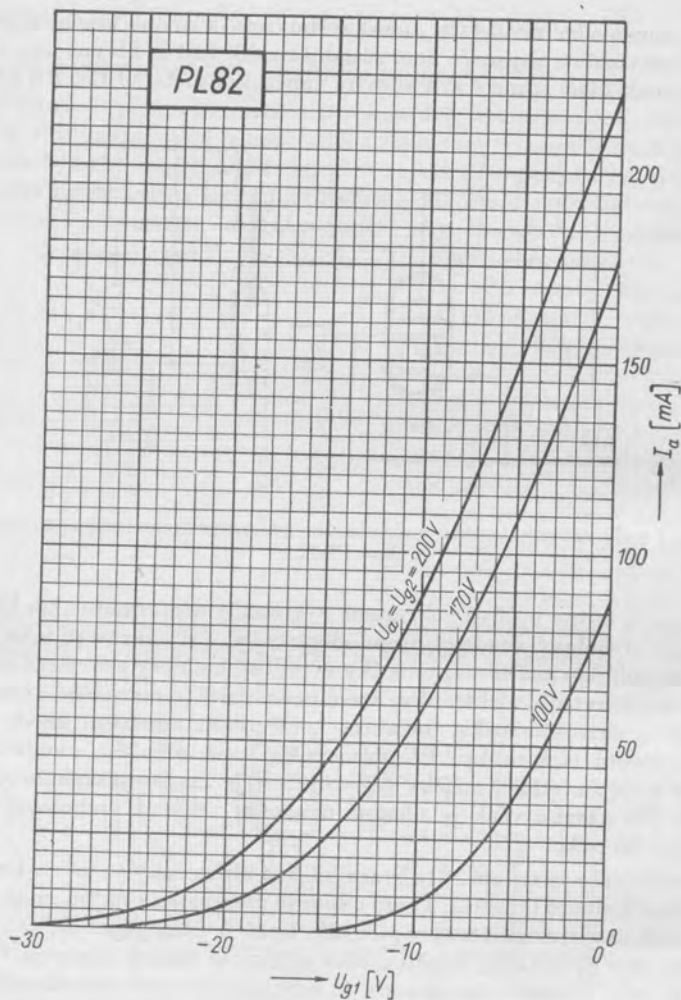
Zapojení zesilovače je na obr. 51. Pracovní bod elektronky je určen katodovým odporem  $R_5$ , jehož hodnota je 680  $\Omega$ . Tento odpor je přemostěn velkým kondenzátorem  $C_1$ . Vstupní pilovité napětí z oscilátoru se přivádí v bodě A přes odpor  $R_2 = 1$  k $\Omega$  na řídicí mřížku elektronky  $E_1$  (PL82). Napětí stínící mřížky se upraví odporem  $R_4$ , jehož hodnota je asi 10 k $\Omega$ . V anodovém obvodu je zapojen výstupní transformátor  $T_1$ , který slouží k přizpůsobení vychylovacích cívek  $L_1, L'_1$  k elektronce. Ve schématu je čárkovane vyznačen člen RC označený B, který zavádí zápornou zpětnou vazbu za účelem linearizace průběhu proudu ve vychylovacích cívkách.

#### 6. 11. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení stejnosměrným nebo střídavým proudem, u elektronky PL82 sériové, u elektronky EL82 paralelní.

Žhavicí napětí . . . . .	$U_t$	PL82	EL82	
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	16,5	6,3	V
		300	800	mA



Dg. 75. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různém anodovém napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2}$ .

b) Kapacity

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	12,5	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	5,5	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	max. 0,5	pF
Kapacita mezi žhavicím vláknem a řídicí mřížkou . . . . .	$C_{g1/t}$	max. 0,15	pF

## c) Charakteristické údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	170	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	170	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-10,4	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	53	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	10	mA
Strmost . . . . .	$S$	9,0	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	20	k $\Omega$
Zesilovací činitel stínící mřížky . . . . .	$\mu_{21}$	10	—

## d) Provozní údaje

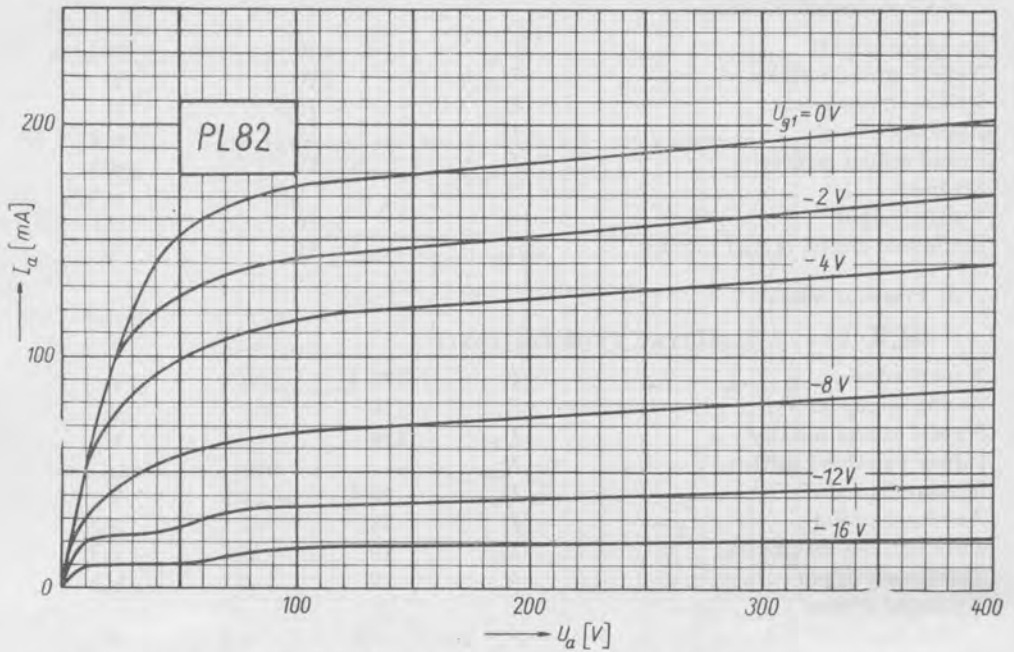
## da) Koncový zesilovač zvukové části

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	170	200	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	170	200	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	170	—	V
Odpor ve stínící mřížce . . . . .	$R_{g2}$	—	680	$\Omega$
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-10,4	-13,9	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	53	45	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	10	8,5	mA
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	3	4	k $\Omega$
Výstupní výkon (pro $d_{tot} = 10\%$ ) . . . . .	$P_o$	4,0	4,2	W
Vstupní střídavé napětí (pro $d_{tot} = 10\%$ ) . . . . .	$E_i$	6	7	V
Vstupní střídavé napětí (pro $P_o = 50$ mW). . . . .	$E_i$	0,5	0,55	V

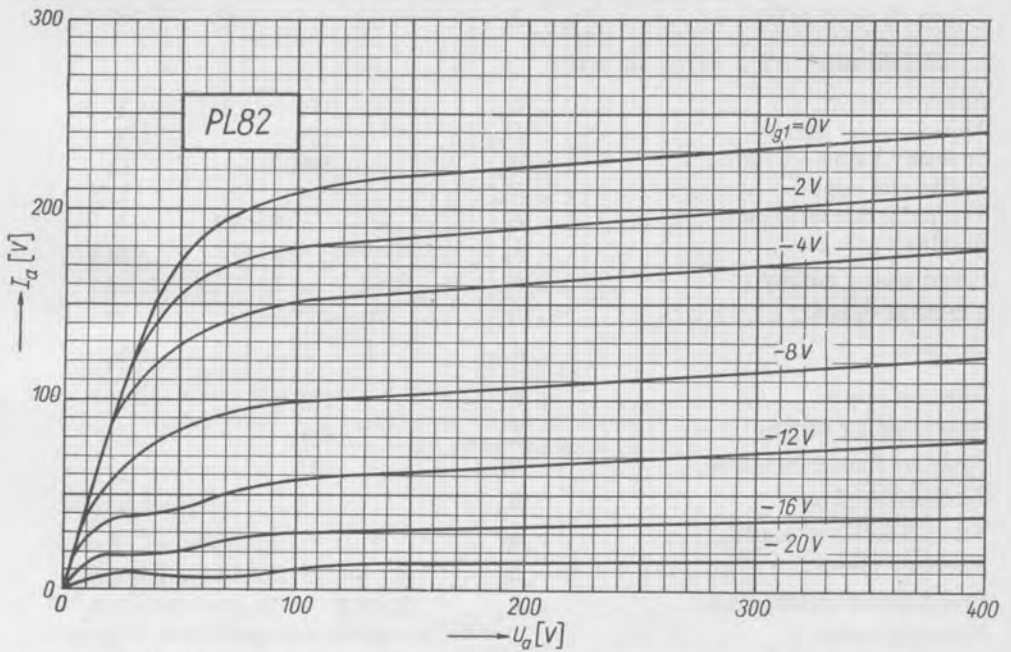
## db) Souměrný zesilovač třídy A

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	170	V	
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	170	V	
Společný katodový odpor . . . . .	$R_k$	100	$\Omega$	
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_{aa}$	4	k $\Omega$	
Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_i$	0	$2 \times 9,3$	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	$2 \times 46$	$2 \times 50$	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	$2 \times 8,7$	$2 \times 17,0$	mA
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	0	9	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	—	5	%
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	200	V	
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	200	V	
Společný katodový odpor . . . . .	$R_k$	135	$\Omega$	
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_{aa}$	4	k $\Omega$	
Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_i$	0	$2 \times 13,5$	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	$2 \times 45$	$2 \times 52$	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	$2 \times 8,5$	$2 \times 19$	mA
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	0	12	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	—	5	%

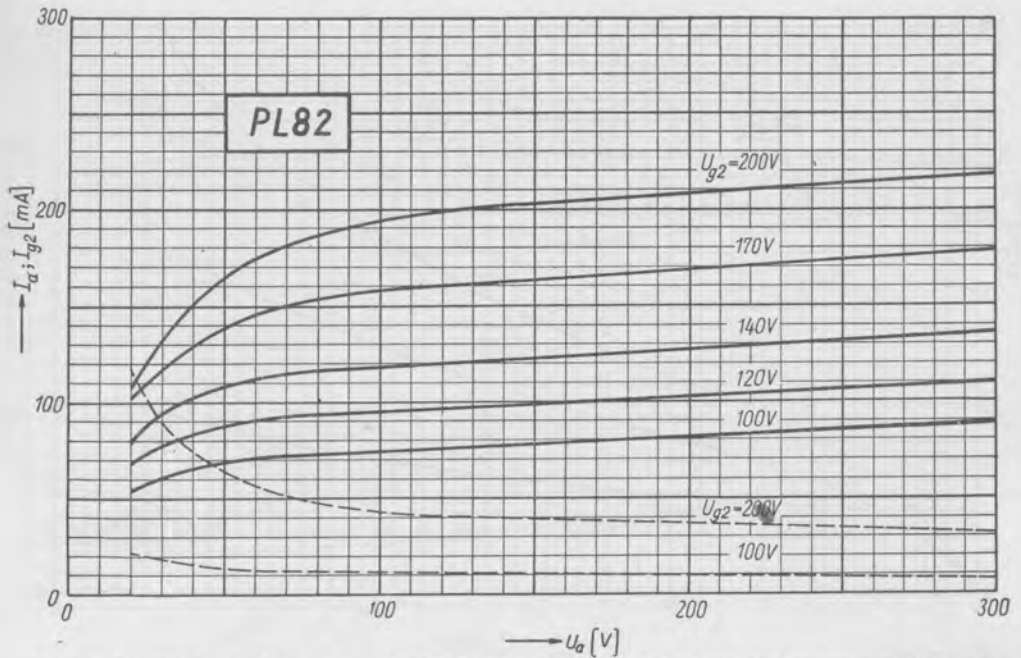




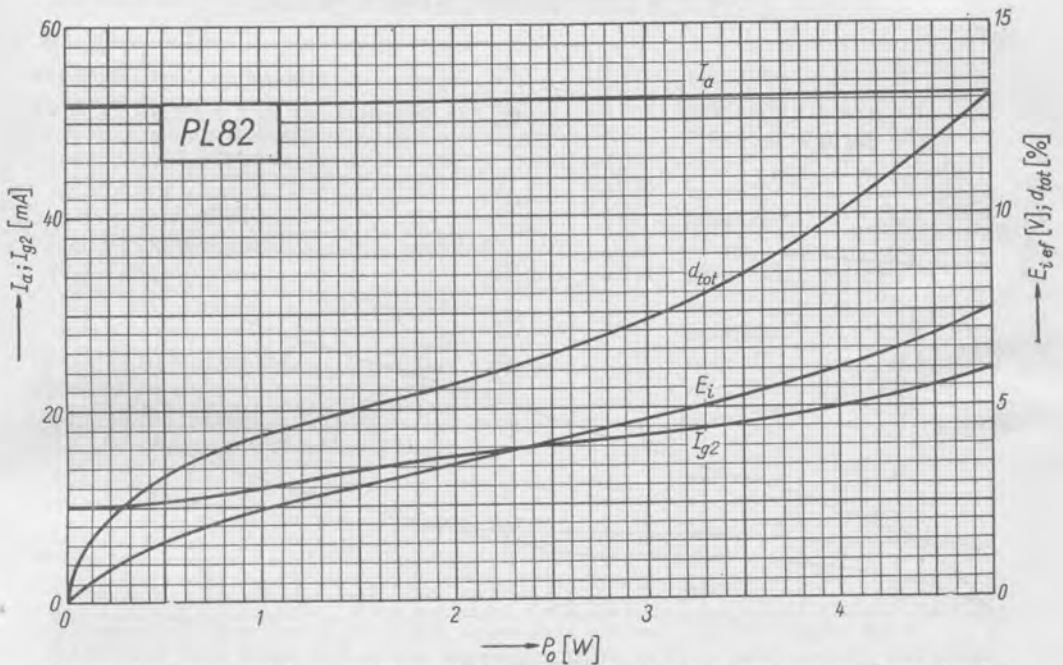
Dg. 76. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V.



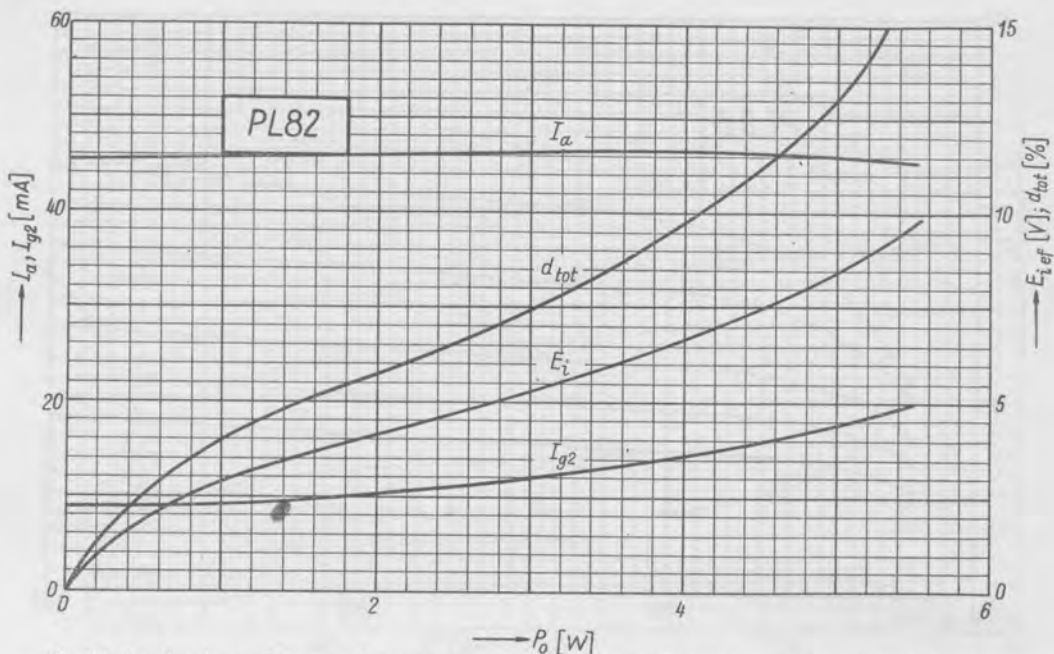
Dg. 77. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 200$  V.



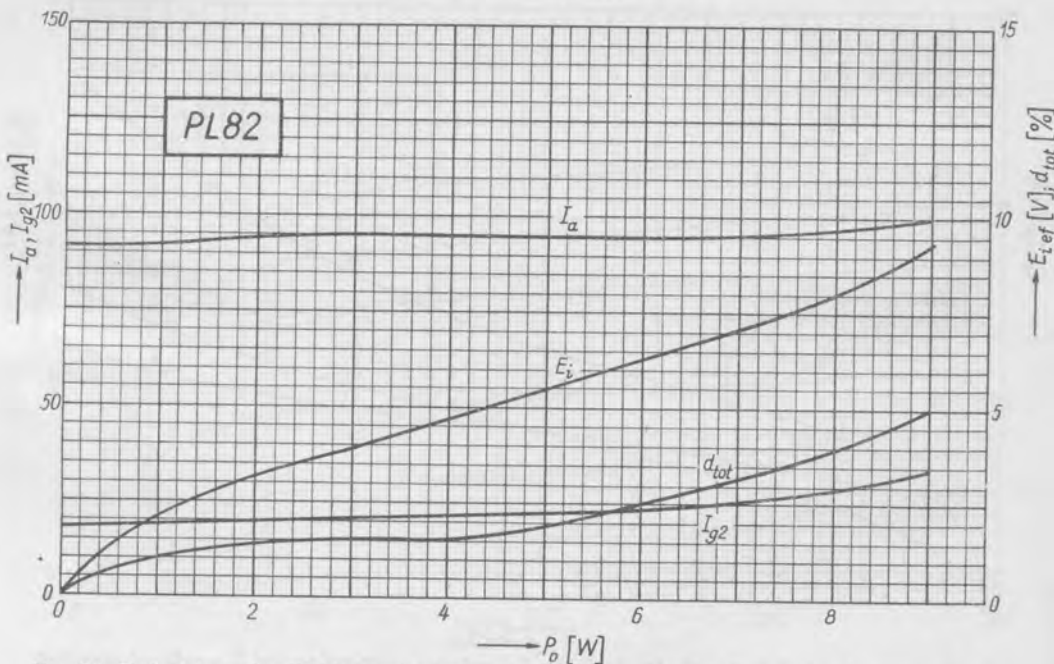
Dg. 78. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí stínící mřížky  $U_{g2}$ . Napětí řídicí mřížky  $U_{g1} = -1$  V. Proud stínící mřížky je vyznačen čárkovaně.



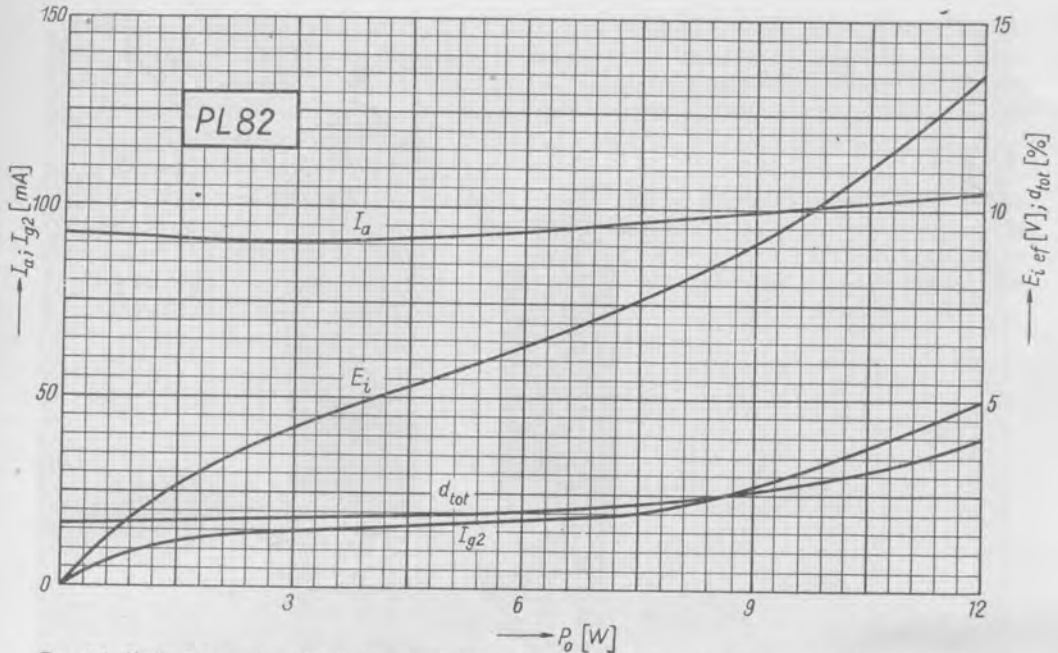
Dg. 79. Anodový proud  $I_a$ , proud stínící mřížky  $I_{g2}$ , vstupní efektivní napětí  $E_i$  a celkové zkreslení  $d_{tot}$  elektronky PL82 zapojené jako zesilovač třídy A v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2} = 200$  V, napětí řídicí mřížky  $U_{g1} = -10,4$  V a anodový zatěžovací odpor  $R_a = 3000 \Omega$ .



Dg. 80. Anodový proud  $I_a$ , proud stínící mřížky  $I_{g2}$ , vstupní efektivní napětí  $E_i$  a celkové zkreslení  $d_{tot}$  elektronky PL82 zapojené jako zesilovač třídy A v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2} = 170$  V, napětí řídicí mřížky  $U_{g1} = -13,9$  V a anodový zatěžovací odpor  $R_a = 4000 \Omega$ .



Dg. 81. Dvě elektronky PL82 zapojené jako dvojčinný zesilovač výkonu. Anodový proud  $I_a$ , proud stínící mřížky  $I_{g2}$ , efektivní vstupní napětí  $E_i$  a celkové zkreslení  $d_{tot}$  v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2} = 170$  V, anodový zatěžovací odpor  $R_{aa} = 4000 \Omega$  a katodový odpor  $R_k = 100 \Omega$ .



Dg. 82. Dvě elektronky PL82 zapojené jako dvojitý zesilovač výkonu. Anodový proud  $I_a$ , proud stínící mřížky  $I_{g2}$ , efektivní vstupní napětí  $E_i$  a celkové zkreslení  $d_{tot}$  v závislosti na výstupním výkonu  $P_o$ . Anodové napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2} = 200$  V, anodový zatěžovací odpor  $R_{aa} = 4000 \Omega$  a katodový odpor  $R_k = 135 \Omega$ .

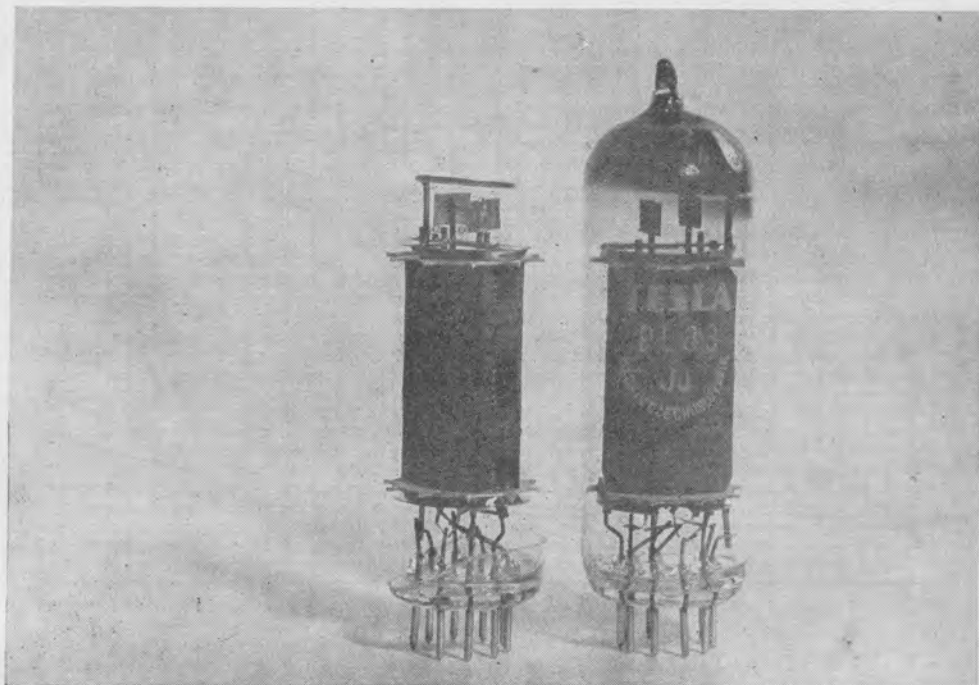
e) Mezní údaje

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250	V <sup>1)</sup>
Vrcholové anodové napětí . . . . .	$U_{av}$	max. 2,5	kV <sup>2)</sup>
Napětí stínící mřížky za studena . . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V
Napětí stínící mřížky. . . . .	$U_{g2}$	max. 250	V
Počátek kladného mřížkového proudu ( $I_{g1} = + 0,3 \mu A$ ) . . . . .	$U_{g1i}$	max. -1,3	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/f}$	max. 200	V <sup>3)</sup>
Trvalý katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 75	mA
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 9	W
Ztráta stínící mřížky. . . . .	$P_{g2}$	max. 2,5	W
Svodový odpor (při samočinném předpětí) . . . . .	$R_{g1}$	max. 1	M $\Omega$
Svodový odpor (při pevném předpětí) . . . . .	$R_{g1}$	max. 0,4	M $\Omega$
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/f}$	max. 20	k $\Omega$

<sup>1)</sup> Nepřevyšuje-li anodová ztráta 4,5 W, je dovolené maximální anodové napětí 450 V.

<sup>2)</sup> Dovolená doba trvání vrcholového anodového napětí je 10 % jedné periody, maximálně však 2 ms.

<sup>3)</sup> U elektronky EL82 se povoluje  $U_{k/f} = \text{max. } 100$  V.

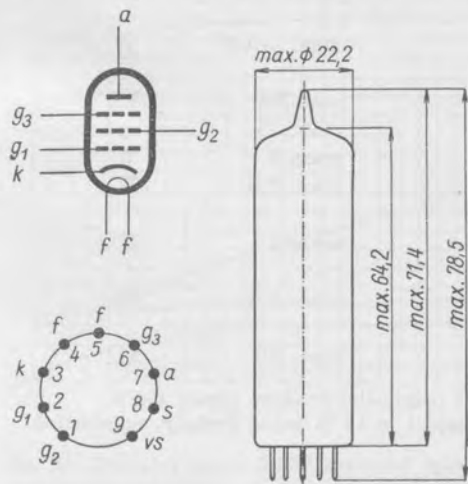


Obr. 52. Elektronka TESLA PL83.

## 6.12 Elektronky PL83 a EL83

### 6. 12. 1 Popis

Elektronky Tesla PL83 a EL83.(obr. 52) jsou koncové pentody s velkou strmostí určené především pro koncové stupně obrazových zesilovačů. U starších televizních přijímačů se na tomto místě používala méně výkonná elektronka EF80, která není konstruována pro výkonové stupně a pro nedostatečný anodový proud nedávala uspokojivé výsledky zvláště s obrazovkami větších rozměrů. Elektronka PL83 má anodový proud dostatečně velký, aby byla schopna krýt nároky kladené při použití v koncových stupních i ve spojení s velkými obrazovkami. S napětím stínící mřížky 170 V při vybuzení řídicí mřížky tak, aby její minimální okamžité předpětí bylo  $-1$  V, dosahuje vrcho-

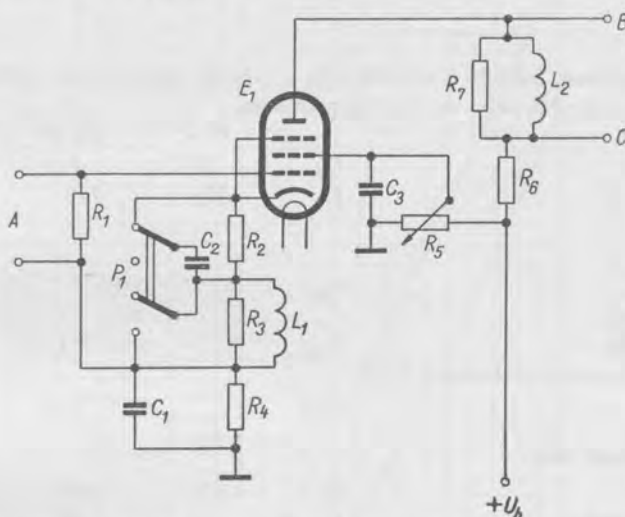


Obr. 53. Zapojení patice a rozměry elektronky PL83 (EL83).

lový anodový proud asi 50 mA. Při dané napěťové amplitudě na výstupu koncového zesilovače lze proto udržet zatěžovací odpor značně malý, což umožňuje dosáhnout velké šířky přenášeného pásma. Velká strmost elektronky zajišťuje velké zesílení, takže lze vystačit s malým budícím napětím na řídicí mřížce. Z dalších důležitých vlastností nutno uvést nízkou průchozí kapacitu (max. 0,1 pF), ale také ostatní kapacity způsobují u elektronky PL83 velmi dobrý poměr  $S/C$ .

Konstrukce elektronky je oválného tvaru, anoda je otevřená. Podélným otvorem anody prochází oběma slídovými destičkami silný držák getru, který přispívá ke zpevnění konstrukce, a tím ke zmenšení sklonu k mikrofoničnosti. Řídicí mřížka je opatřena chladicími křídly a její povrch je zlacen, aby náchylnost k tepelné emisi byla minimální. Pečlivé stínění elektronky zmenšuje mezelektrodové kapacity.

Rozměry elektronky a zapojení patice jsou na obr. 53.



Obr. 54. Zapojení obrazového zesilovače televizního přijímače s elektronkou PL83.

### 6. 12. 2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábějí tyto elektronky se stejným označením; v USA se elektronka PL83 nazývá 15A6 a elektronka EL83 má označení 6CK6.

### 6. 12. 3 Použití

#### a) Zesilovač obrazového signálu

Na obr. 54 je elektronka PL83 zapojena jako obrazový zesilovač. Takový zesilovač slouží v televizních přijímačích k zesílení signálu z obrazového detektoru na úroveň nutnou pro vybudění obrazovky. Potřebné zesílení je větší než 20 při výstupním napětí do 80 V. K tomu účelu se elektronka PL83 dobře hodí, protože již při napájecím napětí  $U_b = 170$  V má anodový proud  $I_a = 52$  mA při napětí řídicí mřížky  $U_{g1} = -1$  V. Při takovém proudu lze použít poměrně malý anodový zatěžovací odpor k získání dostatečně velkého obrazového napětí.

Signál z obrazového detektoru se přivádí v bodě A na řídicí mřížku elektronky  $E_1$ .  $R_1$  je svodový odpor řídicí mřížky. Předpětí řídicí mřížky vzniká převážně na katodo-

vém odporu  $R_4$  (470  $\Omega$ ), protože odporu  $R_2$ , který je také zapojený v obvodu katody, je malý. Odpor  $R_2$  spolu s kondenzátorem  $C_2$ , odporem  $R_3$  a indukčností  $L_1$  tvoří člen s vhodnou útlumovou charakteristikou, kterou lze měnit přepínačem  $P_1$ . Účelem je zdůraznění některé oblasti v kmitočtovém pásmu obrazového zesilovače. Toto zařízení (vyjasňovač — něm. Klarzeichner) mění charakter obrazu podle přání diváka. Zesílení obrazového zesilovače se řídí potenciometrem  $R_5$  pomocí změny napětí stínící mřížky. Zesílený obrazový signál vzniká na zatěžovacím odporu  $R_0$ , který je pro úpravu útlumové charakteristiky (kompenzaci vlivu kapacit elektronky a spojů) doplněn indukčností  $L_2$ , tlumené odporem  $R_7$ . Zesílené napětí se přivádí v bodě B na katodu obrazovky. V bodě C se odebrává řídicí napětí pro oddělovač synchronizačních impulsů.

#### 6. 12. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení sériové (pro elektronku EL83 paralelní) stejnosměrným nebo střídavým proudem.

	PL83	EL83	
Žhavicí napětí . . . . . $U_f$	15,0	6,3	V
Žhavicí proud . . . . . $I_f$	300	710	mA

##### b) Kapacity

Vstupní kapacita . . . . . $C_{g1}$	10,8	pF
Výstupní kapacita . . . . . $C_a$	6,6	pF
Průchozí kapacita . . . . . $C_{g1/a}$	max. 0,1	pF
Kapacita mezi žhavicím vláknem a řídicí mřížkou . . . . . $C_{g1/t}$	max. 0,15	pF

##### c) Charakteristické údaje

Anodové napětí . . . . . $U_a$	170	200	V
Napětí hradicí mřížky . . . . . $U_{g3}$	0	0	V
Napětí stínící mřížky . . . . . $U_{g2}$	170	200	V
Mřížkové předpětí . . . . . $U_{g1}$	-2,3	-3,5	V
Anodový proud . . . . . $I_a$	36	36	mA
Proud stínící mřížky . . . . . $I_{g2}$	5	5	mA
Strmost . . . . . $S$	10,5	10,5	mA/V
Vnitřní odpor . . . . . $R_i$	100	100	k $\Omega$
Zesilovací činitel stínící mřížky . . . . . $\mu_{21}$	24	24	—

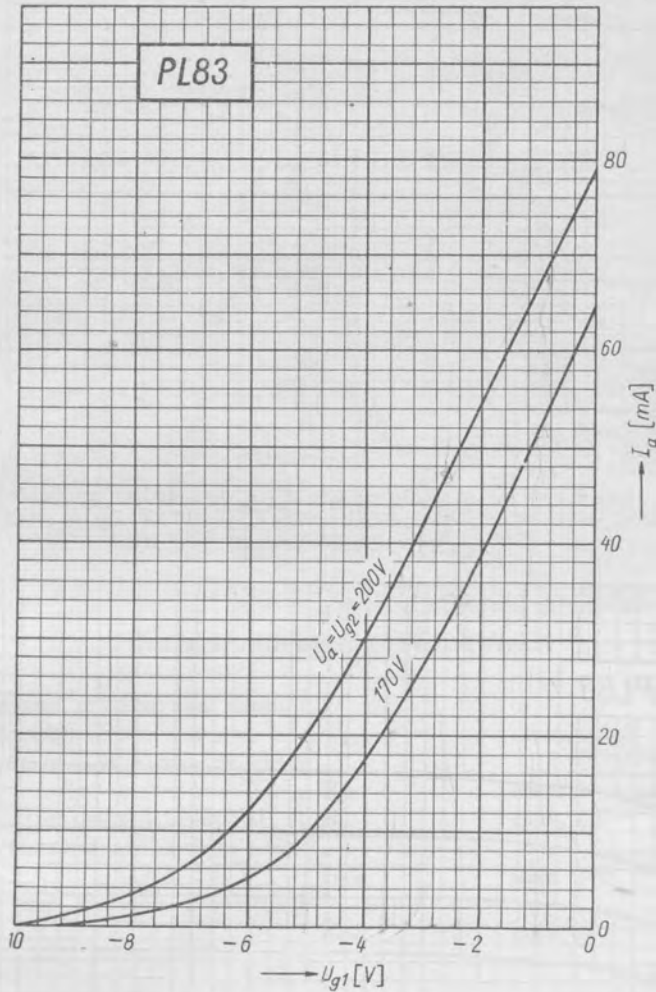
##### d) Provozní údaje

##### da) Koncový stupeň obrazového zesilovače

Napětí zdroje . . . . . $U_b$	170	200	V
Napětí hradicí mřížky . . . . . $U_{g3}$	0	0	V
Napětí stínící mřížky . . . . . $U_{g2}$	170	200	V
Zatěžovací odpor . . . . . $R_n$	5	5	k $\Omega$
Katodový odpor . . . . . $R_k$	500	500	$\Omega$
Anodový proud . . . . . $I_a$	8,4	10,4	mA
Proud stínící mřížky . . . . . $I_{g2}$	1,8	2,0	mA

e) Mezní údaje

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250	V <sup>1)</sup>
Napětí stínící mřížky za studena . . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V

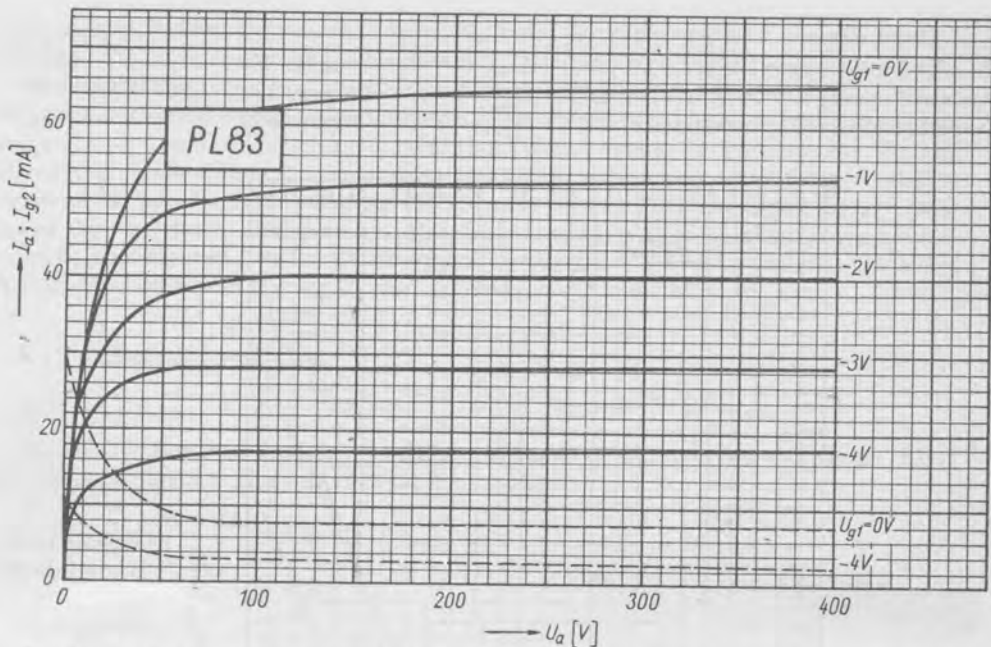


Dg. 83. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky při různém anodovém napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2}$ .

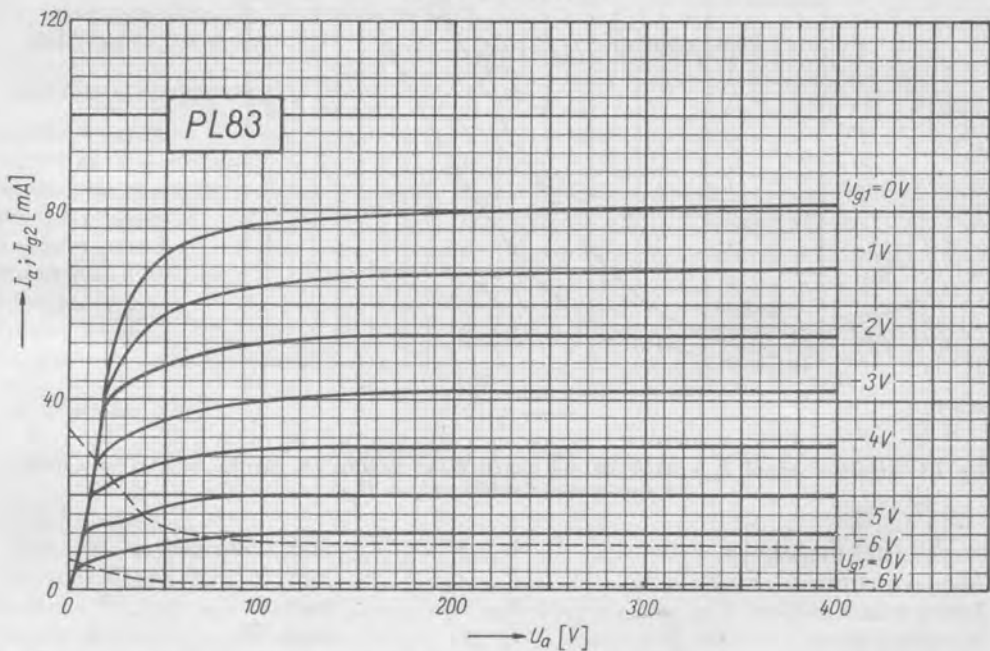
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 250	V <sup>2)</sup>
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 9	W
Ztráta stínící mřížky . . . . .	$P_{g2}$	max. 2	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 70	mA

<sup>1)</sup> Maximální přípustné napětí na anodě a stínící mřížce elektronky EL83 je 300 V.

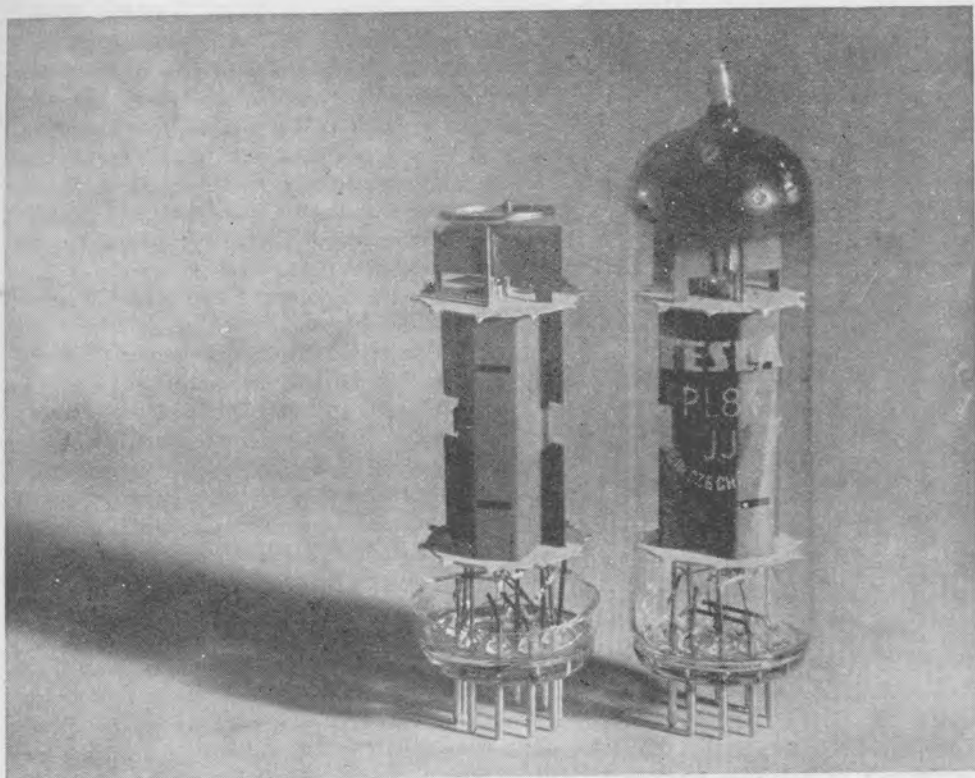




Dg. 84. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V. Proud stínící mřížky  $I_{g2}$  je vyznačen čárkovane.



Dg. 85. Anodový proud  $I_a$  a proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 200$  V. Proud stínící mřížky je vyznačen čárkovane.



Obr. 55. Elektronka TESLA PL84.

Počátek kladného mřížkového proudu ( $I_{g1} = +0,3 \mu\text{A}$ ) . . . . .	$U_{g1}$	max. -1,3	V
Svodový odpor (při samočinném předpětí) . . . . .	$R_{g1}$	max. 1	M $\Omega$
Svodový odpor (při pevném předpětí) . . . . .	$R_{g1}$	max. 0,5	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/f}$	max. 200	V <sup>1),2)</sup>
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/f}$	max. 20	k $\Omega$

### 6.13 Elektronky PL84 a UL84

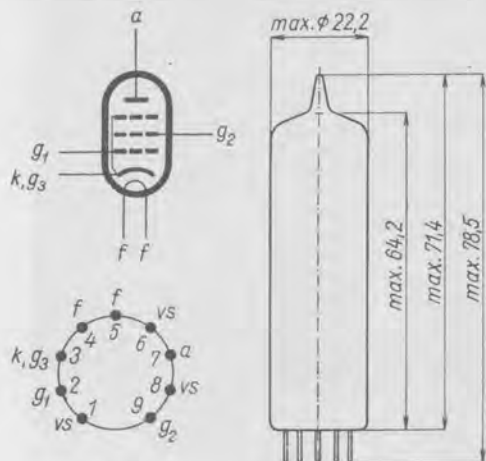
#### 6.13.1 Popis

Elektronky Tesla PL84 a UL84 (obr. 55) jsou koncové svazkové pentody s anodovou ztrátou 12 W. Původně byla v zahraničí vyvinuta elektronka UL84 jako obdoba elektronky EL84 se změněnými parametry. Protože však by tato elektronka při po-

<sup>1)</sup> Maximální stejnosměrná složka 150 V.

<sup>2)</sup> U elektronky EL83 je napětí mezi katodou a žhavicím vláknem  $U_{k/f} = \text{max. } 100 \text{ V}$ .

užití v univerzálních rozhlasových přijímačích s nižším napájecím napětím dávala menší výstupní výkon, byla její konstrukce změněna tak, že byl zmenšen zesilovací činitel stínící mřížky z původní hodnoty 18,2 na 8. Tak vznikl prakticky nový typ elektronky, který se brzy začal vyrábět rovněž v provedení se žhavicím proudem 300 mA jako elektronka PL84. Jelikož se tato elektronka ukázala svým nízkým napájecím napětím vhodná pro koncové stupně bez výstupního transformátoru v nízkofrekvenčních zesilovačích se síťovým transformátorem, byla vytvořena rovněž elektronka s paralelním žhavením 6,3 V, která nese označení EL86, protože se od původní elektronky EL84 zásadně liší. Elektronka EL86 byla popsána ve 2. svazku na str. 154 až 163.



Obr. 56. Rozměry a zapojení patice elektronky PL84 (UL84).

Elektronka PL84 je vhodná pro koncový stupeň zvukové části televizních přijímačů s vysokými nároky na kvalitu zvuku. Elektronka UL84 se užívá jako koncový zesilovač v univerzálních přijímačích, popř. v nízkofrekvenčních zesilovačích. Má se provozovat výhradně s automatickým nebo poloautomatickým předpětím. Při provozu s poloautomatickým předpětím musí být poměr katodového proudu elektronky UL84 (PL84) k celkovému proudu vytvářejícímu na odporu v záporném přívodu napájecího

zdroje předpětí minimálně 0,6. Při napájecím napětí 170 V a anodovém proudu  $I_a = 70$  mA se dosahuje výstupního výkonu  $P_o = 5,6$  W při zkreslení  $d_{tot} = 10$  %. Menší výkon  $P_o = 4$  W dává elektronka při anodovém proudu  $I_a = 50$  mA; tohoto zmenšení lze dosáhnout buď snížením napětí na stínící mřížce, nebo jednodušeji zvětšením předpětí. Při použití dvou elektronek v souměrném zapojení lze při napájecím napětí 170 V získat výstupní výkon 13 až 13,5 W, při napětí 100 V pak 3,6 až 3,7 W. Pracuje-li elektronka jako trioda se stínící mřížkou spojenou s anodou, dává v souměrném zapojení při napájecím napětí 170 V výstupní výkon  $P_o = 3,9$  W.

Rozměry elektronky PL84 (UL84) a zapojení patice jsou na obr. 56. Charakteristiky jsou shodné s charakteristikami elektronky EL86.

### 6. 13. 2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábějí elektronky PL84 a UL84 se stejným označením, v USA ani v SSSR nemají ekvivalent. V USA vyrábějí pouze obdobu elektronky EL86 s označením 6CW5.

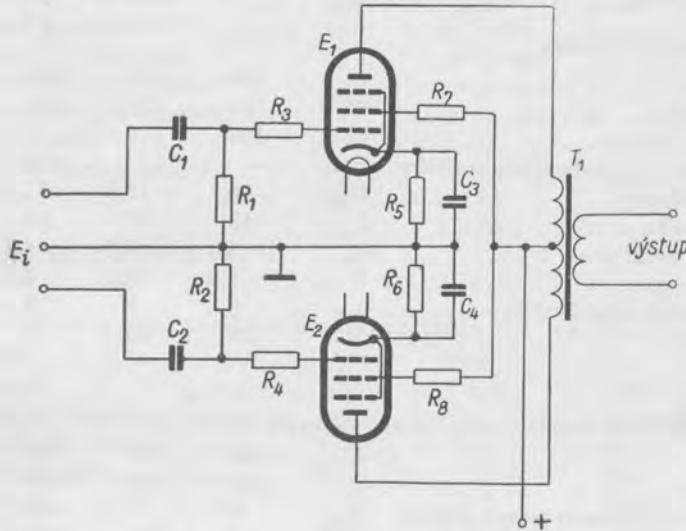
### 6. 13. 3 Použití

#### *Dvojčinný nízkofrekvenční výkonový zesilovač*

Elektronky PL84 a UL84 se hodí stejně výhodně jako elektronka EL86 pro nízkofrekvenční koncové stupně bez výstupního transformátoru. Příklady zapojení byly uvedeny ve 2. dílu na str. 155 až 157. V zařízeních bez síťového transformátoru, např. zesilovačích, nebo rozhlasových a televizních přijímačích, je napájecí napětí poměrně

malé ( $U_b = 100$  až  $200$  V). K dosažení větších výstupních výkonů lze v takovém případě s výhodou použít elektronku PL84 nebo UL84 ve dvojitěm zapojení. Příklad takového dvojitěm zapojení ukazuje obr. 57.

Ke svorkám  $E_1$  se přivádí např. z obraceče fáze souměrné budící napětí, které je připojeno přes vazební kondenzátory  $C_1$  a  $C_2$  a malé tlumicí odpory  $R_3$  a  $R_4$  k řídicím mřížkám elektronek PL84 (UL84).  $R_1$  a  $R_2$  jsou mřížkové svodové odpory. Mřížkové předpětí vzniká na katodových odporech  $R_5$  a  $R_6$  s hodnotou  $240 \Omega$  při napájecím napětí



Obr. 57. Zapojení dvojitěm nízkofrekvenčního zesilovače s dvěma elektronkami PL84.

$U_b = 170$  V. To platí při provozu v třídě AB. Při provozu v třídě B je nutno použít pevné mřížkové předpětí, které při stejném napájecím napětí činí  $U_{e1} = -20,5$  V. Katodové odpory jsou přemostěny kondenzátory  $C_3$  a  $C_4$  s velkou kapacitou. Stínící mřížky elektronek  $E_1$  a  $E_2$  jsou připojeny přes malé tlumicí odpory  $R_7$  a  $R_8$  přímo ke zdroji napájecího napětí. V anodových přívodech je zapojen výstupní transformátor, který přizpůsobuje zatěžovací odpor (např. reproduktorová soustava připojená ke svorkám sekundárního vinutí transformátoru  $T_1$ ) na optimální hodnotu  $R_{aa}$ , která je  $3500 \Omega$ .

Při provozu v třídě AB se dosáhne při plném vybuzení efektivním napětím  $E_1 = 2 \times 13,1$  V výstupního výkonu asi  $13$  W. Zkreslení je při tom asi  $4,5 \%$ . Anodový proud kolísá mezi  $2 \times 56,5$  mA v klidu a  $2 \times 57,5$  mA při plném vybuzení; proud stínících mřížek kolísá mezi  $2 \times 3,0$  a  $2 \times 20,5$  mA. Výstupního výkonu  $50$  mW se dosáhne budícím napětím  $2 \times 0,45$  V. Hodnoty pro jiné napájecí napětí, nebo pro provoz v třídě B jsou uvedeny v čl. 6.13.4 odstavce db), popř. dc).

#### 6. 13. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

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

	PL84	UL84			
Žhavicí napětí. . . . .	$U_f$	15	45	V	
Žhavicí proud. . . . .	$I_f$	300	100	mA	
<b>b) Kapacity</b>					
Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	12		pF	
Výstupní kapacita. . . . .	$C_a$	6		pF	
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	max. 1,0		pF	
<b>c) Charakteristické údaje</b>					
Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	100	170	200	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	100	170	200	V
Napětí stínící mřížky. . . . .	$U_{g2}$	100	170	—	V
Sériový odpor v přívodu stínící mřížky	$R_{g2}$	—	—	470	$\Omega$
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-6,7	-12,5	-17,3	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	43	70	60	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	3,0	5,0	4,1	mA
Strmost. . . . .	$S$	9,0	10,0	8,8	mA/V
Zesilovací činitel stínící mřížky . . . . .	$\mu_{21}$	8	8	8	—
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	23	23	28	k $\Omega$

**d) Provozní údaje**
**da) Nízkofrekvenční zesilovač výkonu třídy A**

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	100	170	200	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	100	170	200	V
Sériový odpor v přívodu stínící mřížky	$R_{g2}$	0	0	470	$\Omega$
Napětí stínící mřížky. . . . .	$U_{g2}$	100	170	200	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-6,7	-12,5	-17,3	V
Anodový proud bez buzení . . . . .	$I_a$	43	70	60	mA
Anodový proud při vybuzení . . . . .	$I_a$	43	70	62,5	mA
Proud stínící mřížky bez buzení . . . . .	$I_{g2}$	3,0	5,0	4,1	mA
Proud stínící mřížky při vybuzení . . . . .	$I_{g2}$	11	22	12,5	mA
Zatěžovací odpor. . . . .	$R_a$	2,4	2,4	2,4	k $\Omega$
Střídavé budicí napětí . . . . .	$E_1$	4,3	7,0	7,8	V
Výstupní výkon. . . . .	$P_o$	1,9	5,6	5,2	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	10	10	10	%
Střídavé budicí napětí pro výstupní výkon 50 mW. . . . .	$E_1$	0,55	0,5	0,55	V

**db) Dvojitý zesilovač výkonu třídy AB**

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	100	170	V
Napětí stínící mřížky. . . . .	$U_{g2}$	100	170	V
Katodový odpor. . . . .	$R_k$	135	120	$\Omega$
Anodový proud bez buzení . . . . .	$I_a$	2 × 29,0	2 × 56,5	mA
Anodový proud při vybuzení . . . . .	$I_a$	2 × 31,0	2 × 57,5	mA
Proud stínící mřížky bez buzení . . . . .	$I_{g2}$	2 × 1,6	2 × 3,0	mA
Proud stínící mřížky při vybuzení . . . . .	$I_{g2}$	2 × 7,0	2 × 20,5	mA
Střídavé budicí napětí . . . . .	$E_1$	7,0	13,1	V
Zatěžovací odpor mezi anodami . . . . .	$R_{aa}$	3,5	3,5	k $\Omega$
Výstupní výkon. . . . .	$P_o$	3,6	13,0	W

Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	3,0	4,5	%
Střídavé budicí napětí pro výstupní výkon 50 mW . . . . .	$E_i$	0,54	0,45	V

## dc) Dvojčinný zesilovač výkonu třídy B

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	100	170	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	100	170	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-11,4	-20,5	V
Anodový proud bez buzení . . . . .	$I_a$	$2 \times 10$	$2 \times 15$	mA
Anodový proud při vybuzení . . . . .	$I_a$	$2 \times 30,5$	$2 \times 57,5$	mA
Proud stínící mřížky bez buzení . . . . .	$I_{g2}$	$2 \times 0,55$	$2 \times 0,7$	mA
Proud stínící mřížky při vybuzení . . . . .	$I_{g2}$	$2 \times 7,1$	$2 \times 20,5$	mA
Střídavé budicí napětí . . . . .	$E_i$	7,9	14,6	V
Zatěžovací odpor mezi anodami . . . . .	$R_{an}$	3,5	3,5	mA
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	3,7	13,5	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	2,8	4,8	%
Střídavé budicí napětí pro výstupní výkon 50 mW . . . . .	$E_i$	0,95	0,92	V

## dd) Nízkofrekvenční zesilovač výkonu třídy A — triodové zapojení

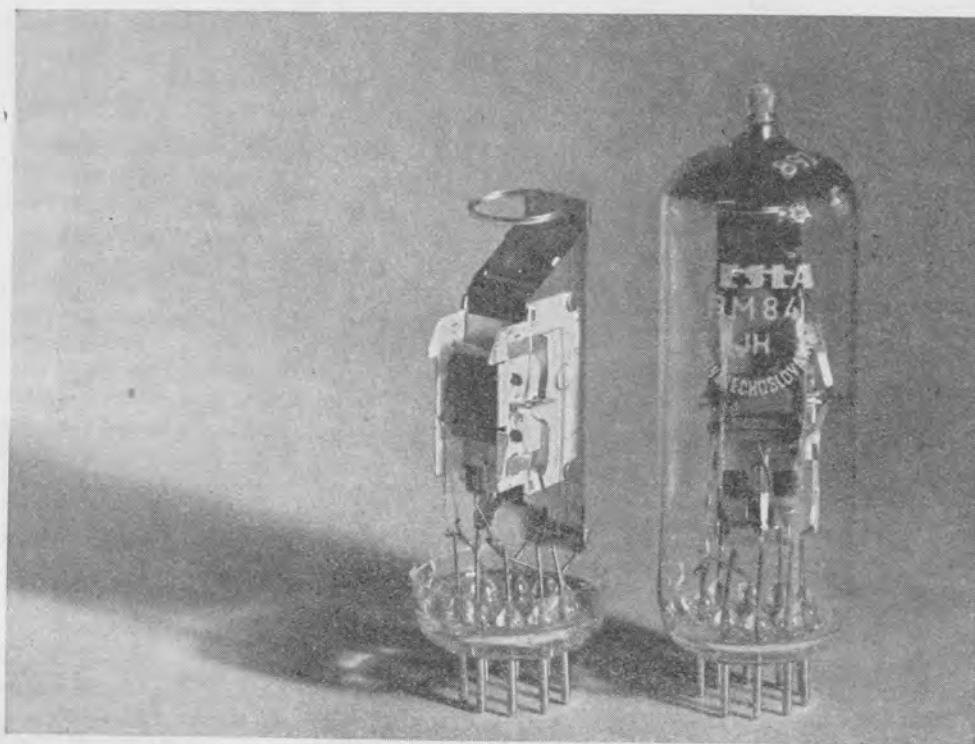
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	100	170	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-8,0	-15,1	V
Anodový proud bez buzení . . . . .	$I_a$	30	50	mA
Anodový proud při vybuzení . . . . .	$I_a$	36,1	62,0	mA
Střídavé budicí napětí . . . . .	$E_i$	5,7	10,8	mA
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	1,2	1,2	k $\Omega$
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	0,52	2,10	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	10	10	%
Střídavé budicí napětí pro výstupní výkon 50 mW . . . . .	$E_i$	1,8	1,75	V

## de) Dvojčinný zesilovač výkonu třídy AB — triodové zapojení

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	100	170	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	270	270	$\Omega$
Anodový proud bez buzení . . . . .	$I_a$	$2 \times 18$	$2 \times 32,5$	mA
Anodový proud při vybuzení . . . . .	$I_a$	$2 \times 20$	$2 \times 36$	mA
Střídavé budicí napětí . . . . .	$E_i$	7,3	13,4	V
Zatěžovací odpor mezi anodami . . . . .	$R_{an}$	3,5	3,5	k $\Omega$
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	1,0	3,9	W
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	3,2	3,8	%
Střídavé budicí napětí pro výstupní výkon 50 mW . . . . .	$E_i$	1,54	1,45	V

## 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	W



Obr. 58. Elektronka TESLA PM84.

Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 100	mA
Svodový odpor ( $U_{g1}$ automaticky) . . . . .	$R_{g1}$	max. 1	M $\Omega$
Efektivní napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/f}$	max. 200	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/f}$	max. 20	k $\Omega$

## 6.14 Elektronky PM84 a EM84

### 6. 14.1 Popis

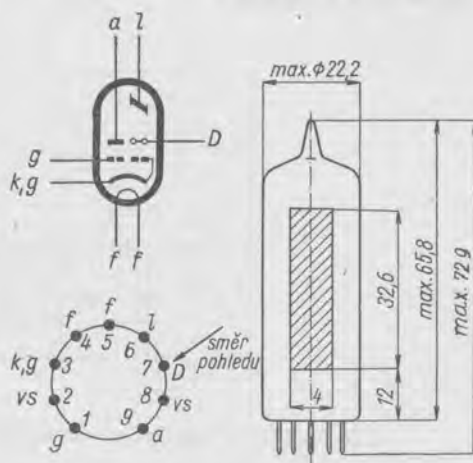
Elektronky Tesla PM84 a EM84 (obr. 58) jsou moderní elektronové ukazatele se stínítkem ve tvaru pásku rovnoběžného s osou elektronky. Stínítka se pozoruje z boku kolmo k ose elektronky. Optimální vyladění odpovídá největší svítící ploše stínítka.

Elektronový ukazatel PM84 je určen především pro indikaci vyladění televizních přijímačů. U rozhlasového přijímače se odchylka od správného vyladění ihned pozná podle nepřírodního zesílení při vysokých kmitočtech a podle zkreslení. Vyladění televizního přijímače, který pracuje s mezinosnou soustavou, není možno provádět na základě posuzování kvality zvuku jako v předchozím případě, neboť zkreslení zvuku se projeví teprve tehdy, když jakost obrazu je už velmi silně narušena. Je tedy nutno vy-

ladovat televizní přijímač na optimální jakost obrazu, což však je dokonale možné pouze při vysílání zkušebního obrazce. Různé korekce a záměrné odchylky od normalizované přenosové charakteristiky velmi ztěžují správné vyladění při vysílání programu. Použití elektronového ukazatele tyto obtíže odstraňuje a umožňuje kdykoli snadné optimální vyladění televizního přijímače. Ukazatel PM84 je přizpůsoben požadavkům moderních televizních přijímačů, tj. má žhavicí vlákno určené pro sériové napájení proudem 300 mA. Napětí stínítka je 170 V, nižší napětí nelze použít, aby nedocházelo k rušivým zjevům na stínítku vlivem statických nábojů.

Elektronový ukazatel EM 84 se liší od provedení PM84 žhavicími parametry a vyšším napětím stínítka. Z vyššího napětí stínítka vyplývá rovněž vyšší závěrné napětí ( $-22$  V) proti nižší hodnotě u PM84 ( $-15$  V). Elektronový ukazatel EM84 je vhodný pro použití v televizních přijímačích se síťovým transformátorem, dále v rozhlasových přijímačích, popř. jako nulový indikátor v měřicích přístrojích a v páskových nahrávacích.

Katoda indikační části a triodového systému je společná, vychylovací elektroda je vyvedena samostatně. Rozměry a zapojení patice elektronového ukazatele PM84 a EM84 jsou na obr. 59, kde je rovněž zakreslen směr pozorování stínítka, aby bylo možno správně orientovat objímku.



Obr. 59. Zapojení patice a rozměry elektroniky PM84 (EM84).

#### 6. 14. 2 Obdobné typy

V Evropě se elektronové ukazatele PM84 a EM84 vyrábějí se stejným označením, v USA se provedení pro paralelní žhavení označuje 6FG6.

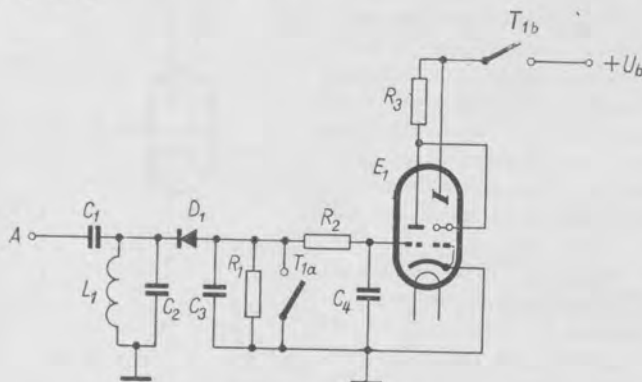
#### 6. 14. 3 Použití

##### a) Elektronový ukazatel vyladění v televizním přijímači

Na obr. 60 je uveden příklad zapojení elektronového ukazatele PM84 v televizním přijímači. V bodě A je kondenzátorem  $C_1$  s malou kapacitou navázán ladící obvod  $L_1C_2$ , naladěný na mezifrekvenci odpovídající nosnému kmitočtu obrazového signálu k poslednímu mezifrekvenčnímu obvodu před detektorem. Napětí na tomto ladícím obvodu, které je největší při přesném naladění oscilátoru přijímače, se usměrní germaniovou diodou 2NN41 ( $D_1$ ) a vyhladí členem  $C_3R_2C_4$ . Hodnoty těchto součástí mohou být 100 pF, 1 M $\Omega$  a 5000 pF. Zatěžovací odpor usměrňovače  $R_1$  je asi 800 k $\Omega$ . Stínítko elektronky PM84 ( $E_1$ ) je připojeno ke zdroji  $U_b$ , jehož napětí má být větší než 170 V pro spolehlivý provoz ukazatele. Odpor  $R_3$  má hodnotu 470 k $\Omega$ . Vychylovací elektroda ukazatele je přímo spojena s anodou její triodové části. Aby světlo ukazatele nerušilo při provozu televizního přijímače, zapíná se elektronka PM84 jen při ladění přijímače tlačítkem  $T_1$ . Kontaktem  $T_{10}$  se připojí na elektronku  $E_1$  anodové napětí a kontaktem



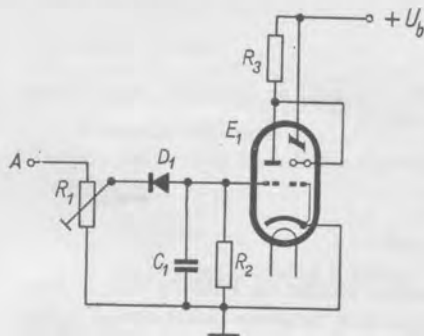
$T_{1a}$  se při provozu přijímače připojí dioda  $D_1$  paralelně k obvodu  $L_1C_2$ , který se tím tlumí a nepůsobí rušivě na mezifrekvenční obvod, se kterým je vázán kondenzátorem  $C_1$ . Při napájecím napětí  $U_b = 170$  V je třeba řídicí napětí na mřížce jen  $-15$  V pro úplné pokrytí stínítka.



Obr. 60. Příklad zapojení elektronového ukazatele PM84 v televizním přijímači.

b) Indikátor vybuzení v páskovém nahrávači

Zapojení elektronky EM84 ( $E_1$ ) v indikátoru vybuzení páskového nahrávače ukazuje obr. 61. Potenciometr  $R_1$  je vývodem A spojen přes vazební kondenzátor s anodou elektronky nízkofrekvenčního zesilovače nahrávače, která napájí nahrávací hlavu. Běžcem potenciometru se odebírá vhodná část zesíleného nízkofrekvenčního napětí, které se usměrní diodou 3NN41 ( $D_1$ ). Usměrňené napětí se vyhladí kondenzátorem  $C_1$  (50 nF), zapojeným paralelně se zatěžovacím odporem usměrňovače  $R_2$  (asi 3 M $\Omega$ ). Toto napětí se pak přivádí na řídicí mřížku elektronky EM84. Světelný pruh ukazatele pak sleduje amplitudu napětí na hlavě nahrávače. K úplnému pokrytí stínítka je třeba řídicího napětí na mřížce asi  $-22$  V při napájecím napětí  $U_b = 250$  V a odporu  $R_3 = 470$  k $\Omega$ .



Obr. 61. Příklad zapojení elektronového ukazatele EM84 v páskovém nahrávači.

6. 14. 4 Elektrické vlastnosti

a) Žhavení

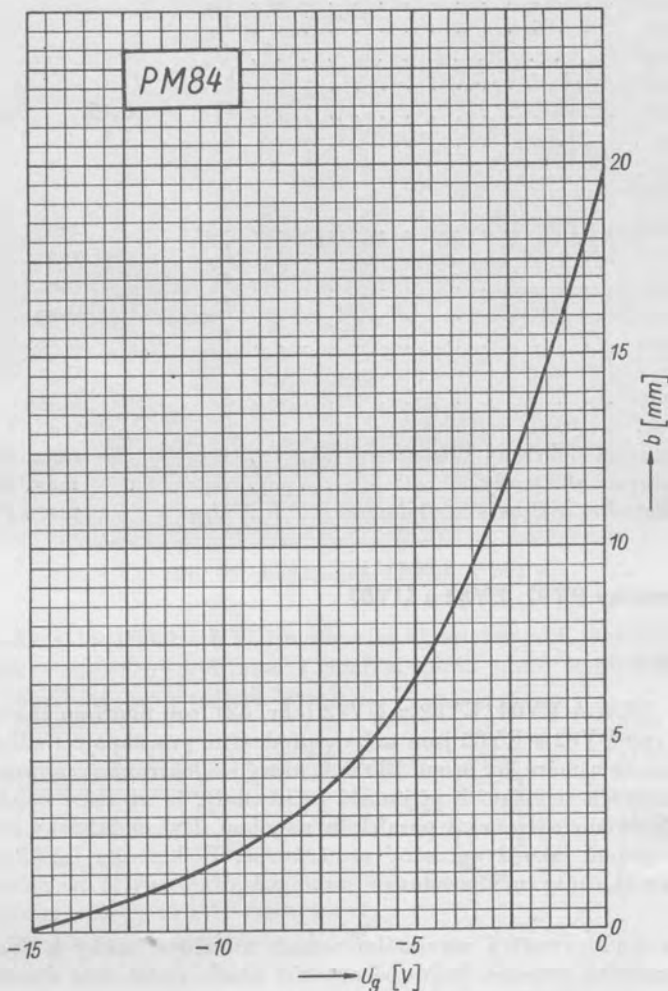
Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení sériové (u elektronky EM84 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.

		PM84	EM84	
Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	4,5	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	300	210	mA

b) Provozní údaje

Elektronový ukazatel PM84

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	170	V
Napětí stínítka . . . . .	$U_1$	170	V



Dg. 86. Vzdálenost mezi svíticemi částmi stínítka  $b$  na napětí řídicí mřížky  $U_g$ . Napájecí napětí  $U_b = 170$  V, napětí stínítka  $U_s = 170$  V, odpor v přívodu anody spojené s vychylovací elektrodou  $R_{a,D} = 470$  k $\Omega$ .

Zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	500	k $\Omega$
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	3	M $\Omega$
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	0	-15 V
Vzdálenost svíticích ploch . . . . .	$b$	19	0 mm

Anodový proud . . . . .	$I_a$	0,30	0,04	mA
Proud stínítka . . . . .	$I_e$	0,7	0,95	mA

Elektronový ukazatel EM84

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	250		V
Napětí stínítka . . . . .	$U_1$	250		V
Zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	500		k $\Omega$
Svodový odpor . . . . .	$R_g$		3	M $\Omega$
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	0	-22	V
Vzdálenost svítících ploch . . . . .	$b$	21	0	mm
Anodový proud . . . . .	$I_a$	0,45	0,06	mA
Proud stínítka . . . . .	$I_1$	1,1	1,6	mA

c) Mezní údaje

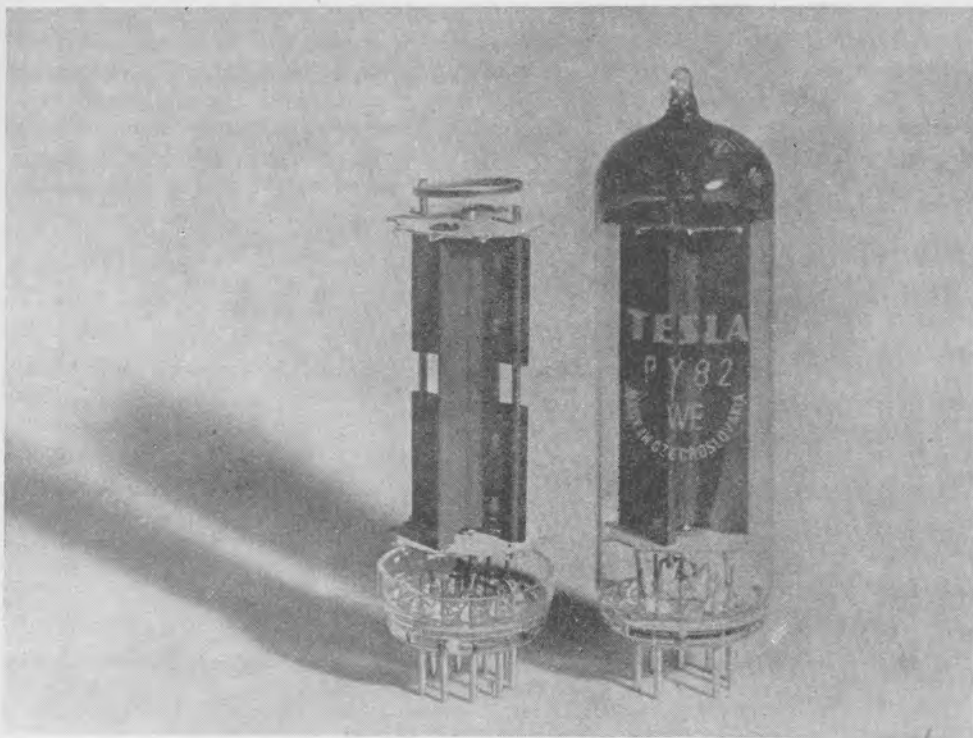
Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550		V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 300		V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 0,5		W
Napětí stínítka za studena . . . . .	$U_{10}$	max. 550		V
Napětí stínítka . . . . .	$U_1$	max. 300		V
		min. 170		V
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 3		mA
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	max. 3		M $\Omega$
Napětí vychylovací elektrody za studena . . . . .	$U_{D0}$	max. 550		V
Napětí vychylovací elektrody . . . . .	$U_D$	max. 300		V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 100		V

6.15 Elektronky PY82, EY82 a UY82

6. 15. 1 Popis

Elektronky TESLA PY82, EY82 a UY82 (obr. 62) jsou nepřímo žhavené usměrňovací diody. Typy PY82 a EY82 jsou určeny především pro napájecí zdroje televizních přijímačů. Protože usměrňovaný proud 180 mA, který je elektronka schopna dodat, je pro napájení normálních televizních přijímačů příliš malý, je nutno v usměrňovací části použít obvykle dvou elektronek v paralelním zapojení. Dvě elektronky EY82 se rovněž používají v zapojení jako dvoucestný usměrňovač. Elektronka UY82 se dobře hodí pro výkonové nízkofrekvenční zesilovače napájené přímo ze sítě bez síťového transformátoru.

Konstrukce diody využívá maximální rozměr novalové baňky k dosažení co největšího usměrňovaného proudu. Mohutné chladičí křídlo podél celé dlouhé anody udržuje teplotu v přípustných mezích. Elektronka je schopna snášet v běžném provozu poměrně velké vrcholové anodové proudy, což umožňuje použít velké kapacity ve vyhlazovacím obvodu (60  $\mu$ F). Při napájecích napětích vyšších než 127 V je nutno zařadit do anodového obvodu elektronky ochranný odpor, aby vrcholový proud nepřesáhl přípustnou velikost. Velikosti ochranných odporů pro různá napětí jsou uvedeny v tabulkách v odstavci mezních údajů. Při paralelním zapojení dvou elektronek je přípustné další zvětšení kapacity vyhlazovacího obvodu; při tomto způsobu provozu je však nutné zapojení ochranného odporu do anodového obvodu každé z obou elektronek, aby bylo zajištěno rovnoměrné rozdělení proudu.



Obr. 62. Elektronka TESLA PY82.

Protože elektronky PY82 a UY82 mají velké žhavicí napětí, jsou na koncích jejich žhavicích vláken navlečeny wolframové chladičí spirálky, aby se předešlo zbytečnému teplotnímu namáhání nepokrytých konců a případnému přepálení.

Rozměry a zapojení elektronky PY82 (a také EY82 a UY82) jsou na obr. 63.

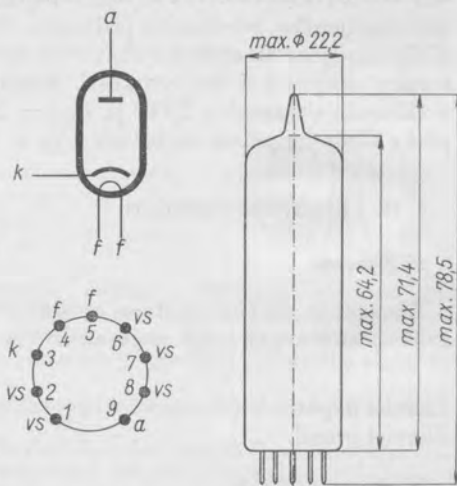
### 6. 15. 2 Obdobné typy

V Evropě se tyto typy uvádějí se stejným označením, v USA se elektronka PY82 značí 19Y3.

### 6. 15. 3 Použití

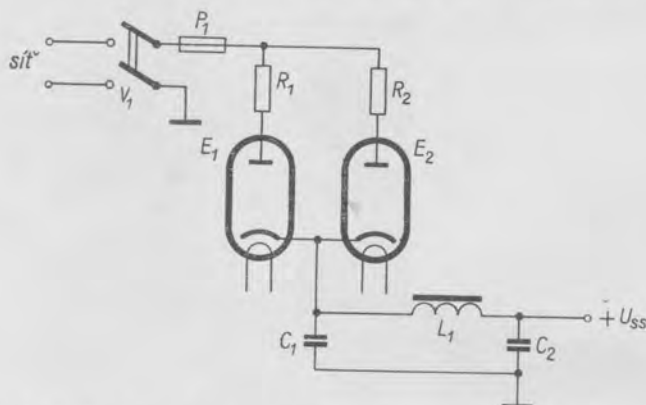
#### Napájecí zdroj televizního přijímače

Na obr. 64 je uvedeno zapojení usměrňovače osazeného dvěma usměrňovacími elektronkami PY82. Takto zapojený jednocestný usměrňovač je schopen dodat usměrněný



Obr. 63. Zapojení patice a rozměry elektronky PY82 (UY82, EY82).

proud asi 300 mA. Při použití dvou usměrňovacích diod paralelně zapojených není vhodné zatěžovat jednotlivé elektronky maximálním proudem povoleným mezními hodnotami pro jedinou elektronku. To z toho důvodu, že charakteristiky elektronek běžně vyráběných nejsou přesně shodné. Mohla by se proto jedna z paralelně spojených elektronek přetížit. Usměrňovač s jedinou elektronkou v jinak shodném zapojení může dodat usměrněný proud až 180 mA. V anodách elektronek jsou zapojeny ochranné odpory  $R_1$  a  $R_2$ , které omezují vrcholový anodový proud na přípustnou velikost. Pro



Obr. 64. Napájecí zdroj televizního přijímače s dvěma paralelně zapojenými usměrňovacími elektronkami PY82.

síťové napětí 220 V jsou hodnoty těchto odporů 65  $\Omega$ . Kapacita prvního kondenzátoru vyhlazovacího obvodu  $C_1$  je 100  $\mu\text{F}$ . Za tímto kondenzátorem následují ještě další členy vyhlazovacího obvodu, tlumivka  $L_1$  a kondenzátor  $C_2$ . Pokud se užívá jen jedna elektronka PY82 v usměrňovači, je maximální kapacita kondenzátoru  $C_1 = 60 \mu\text{F}$ . Žhavicí vlákna obou elektronek jsou zapojena v sérii s ostatními žhavicími vlákny elektronky napájeného televizního přijímače. Při tom mohou být žhavicí vlákna elektronky PY82 zapojena až na konci žhavicího řetězu, kde napětí mezi vláknem a katodou elektronky nabývá největší velikosti. Maximální povolené střídavé napětí mezi katodou a vláknem elektronky PY82 je  $E_{k/t} = 220 \text{ V}$  a maximální přídatné stejnosměrné napětí s kladným pólem na katodě  $U_{k/t} = 250 \text{ V}$ .

#### 6. 15. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení sériové (u elektronky EY82 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.

	PY82	EY82	UY82		
Žhavicí napětí. . . . .	$U_f$	19	6,3	55	V
Žhavicí proud. . . . .	$I_f$	300	900	100	mA

##### b) Provozní údaje

Jednocestný usměrňovač s jednou elektronkou

$E_a$ ef[V]	$U_{ss}$ [V]	$I_{ss}$ [mA]	$C$ [ $\mu$ F]	$R_o$ [ $\Omega$ ] <sup>1)</sup>
250	195	180	60	125
240	195	180	60	105
220	195	180	60	65
200	195	180	60	30
127	127	180	60	0

## c) Mezní údaje

ca) Pro jednu elektronku PY82 nebo UY82

Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_a$	max. 250	V
Vrcholové inverzní napětí . . . . .	$U_{inv}$ v	max. 700	V
Usměrněný proud . . . . .	$I_{ss}$	max. 180	mA
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$ v	max. 550 <sup>2)</sup>	V
Vstupní kapacita vyhlazovacího obvodu . . . . .	$C$	max. 60 <sup>3)</sup>	$\mu$ F

Ochranný anodový odpor podle tabulky:

$E_a$ ef[V]	$R_o$ min [ $\Omega$ ]
250	100
240	80
220	40
200	30
127	0

cb) Pro dvě elektronky EY82 v dvoucestném zapojení

Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_a$	2 $\times$ 300	V
Vrcholové inverzní napětí . . . . .	$U_{inv}$ v	max. 850	V
Usměrněný proud . . . . .	$I_{ss}$	max. 360	mA
Vrcholový proud (pro jednu elektronku) . . . . .	$I_v$	max. 1,1	A
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$ v	max. 450	V
Vstupní kapacita vyhlazovacího obvodu . . . . .	$C$	max. 60 <sup>4)</sup>	$\mu$ F

<sup>1)</sup>  $R_o$  je celkový ochranný odpor v anodě elektronky; jestliže je elektronka napájena přes transformátor, počítá se do hodnoty ochranného odporu součet odporu sekundárního vinutí a odporu primárního vinutí přepočteného na sekundární stranu, tj.  $R_o = R_s + n^2 R_p$ , kde  $R_s$  je odpor sekundárního vinutí,  $R_p$  je odpor primárního vinutí a  $n$  je převod z primárního vinutí na jednu fázi sekundárního vinutí.

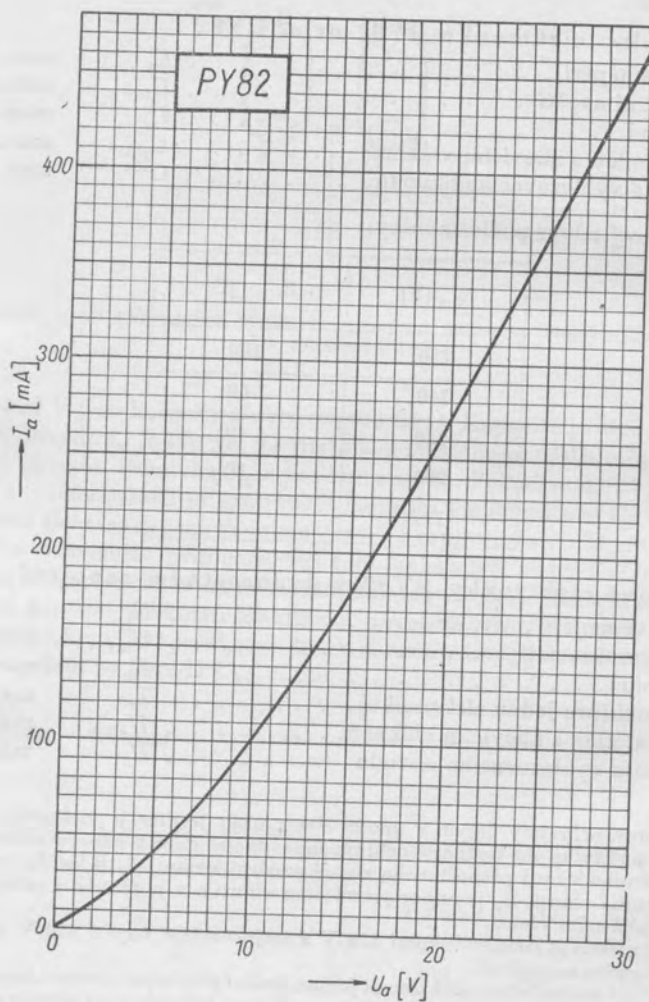
<sup>2)</sup> Maximální efektivní střídavé napětí 220 V a stejnosměrné napětí 250 V s kladným pólem na katodě, záporným na vlákně.

<sup>3)</sup> Při paralelním spojení dvou elektronek je maximální přípustná vstupní kapacita vyhlazovacího obvodu 100  $\mu$ F. V anodě každé z obou elektronek musí být ochranný odpor s minimální hodnotou určenou podle tabulky.

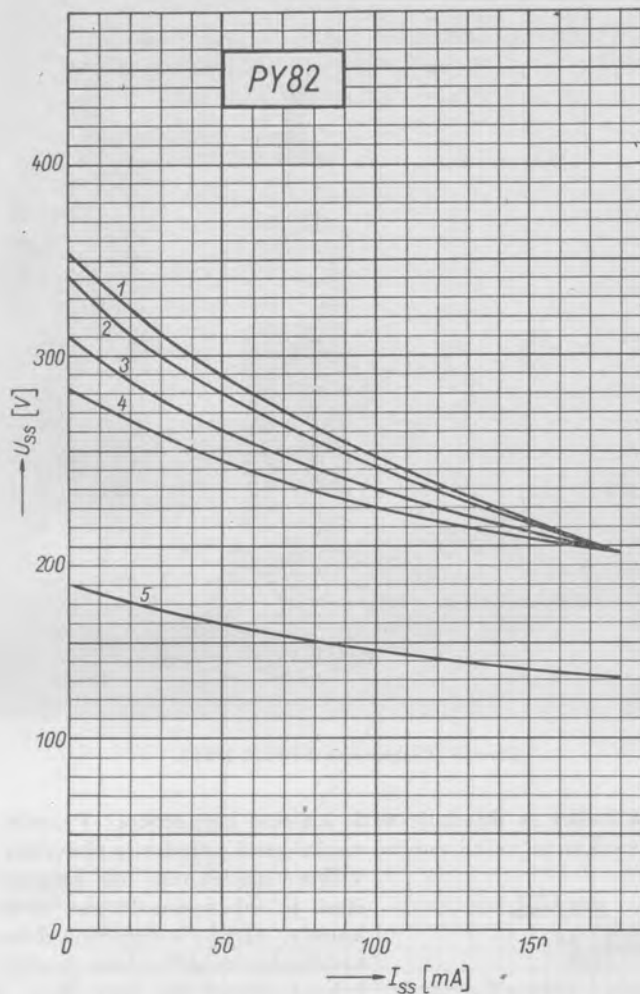
<sup>4)</sup> Jestliže se ochranný odpor zvětší o 10  $\Omega$ , je dovoleno zvětšení kapacity vyhlazovacího obvodu na  $C = \max. 100 \mu$ F.

Ochranný anodový odpor podle tabulky:

$E_a$ ef[V]	$R_{O\ min}$ [ $\Omega$ ]
$2 \times 250$	$2 \times 75$
$2 \times 280$	$2 \times 95$
$2 \times 300$	$2 \times 110$



Dg. 87. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  usměrňovací elektronky PY82.



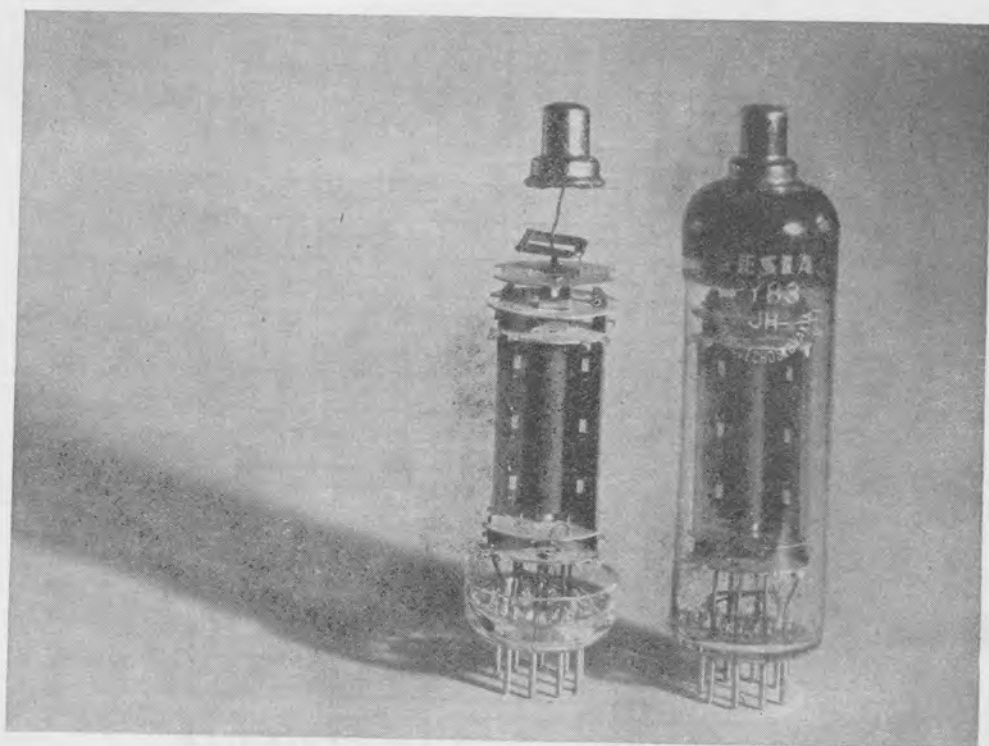
Dg. 88. Usměrněné napětí  $U_{ss}$  v závislosti na usměrněném proudu  $I_{ss}$  elektronky PY82 (UY82, EY82) zapojené jako jednocestný usměrňovač síťového napětí. Hodnota vyhlazovacího kondenzátoru na výstupu usměrňovače  $C = 60 \mu\text{F}$ : 1 — efektivní střídavé napětí  $E_{tr} = 250 \text{ V}$ , ochranný odpor  $R_o = 125 \Omega$ ; 2 — efektivní střídavé napětí  $E_{tr} = 240 \text{ V}$ , ochranný odpor  $R_o = 105 \Omega$ ; 3 — efektivní střídavé napětí  $E_{tr} = 220 \text{ V}$ , ochranný odpor  $R_o = 65 \Omega$ ; 4 — efektivní střídavé napětí  $E_{tr} = 200 \text{ V}$ , ochranný odpor  $R_o = 30 \Omega$ ; 5 — efektivní střídavé napětí  $E_{tr} = 127 \text{ V}$ , ochranný odpor  $R_o = 0 \Omega$ .

## 6.16 Elektronky PY83 a EY83

### 6. 16. 1 Popis

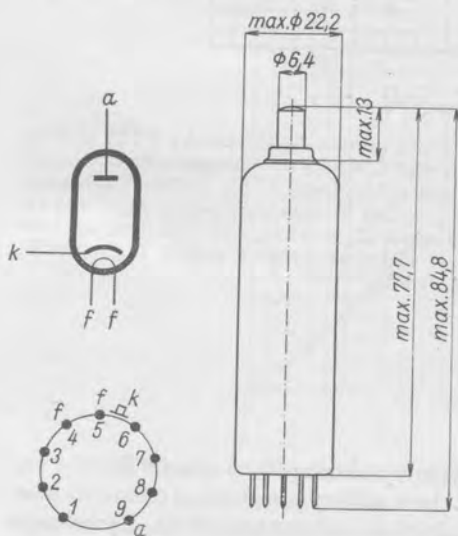
Elektronky TESLA PY83 a EY83 (obr. 65) jsou vysokonapěťové spínací diody s katodou vyvedenou na čepičku na vrcholu baňky. Jsou určeny pro zlepšení účinnosti koncových stupňů řádkových rozkladových generátorů s elektronkou PL81. Vyvedením





Obr. 65. Elektronka TESLA PY83.

katody na vrchol baňky se dosahuje větší izolační bezpečnosti. Protože při činnosti spínací diody se vyskytuje velmi značné napětí mezi katodou a žhavicím vláknem, je vlákno navléknuto na keramické tyčince, čímž je zabráněno dotyku vlákna se stěnou katody. Aby bylo dosaženo dobrého středění keramické trubičky, jsou použity dvojce horní i dolní slídové destičky. Tato úprava žhavení pochopitelně vyžaduje poněkud větší žhavicí příkon, avšak dosahuje se tak dovoleného napětí mezi katodou a vláknem přes 5 kV, takže je možno připojit elektronku přímo do žhavicího řetězce televizního přijímače.

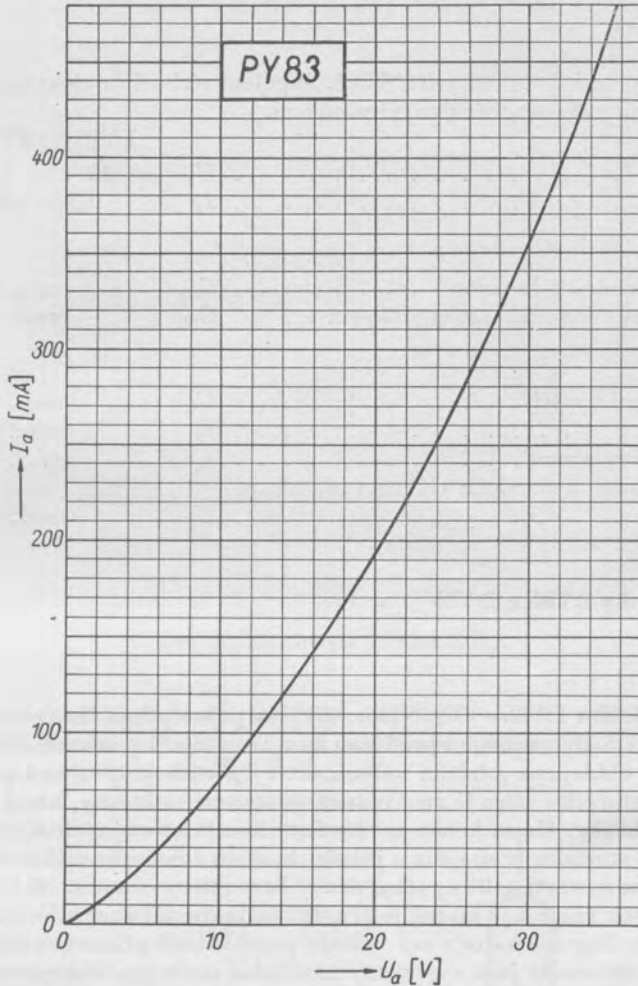


Elektronky PY83 a EY83 nejsou vhodné pro osazování běžných usměrňovačů střídavého napětí pro dlouhou dobu nažhavení

Obr. 66. Zapojení patice a rozměry elektronky PY83 (EY83).

katody, která je důsledkem zlepšené izolace mezi katodou a žhavicím vláknem. Vzájemně se oba typy liší žhavicími parametry.

Rozměry elektronek PY83 a EY83 a zapojení patice jsou na obr. 66.



Dg. 39. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  spínací diody PY83 (EY83).

### 6. 16. 2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábějí tyto elektronky se stejným označením.

### 6. 16. 3 Použití

Dioda PY83 (a také EY83) byla vyvinuta především pro použití jako spínací dioda v horizontálním rozkládači televizních přijímačů. Základní zapojení této diody bylo již

uvedeno v čl. 6.9.3 a) na str. 106 v popisu použití elektronky PL36 ( $E_2$ , obr. 41). Svými povolenými mezními hodnotami je určena pro televizní přijímače, u kterých se v rozkladové části používá elektronka PL81 (popř. EL81).

#### 6. 16. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kyslíčnicková, napájení sériové (u elektronky EY83 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.

		PY83	EY83	
Žhavicí napětí . . . . .	$U_t$	20	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	0,3	0,95	A

##### b) Kapacity

Kapacita mezi anodou a katodou . . . . .	$C_{a/k}$	max. 6,2	pF
Kapacita mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$C_{k/t}$	max. 2,4	pF

##### c) Mezní hodnoty

Vrcholové inverzní napětí . . . . .	$U_{inv}$	max. 5,6 <sup>1)</sup>	kV
Anodový proud . . . . .	$I_a$	max. 175	mA
Vrcholový anodový proud . . . . .	$I_{a v}$	max. 500	mA
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem (absolutní hodnota) . . . . .	$U_{k/t v}$	max. 5,6	kV

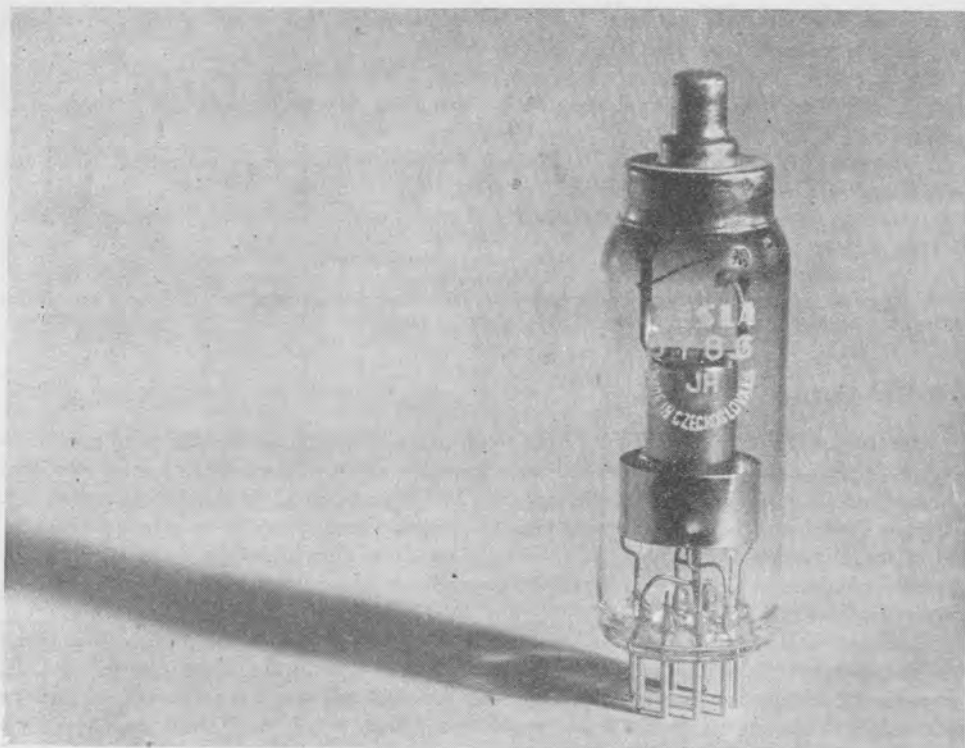
### 6.17 Elektronky EY86 a DY86

#### 6. 17.1 Popis

Elektronky TESLA EY86 a DY86 (obr. 67) jsou polonepřímě žhavené vysokonapěťové usměrňovací diody s anodou vyvedenou na velkou čepičku na vrcholu baňky. Dolní část systému je obklopena stínícím válcem, který přesahuje poněkud přes válcovou anodu. Úkolem stínícího válce je zachycovat rozptýlené elektrony, které by jinak dopadly na stěnu baňky. Horní konec anodového válce je ze stejných důvodů uzavřen. Katoda spolu se stíněním je spojena s jedním koncem žhavicího vlákna. Tento konec vlákna je připojen na čtyři kolíky patky, druhý konec je vyveden na tři kolíky. Zbývající dva kolíky jsou volné a je možné je připojit na potenciál žhavicího vlákna. Provedení polonepřímě žhavené katody má výhodu proti katodě přímo žhavené, jejíž části umístěné mimo osu jsou vystaveny namáhání značnými elektrostatickými poli. Protože se na jednotlivých částech elektronky vyskytují vysoká napětí, je nutno počítat s možností výskytu koronového výboje. Násuvný klobouček anodového přívodu má proto zvláštní tvar se zaoblenými hranami. Na objímce elektronky musí být ochranný kovový kroužek propojený s katodou, který má rovněž zaoblené hrany a má dostatečnou vzdálenost od kostry přístroje a od ostatních kovových součástí. Objímka elektronky je pomocí distančního keramického kroužku vzdálena od kostry minimálně 20 mm.

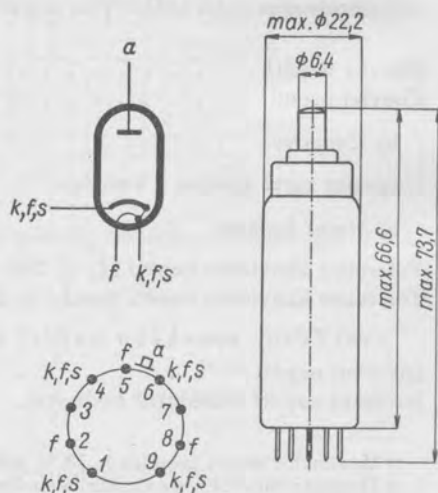
Elektronky EY86 a DY86 nahrazují starší elektronku 1Y32T (popsanou v 1. dílu na

<sup>1)</sup> Nejdelší doba trvání 18 % jedné periody, maximálně však 18  $\mu$ s.



Obr. 67. Elektronka TESLA DY86.

str. 196), proti níž mají přednost větších mezních hodnot. Jsou určeny především pro zdroj vysokého napětí pro obrazovku v televizních přijímačích. V tomto případě usměrňují vysokonapěťové impulsy vznikající při zpětných bězích paprsku. Při návrhu zdroje je nutno počítat s okolností, že napěťový impuls na konci zpětného běhu překmitává do záporných hodnot, kde může nabýt velikosti až 22 % kladné hodnoty, takže na elektronce se vytvoří značné inverzní napětí. Žhavení elektronky v tomto použití se obvykle odvozuje z napětí řádkového vychylovacího transformátoru. Správné nastavení žhavicího napětí se dosáhne porovnáním teploty katody s katodou elektronky žhavenou stejnosměrným jmenovitým napětím. Je rovněž důležité dodržet



Obr. 68. Zapojení patice a rozměry elektronky DY86 (EY86).

tolerance žhavicího napětí, které jsou závislé na anodovém proudu, jak je ukázáno v odstavci o mezních hodnotách.

Další možné použití elektronek EY86 a DY86 je v usměrňovačích napětí nízkých (popř. síťových) nebo vysokých kmitočtů při malém odběru proudu pro různé měřicí přístroje.

Elektronky EY86 a DY86 se vzájemně liší pouze žhavicími parametry. Rozměry elektronek a zapojení patice jsou na obr. 68.

#### 6. 17. 2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábějí tyto elektronky se stejným označením, v USA se elektronka EY86 značí 6S2, elektronka DY86 má označení 1S2.

#### 6. 17. 3 Použití

Elektronka DY86 (a také EY86) byla vyvinuta především pro použití jako usměrňovač vysokého napětí pro napájení obrazovky televizních přijímačů. Základní zapojení je uvedeno již v popisu použití elektronek PL36 v čl. 6.9.3 a) na str. 106 (E<sub>3</sub>, obr. 41). Hodí se svými povolenými mezními hodnotami pro všechny běžné televizní přijímače, kde požadované vysoké usměrňované napětí pro napájení obrazovky nepřekračuje 18 kV. Je tedy vhodná i pro moderní obrazovky s rozměrem úhlopříčky 53 cm a velkým úhlem vychylování 110°.

Při konstrukci koncového stupně řádkového rozkládače televizního přijímače je třeba pečlivě nastavit žhavicí napětí usměrňovací diody, jak o tom byla již zmínka v čl. 6.17.1. Protože katoda není přímo viditelná, je nutno použít při srovnávacím měření teploty odraz světla katody na lesklých kovových součástech systémů. Měření teploty se má provést při katodovém proudu 200  $\mu$ A.

#### 6. 17. 4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

Žhavení je polonepřímé, katoda kysličníková, paralelní napájení napětím střídavým, stejnosměrným nebo řádkovými impulsy.

	EY86	DY86	
Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	6,3	1,4 V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	90	530 mA

##### b) Kapacity

Kapacita mezi anodou a katodou . . . . .	$C_{a/k}$	2,5	pF
--	-----------	-----	----

##### c) Mezní hodnoty

Tolerance žhavicího napětí ( $I_a \leq 200 \mu$ A) . . . . .	$U_f$	$\pm 15$	%
Tolerance žhavicího napětí pro $I_a > 200 \mu$ A . . . . .	$U_f$	$\pm 7$	%

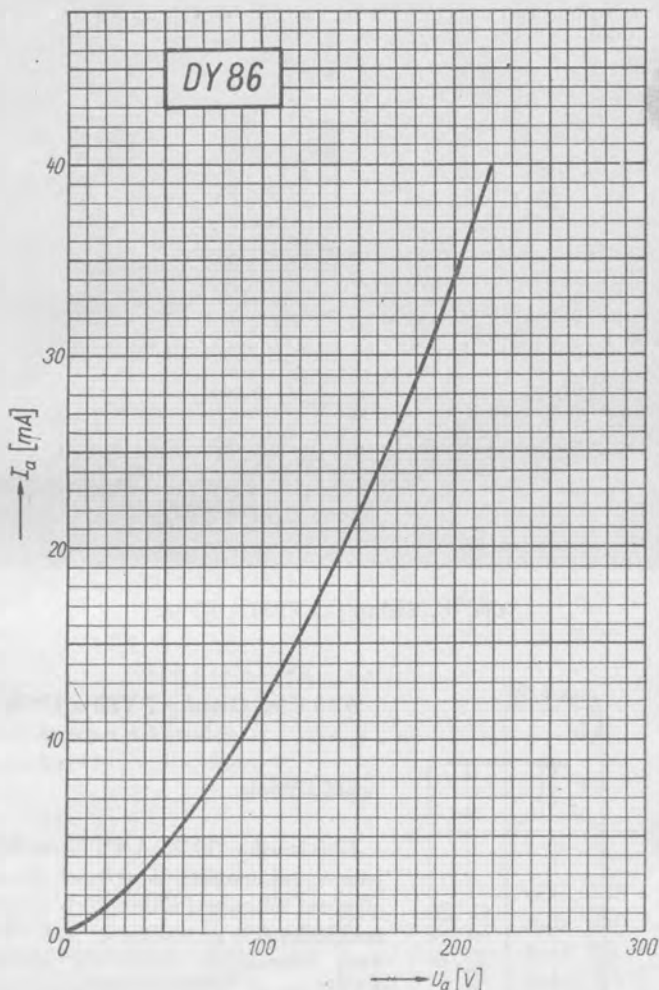
##### ca) Zdroj vysokého napětí v televizním přijímači

Inverzní napětí. . . . .	$U_{inv}$	max. 22 <sup>1)</sup>	kV
Inverzní napětí (absolutní hodnota). . . . .	$U_{inv}^{2)}$	max. 27	kV

<sup>1)</sup> Maximální trvání impulsu je 18 % jedné periody, maximálně však 18  $\mu$ s.

<sup>2)</sup> Hodnota totožná s maximálním rozkmitem střídavého anodového napětí  $E_{av-v}$ .

Usměrněné napětí při $I_a = 150 \mu\text{A}$ . . . . .	$U_{ss}$	max. 18	kV
Usměrněné napětí při $I_a = 0 \mu\text{A}$ . . . . .	$U_{ss}$	max. 20	kV
Usměrněný proud . . . . .	$I_{ss}$	max. 800	$\mu\text{A}$
Vrcholový usměrněný proud . . . . .	$I_{ss \text{ v}}$	max. 40 <sup>1)</sup>	mA
Vstupní kapacita vyhlazovacího filtru . . . . .	$C$	max. 2000	pF



Dg. 90. Závislost anodového proudu  $I_a$  na anodovém napětí  $U_a$  usměrňovací elektronky DY86 (EY86).

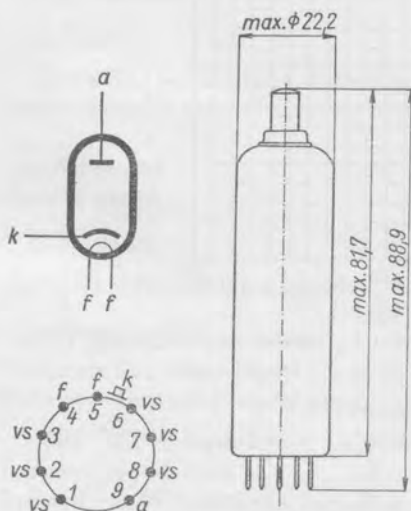
cb) Jednocestný usměrňovač síťového napětí

Vstupní střídavé napětí . . . . .	$E_a$	max. 5	kV
Usměrněný anodový proud . . . . .	$I_{ss}$	max. 3	mA
Celkový odpor v anodovém obvodu . . . . .	$R_o$	min. 100	k $\Omega$
Vstupní kapacita vyhlazovacího obvodu . . . . .	$C$	max. 0,2	$\mu\text{F}$

<sup>1)</sup> Maximální trvání impulsu je 18 % jedné periody, maximálně však 18  $\mu\text{s}$ .



Obr. 69. Elektronka TESLA PY88.



Obr. 70. Zapojení patice a rozměry elektronky PY88 (EY88).

## 6.18 Elektronky PY88 a EY88

### 6.18.1 Popis

Elektronky TESLA PY88 a EY88 (obr. 69) jsou vysokonapěťové spínací diody určené pro zlepšení účinnosti koncových stupňů řádkových rozkladových generátorů. Nahrazují u moderních televizních přijímačů starší elektronku PY83, popř. EY83, která nevyhovuje pro úhly vychylování 110°. Systém elektronky PY88 (a také EY88) je delší než u elektronky PY83, čímž se dosahuje zvětšení povolené anodové ztráty. Delší katoda o větším průměru dovoluje větší provozní a vrcholový katodový proud. Následkem toho však celková délka elektronky vybočuje z řady rozměrů novalových elektronek. Katoda je vyvedena na čepičku na vrcholu baňky. Žhavicí vlákno je speciálním

způsobem zajištěno proti dotyku s katodou, takže se dosahuje velké vzájemné izolační pevnosti (přes 6 kV).

Rozměry a zapojení patice elektronek PY88 a EY88 jsou na obr. 70.

### 6.18.2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábějí tyto elektronky se stejným označením, americké označení pro typ PY88 je 26AE6.

### 6.18.3 Použití

Diody PY88 a EY88 se používají jako spínací diody podobně jako elektronka PY83. Zvětšené mezní velikosti katodového proudu, inverzního napětí a dovolených izolačních napětí činí tyto elektronky vhodné pro řádkové rozkladové generátory s elektronkou PL36 (EL36) určené pro přijímače s obrazovkami s úhlem vychylování 110°. Popis základního zapojení je uveden v čl. 6.9.3 a na str. 106 (E<sub>2</sub>, obr. 41).

### 6.18.4 Elektrické vlastnosti

#### a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení sériové (u elektronky EY88 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.

	PY88	EY88	
Žhavicí napětí . . . . . $U_f$	30,0	6,3	V
Žhavicí proud . . . . . $I_f$	0,3	1,55	A

#### b) Kapacity

Kapacita mezi anodou a katodou . . . . . $C_{a/k}$	8,6	pF
Kapacita mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . . $C_{k/f}$	2,0	pF

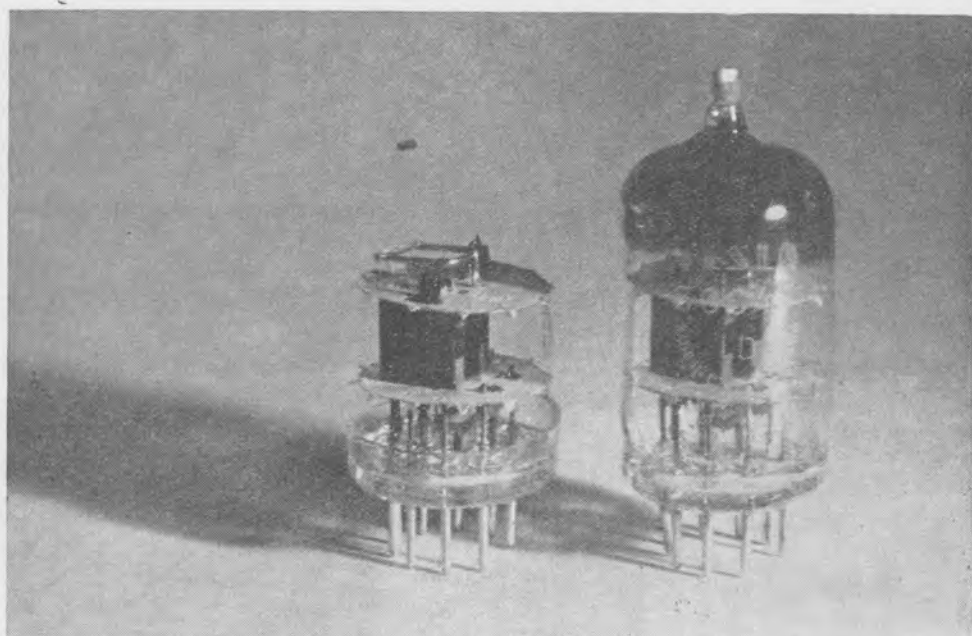
#### c) Mezní hodnoty

Anodové napětí za studena . . . . . $U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . . $U_a$	max. 250	V
Vrcholové inverzní anodové napětí . . . . . $U_{a\text{ inv } \nabla}$	max. 6 <sup>1)</sup>	kV
Vrcholové inverzní anodové napětí . . . . . $U_{a\text{ inv } \nabla}$	max. 7,5 <sup>1), 2)</sup>	kV
Anodová ztráta . . . . . $P_a$	max. 5	W
Anodový proud . . . . . $I_a$	max. 220	mA
Vrcholový anodový proud . . . . . $I_{av}$	max. 550	mA
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . . $U_{+k/-f}$	max. 6,6	kV

<sup>1)</sup> Trvání impulsu maximálně 22 % jedné periody, nejvýše však 18 μs.

<sup>2)</sup> Absolutní maximum.





Obr. 71. Elektronka TESLA 6CC42.

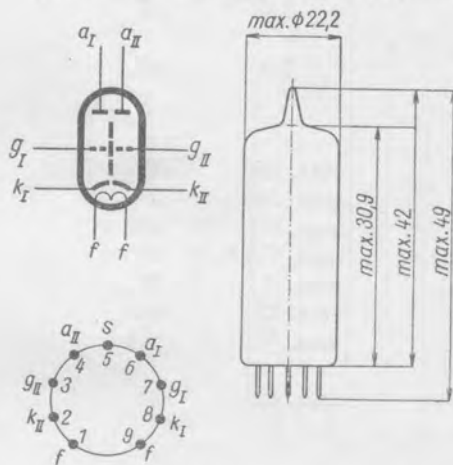
## 6.19 Elektronka 6CC42

### 6.19.1 Popis

Elektronka TESLA 6CC42 (obr. 71) je dvojitá trioda s oddělenými katodami určená především pro vstupní části přijímačů na vkv jako vysokofrekvenční zesilovač, nebo jako adiční směšovač a oscilátor. Oba systémy jsou vzájemně dobře odstíněny. Elektronka je schopna činnosti do kmitočtu 300 MHz. Pro moderní televizní přijímače je zastaralá a nepoužívá se. Kromě uvedeného použití se pro nedostatek vhodnější elektronky používala ve starších televizních přijímačích ve vstupní části jako kaskádový zesilovač a měnič kmitočtu a v rozkladové části např. jako multivibrátor nebo oddělovač synchronizačních impulsů.

Dnes se elektronka 6CC42 vyrábí pouze pro náhrady ve starších zařízeních a nedoporučuje se pro nově vyvíjené přístroje. Proto nejsou uvedeny u tohoto typu způsoby použití. Výhodnější elektronky pro vstupní části televizních přijímačů jsou např. PCC84 nebo PCC88.

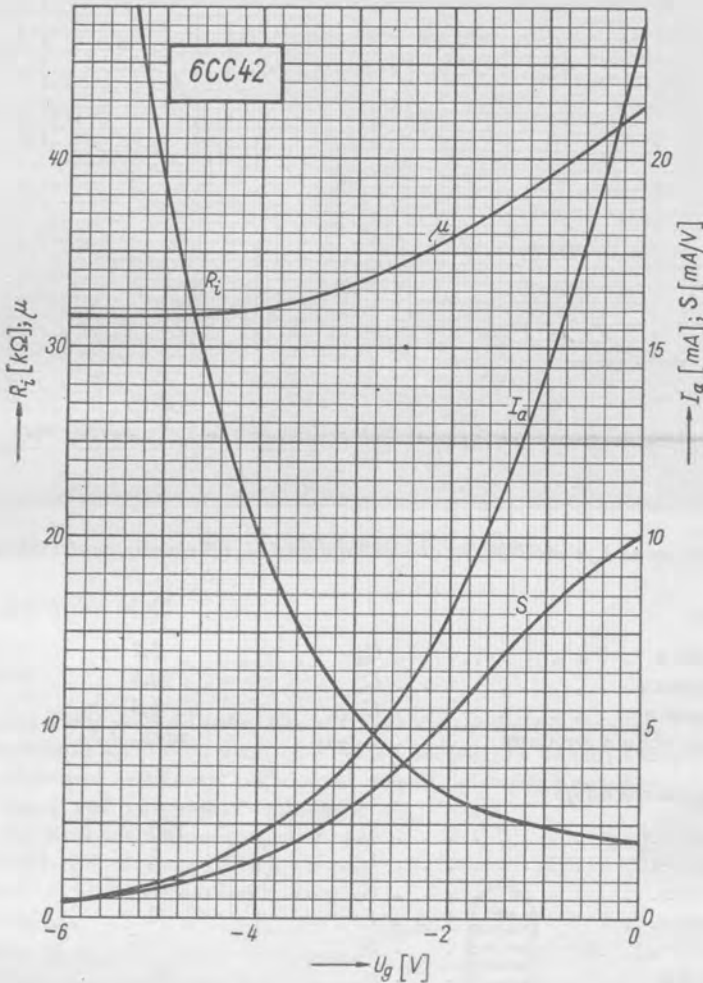
Rozměry a zapojení patice elektronky 6CC42 jsou na obr. 72.



Obr. 72. Zapojení patice a rozměry elektronky 6CC42.

## 6.19.2 Obdobné typy

Americkou obdobou elektronky 6CC42 je typ 2C51, v SSSR je vyráběná podobná elektronka pod označením 6H3П.



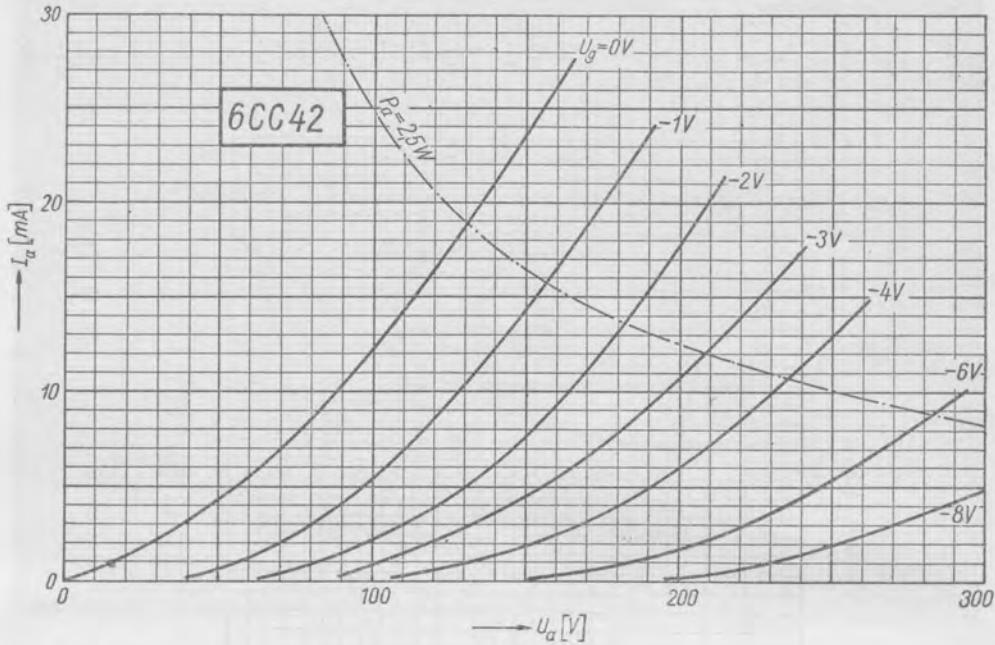
Dg. 91. Anodový proud  $I_a$ , strmost  $S$ , zesilovací činitel  $\mu$  a vnitřní odpor  $R_i$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_g$ . Anodové napětí  $U_a = 150$  V.

## 6.19.3 Elektrické vlastnosti

## a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	350	mA



Dg. 92. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_g$ .

### b) Kapacity

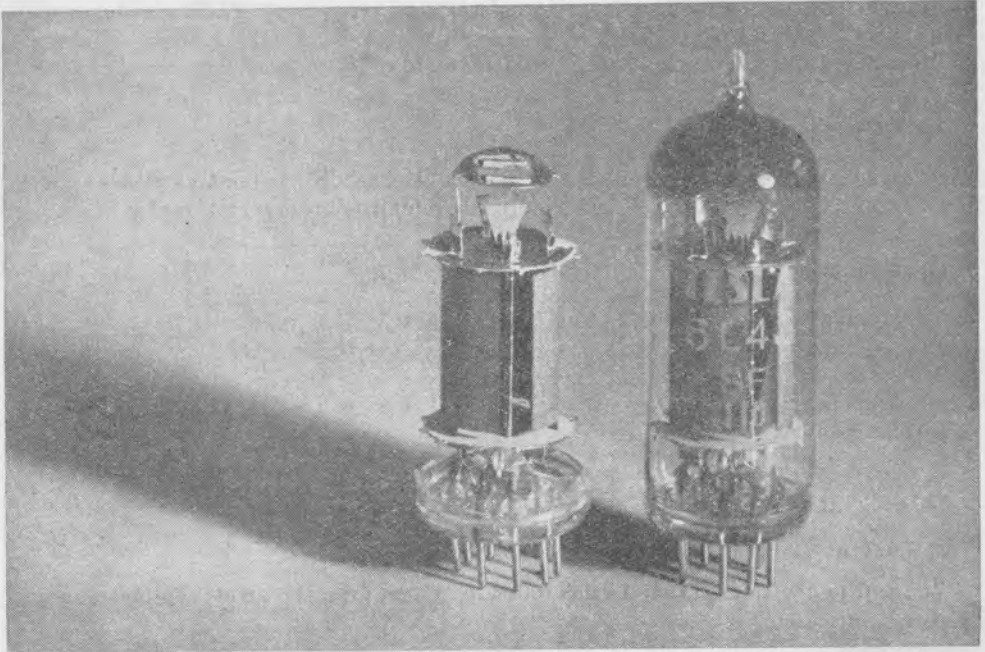
Vstupní kapacita . . . . .	$C_g$	2,2	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	0,4	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	1,3	pF
Kapacita mezi oběma anodami . . . . .	$C_{a1/aII}$	max. 0,3	pF

### c) Charakteristické údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	150	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	-2	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	240	$\Omega$
Anodový proud . . . . .	$I_a$	8	mA
Strmost . . . . .	$S$	5,5	mA/V
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	35	—
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	6,7	k $\Omega$

### d) Mezní údaje

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 300	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 1,5	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 18	mA
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	max. 1	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 100	V



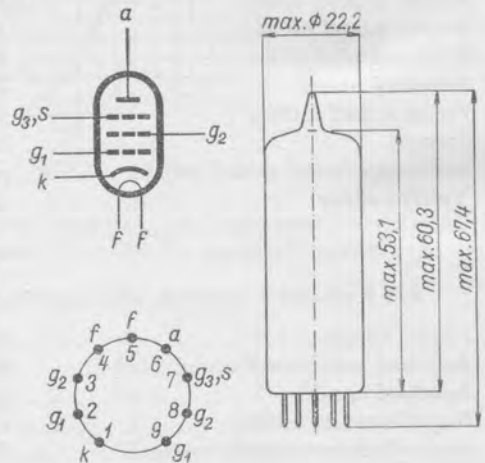
Obr. 73. Elektronka TESLA 6L43.

## 6.20 Elektronka 6L43

### 6.20.1 Popis

Elektronka TESLA 6L43 (obr. 73) je strmá koncová širokopásmová pentoda s maximální povolenou anodovou ztrátou 9 W. Je určena pro koncové stupně obrazových zesilovačů, dále pro oscilátory, oddělovací stupně, násobiče kmitočtu a širokopásmové zesilovače používané ve spojové technice a pro zesilování širokých kmitočtových spekter v měřicích přístrojích. Někdy se používá rovněž v nízkofrekvenčních koncových zesilovačích.

Elektronka 6L43 má dvakrát vyvedenou řídicí mřížku a samostatně vyvedenou mřížku hradicí. Anoda je z tlustého plechu, který zaručuje pevnou konstrukci systému. První mřížka je opatřena chladičími křídélky k omezení případné tepelné emise.



Obr. 74. Zapojení patice a rozměry elektronky 6L43.

Dnes se elektronka 6L43 nahrazuje modernějšími typy, např. EL83 a nedoporučuje se pro nově vyvíjené přístroje.

Rozměry elektronky a zapojení patice jsou na obr. 74.

### 6.20.2 Obdobné typy

Americkou obdobou elektronky 6L43 je typ 6CL6, v SSSR se používá oktálové elektronky 6ПІ9, jejichž charakteristické údaje odpovídají údajům u elektronky 6L43.

### 6.20.3 Použití

Elektronka 6L43 našla v ČSSR použití také v televizní technice v době, kdy ještě nebyla vyvinuta elektronka PL83. Používala se ve větší míře v televizních přijímačích v koncovém stupni obrazového zesilovače. Proti novější elektronce PL83 (EL83) má nevýhodu nízkého napětí stínicí mřížky, takže vyžaduje v zapojení navíc srážecí odpor a blokovací kondenzátor.

### 6.20.4 Elektrické vlastnosti

#### a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	650	mA

#### b) Kapacity

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	11,0	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	5,5	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	max. 0,1	pF

#### c) Charakteristické údaje

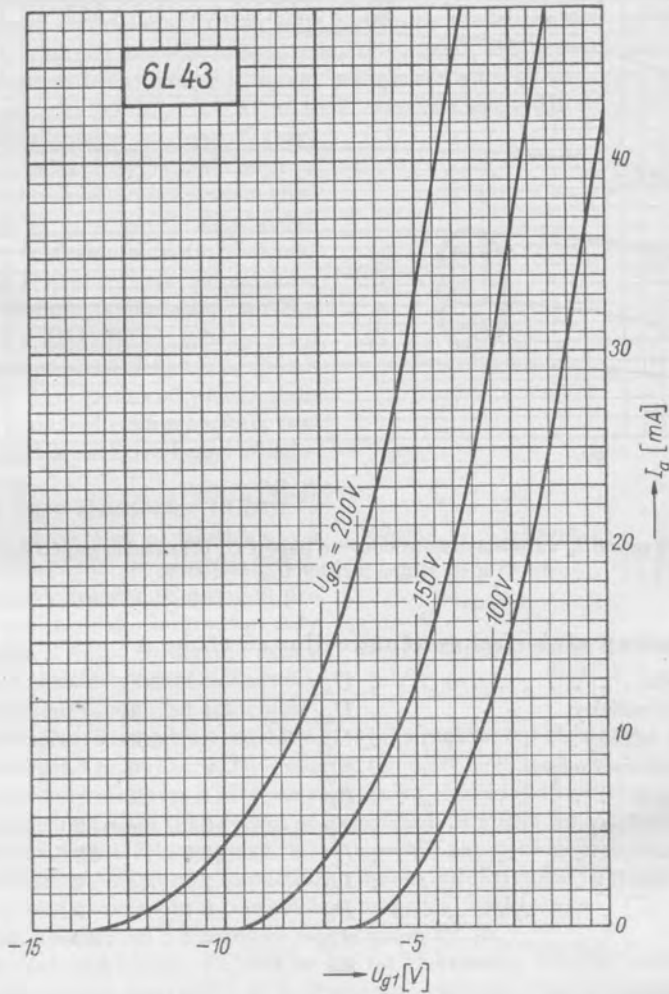
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	300	V
Napětí hradicí mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0	V
Napětí stínicí mřížky . . . . .	$U_{g2}$	150	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-3	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	30	mA
Proud stínicí mřížky . . . . .	$I_{g2}$	7	mA
Strmost . . . . .	$S$	11	mA/V
Zesilovací činitel stínicí mřížky . . . . .	$\mu_{21}$	20	-
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	90	k $\Omega$

#### d) Provozní hodnoty

da) Koncový stupeň obrazového zesilovače (šířka pásma 4 MHz)

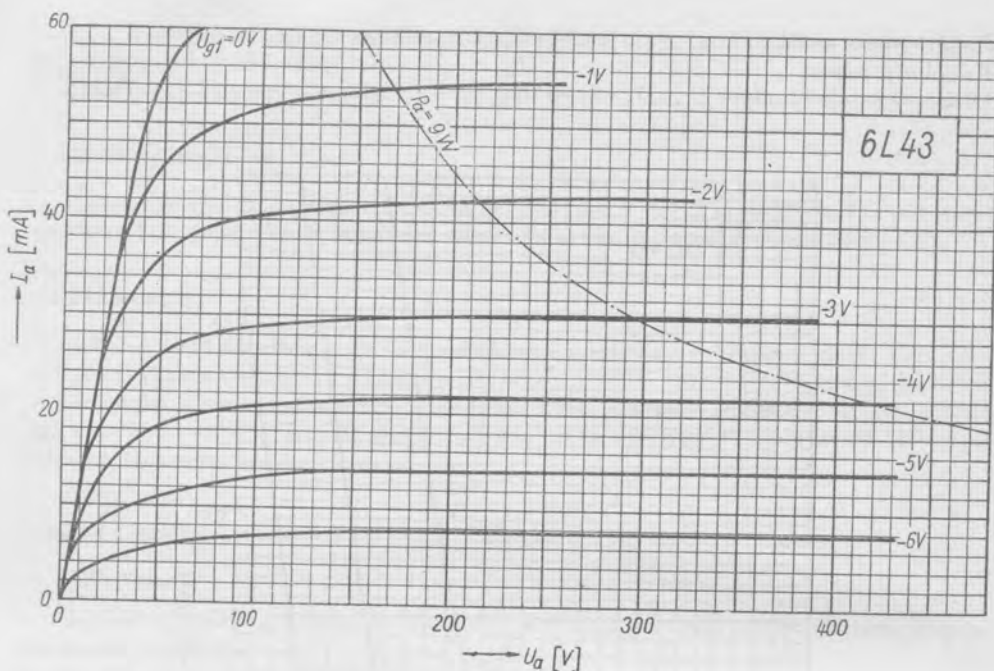
Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	300	300	V
Anodový zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	3,5	3,5	k $\Omega$
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	145	200	V
Napětí hradicí mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0	0	V
Sériový odpor ve stínicí mřížce . . . . .	$R_{g2}$	0	25	k $\Omega$

Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	115	125	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	0	57	$\Omega$
Mřížkový svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	0,1	0	$M\Omega$



Dg. 93. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různém napětí stínící mřížky  $U_{g2}$ . Anodové napětí  $U_a = 300$  V.

Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	0	-2	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	45	28	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	13	7	mA
Rozkmit vstupního střídavého napětí . . . . .	$E_{i\ v-v}$	4	4	V
Rozkmit výstupního střídavého napětí . . . . .	$E_{o\ v-v}$	135	140	V



Dg. 94. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ .  
Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 150$  V.

db) Koncový nízkofrekvenční zesilovač třídy A

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	300	V
Napětí hradící mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0	V
Napětí stínící mřížky. . . . .	$U_{g2}$	150	V
Anodový zatěžovací odpor . . . . .	$R_a$	7	k $\Omega$
Katodový odpor. . . . .	$R_k$	80	$\Omega$
Vstupní střídavé napětí. . . . .	$E_1$	0	2
Anodový proud . . . . .	$I_a$	30,0	30,5
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	7	9
Výstupní výkon . . . . .	$P_o$	0	3,5
Zkreslení . . . . .	$d_{tot}$	—	10
			%

e) Mezní hodnoty

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 330	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 9	W
Napětí stínící mřížky za studena. . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V
Napětí stínící mřížky. . . . .	$U_{g2}$	max. 330	V
Ztráta stínící mřížky . . . . .	$P_{g2}$	max. 1,5	W
Katodový proud. . . . .	$I_k$	max. 50	mA
Mřížkový svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	max. 0,1	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem	$U_{k/f}$	max. 100	V

## 6.21 Elektronka ECH84

## 6.21.1 Popis

Elektronka TESLA ECH84 je sdružená trioda a heptoda se společnou katodou, navržená především pro použití v rozkladové části televizních přijímačů. Dosud zde používaná známá elektronka ECH81 byla vyvinuta především pro směšovací stupeň rozhlasových přijímačů a v rozkladové části televizních přijímačů nedávala optimální výsledky. Důvodem bylo např. její určení pro provoz s běžně vysokým napájecím napětím, takže při nízkých napětích řádu 10 V, která se vyskytují v oddělovacích stupních, vykazovala značný rozptyl charakteristik. Elektronka ECH84 má naproti tomu zvýšené záporné napětí první a třetí mřížky potřebné pro závěr anodového proudu, čímž se dosahuje žádoucího malého rozptylu charakteristik při nízkém napětí pro druhou a čtvrtou mřížku ( $U_{g2+g4} = 14$  V). Obě řídicí mřížky mají konstantní stoupání závitů, takže jejich závěrná napětí jsou poměrně přesně definována. Toto opatření také zmenšuje rozptyl charakteristik elektronky v oddělovacích stupních.

Heptodová část elektronky ECH84 je konstruována především se zřetelem na použití v oddělovacích synchronizačních impulsů. Triodový systém je navržen pro použití jako reaktanční elektronka, kdy dostatečně velká strmost poskytuje dobrý řídicí účinek. Základní použití elektronky ECH84 je tedy heptodová část jako oddělovač synchronizačních impulsů a triodová část jako reaktanční elektronka pro řízení řádkového rozkladového generátoru. Jiná možnost použití elektronky ECH84 je heptodový systém jako sinusový oscilátor a zároveň reaktanční elektronka kapacitního nebo induktivního charakteru a trioda jako tvarovač a zesilovač impulsů. Strmost triody dovoluje získat dostatečně strmá čela impulsů. Konečně další zapojení elektronky ECH84 je trioda jako reaktanční elektronka kapacitního nebo induktivního charakteru a heptoda jako sinusový oscilátor spolu s tvarovačem impulsů. Elektronka ECH84 se v řádkovém rozkládači kombinuje s konceovou elektronkou PL36.

Zapojení patice elektronky ECH84 se liší od elektronky ECH81 záměnou vývodu druhé a čtvrté mřížky s třetí mřížkou heptodového systému. Hlavní rozměry a zapojení patice elektronky ECH84 jsou uvedeny na obr. 75.

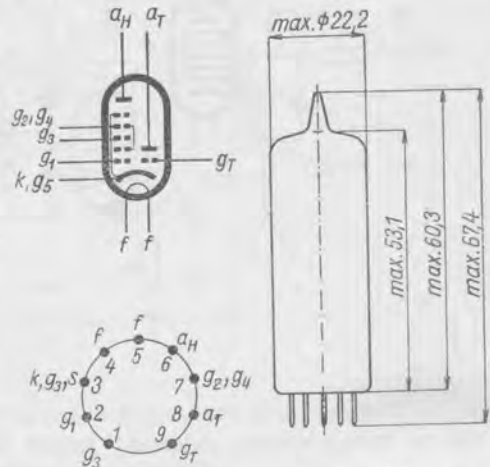
## 6.21.2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábí elektronka ECH84 se stejným označením.

## 6.21.3 Použití

## a) Oscilátor řádkového rozkládače a tvarovač impulsů

Na obr. 76 je zapojení sinusového oscilátoru řádkového rozkládače a tvarovače impulsů televizního přijímače s elektronkou ECH84. Heptodový systém pracuje v tomto

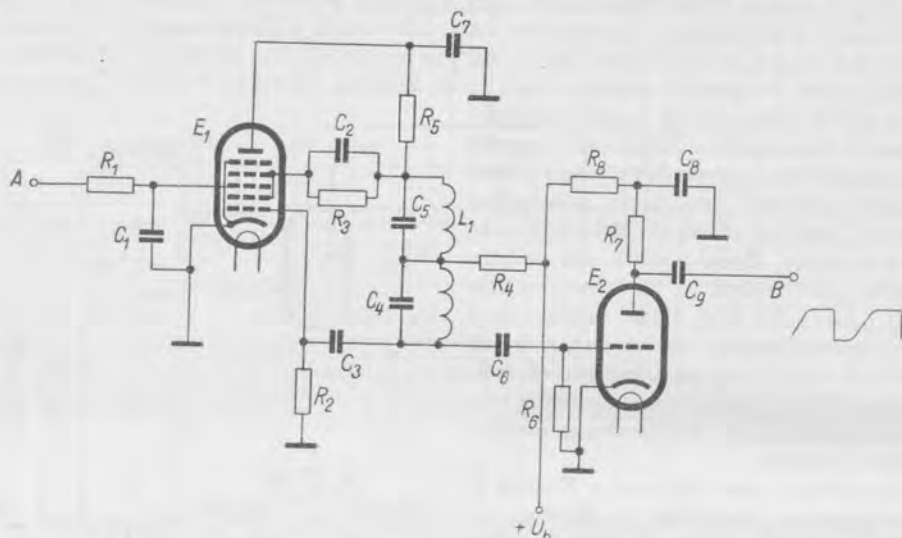


Obr. 75. Zapojení patice a rozměry elektronky ECH84.



zapojení současně jako reaktanční elektronka s induktivním charakterem a jako sinusový oscilátor.

V bodě A na obr. 76 se přivádí přes vyhlazovací člen  $R_1C_1$  stejnosměrné řídicí napětí na třetí mřížku heptody  $E_1$ . Velikost tohoto napětí je odvozena z obvodu, ve kterém se porovnává časová shoda synchronizačního impulsu obrazového signálu a impulsu od-



Obr. 76. Příklad zapojení elektronky ECH84 jako oscilátor řádkového rozkládače televizního přijímače s příslušným tvarovacím stupněm.

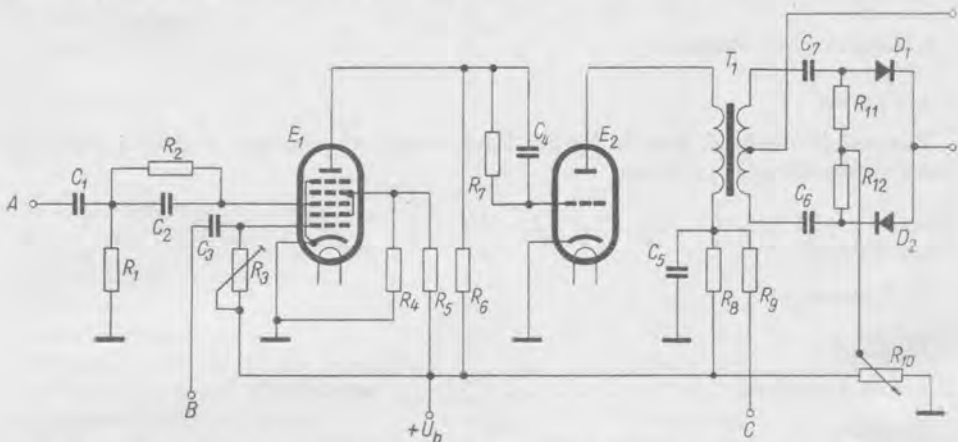
vozeného ze zpětného běhu. Se vzrůstajícím napětím třetí mřížky heptody se zmenšuje její strmost a tím se zvětšuje indukčnost, představovaná reaktanční elektronkou, jejíž část katoda—1. mřížka—2. mřížka je zapojena jako sinusový oscilátor. To má za následek snížení rezonančního kmitočtu ladicího obvodu  $L_1C_4C_5$ . Celý pochod probíhá opačně při zmenšení řídicího napětí třetí mřížky. Ladicí obvod oscilátoru je zapojen mezi první a druhou mřížku heptody a jeho kapacity jsou voleny tak, aby obsah harmonických byl co nejmenší. Pro řádkový kmitočet podle normy OIRT jsou kapacity kondenzátorů  $C_4 = 1 \text{ nF}$  a  $C_5 = 500 \text{ pF}$ . Elektronka  $E_1$  se napájí přes sériový odpor  $R_4 = 4 \text{ k}\Omega$  ze zdroje  $U_b = 220 \text{ V}$ . V přívodu k druhé mřížce je ještě přemostěný odpor  $R_3 = 5 \text{ k}\Omega$  a v přívodu k anodě je odpor  $R_5 = 20 \text{ k}\Omega$ . V mřížce oscilátoru je svodový odpor  $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$ .

Sinusové napětí z oscilátoru se přes vazební kondenzátor  $C_6$  přivádí na řídicí mřížku triodového systému ( $E_2$ ) elektronky ECH84. Je dostatečně velké, aby bylo triodou omezeno k dosažení žádoucího tvaru impulsů pro řízení následující koncové elektronky řádkového rozkládače, kterou může být např. PL36. Napětí impulsů je větší než 150 V, takže je dostatečná rezerva i při zmenšení síťového napětí.

Svodový odpor v řídicí mřížce triody  $R_6$  je 250 k $\Omega$ , odpory v přívodu anody  $R_7 = 18 \text{ k}\Omega$  a  $R_8 = 6,8 \text{ k}\Omega$ . Tyto hodnoty jsou uvedeny jen jako příklad a dají se v širokém rozsahu přizpůsobit požadavkům na průběh a amplitudu výsledného impulsu, který je také závislý na zatížení tvarovacího stupně koncovou elektronkou řádkového rozkládače.

Řídicí schopnost reaktanční elektronky se vyjadřuje řídicí strmostí  $S_r^1$ , která v tomto zapojení dosahuje asi 300 Hz/V při napětí třetí mřížky heptody  $U_{g3} = -4$  V. Kolísání napájecího napětí má malý vliv na kmitočet oscilátoru. V zapojení na obr. 76 kolísá kmitočet o méně než 10 Hz při změně napájecího napětí o 10 %.

Elektronku ECH84 lze využít pro stejnou funkci v dalším odlišném zapojení. V tomto zapojení se používá triodový systém jako reaktanční elektronka a heptodový systém jako oscilátor sinusového napětí a současně jako tvarovací stupeň. V obou případech lze zapojit reaktanční elektronku jako říditelnou indukčnost i jako říditelnou kapacitu.



Obr. 77. Oddělovač synchronizačních impulsů televizního přijímače s elektronkou ECH84.

#### b) Oddělovač synchronizačních impulsů

Na obr. 77 je zapojení elektronky ECH84 v dalším způsobu použití známém již s elektronkou ECH81. Jde o oddělovač synchronizačních impulsů s vyklíčováním poruch. Elektronka ECH84 se pro toto zapojení hodí lépe než sdružená heptoda trioda ECH81 z důvodů, které byly již popsány v čl. 6.21.1. V bodě A na obr. 77 se přivádí na třetí mřížku heptodového systému elektronky ECH84 ( $E_1$ ) směs obrazového signálu s kladnými synchronizačními impulsy.  $R_1$  je svodový odpor asi 2 M $\Omega$ . Mřížkovým proudem, tekoucím během doby trvání synchronizačních impulsů, se kapacita v mřížkovém obvodu nabíjí kladně a tím se vytváří tak velké předpětí třetí mřížky, že vrcholy impulsů mají úroveň napětí, odpovídající počátku mřížkového proudu. Převodová charakteristika je vlivem velmi malého napětí na druhé a čtvrté mřížce krátká, takže anodový proud heptody teče jen během doby trvání vstupního impulsu. Malé napětí stínící mřížky se doporučuje vytvořit děličem  $R_5R_4$  s malým odporem, aby nebylo nutno použít kondenzátor k blokování druhé a čtvrté mřížky. Není vhodné volit napětí na těchto mřížkách menší než 14 V, protože se pak rušivě projevuje rozptyl charakteristik jednotlivých elektronek při osazování přijímačů ve výrobě, nebo při nahrazení vadné elektronky novou. V bodě B se na první mřížku heptody přivádí další signál pro vyklíčování poruch, které by mohly ohrozit stabilitu obrazu. Měnitelným odporem  $R_3$  se nastavuje přibližně nulové napětí na první mřížce heptody. Převodové charakteristiky obou řídicích mřížek jsou proti elektronce ECH81 krátké, takže zaručují bez-

<sup>1)</sup> Řídicí strmostí  $S_r$  se vyjadřuje sklon charakteristiky, znázorňující závislost změny kmitočtu oscilátoru řádkového rozkládače na řídicím napětí mřížky reaktanční elektronky.

pečný provoz i při malých signálech na obou mřížkách. Velkým anodovým odporem  $R_6 = 1,5 \text{ M}\Omega$  se dosahuje malého anodového napětí heptody, důležitého pro omezení synchronizačních impulsů. Dalšího zlepšení tvaru impulsů se dosáhne vhodným poměrem odporů  $R_6$  a  $R_7$  (200 k $\Omega$ ) při omezování mřížkou triodového systému elektronky ECH84 ( $E_2$ ). V anodovém obvodu triody je zapojeno primární vinutí porovnávacího transformátoru  $T_1$  a odpor  $R_8$ . Transformátorem  $T_1$  se odebírají řádkové synchronizační impulsy a na odporu  $R_8 = 32 \text{ k}\Omega$  impulsy pro snímkovou synchronizaci, které se přes odpor  $R_9$  (hod C) přivádějí k oscilátoru snímkového rozkládače.

#### 6.21.4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	300	mA

##### b) Kapacity

###### Heptoda

Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	max. 0,009	pF
-----------------------------	------------	------------	----

###### Trioda

Vstupní kapacita . . . . .	$C_g$	3,0	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	1,1	pF

##### Kapacity mezi systémy

Kapacita mezi první mřížkou heptody a mřížkou triody . . . . .	$C_{g1/gT}$	max. 0,1	pF
Kapacita mezi první mřížkou heptody a anodou triody . . . . .	$C_{g1/aT}$	max. 0,08	pF
Kapacita mezi třetí mřížkou heptody a anodou triody . . . . .	$C_{g3/aT}$	max. 0,13	pF
Kapacita mezi anodou heptody a anodou triody . . . . .	$C_{aH/aT}$	max. 0,25	pF
Kapacita mezi anodou heptody a mřížkou triody . . . . .	$C_{aH/gT}$	max. 0,09	pF

##### c) Charakteristické údaje

###### Heptoda

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	135	V
Napětí třetí mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0	V
Napětí druhé a čtvrté mřížky . . . . .	$U_{g2+g4}$	14	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	0	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	1,7	mA
Proud druhé a čtvrté mřížky . . . . .	$I_{g2+g4}$	0,9	mA
Strmost první mřížky . . . . .	$S_{g1}$	2,2	mA/V
Strmost třetí mřížky . . . . .	$S_{g3}$	0,6	mA/V

Napětí třetí mřížky při

 $U_{g1} = 0$  V pro anodový proud $I_a = 20 \mu\text{A}$  . . . . .  $U_{g3}$  -2,0 V

Mřížkové předpětí při

 $U_{g3} = 0$  V pro anodový proud $I_a = 20 \mu\text{A}$  . . . . .  $U_{g1}$  -1,9 V

Trioda

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	50	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	0	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	3,0	mA
Strmost . . . . .	$S$	3,7	mA/V
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	50	—
Anodový proud při $U_a = 200$ V			
a $U_g = -11$ V . . . . .	$I_a$	max. 100	$\mu\text{A}$

d) Mezní údaje

Heptoda

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 1,7	W
Napětí druhé a čtvrté mřížky za studena	$U_{g2+g40}$	max. 550	V
Napětí druhé a čtvrté mřížky . . . . .	$U_{g2+g4}$	max. 250	V
Ztráta druhé a čtvrté mřížky . . . . .	$P_{g2+g4}$	max. 0,8	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 12,5	mA
Svodový odpor ( $g_1$ ) . . . . .	$R_{g1}$	max. 3	M $\Omega$
Svodový odpor ( $g_3$ ) . . . . .	$R_{g3}$	max. 3	M $\Omega$
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 $\Omega$

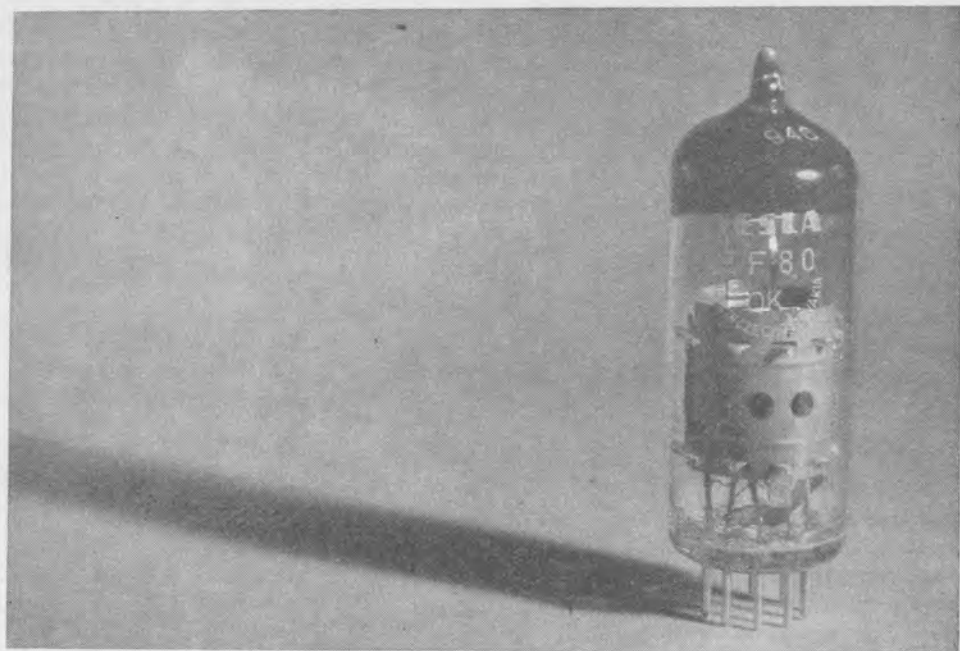
Trioda

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. 7	mA
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	max. 3	M $\Omega$
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 $\Omega$

## 6.22 Elektronka EF80

### 6.22.1 Popis

Elektronka TESLA EF80 (obr. 78) je strmá širokopásmová pentoda s velkým vstupním odporem. Je vhodná především pro širokopásmové mezifrekvenční zesilovače televizních přijímačů nebo přijímačů pro vkv. Jako vstupní vysokofrekvenční zesilovač

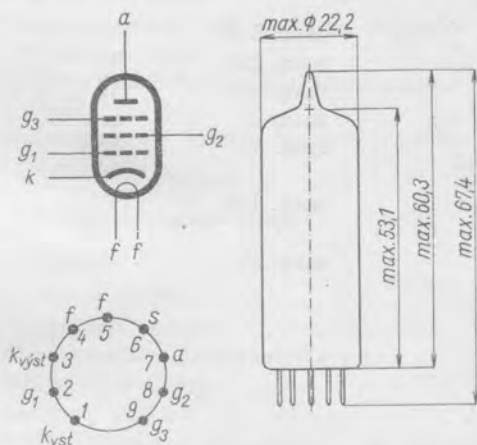


Obr. 78. Elektronka TESLA EF80.

ji lze použít do kmitočtu kolem 100 MHz; pro vyšší kmitočty je výhodnější triodový zesilovač. Při kmitočtu 100 MHz má elektronka EF80 vstupní odpor asi 3 k $\Omega$ . V přijímačích pro vkv může elektronka EF80 pracovat jako kmitající adiční směšovač. U prvních televizních přijímačů vyráběných v ČSSR byla elektronka EF80 použita rovněž pro koncový stupeň obrazového zesilovače; toto použití bylo nutné pro pře-

chodný nedostatek vhodné elektronky. Dnes se na tomto místě používá elektronka PCL84, kdežto elektronka EF80 může popřípadě sloužit jako předzesilovač obrazového signálu. Z dalších použití elektronky EF80 možno jmenovat amplitudový omezovač a obnovitel stejnosměrné složky v televizních přijímačích, dále oscilátor nebo měřicí zesilovač pro oscilografy.

Elektronka EF80 má dokonalé vnitřní stínění vyvedené na samostatný kolík na patce, takže použití vnějšího stínění se stává zbytečným. Pro dosažení nízké indukčnosti katodových přívodů a tím velkého vstupního odporu je katoda elektronky EF80 dvakrát samostatně vyvedena. Maximální vstupní odpor se získá použitím obou katodových přívodů vzájemně spojených. Je-li nutno dosáhnout dokonalého oddělení



Obr. 79. Zapojení patice a rozměry elektronky EF80.

vstupního a výstupního obvodu elektronky, např. v mezifrekvenčních zesilovačích, je výhodné použít kolík č. 1 pro spojení se vstupním obvodem a kolík č. 3 pro spojení s výstupním obvodem. Tak je společná impedance obou obvodů minimální.

Zapojení patice a rozměry elektronky EF80 jsou na obr. 79.

### 6.22.2 Obdobné typy

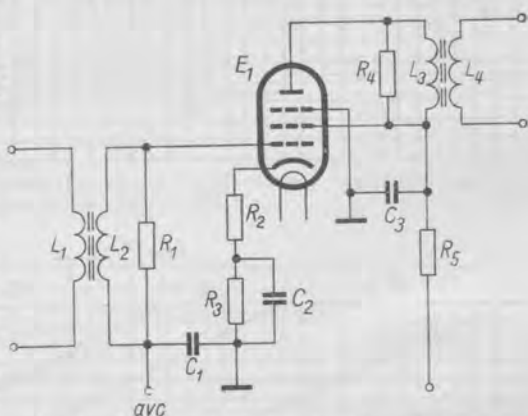
V Evropě se vyrábí elektronka EF80 se stejným označením; v provedení pro sériové žhavení proudem 100 mA se značí UF80. V USA se vyrábí s označením 6BX6. Obdobná elektronka zvláštní jakosti je typ EF800.

### 6.22.3 Použití

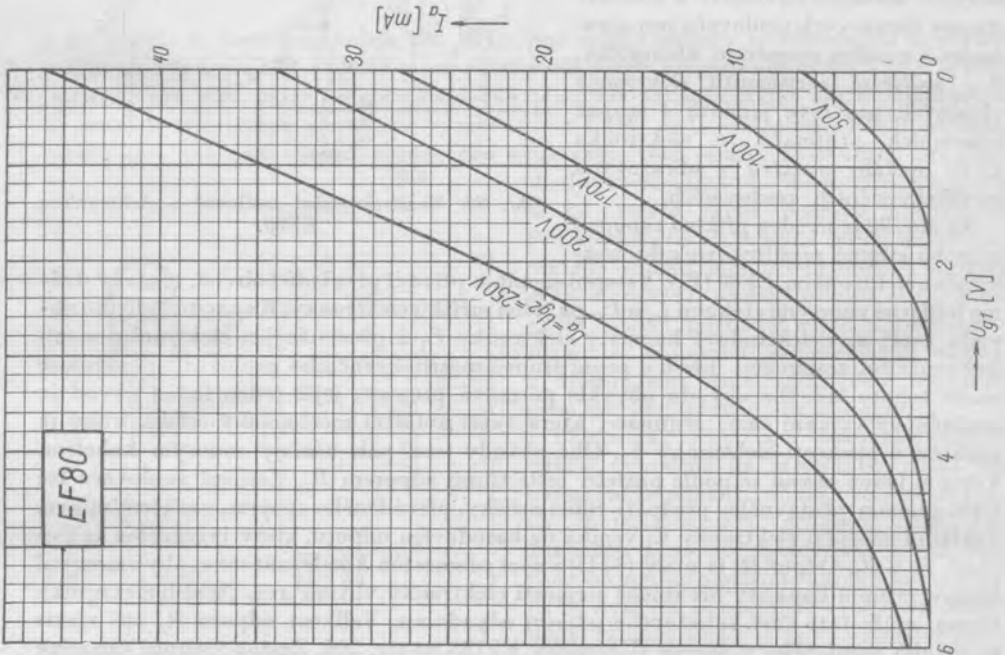
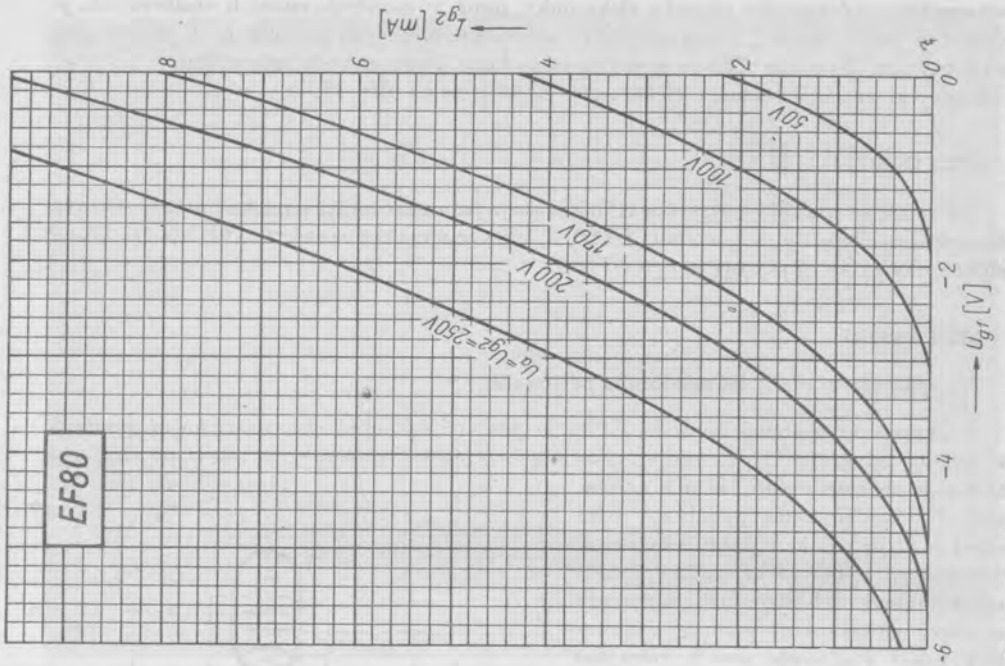
#### *Mezifrekvenční zesilovač televizního přijímače*

Širokopásmová strmá pentoda EF80 se pro své výhodné vlastnosti hojně používá v mnoha odvětvích elektroniky, jako např. v měřicí technice, v televizní studiové technice a v telekomunikačních zařízeních. Nejčastěji se ale používá v televizních přijímačích. V době, kdy nebyl dostatečný výběr elektronek při konstrukci televizních přijímačů, osazovaly se touto elektronkou vstupní vysokofrekvenční zesilovače, mezifrekvenční pásmo, směšovače, mezifrekvenční zesilovače obrazové i zvukové a koncové stupně obrazových zesilovačů pro obrazovky s menším rozměrem úhlopříčky. Pro rozšíření sortimentu elektronek vhodných pro tyto jednotlivé stupně televizních přijímačů se elektronka EF80 nadále používá v obrazových mezifrekvenčních zesilovačích.

Na obr. 80 je uveden příklad zapojení jednoho stupně mezifrekvenčního zesilovače s elektronkou EF80 ( $E_1$ ). Vstupní signál se přivádí přes ladicí obvod, tvořený dvěma bifilárně vinutými cívkami  $L_1$  a  $L_2$ , na řídicí mřížku elektronky. Kapacitu ladicího obvodu tvoří mezelektrodové kapacity elektronky  $E_1$  a předcházející elektronky mezifrekvenčního zesilovače. Jde-li o první stupeň mezifrekvenčního zesilovače, používá se místo tohoto ladicího obvodu obvykle pásmová propust, jejíž jeden ladicí obvod je umístěn ve vstupní části přijímače, která tvoří zvláštní mechanický celek, druhý je umístěn v blízkosti elektronky  $E_1$ . Oba obvody jsou pak vázány sousým kabelem. Vstupní ladicí obvod se podle potřeby ještě tlumí odporem  $R_1$ . Zesílení zesilovače lze řídit změnou přídavného předpětí řídicí mřížky, přiváděného spojem, označeným *avc*. Základní předpětí elektronky  $E_1$  vzniká na katodovém odporu, který je rozdělen na dvě části,  $R_2$  a  $R_3$ . Odpor  $R_2$  je malý ( $47 \Omega$ ) a není přemostěn kondenzátorem, aby omezoval změny vstupní kapacity při změně strmosti elektronky vlivem *avc*. Není-li elektronka řízena, může tato část katodového odporu odpadnout. Velikost odporu  $R_2$  lze zjistit ze vztahu uvedeného v popisu elektronky EF183 na str. 206. Změna vstupní kapacity elektronky v závislosti na anodovém proudu je uvedena v dg. 101. Odpozem  $R_3$  se doplní

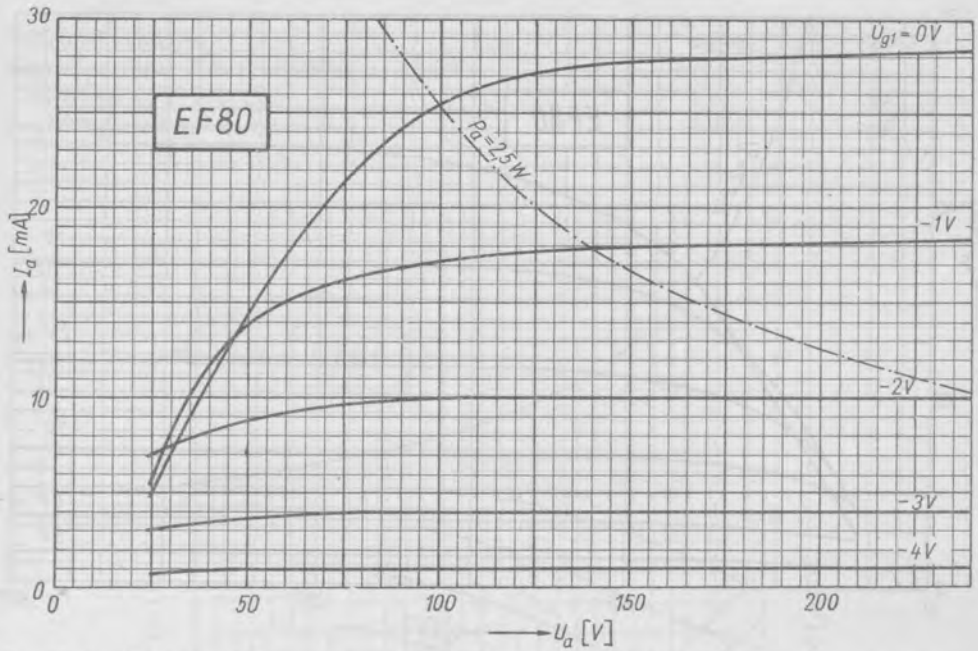


Obr. 80. Mezifrekvenční zesilovač s elektronkou EF80.

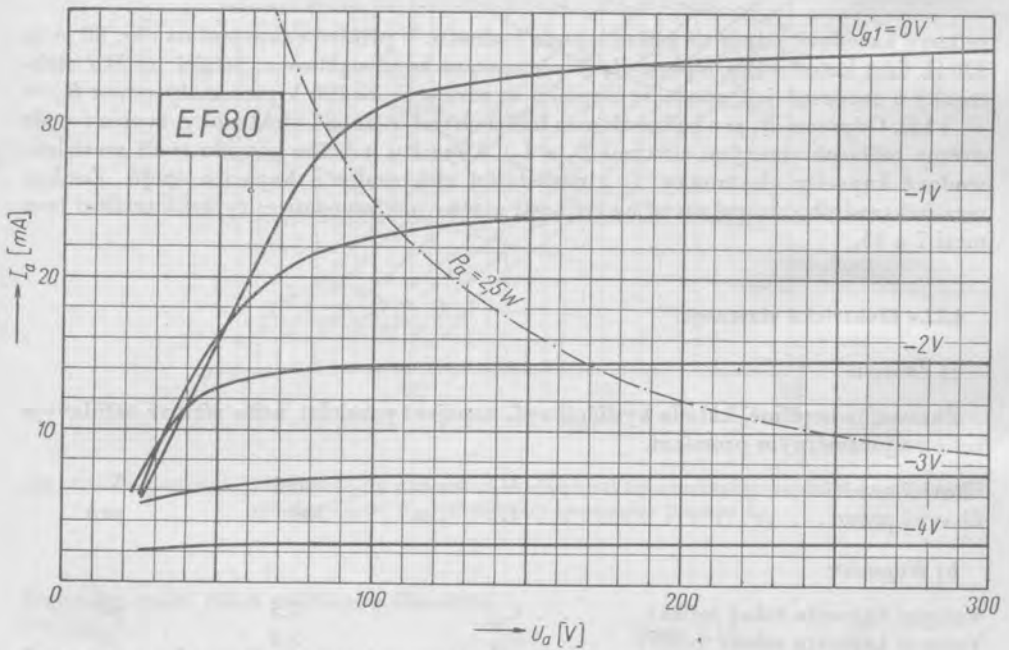


Dg. 96. Proud stínící mřížky  $I_{g2}$  v závislosti na napětí řídicí mříž-

Dg. 95. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mříž-

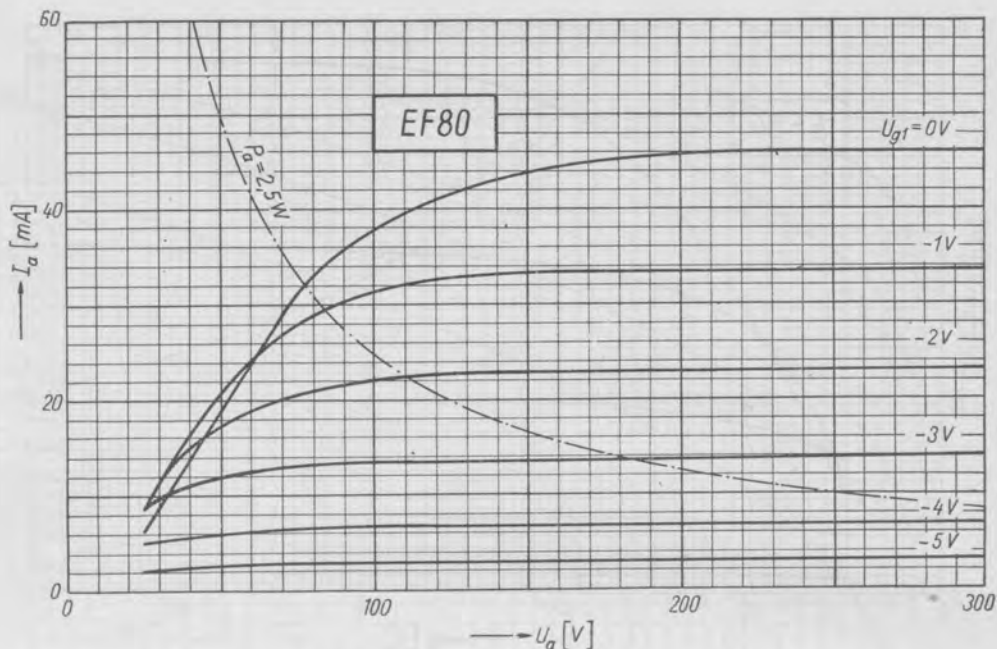


Dg. 97. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 170$  V.



Dg. 98. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 200$  V.





Dg. 99. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 250 \text{ V}$ .

celkový katodový odpor na požadovanou hodnotu. V příkladu zapojení na obr. 80 je to  $120 \Omega$ . Část katodového odporu  $R_3$  je přemostěna kondenzátorem. Stínící mřížka elektronky a současně její anoda se napájejí ze zdroje  $U_b = 190 \text{ V}$  přes malý odpor  $R_5 = 1 \text{ k}\Omega$ . Odparem  $R_4$  je vhodně tlumen ladicí obvod v anodě elektronky, tvořený opět dvěma bifilárně vinutými cívkami  $L_3$  a  $L_4$ . Kapacitu ladicího obvodu tvoří mezielektrodové kapacity elektronky  $E_1$  a následující elektronky a kapacita spojů. Zesílení mezifrekvenčního stupně závisí na velikosti zatěžovací impedance; typická zesílení jsou mezi 7 a 15.

#### 6.22.4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

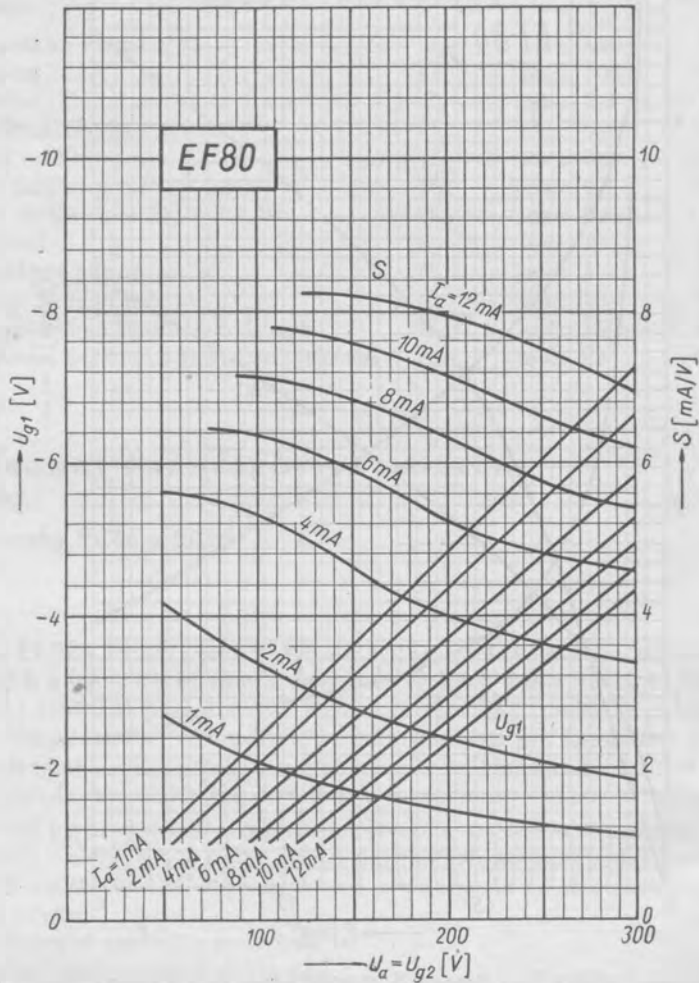
Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení paralelní nebo sériové střídavým nebo stejnosměrným proudem.

Žhavicí napětí . . . . .	$U_t$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	300	mA

##### b) Kapacity

Vstupní kapacita řídicí mřížky . . . . .	$C_{g1}$	7,5	pF
Vstupní kapacita stínící mřížky . . . . .	$C_{g2}$	5,4	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	3,35	pF

Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	0,008	pF
Kapacita mezi řídicí mřížkou a stínicí mřížkou . . . . .	$C_{g1/g2}$	2,9	pF
Kapacita mezi anodou a katodou . . . . .	$C_{a/k}$	0,012	pF

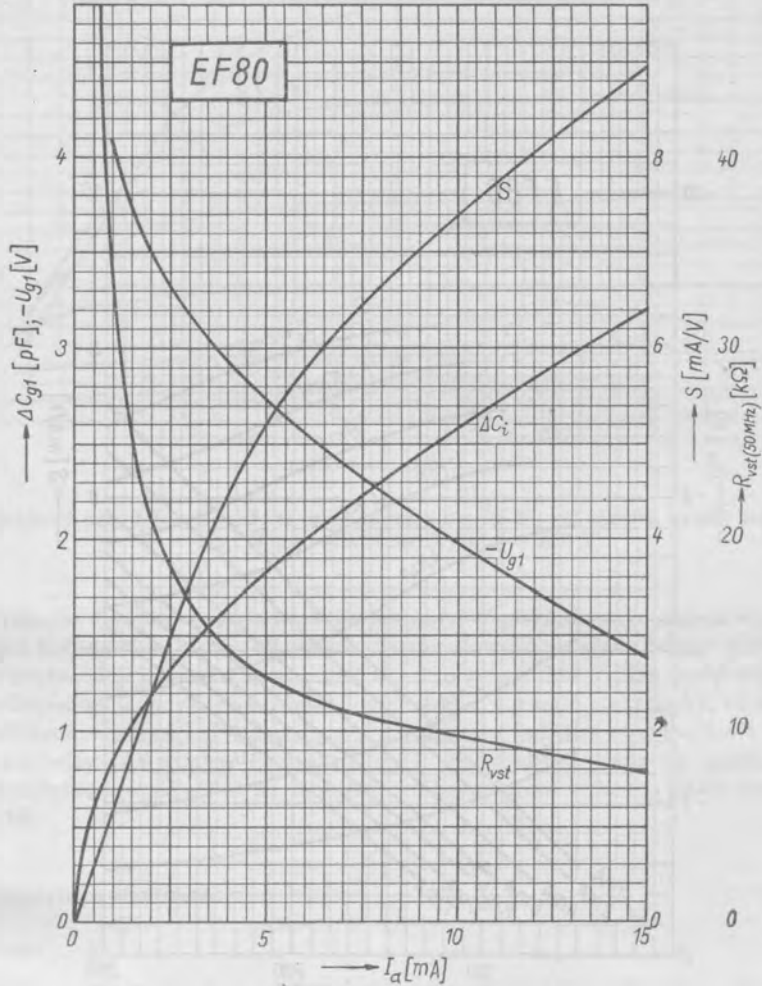


Dg. 100. Napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  a strmost  $S$  v závislosti na anodovém napětí a napětí stínicí mřížky  $U_a = U_{g2}$  při různém anodovém proudu  $I_a$ .

Kapacita mezi řídicí mřížkou a žhavicím vláknem . . . . .	$C_{g1/f}$	max. 0,15	pF
Kapacita mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$C_{k/f}$	max. 6	pF

c) Charakteristické údaje<sup>1)</sup>

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	170	200	250	V
Napětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0	0	0	V



Dg.101. Napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ , strmost  $S$ , vstupní odpor  $R_{vst}$  a změna vstupní kapacity  $C_{g1}$  v závislosti na anodovém proudu  $I_a$ . Anodové napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2} = 170$  V.

Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	170	200	250	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-2,0	-2,55	-3,5	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	10	10	100	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	2,5	2,6	2,8	mA

<sup>1)</sup> Platí rovněž jako provozní údaje pro vysokofrekvenční a mezifrekvenční zesilovač.

Strmost . . . . .	$S$	7,4	7,1	6,8	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_1$	0,5	0,55	0,65	M $\Omega$
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu_{21}$	50	50	50	—
Vstupní odpor ( $f=50$ MHz) . . . . .	$R_{vst}^{2)}$	10	12	15	k $\Omega$
Ekvivalentní šumový odpor . . . . .	$R_{ekv}$	1,0	1,2	1,2	k $\Omega$

## d) Mezní údaje

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 300	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 2,5	W
Napětí stínící mřížky za studena . . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 300	V
Ztráta stínící mřížky pro $P_a > 1,8$ W . . . . .	$P_{g2}$	max. 0,7	W
Ztráta stínící mřížky pro $P_a < 1,8$ W . . . . .	$P_{g2}$	max. 0,9	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 15	mA
Mřížkový svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	max. 1	M $\Omega$
Svodový odpor hradící mřížky . . . . .	$R_{g3}$	max. 10	k $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/f}$	max. 150	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/f}$	max. 20	k $\Omega$

## 7. ELEKTRONKY S RÁMEČKOVÝMI MŘÍŽKAMI

## 7.1 Elektronky PC86 a EC86

## 7.1.1 Popis

Elektronka TESLA PC86 (a také EC86, obr. 81) je vysokofrekvenční trioda pro použití v zesilovačích a měničích kmitočtu v oblasti vysokých kmitočtů až do 800 MHz, tj. pro celé čtvrté televizní pásmo a část pásma pátého. Elektronka se používá vesměs v zapojení s uzemněnou mřížkou, které je nejvýhodnější pro kombinaci se sousedními obvody. Uvedená oblast vysokých pracovních kmitočtů kladě na konstrukci elektronky mimořádné požadavky. Základní podmínky, které musí elektronka splňovat jsou:

a) K zajištění plynulého ladění v rozsahu čtvrtého a pátého televizního pásma při malých ztrátách v obvodech je nutno ladit v prvním uzlu stojatých vln; proto musí být přívody k elektrodám krátké, aby vzdálenost prvního uzlu od elektronky umožňovala umístit ladicí prvky.

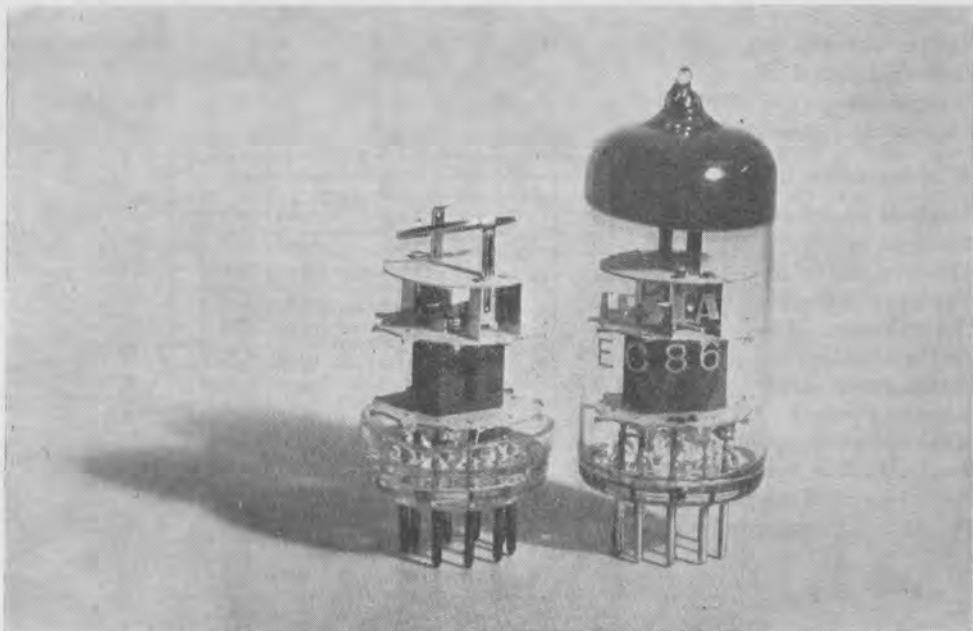
b) Velké výkonové zesílení a malý šum.

c) Malá zpětná vazba uvnitř elektronky.

Aby se indukčnost přívodů zmenšila na minimum, mají přívody k jednotlivým elektrodám tvar pásku a každá elektroda je mimo to propojena na několik kolíků na patce (anoda a katoda na dva, mřížka na tři kolíky). Způsob zapojení patice je zvolen s ohledem na použití elektronky v sousedních obvodech. Systém elektronky je umístěn těsně nad patkou, takže délka přívodů je velmi malá (viz obr. 81). Kolíky elektronky jsou pozlacené.

Podmínkou velkého výkonového zesílení je velká strmost. Tento požadavek byl

<sup>2)</sup> Oba katodové vývody spojeny.

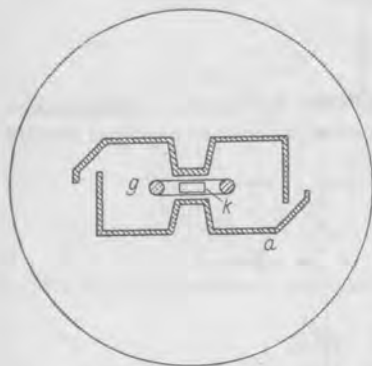


Obr. 81. Elektronka TESLA EC86.

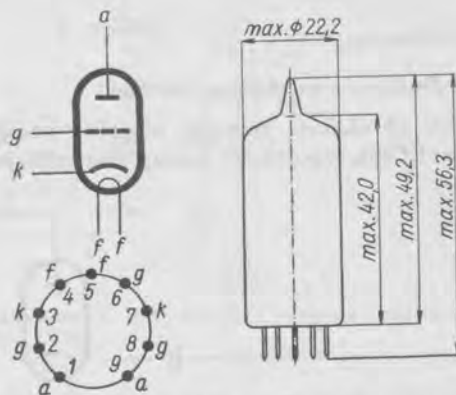
řešen použitím techniky rámečkových mřížek, obdobně jako u elektronky E180F (2. díl, str. 179). Rámečková mřížka umožňuje podstatně zmenšit vzdálenosti mřížka-katoda, čímž se rovněž zkracuje průletová doba elektronů mezi těmito dvěma elektrodami. Mimo to technika rámečkových mřížek zmenšuje rozptyl důležitých mezielektrodových kapacit, takže elektronky lze zaměňovat bez dodatečného doladění vnějších obvodů. Pevná konstrukce rámečkové mřížky s napínaným drátem téměř úplně odstraňuje kapacitní mikrofoničnost projevující se rozlaďováním při použití elektronky jako oscilátoru. Řez systémem elektronky PC86 je na obr. 82.

Pracuje-li elektronka PC86 jako vstupní zesilovač televizního přijímače v zapojení s uzemněnou mřížkou, není nutná neutralizace; malá průchozí kapacita  $C_{a/k}$  a malá indukčnost mřížkového přívodu umožní stabilní činnost až do kmitočtu 800 MHz. Vstupní obvod zesilovače se zapojuje ve tvaru článku  $\Pi$  pevně laděného na střední kmitočet přenášeného pásma. S ohledem na přizpůsobení k anténě a na šumové číslo se nepoužívá laděný vstupní obvod. Anodový souosý obvod je laděný a je nutno pečlivě navrhnout vazební prvky, aby s ohledem na měnící se rozložení stojaté vlny zůstávala vazba pokud možno stejně účinná v celé oblasti pracovních kmitočtů. Nestejnoměrnost vazby by způsobovala při ladění změny šířky pásma. Laděný souosý zesilovač s elektronkou PC86 dosahuje šířky pásma asi 20 MHz; přitom je šumové číslo při nižších kmitočtech asi 6, směrem k vyšším kmitočtům stoupá a na hraničním kmitočtu 800 MHz lze počítat s šumovým číslem asi 9. Vstupní impedance elektronky se pohybuje kolem 60  $\Omega$ . Výkonové zesílení při šířce pásma 20 MHz je asi 7,5; při zmenšování šířky pásma zvětšuje se zesílení pomaleji, než by se mohlo předpokládat, protože se ve zvýšené míře začínají uplatňovat ztráty v ladicích obvodech. Např. při poloviční šířce pásma 10 MHz není zesílení dvojnásobné, jak by bylo možno očekávat, ale pouze 14.

Elektronku PC86 lze rovněž použít jako samostatný oscilátor. Malá indukčnost proudů a krátká průletová doba elektronů mezi katodou a mřížkou umožňuje činnost oscilátoru s dostatečným výkonem až do kmitočtu 1000 MHz. Nejobvyklejší je použití Colpittsova zapojení se sousosým laděným obvodem. Takto zapojený oscilátor dává dostatečně velké napětí pro směšovač. V oblasti kmitočtů 500 až 1000 MHz zůstává výstupní napětí poměrně stálé, kdežto anodový proud se s kmitočtem mírně zvětšuje od 11 mA do 15 mA.



Obr. 82. Řez systémem elektronky PC86 (EC86).



Obr. 83. Zapojení patice a rozměry elektronky PC86 (EC86).

Často se používá elektronka PC86 jako kmitající směšovač, opět v zapojení s uzemněnou mřížkou. V obvodech se používají sousosé prvky, u kterých se běžně dosahuje činitele jakosti  $Q$  většího než 500, takže šířka přenášeného pásma je prakticky určována pouze zatěžovacím odporem. Dosahované směšovací zesílení a mezní citlivost jsou dostatečně veliké. Měníč kmitočtu s elektronkou PC86 má poněkud větší šumové číslo, než se dosahuje u diodových směšovačů; šumové číslo má však poměrně malý rozptyl, kdežto u diodových směšovačů může šumové číslo dosáhnout v některých případech značně větší hodnoty, než je uvažovaný průměr. Zesílení triodového měniče kmitočtu je zhruba osmkrát větší než při použití diod a umožňuje tak úplně zanedbat šum následujícího mezifrekvenčního stupně. Střední výkonové zesílení měniče kmitočtu s elektronkou PC86 je asi 2,2 při šumovém čísle 25. Jestliže je vytvářené oscilátorové napětí asi 2 V (určí se násobením mřížkového proudu mřížkovým svodovým odporem), dosahuje se směšovací strmosti zhruba 2 mA/V.

Ve vstupním dílu televizních přijímačů pro čtvrté a páté televizní pásmo se používají dvě elektronky PC86. První elektronka pracuje jako laděný zesilovač, druhá jako kmitající směšovač. Ladicí obvody jsou vesměs sousosé. Celý vstupní díl má při kmitočtu 800 MHz šumové číslo 13 a pro poměr signálu k šumu 10 : 1 vyžaduje vstupní napětí asi 50  $\mu$ V.

Elektronka EC86 má obdobné použití jako typ PC86. Je výhodnější v zesilovačích nebo měničích kmitočtu, které nejsou přímo vestavěny do televizních přijímačů, ale tvoří samostatné zařízení doplňující dosavadní televizní přijímač pro čtvrté, popř. páté televizní pásmo. Takový měnič obsahuje zpravidla jen dvě elektronky, takže sériové zapojení žhavicích vláken obvyklé u elektronek řad P není v tomto případě vhodné. Proto má elektronka EC86 žhavicí vlákno určené pro paralelní napájení při jmenovitém žhavicím napětí  $U_f = 6,3$  V. To činí elektronku EC86 vhodnou pro další použití v tech-

nice vkv, hlavně pro vstupní zesilovače a měniče kmitočtu v komunikačních přijímačích. Hodí se dobře pro amatérskou potřebu na vkv v pásmu 435 MHz.

Rozměry a zapojení patice elektronky PC86 (a také EC86) jsou na obr. 83.

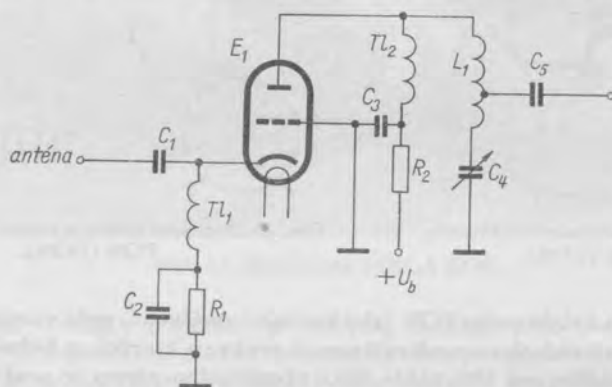
### 7.1.2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábějí elektronky PC86 a EC86 se stejným označením.

#### 7.1.3 Použití

##### a) Zesilovač s uzemněnou mřížkou

Obr. 84 ukazuje zapojení prostého vysokofrekvenčního zesilovače s elektronkou PC86 (EC86), zapojenou s uzemněnou mřížkou. Elektronka je pro toto zapojení zvláště



Obr. 84. Vstupní zesilovač televizního přijímače pro IV. a V. televizní pásmo s elektronkou PC86 nebo EC86.

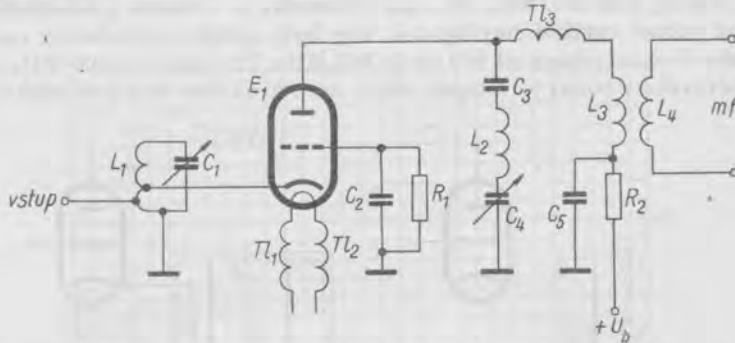
vhodná pro svoji konstrukční úpravu. Vstupní signál z antény se přivádí přes vazební kondenzátor  $C_1$  přímo na katodu elektronky, která je pomocí vysokofrekvenční tlumivky  $TL_1$  a katodového odporu  $R_1$ , na kterém vzniká mřížkové předpětí, galvanicky spojena se zemí. Katodový odpor je přemostěn kondenzátorem  $C_2$ . Katodový odpor  $R_1$  je  $125 \Omega$  při napájecím napětí  $U_b = 175 \text{ V}$ . Anodový proud se přivádí přes filtrační odpor  $R_2$  a vysokofrekvenční tlumivku  $TL_2$ . Jeho velikost je  $I_a = 12 \text{ mA}$ . Přitom je strmost elektronky asi  $14 \text{ mA/V}$ . V anodovém obvodu je zapojen také výstupní ladicí obvod  $L_1 C_4$ . Tento sériový ladicí obvod je vhodný pro kmitočtové pásmo kolem  $400 \text{ MHz}$ , kde je již obtížná nebo nemožná realizace paralelního ladicího obvodu. Pro kmitočty ještě vyšší (do  $800 \text{ MHz}$ ) je nutno volit jiný druh ladicího obvodu, např. souosý. Výstupní svorka je připojena přes oddělovací kondenzátor  $C_5$  na odbočku cívky  $L_1$ , aby se dosáhlo žádaného impedančního přizpůsobení k dalšímu stupni, kterým může být opět shodný vysokofrekvenční zesilovač s uzemněnou mřížkou, nebo směšovač.

Vstupní odpor elektronky s uzemněnou mřížkou je přibližně

$$R_{\text{vst}} = \frac{1}{S} \quad [\text{k}\Omega; \text{mA/V}]$$

Pro popisovaný zesilovač, kde je pracovním bodem triody určena její strmost

$S = 14 \text{ mA/V}$ , je vstupní odpor  $R_{\text{vst}} = 70 \Omega$ . Na vstupní svorku je tedy možno přímo pripojit např. souosý kabel s impedancí  $72 \Omega$ . Vstupní část zesilovače lze zlepšit tím, že se zapojí mezi oddělovací kondenzátor  $C_1$  a katodu elektronky článek II. Tím je možno přizpůsobit zdroj signálu (anténu) k elektronce pro dosažení optimálních podmínek, např. nejmenšího šumu.



Obr. 85. Kmitající směšovač televizního přijímače pro IV. a V. televizní pásmo s elektronkou PC86 nebo EC86.

Při zapojování je nutno dbát, aby přívody k elektronce byly co nejkratší. Objímka pro elektronku PC86 (EC86) při použití při vysokých kmitočtech do 800 MHz by měla mít zvláštní konstrukci s krátkými kontakty, aby indukčnost přívodů byla co nejmenší a kapacity mezi jednotlivými vývody objímky byly malé. Mřížka elektronky je vyvedena na tři kolíky patice. Pro zachování malé indukčnosti přívodů je nutno uzemnit nejkratší cestou všechny tři její vývody.

Při použití elektronky PC86 (EC86) ve vysokofrekvenčním zesilovači ve vstupní části televizního přijímače pro čtvrté a páté televizní pásmo je základní zapojení tohoto zesilovače stejné, jak je uvedeno na obr. 84. Pro široké kmitočtové pásmo (460 až asi 800 MHz) je však nutné použití vhodných ladicích obvodů. Vstup zesilovače je přizpůsoben k anténě transformačním článkem II, jehož nastavení se nemusí v celém kmitočtovém pásmu měnit. Ladicí obvod v anodě je vytvořen souosým půlvlnným vedením, zkráceným na jedné straně kapacitou mezi anodou a mřížkou elektronky, na druhé straně kapacitou ladicího kondenzátoru. Vstupní napětí pro další stupeň (měnič kmitočtu) se odebírá pomocí vazební smyčky, jejíž tvar a poloha v souosém vedení musí zaručovat vhodnou vazbu v celém kmitočtovém pásmu zesilovače. Obvykle se ještě zavádí přídavná neutralizace účinná především při nižších kmitočtech, která v zapojení elektronky s uzemněnou mřížkou zaručuje neutralizaci v celém širokém pásmu kmitočtů. Tato neutralizace se zavádí indukčností zapojenou mezi katodou a anodou triody. Pro oddělení stejnosměrného proudu je v sérii s touto indukčností zapojen kondenzátor. V přívodech ke žhavicímu vláknou jsou zapojeny vysokofrekvenční tlumivky.

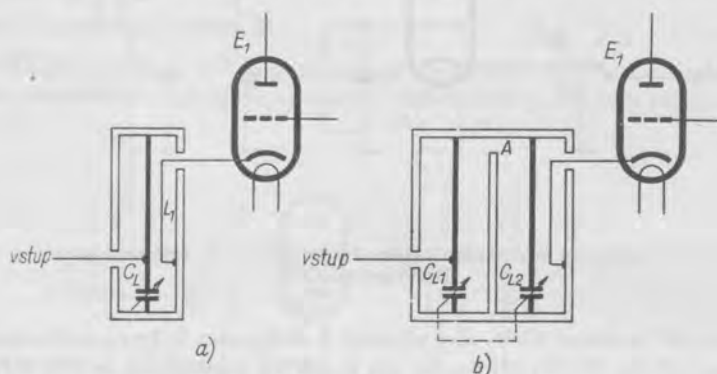
Při šířce přenášeného pásma, obvyklého ve vstupních částech televizních přijímačů (asi 20 MHz) dosahuje se přibližně výkonového zesílení 7. Přitom se pohybuje šumové číslo mezi 6 a 10, při čemž menších hodnot se dosahuje při nižších kmitočtech.

#### b) Kmitající směšovač

Kmitající směšovač s elektronkou PC86 (EC86) podle obr. 85 je především vhodný pro vstupní část televizního přijímače na čtvrtém a pátém pásmu. Stejně jako v předěšlém příkladě vstupního zesilovače je kmitající směšovač zapojen s uzemněnou mříž-



kou. Vstupní obvod  $L_1C_1$  naladěný na přijímaný kmitočet slouží k přizpůsobení elektronky ke zdroji signálu, kterým může být anténa nebo vysokofrekvenční zesilovač. K tomu účelu jsou na cívce  $L_1$  odbočky, na které se přivádí vstupní napětí a přívod ke katodě elektronky. Při vysokých kmitočtech v uvedených televizních pásmech se ve skutečnosti používá půlvlnné souosé vedení místo  $L_1$  a  $C_1$ . Vedení je zkráceno ladicím kondenzátorem  $C_L$  (viz obr. 86a). Katoda elektronky je v tomto případě vázána pomocí vhodně volené vazební smyčky tak, aby byly splněny požadavky rovnoměrné vazby v celém širokém pásmu od 460 asi do 800 MHz. Při kmitočtu 600 MHz (přibližně střed kmitočtového pásma) je vstupní odpor asi 300  $\Omega$ . Pro zvětšení selektivnosti se



Obr. 86. Ladicí obvody pro vstupní část televizního přijímače pro IV. a V. televizní pásmo.

zařazují na vstup měniče kmitočtu obvykle dva ladicí obvody (obr. 86b), které tvoří pásmovou propust. Účelem pásmové propusti je zvětšení selektivnosti a tím také zvětšení ochrany proti vyzařování napětí oscilátoru měniče kmitočtu. Oba obvody jsou navzájem vázány šterbinou A. Mřížka elektronky je spojena se zemí kapacitou  $C_2$ , která může být tvořena třemi kondenzátory s kapacitou 10 pF, z nichž každý je zapojen na jednom ze tří vývodů mřížky. Stejnsměrný mřížkový proud vytvářející předpětí teče přes mřížkový svodový odpor  $R_1 = 50$  k $\Omega$ . V anodovém obvodu elektronky je zapojen ladicí obvod oscilátoru, který je tvořen pro vysoké kmitočty půlvlnným souosým vedením s ladicí kapacitou  $C_4$ . Tento obvod je k anodě vázán malým kondenzátorem  $C_3$  (asi 2 pF). Celý tento obvod současně tvoří část kapacitní větve vstupního mezifrekvenčního obvodu s cívkou  $L_3$ . Přes tuto cívku se také přivádí stejnosměrný anodový proud ze zdroje  $U_b = 220$  V. Anodové napětí je menší než napětí zdroje o úbytek napětí na odporu  $R_2$ , jehož hodnota je asi 5,6 k $\Omega$ . Anodový proud činí asi 12 mA a mřížkový proud přibližně 50  $\mu$ A. Výkonové zesílení celého kmitajícího směšovače je asi 2 a šumové číslo asi 23 až 30, při čemž větší hodnoty platí pro vyšší kmitočty.

#### 7.1.4 Elektrické vlastnosti

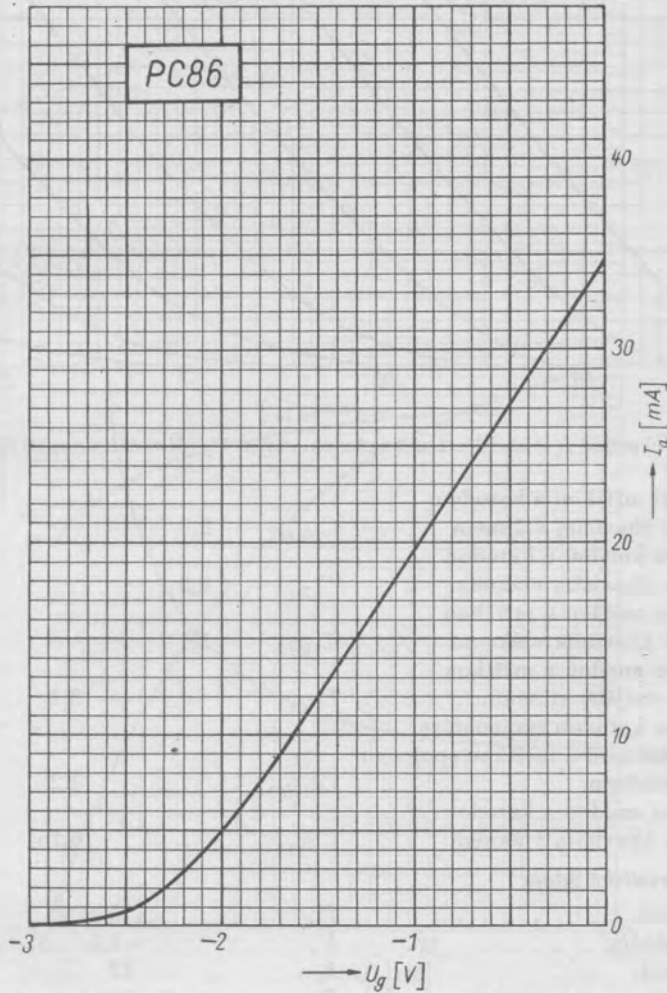
##### a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení sériové (u elektronky EC86 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.

	PC86	EC86	
Žhavicí napětí . . . . .	3,8	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	300	200	mA

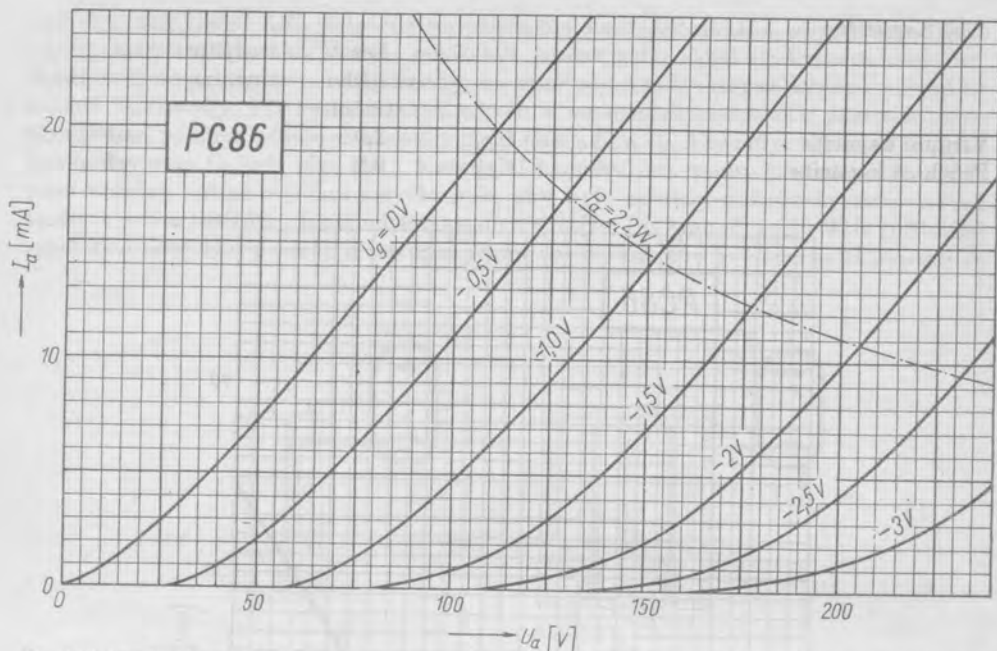
b) Kapacity

		bez vnějšího stínění	s vnějším stíněním	
Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	2,0		pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{a/k}$	0,2		pF



Dg. 102. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_g$ . Anodové napětí  $U_a = 175$  V.

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g/k}$	3,6	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem. . . . .	$C_{g/t}$	max. 0,3	pF
Kapacita mezi katodou a mřížkou spojenou se žhavicím vláknem . . . . .	$C_{k/g+t}$	6,6	pF



Dg. 103. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_g$ .

Kapacita mezi mřížkou a katodou spojenou se žhavicím vláknem . . . . .	$C_{g/k+t}$	3,9	pF
Kapacita mezi anodou a katodou spojenou se žhavicím vláknem . . . . .	$C_{a/k+t}$	0,3	pF
Kapacita mezi anodou a mřížkou spojenou se žhavicím vláknem . . . . .	$C_{a/g+t}$	2,1	pF
Kapacita mezi anodou a mřížkou spojenou s vnějším stíněním . . . . .	$C_{a/g+s}$	3,1	pF
Kapacita mezi katodou spojenou se žhavicím vláknem a mřížkou spojenou s vnějším stíněním . . . . .	$C_{k+t/g+s}$	4,2	pF
Kapacita mezi anodou a katodou spojenou se žhavicím vláknem . . . . .	$C_{a/k+t}$	0,25	pF

c) Charakteristické údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	175	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	-1,5	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	12	mA
Strmost . . . . .	$S$	14	mA/V
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	68	—
Ekvivalentní šumový odpor . . . . .	$R_{ekv}$	230	$\Omega$

d) Provozní údaje

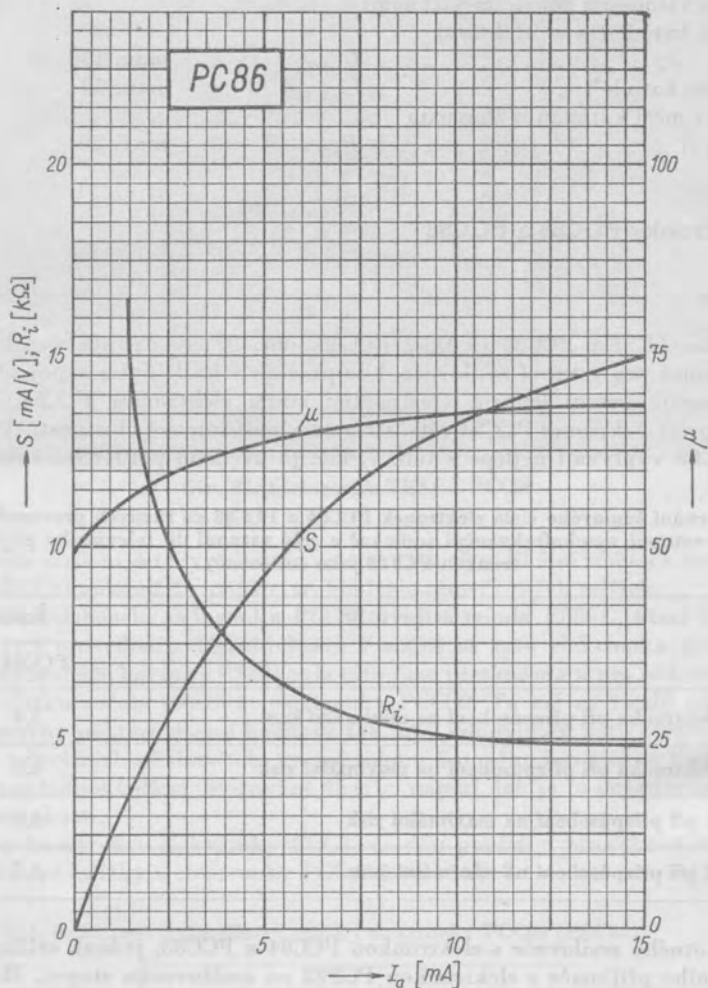
da) Zesilovač s uzemněnou mřížkou

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	175	V
Katodový odpor . . . . .	$R_k$	125	$\Omega$

Anodový proud . . . . .	$I_a$	12	mA
Strmost . . . . .	$S$	14	mA/V

db) Kmitající směšovač

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	220	V
Odpor v přívodu anody . . . . .	$R_a$	5,6	k $\Omega$



Dg. 104. Strmost  $S$ , vnitřní odpor  $R_i$  a zesilovací činitel  $\mu$  v závislosti na anodovém proudu  $I_a$ . Anodové napětí  $U_a = 175$  V.

Svodový odpor . . . . .	$R_g$	47	k $\Omega$
Anodový proud . . . . .	$I_a$	12	mA
Mřížkový proud . . . . .	$I_g$	50	$\mu$ A

e) Mezní údaje

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 220	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 2,2	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 20	mA
Mřížkové předpětí. . . . .	$U_g$	max. -50	V
Svodový odpor. . . . .	$R_g$	max. 1	MΩ
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem:			
při kladné katodě (ss + efektivní napětí <sup>1)</sup> ) . . . . .	$U_{+k/t}$	max. 130	V
při záporné katodě <sup>2)</sup> ) . . . . .	$U_{-k/t}$	max. 50	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem. . . . .	$R_{k/t}$	max. 20	kΩ

## 7.2 Elektronky PCC88 a ECC88

### 7.2.1 Popis

Elektronka TESLA PCC88 (a také ECC88, obr. 87) je dvojitá vysokofrekvenční trioda vyvinutá pro vstupní zesilovače, kde pracuje v kaskódním zapojení. Na tomto místě nahrazuje svými lepšími vlastnostmi starší elektronku PCC84. Elektronka PCC88 má proti elektronce PCC84 větší strmost a lepší šumové vlastnosti. Výhody elektronky PCC88 vyplývají nejlépe z tab. 7, kde je uvedeno porovnání šumového čísla

Tab. 7. Porovnání šumového čísla elektronky PCC84 a PCC88 za různých provozních podmínek (samostatný vstupní vysokofrekvenční zesilovač a celý vstupní díl televizního přijímače s elektronkou PCF82 jako směšovač)

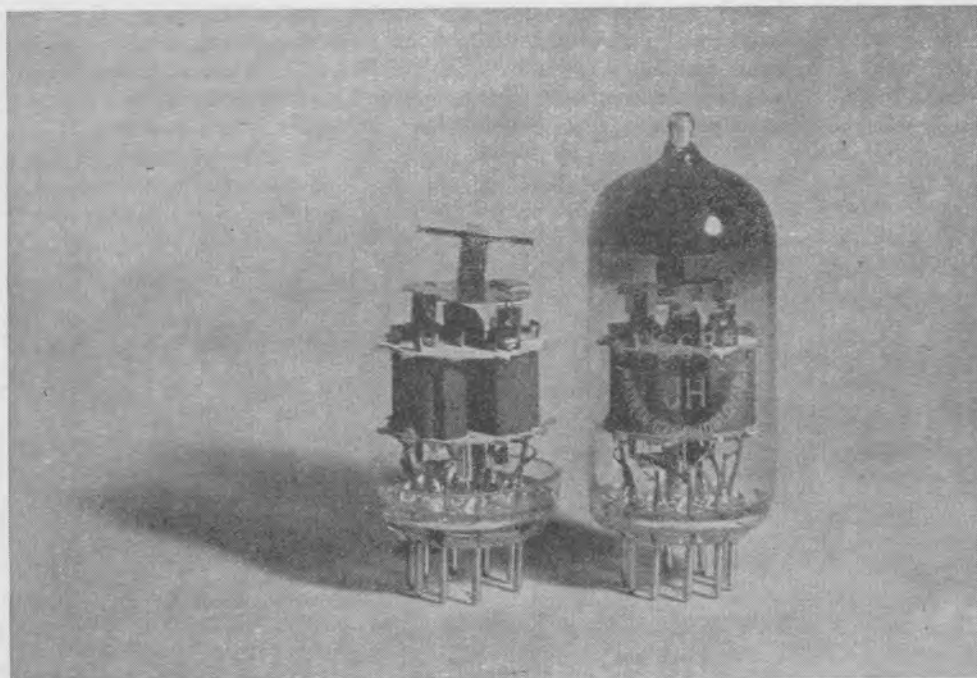
	Šumové číslo	
	PCC84	PCC88
Samotná elektronka při přizpůsobení na minimální šum	3,3	2,5
Samotná elektronka při přizpůsobení na maximální zisk	4,6	3,6
Vstupní díl při přizpůsobení na maximální zisk	5,0	4,0
Vstupní díl při přizpůsobení na minimální šum	4,5	3,5

jednak samotného zesilovače s elektronkou PCC84 a PCC88, jednak celého vstupního dílu televizního přijímače s elektronkou PCF82 na směšovacím stupni. Hodnoty jsou uváděny jak pro přizpůsobení na minimální šum, tak také pro přizpůsobení na maximální zesílení.

Na zmenšení šumu vstupního dílu s elektronkou PCC88 má značný podíl velké zesílení vysokofrekvenčního zesilovače (asi 1,6krát větší než u elektronky PCC84). Poža-

<sup>1)</sup> Pro elektronku EC86 je povoleno  $U_{+k/t} = \text{max. } 100 \text{ V}$

<sup>2)</sup> Platí i pro elektronku EC86



Obr. 87. Elektronka TESLA PCC88.

davek velkého zesílení, a tedy velké strmosti si vynutil radikální změnu konstrukce proti elektronce PCC84 záležející v použití technologie rámečkových mřížek.

Vývojově předcházela elektronku PCC88 dvojitá trioda E88CC, která je elektricky podobná a je v provedení zvláštní jakosti. V cizině se tato elektronka používá i v televizních přijímačích, kdežto v ČSSR byla tato fáze přeskočena a pro běžnou potřebu se hned od počátku začala používat elektronka PCC88. Ta má na rozdíl od elektronky E88CC upraveny některé mezní hodnoty tak, aby odpovídaly potřebám vyplývajícím z použití v televizních přijímačích, kromě toho má poněkud zvýšenou teplotu katody, protože se nepředpokládá stabilizované žhavicí napětí, jak je to požadováno u elektronek zvláštní jakosti.

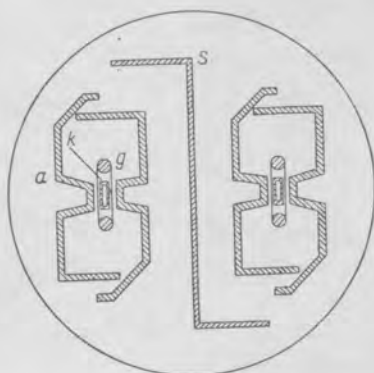
Charakter konstrukce elektronky PCC88 je dán použitím rámečkové mřížky. Rozměry rámečkové mřížky u elektronky PCC88 jsou v tab. 8.

Tab. 8. Rozměry rámečkové mřížky elektronky PCC88 (ECC88)

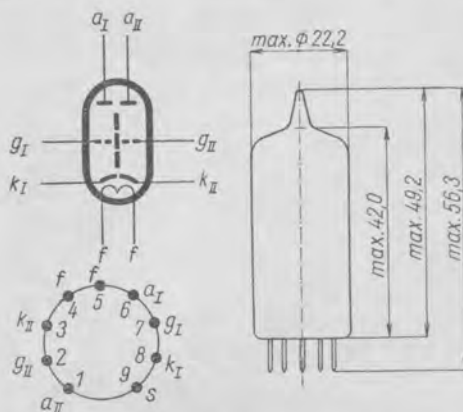
Průměr drátů mřížky	8,0 $\mu\text{m}$
Průměr nosníků mřížky	0,8 mm
Stoupání závitů mřížky	76 $\mu\text{m}$

Vzdálenost mřížky od katody je 40  $\mu\text{m}$ . Celý rámeček i s vinutím mřížky je pozlacen. Konstrukce anody je velmi stabilní a skládá se ze dvou na sobě nezávislých plechů, jak ukazuje řez systémem na obr. 88. Pracovní plošky proti katodám jsou vyrobeny hlu-

bokým tahem. Aby byla zaručena pevnost celého systému, a tím odolnost proti mikrofoničnosti, používají se při výrobě kalibrované baňky, které spolu s úzce tolerovanými slídovými destičkami zaručují stabilitu systému v baňce. Z nepatrných vzdáleností jednotlivých elektrod systému vyplývá nutnost pečlivé montáže elektronky v krytých montážních stolcích s prachovým těsněním.



Obr. 88. Řez systémem dvojité triody PCC88 (ECC88).



Obr. 89. Zapojení patice a rozměry elektronky PCC88 (ECC88).

Použití elektronky PCC88 ve vstupním dílu televizního přijímače se v podstatě neliší od známých zapojení kaskádových zesilovačů. Mřížkové předpětí systému zapojeného jako zesilovač s uzemněnou mřížkou (systém II) je nutno odvodit z děliče napětí připojeného na napájecí zdroj anody, aby se nezvýšilo nepřijatelně anodové napětí elektronky při řízení zesílení. U vstupní triody (systém I), zapojené jako zesilovač s uzemněnou katodou, nesmí anodové napětí překročit 75 V, jestliže se získává mřížkové předpětí průtokem mřížkového proudu svodovým odporem.

Elektronka ECC88 se podobá elektronce PCC88, avšak je určena pro paralelní napájení žhavicích vláken a má žhavicí napětí 6,3 V. Její použití je výhodné v samostatných zesilovačích a anténních předzesilovačích, kde není dostatečný počet elektronek pro sériové spojení žhavicích vláken. Zapojení patice a rozměry elektronky PCC88 (i ECC88) jsou na obr. 89.

### 7.2.2 Obdobné typy

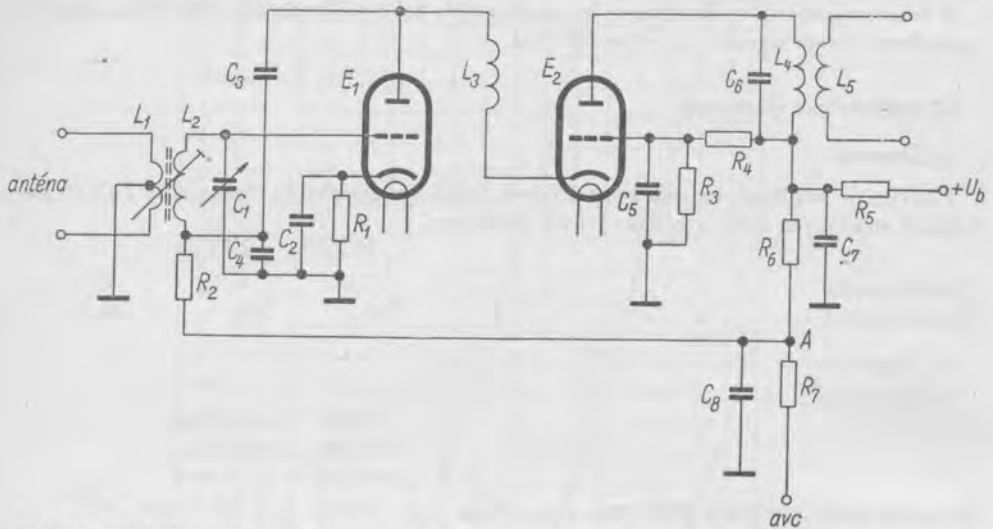
V Evropě se tato elektronka vyrábí se stejným označením. Elektronka E88CC má poněkud odlišné hodnoty a je určena jako elektronka zvláštní jakosti pro speciální použití.

### 7.2.3 Použití

#### Kaskádový vysokofrekvenční vstupní zesilovač

Na obr. 90 je zapojení elektronky PCC88 jako vysokofrekvenční zesilovač ve vstupní části televizního přijímače pro první a třetí televizní pásmo. Pro toto zapojení je elektronka PCC88 především určena svými velmi výhodnými vlastnostmi, o kterých již byla zmínka v popisu této elektronky. Zapojení je podobné jako ve starších vstupních

dílech televizních přijímačů, kde se běžně používala elektronka PCC84. Je však doplněné stejnosměrnou zpětnou vazbou, která má za účel stabilizovat jmenovitý anodový proud kolem  $I_a = 15 \text{ mA}$ , jednak při stárnutí elektronky, při kterém se emise pozvolna zmenšuje, jednak při výměně elektronky, nebo při osazování vstupních dílů v sériové výrobě. Anodový proud, udávaný v publikačních listech, je střední hodnotou souboru velkého počtu elektronek. Jednotlivé elektronky však mohou při předepsaném mřížkovém předpětí vykazovat určité odchylky od této jmenovité hodnoty. Proto je stejnosměrná zpětná vazba značnou výhodou. Zavádí se u prvního systému kaskádového



Obr. 90. Příklad zapojení vysokofrekvenčního vstupního zesilovače televizního přijímače pro I. a III. televizní pásmo s elektronkou PCC88.

zesilovače, u triody s uzemněnou katodou ( $E_1$ ). Tvoří ji velký katodový odpor  $R_1$ , např.  $500 \Omega$ . Na tak velkém odporu se vytvoří anodovým proudem  $I_a = 15 \text{ mA}$  napětí  $7,5 \text{ V}$ . Aby mřížkové předpětí, tj. napětí mezi mřížkou a katodou elektronky, mělo předepsanou velikost pro uvažovaný anodový proud  $U_g = -1,3 \text{ V}$ , vytvoří se děličem napětí  $R_6R_7$  v bodě A napětí  $+6,2 \text{ V}$ , které se přes svodový odpor  $R_2$  přivede na mřížku  $E_1$ . Tím vzniká mezi mřížkou a katodou triody  $E_1$  požadované napětí  $-1,3 \text{ V}$ . Odpor  $R_6$  a  $R_7$  mohou být např.  $10 \text{ M}\Omega$  a  $340 \text{ k}\Omega$ . V bodě B je přitom napětí velmi blízké nule, protože v tomto bodě je zapojena dioda; která způsobuje zpožděné řízení zesílení vstupního zesilovače. Bez působení napětí  $avc$  je anoda diody vlivem spojení odporů  $R_6$  a  $R_7$  kladná a má proto zanedbatelně malý vnitřní odpor. Působení napětí  $avc$  je zpožděné proto, aby bylo možné při příjmu slabších signálů využít malý šum elektronky PCC88, který roste se zmenšováním strmosti při zvyšování záporného předpětí  $E_1$  vlivem  $avc$ . Stejnosměrnou zpětnou vazbou popsanou v tomto příkladě se dosahuje zmenšení odchylky anodového proudu elektronky asi na  $12 \%$  z původní hodnoty. Má-li např. elektronka PCC88 při předepsaném mřížkovém předpětí  $U_g = -1,3 \text{ V}$  jmenovitý anodový proud  $I_a$  místo  $15 \text{ mA}$  jen  $10 \text{ mA}$ , bude anodový proud v tomto zapojení přibližně  $14,4 \text{ mA}$ . Účinek zpětné vazby je zvětšen ještě tím, že odpor  $R_6$  není zapojen přímo na svorce  $+U_b$  ( $210 \text{ V}$ ), ale až za odporem  $R_5 = 1,5 \text{ k}\Omega$ .

Vstupní signál se přivádí z antény přes vazební cívku  $L_1$  na ladící obvod  $C_1L_2$ , který



je v mřížkovém obvodu triody  $E_1$ . Neutralizace první triody je zavedena kondenzátory  $C_3$  a  $C_4$ . Vazbu s druhou triodou  $E_2$  obstarává cívka  $L_3$ , která spolu s kapacitou mezi anodou a katodou první triody a kapacitou mezi katodou a zemí druhé triody tvoří transformační člen tvaru  $\Pi$ . Druhá trioda  $E_2$  je zapojena jako zesilovač s uzemněnou mřížkou. Mřížka této triody je připojena k děliči napětí  $R_3R_4$ . Hodnoty těchto odporů jsou 330 k $\Omega$ . V anodovém obvodu elektronky je opět ladičí obvod  $L_4C_6$ , který s následujícím obvodem (na obr. 90 je zakreslena jen cívka  $L_5$ ) tvoří pásmovou propust. Pro jednotlivé televizní kanály se přepínají pásmová propust a vstupní ladičí obvod. Cívka  $L_3$  se nemění pro celé první a třetí televizní pásmo.

V tomto zapojení lze dosáhnout šumového čísla asi 3 při kmitočtu 200 MHz a při přízpůsobení zdroje signálu na nejmenší šum.

#### 7.2.4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

Žhavení je nepřímé, katoda kysličníková, napájení sériové (u elektronky ECC88 paralelní) střídavým nebo stejnosměrným proudem.

	PCC88	ECC88	
Žhavicí napětí . . . . . $U_f$	7,0	6,3	V
Žhavicí proud . . . . . $I_f$	300	365	mA

##### b) Kapacity

###### Systém I

		bez vnějšího stínění	s vnějším stíněním	
Kapacita mezi anodou a mřížkou. . . . . $C_{g/a}$		1,4	1,4	pF
Kapacita mezi mřížkou a katodou spojenou s vláknem a se stíněním. . . . . $C_{g/k+f+s}$		3,3	3,3	pF
Kapacita mezi anodou a katodou spojenou s vláknem a stíněním . . . . . $C_{a/k+f+s}$		1,8	2,5	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem. . . . . $C_{g/f}$		max. 0,2	max. 0,2	pF

###### Systém II

Kapacita mezi anodou a mřížkou. . . . . $C_{g/a}$		max. 1,8	max. 1,8	pF
Kapacita mezi katodou a mřížkou spojenou s vláknem a stíněním . . . . . $C_{k/g+f+s}$		6	6	pF
Kapacita mezi anodou a mřížkou spojenou s vláknem a stíněním . . . . . $C_{a/g+f+s}$		2,8	2,8	pF
Kapacita mezi katodou a vláknem . . . . . $C_{k/f}$		max. 3,5	max. 3,5	pF
Kapacita mezi anodou a katodou. . . . . $C_{a/k}$		0,18	0,16	pF

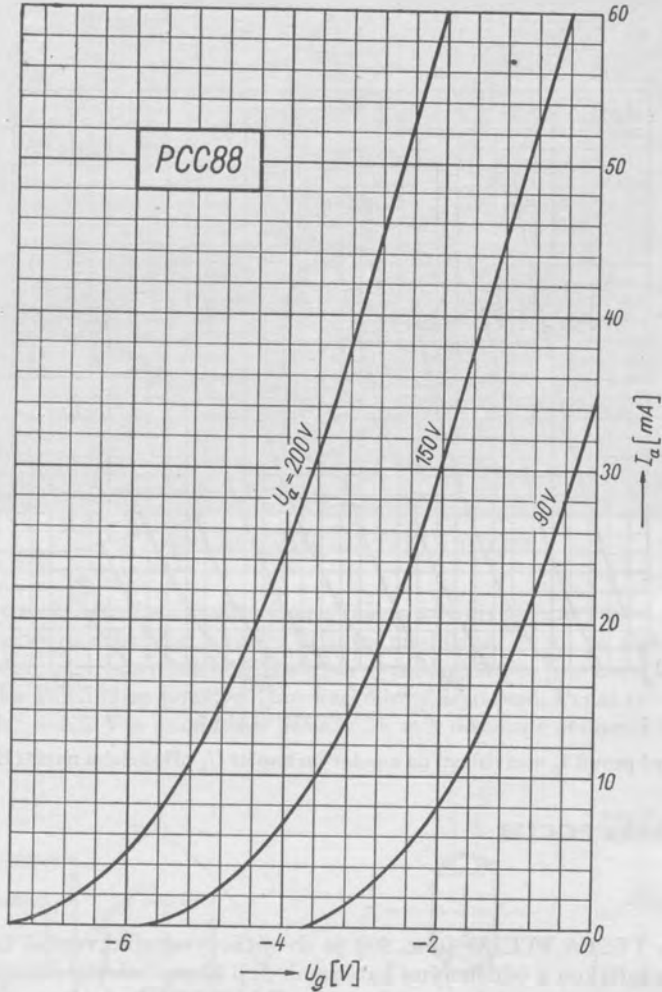
##### Kapacity mezi systémy

Kapacita mezi anodami . . . . . $C_{aI/aII}$		max. 0,045	max. 0,015	pF
Kapacita mezi mřížkou prvního a anodou druhého systému . . . . . $C_{gI/aII}$		max. 0,005	max. 0,005	pF

##### c) Charakteristické (provozní) údaje (platí pro každý systém)

Anodové napětí. . . . . $U_a$		90	V
Mřížkové předpětí. . . . . $U_g$		-1,3	V

Anodový proud . . . . .	$I_a$	15	mA
Strmost . . . . .	$S$	12,5	mA/V
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	33	—
Ekvivalentní šumový odpor . . . . .	$R_{ekv}$	300	$\Omega$

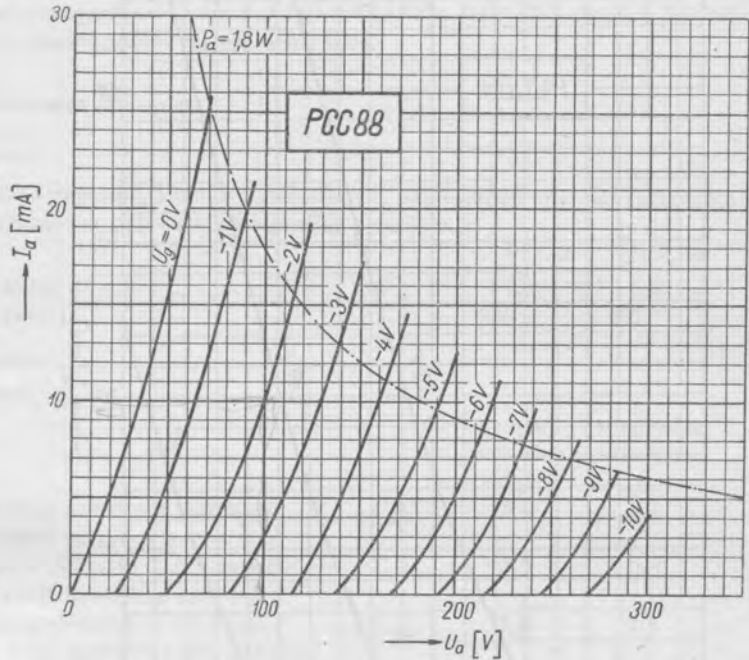


Dg. 105. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_g$  při různém anodovém napětí  $U_a$ .

d) Mezní údaje (platí pro každý systém)

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 130	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 1,8	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 25	mA
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	max. -50	V

Mřížkový svodový odpor. . . . .	$R_g$	max. 1	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem systému I . . . . .	$U_{kI/t}$	max. 80	V <sup>1)</sup>
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem systému II. . . . .	$U_{kII/t}$	max. 180	V <sup>2)</sup> , <sup>3)</sup>
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem. . . . .	$R_{k/t}$	max. 20	k $\Omega$



Dg. 106. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_g$ .

### 7.3 Elektronka PCC139

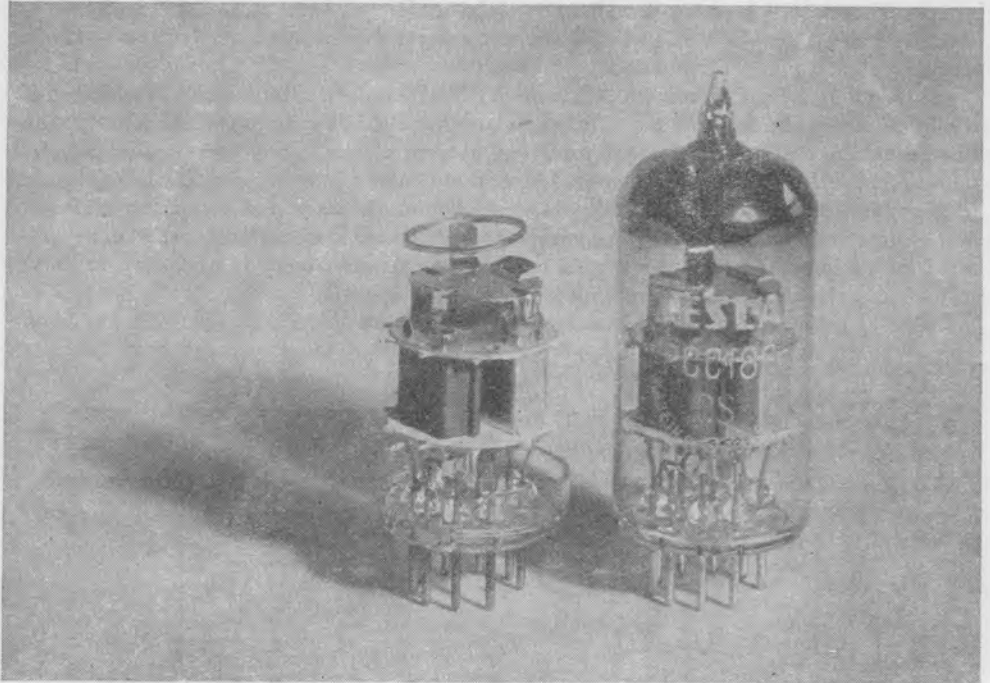
#### 7.3.1 Popis

Elektronka TESLA PCC189 (obr. 91) je dvojitá vysokofrekvenční říditelná trioda s rámečkovou mřížkou a oddělenými katodami. Její hlavní elektrické parametry i zapojení patice jsou stejné jako u elektronky PCC88. Odlišné jsou některé velikosti mezielektrodových kapacit a mezí údaje. Elektronka PCC189 se používá jako vstupní zesilovač televizních přijímačů. Proti elektronce PCC88 poskytuje svou exponenciální charakteristikou možnost zavedení samočinného řízení zesílení. Samočinné řízení zesílení u vstupního zesilovače má výhodu především při příjmu stanic s amplitudově

<sup>1)</sup> Pro elektronku ECC88 je přípustné  $U_{kI/t} = \text{max. } 50 \text{ V}$ .

<sup>2)</sup> Maximální trvalá stejnosměrná složka 130 V.

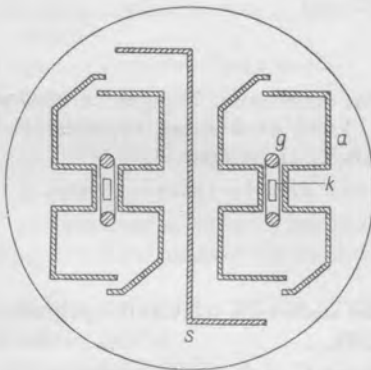
<sup>3)</sup> Pro elektronku ECC88 je přípustné  $U_{kII/t} = \text{max. } 150 \text{ V}$  s trvalou stejnosměrnou složkou maximálně 130 V.



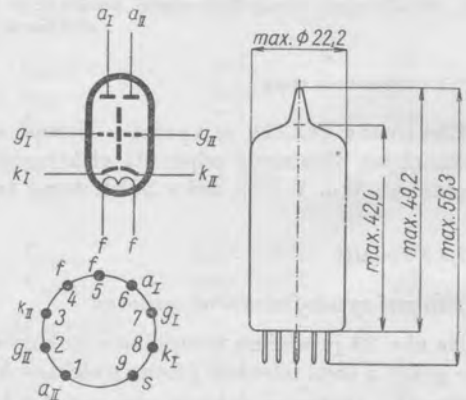
Obr. 91. Elektronka TESLA PCC189.

modulovaným obrazovým i zvukovým signálem, kde při příjmu v blízkém okolí silného vysílače zmenšuje nebezpečí vzniku křížové modulace. Proto se elektronka PCC189 uplatní především v televizních přijímačích vyráběných pro jiné normy než v ČSSR.

Elektronka PCC189 se používá jako kaskádový zesilovač. První systém při mřížkovém předpětí  $-1,2$  V a anodovém proudu 15 mA dosahuje strmosti 12,5 mA/V. Pro



Obr. 92. Řez systémem dvojité triody PCC189.

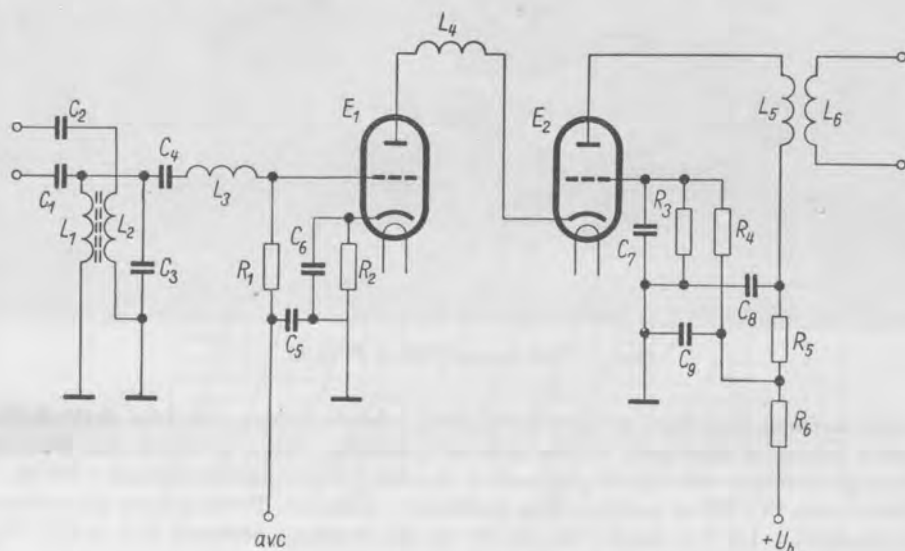


Obr. 93. Zapojení patice a rozměry elektronky PCC189.

zmenšení strmosti v poměru 1 : 10 je potřeba zvýšit předpětí na  $-3,6$  V; při dalším snížení předpětí na  $-5$  V se původní strmost zmenší dvacetkrát, při předpětí  $-9$  V je strmost setinou původní velikosti.

Jak je vidět z řezu systémem elektronky PCC189 na obr. 92, má účinná část každé triody dvoustranné rovinné uspořádání. Rámečkové mřížky mají proměnné stoupání. Proti plochým částem katody jsou umístěny aktivní plošky anody vyrobené hlubokým tahem. Anoda každého systému se skládá ze dvou částí a je neuzavřená. Uložení katod je zpevněno horní přítlačnou slídovou destičkou umístěnou nad obvyklou slídovou destičkou systému. Tato konstrukce omezuje náchylnost k mikrofoničnosti. Oba systémy jsou vzájemně odstíněny a rovněž nad systémem elektronky je umístěno kruhové stínění. Žhavicí vlákna obou systémů jsou zapojena do série.

Rozměry a zapojení patice elektronky PCC189 jsou na obr. 93.



Obr. 94. Vstupní vysokofrekvenční zesilovač v kaskádovém zapojení pro televizní přijímače s elektronkou PCC189.

### 7.3.2 Obdobné typy

Elektronka PCC189 se vyrábí v Evropě se stejným označením. Zapojení a většina elektrických vlastností odpovídá elektronce PCC88, která však nemá exponenciální charakteristiku. V USA ani v SSSR nemá tato elektronka ekvivalent.

### 7.3.3 Použití

#### Vstupní vysokofrekvenční zesilovač

Na obr. 94 je schéma vstupního vysokofrekvenčního zesilovače televizního přijímače pro první a třetí televizní pásmo s elektronkou PCC189.

Signál z antény se přivádí přes izolační kondenzátory  $C_1$  a  $C_2$  na symetizační člen  $L_1, L_2$ , který v celém kmitočtovém rozsahu přijímače transformuje symetrické signálové napětí z impedance anténního vedení  $300 \Omega$  do nesymetrické zátěže  $75 \Omega$ . Vstupní

ladičí obvod tvaru II se skládá ze vstupní kapacity elektronky  $C_g$  a nezbytné kapacity přívodů, dále z cívky  $L_3$ , která se přepíná pro každý televizní kanál a ze sériového spojení kondenzátorů  $C_4$  a  $C_3$ . Tyto dva kondenzátory se nemusí přepínat spolu s cívkou  $L_3$  za předpokladu, že jejich kapacity jsou pečlivě voleny. Slouží současně k transformaci signálového napětí do ladičího obvodu. Základní předpětí se získává na katodovém odporu  $R_2$  a na mřížku elektronky  $E_1$  se přivádí přes odpor  $R_1$  napětí *avc*. První triodový systém  $E_1$  pracuje jako zesilovač s uzemněnou katodou, druhý ( $E_2$ ) jako zesilovač s uzemněnou mřížkou.  $L_5$  a  $L_6$  jsou cívky pásmové propusti mezi vf zesilovačem a směšovačem, které se také přepínají pro každý televizní kanál. Mřížka triody  $E_2$  je připojena k děliči napětí  $R_3R_4$ .

Základní předpětí, vzniklé na katodovém odporu  $R_2$  (asi 100  $\Omega$ ) je při anodovém napětí jedné triody  $U_a = 90$  V asi 1,4 V. Při tom je strmost triody 12,5 mA/V a napětí *avc* 0 V. Pro napětí *avc* -9 V zmenší se strmost na jednu setinu původní velikosti. Zesílení vf zesilovače s elektronkou PCC189 je asi stejné jako s elektronkou PCC88.

### 7.3.4 Elektrické vlastnosti

#### a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	7,2	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	300	mA

#### b) Kapacity

Systém I — s uzemněnou katodou

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g/k+f+s}$	3,5	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_{a/k+f+s}$	1,7	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	1,9	pF
Kapacita mezi mřížkou a žhavicím vláknem . . . . .	$C_{g/f}$	max. 0,28	pF

Systém II — s uzemněnou mřížkou

Kapacita mezi katodou a mřížkou spojenou se žhavicím vláknem a stíněním . . . . .	$C_{k/g+f+s}$	6,0	pF
Kapacita mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$C_{k/f}$	3,0	pF
Kapacita mezi katodou a anodou . . . . .	$C_{k/a}$	0,18	pF
Kapacita mezi anodou a mřížkou . . . . .	$C_{a/g}$	1,9	pF
Kapacita mezi anodou a mřížkou spojenou se žhavicím vláknem a stíněním . . . . .	$C_{a/g+f+s}$	3,4	pF

Kapacita mezi oběma systémy

Kapacita mezi anodou I a anodou II . . . . .	$C_{aI/aII}$	max. 0,045	pF
Kapacita mezi mřížkou I a anodou II . . . . .	$C_{gI/aII}$	max. 0,004	pF

#### c) Charakteristické hodnoty (platí pro každý systém)

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	90	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	-1,4	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	15	mA
Strmost . . . . .	$S$	12,5	mA/V

Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	2,5	$k\Omega$
Strmost při $U_g = -3,6$ V . . . . .	$S$	1,25	$mA/V$
Strmost při $U_g = -5$ V . . . . .	$S$	0,625	$mA/V$
Strmost při $U_g = -9$ V . . . . .	$S$	0,125	$mA/V$

## d) Mezní hodnoty (platí pro oba systémy)

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 130	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 1,8	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 22	mA
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	max. -50	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/t}$	max. 20	$k\Omega$

## Platí pouze pro systém I

Svodový odpor . . . . .	$R_g$	max. 1	$M\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 80	V

## Platí pouze pro systém II

Svodový odpor . . . . .	$R_g$	max. 0,5	$M\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t \text{ et}}$	max. 80	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{+k/t}$	max. 180 <sup>1)</sup>	V

## 7.4 Elektronka PCF86

## 7.4.1 Popis

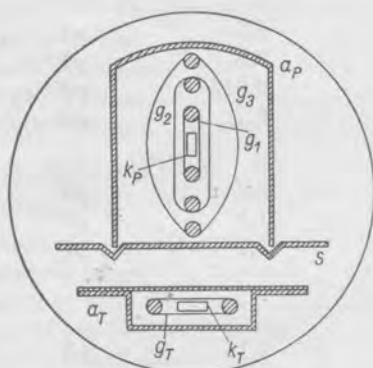
Elektronka TESLA PCF86 je sdružená vysokofrekvenční směšovací pentoda a oscilátorová trioda určená především pro použití ve vstupní části televizních přijímačů do kmitočtu 220 MHz, kde nahrazuje starší elektronku PCF82. U pentodového systému je použita rámečková řídicí mřížka, čímž se dosahuje strmosti 12 mA/V, kdežto elektronka PCF82 má strmost pouze 5,5 mA/V. Z tohoto poměru vyplývá rovněž více než dvojnásobná směšovací strmost. Velkou předností elektronky PCF86 je, že vystačí s malým oscilátorovým napětím, takže vyzařování oscilátoru je menší a tlumení oscilátorového obvodu je méně kritické. Při maximální směšovací strmosti se vystačí s efektivním oscilátorovým napětím 1,7 V oproti 3 V u elektronky PCF82; v praxi je nutno počítat s tolerancemi směšovací strmosti a nastavuje se proto napětí oscilátoru poněkud větší. Této vhodné vlastnosti se dosáhne zkrácením převodové charakteristiky pentodového systému. Pentodový systém lze rovněž při příjmu čtvrtého a pátého televizního pásma použít jako mezifrekvenční zesilovač, takže za tohoto předpokladu je možno navrhnout televizní přijímače pouze se dvěma mezifrekvenčními stupni s elektronkami EF183 a EF184. Celkové zesílení potom lze přizpůsobit šumovému číslu vstupního dílu. Elektronka PCF86 se dobře uplatní i v televizních přijímačích s amplitudově modulovaným zvukovým doprovodem.

Vlivem velké strmosti pentody se zmenší vstupní odpor elektronky. Aby se využila tato výhodná vlastnost, je nutné udržet co nejmenší indukčnost katodového přívodu.

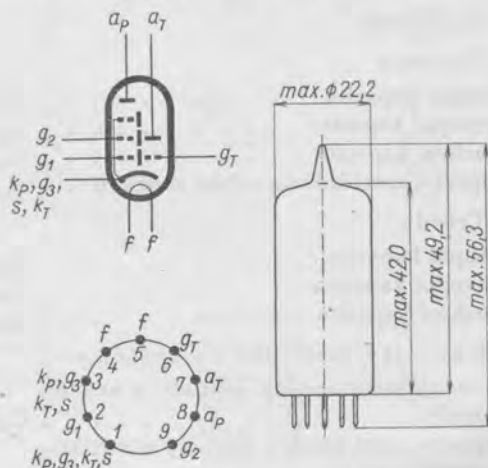
<sup>1)</sup> Maximální stejnosměrná složka 130 V.

Toho bylo dosaženo dvojným vývodem katody pentody, čímž se umožnilo uzemnění s malou indukčností. Katodu triody bylo ovšem nutno spojit s katodou pentody, protože pro ni nezůstává žádný další volný kolík, takže systémy nejsou zcela oddělené.

Použití rámečkové mřížky umožnilo značné zkrácení pentodového systému elektronky PCF86, což spolu s použitím horní přítlačné slídové destičky zajišťuje mechanickou stabilitu systému a odolnost proti mikrofoničnosti. Vývod stínící mřížky je veden nad horní částí systému. Pentodový a triodový systém jsou navzájem odstíněny. Řez systémem je na obr. 95. Hlavní rozměry a zapojení patice jsou na obr. 96.



Obr. 95. Řez systémem sdružené elektronky PCF86.



Obr. 96. Zapojení patice a rozměry elektronky PCF86.

## 4.2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábí tato elektronka se stejným označením.

### 7.4.3 Použití

#### Směšovač a oscilátor televizního přijímače

Elektronka PCF86 je především určena pro směšovač a oscilátor televizního přijímače pro první a třetí televizní pásmo. Základní zapojení této elektronky souhlasí v podstatě se zapojením elektronky PCF82 tak, jak bylo popsáno v čl. 6.5.3 a) na str. 64, kde jsou uvedeny další podrobnosti. Pentodová část je zapojena jako směšovač ( $E_1$  na obr. 25), triodová jako oscilátor. Směšovací zesílení dosahované strmější elektronkou PCF86 je větší než u elektronky PCF82 a činí asi 10 až 12. To platí při použití typických velikostí impedancí ladicích obvodů v řídicí mřížce a anodě pentody. Napájecí napětí je 190 V, odpor v obvodu stínící mřížky  $R_2 = 18 \text{ k}\Omega$  a filtrační odpor  $R_5$  je malý (asi  $1 \text{ k}\Omega$ ). V obvodu řídicí mřížky je zařazen svodový odpor  $R_1$ , jenž může být  $100 \text{ k}\Omega$ . Anodový sériový odpor elektronky  $E_2$  ( $R_4$ ) je  $8 \text{ k}\Omega$  a mřížkový svod triody  $R_5 = 10 \text{ k}\Omega$ . Cívka oscilátoru je vázána s cívkou ladicího obvodu směšovače  $L_2$  tak, aby efektivní napětí oscilátoru na mřížce směšovače bylo 2,3 V. Je to napětí o něco větší než optimální, aby se při kolísání napětí příliš nezmenšovala směšovací strmost, která je asi  $4,5 \text{ mA/V}$ .



## 7.4.4 Elektrické vlastnosti

## a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_t$	8,0	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	300	mA

## b) Kapacity

## Pentoda

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	6,0	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	3,5	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	0,012	pF
Kapacita mezi řídicí a stínící mřížkou . . . . .	$C_{g1/g2}$	1,7	pF

## Trioda

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g/k+t}$	2,2	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_{a/k+t}$	1,1	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g/a}$	2,2	pF

## Kapacity mezi oběma systémy

Kapacita mezi anodou pentody a anodou triody . . . . .	$C_{aP/aT}$	0,14	pF
Kapacita mezi anodou pentody a mřížkou triody . . . . .	$C_{aP/gT}$	max. 0,03	pF
Kapacita mezi řídicí mřížkou pentody a mřížkou triody . . . . .	$C_{g1/gT}$	max. 0,01	pF
Kapacita mezi řídicí mřížkou pentody a anodou triody . . . . .	$C_{g1/aT}$	max. 0,01	pF

## c) Charakteristické údaje

## Pentoda

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	170	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	150	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-1,2	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	10	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	3,3	mA
Strmost . . . . .	$S$	12	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	min. 350	kΩ
Zesilovací činitel stínící mřížky . . . . .	$\mu_{21}$	70	—
Ekvivalentní šumový odpor . . . . .	$R_{ekv}$	1	kΩ
Vstupní odpor ( $f = 200$ MHz) . . . . .	$R_{vst}$	3	kΩ

## Trioda

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	100	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_g$	-3,0	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	14	mA
Strmost . . . . .	$S$	5,5	mA/V
Zesilovací činitel . . . . .	$\mu$	17	—

## d) Provozní údaje

## da) Pentoda jako směšovač

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	190	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	190	V
Odpor ve stínící mřížce . . . . .	$R_{g2}$	18	k $\Omega$
Svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	100	k $\Omega$
Napětí oscilátoru . . . . .	$E_{osc}$	2,3	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	8,5	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	2,7	mA
Směšovací strmost . . . . .	$S_c$	4,5	mA/V

## db) Trioda jako oscilátor

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	190	V
Anodový odpor . . . . .	$R_a$	8,2	k $\Omega$
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	10	k $\Omega$
Anodový proud . . . . .	$I_a$	12	mA

## e) Mezní údaje

## Pentoda

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 2,0	W
Napětí zdroje stínící mřížky . . . . .	$U_{bg2}$	max. 300	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 150	V
Ztráta stínící mřížky . . . . .	$P_{g2}$	max. 0,5	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 18	mA
Svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	max. 500	k $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 100	V

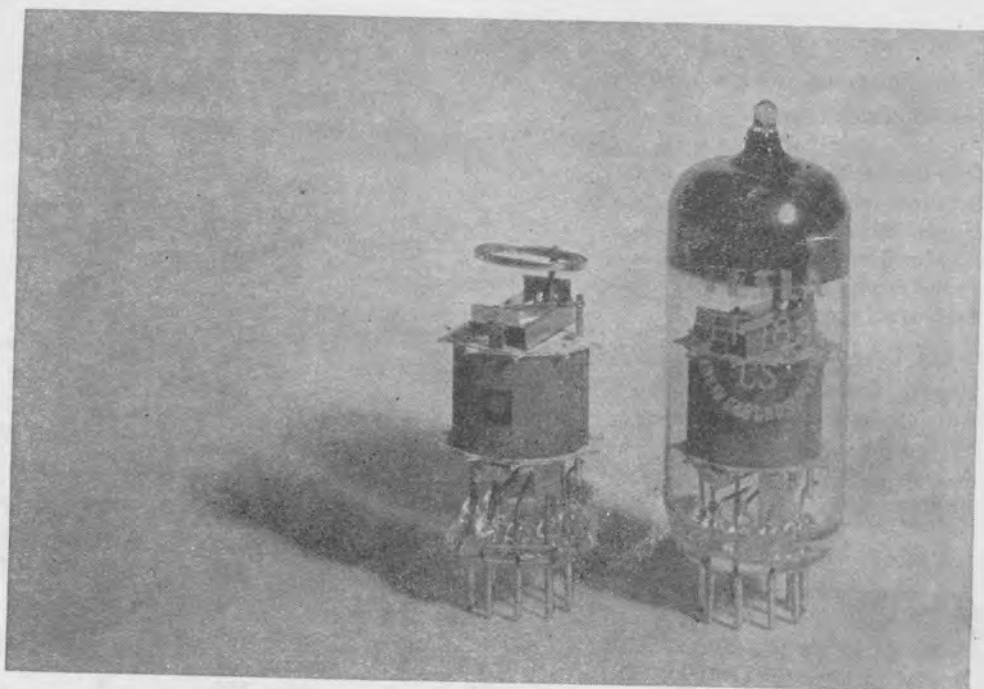
## Trioda

Napětí anodového zdroje . . . . .	$U_{ba}$	max. 250	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 125	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 1,5	W
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 15	mA
Svodový odpor . . . . .	$R_g$	max. 500	k $\Omega$

## 7.5 Elektronka EF183

## 7.5.1 Popis

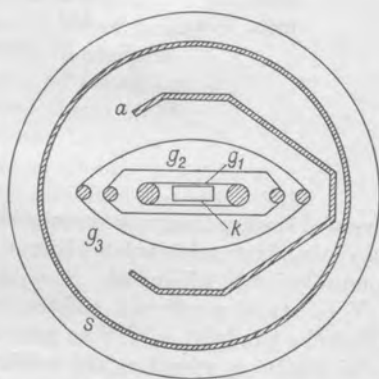
Elektronka TESLA EF183 (obr. 97) je vysokofrekvenční širokopásmová exponenciální pentoda vhodná pro použití na 1. stupni mezifrekvenční části televizních přijímačů a pro mezifrekvenční zesilovače rozhlasových a komunikačních přijímačů. Použitím rámečkové mřížky se dosahuje strmosti 12,5 mA/V (u starší používané elektronky EF80 byla strmost pouze 7,1 mA/V). Změnou mřížkového předpětí o 17 V se zmenší strmost na setinu původní velikosti. Zvláštní vnitřní stínění a vývod stínící mřížky přes horní část systému umožnily zmenšit průchozí kapacitu na méně než 0,0055 pF. Činitel širokopásmovosti elektronky EF183 je 165 MHz, tedy více než 2,5krát větší než u elektronky EF80 (65 MHz).



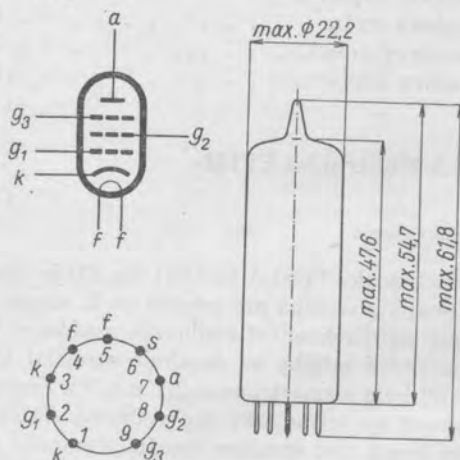
Obr. 97. Elektronka TESLA EF183.

U elektroněk používaných pro samočinné řízení zesílení je nutno vhodnou volbou katodového odporu odstranit škodlivý vliv změny vstupní kapacity při změnách předpětí. Jestliže se použije pro výpočet tohoto odporu obvyklý vzorec

$$R_k = \frac{\Delta C_g}{S_k C_g}$$



Obr. 98. Řez systémem pentody EF183.



Obr. 99. Zapojení patice a rozměry elektronky EF183.

kde  $S_k$  je katodová strmost<sup>1)</sup>, vychází pro elektronku EF183 odpor  $29 \Omega$ . Pro určení změn vstupní kapacity při změnách předpětí s různými hodnotami katodového odporu slouží dg. 109. Optimální katodový odpor je v praxi nejvýhodnější určit zkusmo.

Řez systémem elektronky EF183 je na obr. 98. Systém je zpevněn přitlačnou slídou, která snižuje sklon k mikrofoničnosti. Katoda je vyvedená na dva kolíky, řídicí mřížka má dva přívody k jedinému kolíku. Řídicí mřížka je nezlacená; tepelné emise se předchází opatřeními při zpracování. Systém elektronky je obklopen kruhovým stíněním. Hlavní rozměry elektronky EF183 a zapojení patice jsou na obr. 99.

### 7.5.2 Obdobné typy

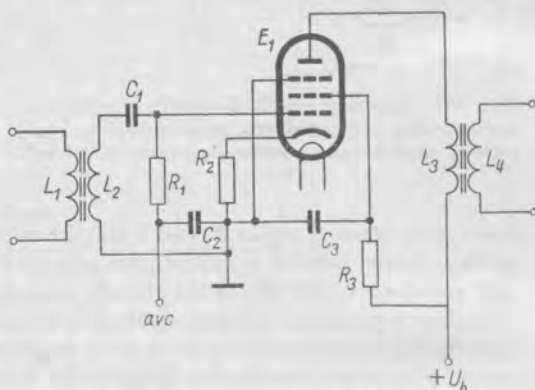
Elektronka EF183 se vyrábí v Evropě se stejným označením.

### 7.5.3 Použití

#### a) Mezifrekvenční zesilovač televizního přijímače

Elektronka EF183 se pro svoji exponenciální převodovou charakteristiku dobře hodí pro první stupeň mezifrekvenčního zesilovače televizního přijímače se samočinným řízením zesílení. Pro další stupeň se lépe hodí pentoda EF184. Základní zapojení stupně mezifrekvenčního zesilovače je na

obr. 100. Mezifrekvenční signál ze směšovače se přivádí z obvodu  $L_1L_2$  přes vazební kondenzátor  $C_1$  na řídicí mřížku strmé pentody EF183 ( $E_1$ ). Svodový odpor  $R_1$  může být malý, pokud jím lze tlumit vstupní ladící obvod. Základní předpětí se získává především ve větvi avc a přivádí se přes svodový odpor  $R_1$  na řídicí mřížku elektronky EF183. Při určování velikosti předpětí je nutno počítat s úbytkem napětí na katodovém odporu  $R_2$ . Tento odpor je poměrně malý a není přemostěn kondenzátorem. Tak vzniká záporná zpětná vazba, která omezuje změnu vstupní kapacity  $C_{in}$  při řízení strmosti elektronky. Optimální velikost odporu  $R_2$  lze stanovit ze vztahu uvedeného v čl. 7.5.1. Optimální odpor zjištěný pokusem v zapojení na obr. 100 je  $27 \Omega$ . Zařazením odporu  $R_2$  do katodového obvodu se poněkud zmenší strmost elektronky. Při napájecím napětí  $U_b = 210 \text{ V}$  a sériovém odporu ve stínící mřížce  $R_3 = 56 \text{ k}\Omega$  je strmost  $9,3 \text{ mA/V}$ . Při impedanci v anodovém obvodu  $Z_a = 2 \text{ k}\Omega$  bude proto zesílení stupně asi 18. Zesílení se zmenší na  $1/40$  při napětí avc  $-16 \text{ V}$ .

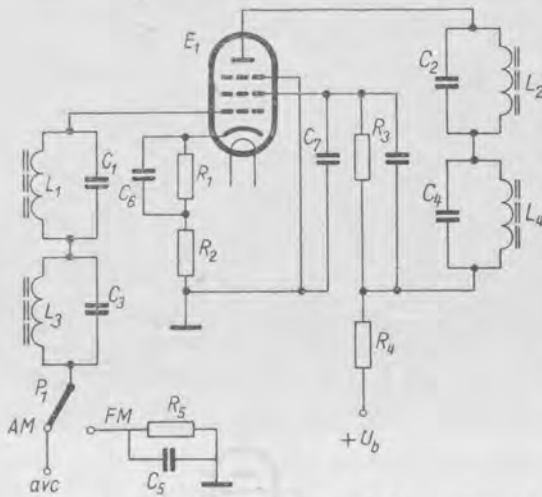


Obr. 100. Základní zapojení prvního stupně mezifrekvenčního zesilovače televizního přijímače s elektronkou EF183.

<sup>1)</sup> Katodová strmost  $S_k = \frac{\Delta I_k}{\Delta U_g}$

## b) Mezifrekvenční zesilovač rozhlasového přijímače

Elektronka EF183 je také velmi vhodná pro mezifrekvenční zesilovač rozhlasového přijímače pro am a fm nebo pro mezifrekvenční zesilovač komunikačních přijímačů. V obou případech se použitím této strmé pentody dosahuje většího zesílení a tím lze často ušetřit jeden stupeň zesilovače. Na obr. 101 je základní zapojení jednoho stupně mezifrekvenčního zesilovače pro rozhlasový přijímač s kmitočtem kolem 460 kHz pro am a 10,7 MHz pro fm. V obvodu řídicí mřížky elektronky EF183 ( $E_1$ ) jsou zapojeny



Obr. 101. Zapojení mezifrekvenčního zesilovače rozhlasového přijímače pro amplitudově a kmitočtově modulovaný rozhlas na velmi krátkých vlnách.

v sérii sekundární obvody pásmových propustí  $L_1C_1$  pro 460 kHz a  $L_3C_3$  pro kmitočet 10,7 MHz. Přepínačem  $P_1$  se řídicí mřížka dále připojuje při provozu am ke zdroji napětí avc pro samočinné řízení a při provozu fm na člen  $R_5C_5$ , který upravuje provozní podmínky elektronky tak, aby nastávalo omezování nežádoucí amplitudové modulace. Základní předpětí se získává na katodovém odporu  $R_1$ , který je přemostěn kondenzátorem. V katodovém přívodu je dále zařazen odpor  $R_2$  k zamezení změny vstupní kapacity elektronky  $C_{g1}$ , jak již bylo uvedeno v příkladu mezifrekvenčního zesilovače televizního přijímače s elektronkou EF183. Toto opatření je nutné pro kmitočet 10,7 MHz, kde bývá ladící kapacita pásmové propusti malá a je stejného řádu se vstupní kapacitou elektronky. V přívodu od kladné svorky zdroje napájecího napětí  $+U_b$  je zařazen malý filtrační odpor  $R_4$  (asi 1 k $\Omega$ ), kterým protéká anodový proud a proud stínicí mřížky. Stínicí mřížka se napájí ještě přes sériový odpor  $R_3$ . V anodovém obvodu jsou opět zapojeny v sérii oba ladící obvody pásmových propustí pro 460 kHz a 10,7 MHz. Vzhledem k poměrně velkému zesílení elektronky EF183 je pro stabilní provoz zesilovače nutná neutralizace kapacity mezi anodou a řídicí mřížkou  $C_{g1/a}$ . Neutralizace se zavádí připojením anodového blokovacího kondenzátoru 5 nF ke stínicí mřížce na místo k zemi. Kapacita kondenzátoru  $C_7$  je kritická a je 3,5 nF.

Při napájecím napětí  $U_b = 190$  V může být katodový odpor  $R_1 = 100 \Omega$  a sériový odpor  $R_3$  v přívodu ke stínicí mřížce 50 k $\Omega$ . Vstupní odpor elektronky při kmitočtu 10,7 MHz je asi 85 k $\Omega$  a její výstupní odpor asi 530 k $\Omega$ . Zesílení tohoto stupně mezifrekvenčního zesilovače při kmitočtu 10,7 MHz při typických hodnotách pásmových propustí je téměř 500, podobně jako při kmitočtu 460 kHz.

Elektronka EF183 se hodí v podobném zapojení také jako vysokofrekvenční vstupní zesilovač pro komunikační přijímače.

## 7.5.4 Elektrické vlastnosti

## a) Žhavení

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

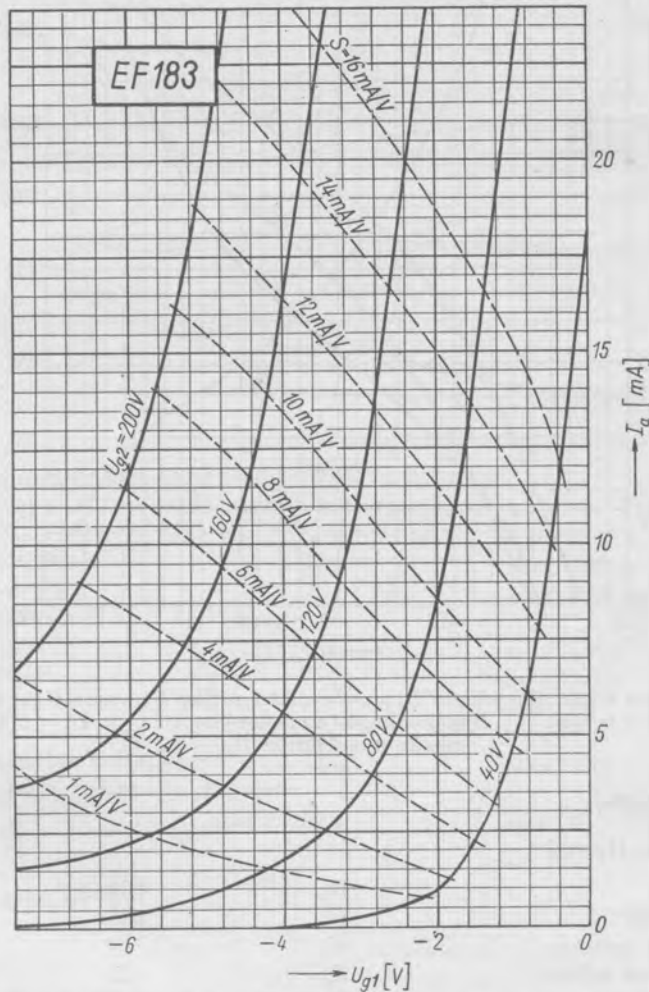
Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	300	mA

## b) Kapacity

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	9,0	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	3,0	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	max. 0,0055	pF

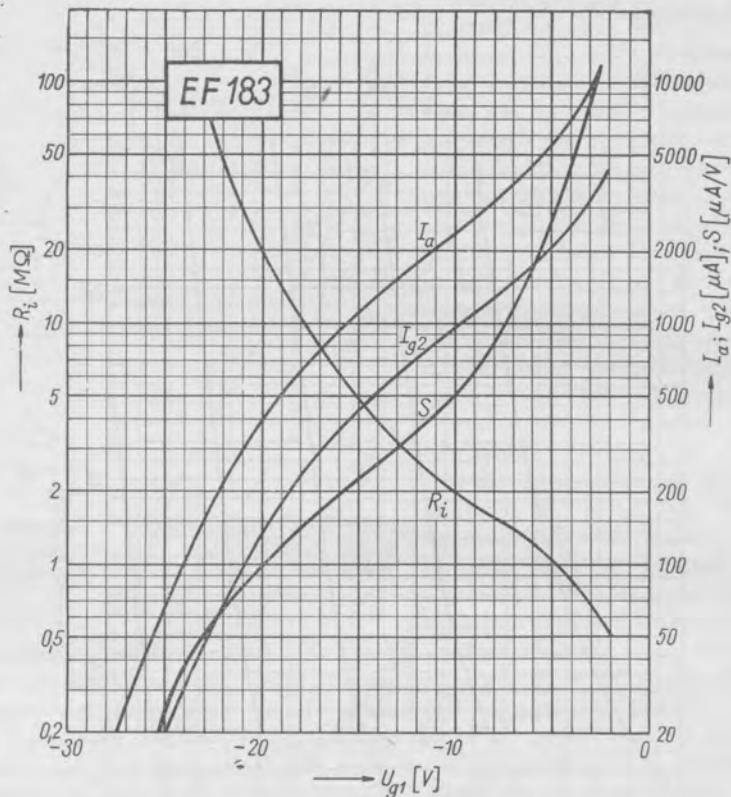
## c) Charakteristické údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	200	V
Napětí hradící mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0	V



Dg. 107. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různém napětí stínící mřížky  $U_{g2}$ . Anodové napětí  $U_a$  je v rozsahu 170 až 230 V. Čárkovaně je zakreslena závislost strmosti  $S$  na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  za stejných podmínek.

Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	90	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-2	V
Anodový proud . . . . .	$I_a$	12	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	4,5	mA
Strmost . . . . .	$S$	12,5	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	0,5	M $\Omega$



Dg. 108. Závislost anodového proudu  $I_a$ , proudu stínící mřížky  $I_{g2}$ , strmosti  $S$  a vnitřního odporu  $R_i$  na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napájecí napětí a anodové napětí  $U_b = U_a = 200$  V, odpor v přívodu ke stínící mřížce  $R_{g2} = 22$  k $\Omega$ .

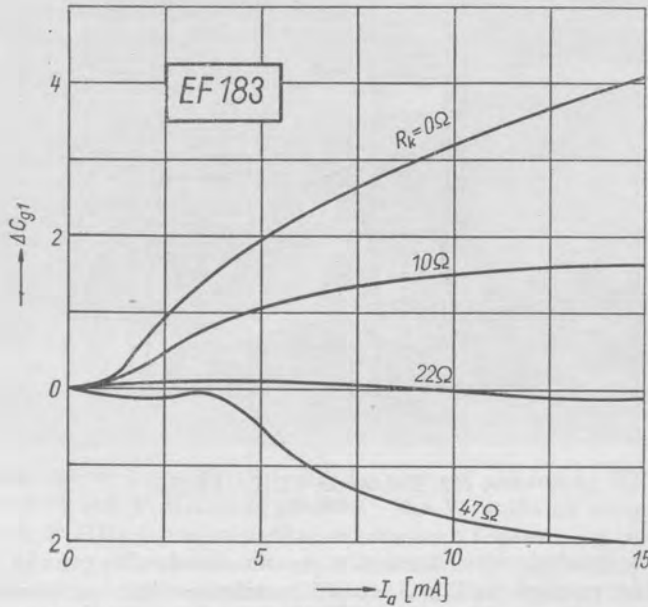
d) Provozní údaje

Řízený zesilovač

Napětí zdroje . . . . .	$U_b$	200	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	200	V
Napětí hradící mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0	V
Odpor ve stínící mřížce. . . . .	$R_{g2}$	25	k $\Omega$
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	-2   -6,5   -9,5   -19	V
Strmost . . . . .	$S$	12,5   1,25   0,625   0,125	mA/V
Vstupní odpor ( $f = 40$ MHz) . . . . .	$R_{vst}$	10   —   —   —	k $\Omega$

## e) Mezní údaje

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 2,5	W
Napětí stínící mřížky za studena . . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V



Dg. 109. Změna vstupní kapacity  $C_{g1}$  v závislosti na anodovém proudu  $I_a$  při různé hodnotě neblokovaného katodového odporu  $R_k$ .

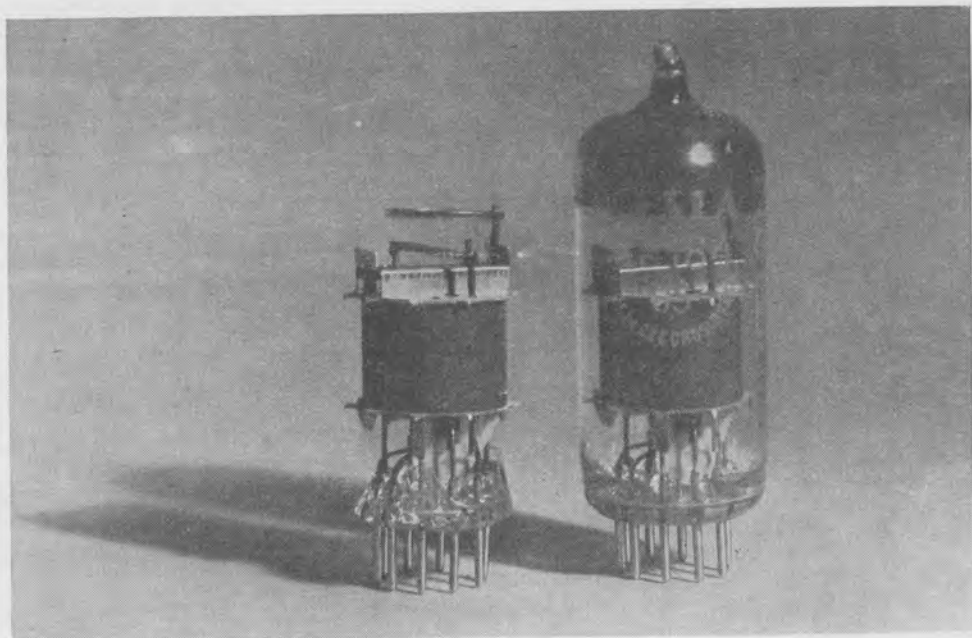
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 250	V
Ztráta stínící mřížky . . . . .	$P_{g2}$	max. 0,65	W
Počátek kladného mřížkového proudu ( $I_{g1} = +0,3 \mu A$ ) . . . . .	$U_{g11}$	max. -1,3	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	max. -50	V
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 20	mA
Svodový odpor . . . . .	$R_{g1}$	max. 1	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a vláknem . . . . .	$U_{k/f}$	max. 150	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/f}$	max. 20	k $\Omega$

## 7.6 Elektronka EF184

## 7.6.1 Popis

Elektronka TESLA EF184 (obr. 102) je vysokofrekvenční širokopásmová lineární pentoda určená především pro použití v mezifrekvenční části televizních přijímačů. Je konstrukčně shodná s elektronkou EF183, pouze rámečková mřížka má konstantní

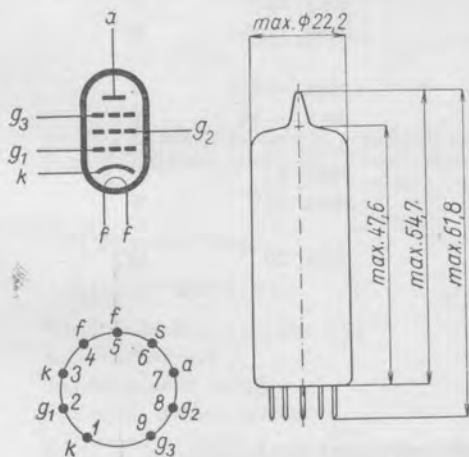




Obr. 102. Elektronka TESLA EF184.

stoupání. Tím se dosahuje větší strmosti a menšího anodového proudu. Nejčastěji se elektronka EF184 používá na 2. a 3. stupni mezifrekvenčního zesilovače, při čemž 1. stupeň může být osazen elektronkou EF183. Výhodná velikost vstupního odporu elektronky EF184 dává možnost použití různých typů mezifrekvenčních obvodů. Pro velké zesílení a stabilitu je elektronka EF184 vhodná rovněž pro mezifrekvenční zesilovač zvukové části.

Rozměry a zapojení patice elektronky EF184 jsou na obr. 103.



Obr. 103. Zapojení patice a rozměry pentody EF184.

### 7.6.2 Obdobné typy

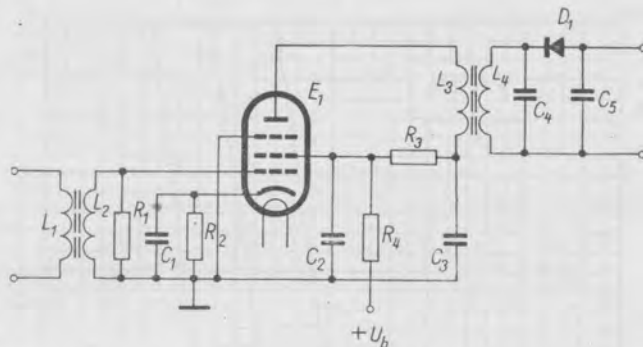
V Evropě se vyrábí elektronka EF184 se stejným označením.

### 7.6.3 Použití

*Mezifrekvenční zesilovač televizního přijímače*

Na obr. 104 je uvedeno zapojení jednoho stupně mezifrekvenčního zesilovače pro televizní přijímač s elektronkou EF184 ( $E_1$ ). Mezifrekvenční signál z pásmové propusti  $L_1L_2$  se přivádí na řídicí mřížku elektronky EF184. Kapacity ladicích obvodů pásmové

propusti jsou tvořeny vnitřními kapacitami elektronky. Odporem  $R_1$  je propust vhodně tlumena. Mřížkové předpětí se vytváří na katodovém odporu  $R_2$  přemostěném kondenzátorem  $C_1$ . Stínící mřížka je spojena se zdrojem napájecího napětí přes malý odpor  $R_4$ . Přebývá tento odpor a přes další malý odpor  $R_3$  se napájí anoda elektronky. V anodovém obvodu pentody EF184 je pásmová propust  $L_3, L_4$ , za níž následuje detektor obrazového signálu s germaniovou diodou  $D_1$ .



Obr. 104. Příklad zapojení jednoho stupně mezifrekvenčního zesilovače televizního přijímače s elektronkou EF184.

Při napájecím napětí  $U_b = 200$  V je anodový proud elektronky EF184 asi 10 mA a její strmost asi 15 mA/V. Mřížkové předpětí  $-2,5$  V vzniká na odporu  $R_2 = 180 \Omega$ . Při kmitočtu asi 40 MHz je nutno počítat se vstupním odporem asi 10 k $\Omega$ . Při těchto hodnotách a pásmových propustech s impedancí asi 2000  $\Omega$  je celkové zesílení mezifrekvenčního stupně asi 30. Elektronka EF184 se hodí dobře pro poslední stupeň mezifrekvenčního zesilovače, v prvním stupni se lépe uplatňuje elektronka s exponenciální charakteristikou EF183.

#### 7.6.4 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_t$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	300	mA

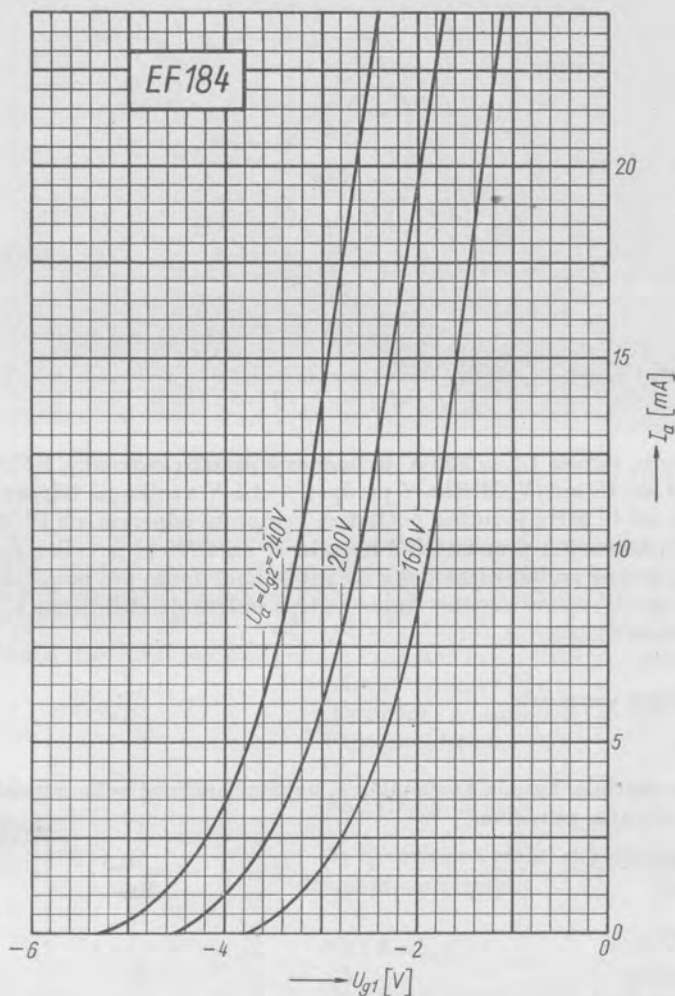
##### b) Kapacity

Vstupní kapacita . . . . .	$C_{g1}$	10	pF
Výstupní kapacita . . . . .	$C_a$	3	pF
Průchozí kapacita . . . . .	$C_{g1/a}$	max. 0,0055	pF

##### c) Charakteristické údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	200	V
Napětí hradící mřížky . . . . .	$U_{g3}$	0	V
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	200	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	$-2,5$	V

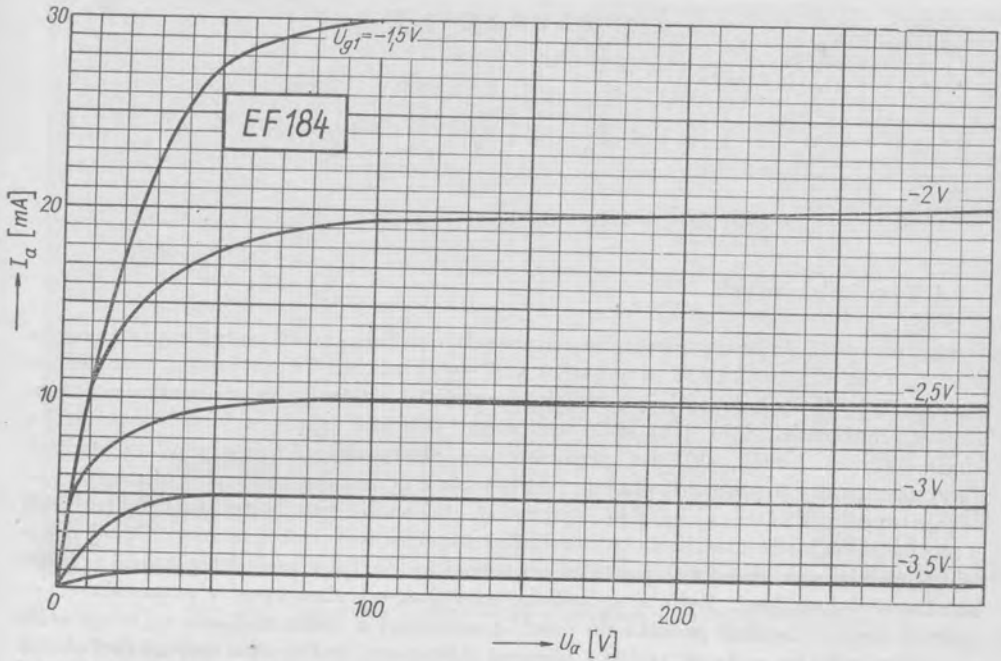
Anodový proud . . . . .	$I_a$	10	mA
Proud stínící mřížky . . . . .	$I_{g2}$	4,1	mA
Strmost . . . . .	$S$	15	mA/V
Vnitřní odpor . . . . .	$R_i$	350	k $\Omega$
Zesilovačí činitel stínící mřížky . . . . .	$\mu_{21}$	60	—
Vstupní odpor ( $f = 40$ MHz) . . . . .	$R_{vst}$	10	k $\Omega$



Dg. 110. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různém anodovém napětí a napětí stínící mřížky  $U_a = U_{g2}$ .

d) Mezní údaje

Anodové napětí za studena . . . . .	$U_{a0}$	max. 550	V
Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 250	V
Anodová ztráta . . . . .	$P_a$	max. 2,5	W



Dg. III. Anodový proud  $I_a$  v závislosti na anodovém napětí  $U_a$  při různém napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 200$  V.

Napětí stínící mřížky za studena. . . . .	$U_{g20}$	max. 550	V
Napětí stínící mřížky. . . . .	$U_{g2}$	max. 250	V
Ztráta stínící mřížky. . . . .	$P_{g2}$	max. 0,9	W
Počátek kladného mřížkového proudu ( $I_{g1} = +0,3 \mu A$ ). . . . .	$U_{g11}$	max. -1,3	V
Mřížkové předpětí . . . . .	$U_{g1}$	max. -50	V
Katodový proud. . . . .	$I_k$	max. 25	mA
Svodový odpor při samočinném předpětí	$R_{g1}$	max. 1	M $\Omega$
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{k/f}$	max. 150	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$R_{k/f}$	max. 20	k $\Omega$

## V. OBRAZOVKY

### 8.1 Vývoj obrazovek

Stav ve vývoji dnešních televizních obrazovek je podmíněn velkou řadou prací mnoha výzkumných a technických pracovníků z různých oborů. Vždyť jenom tvar těchto obrazovek je dán nikoli jen jejich funkčním využitím v televizním přijímači pro zobrazování přenášených dějů, jako spíše možnostmi sklářské výroby v hutích pro výrobu obrazovkových baněk, sklářské předvýroby v obrazovkárně při svařování stínítek s kuželem baňky a nakonec i stavem technologie a výrobního zařízení v obrazovkárně při zhotovení zářivé vrstvy stínítka, vyčerpání, aktivování katody a měření elektrických a mechanických vlastností tohoto náročného výrobku vakuové techniky. Vývoj obrazovek, zvláště pak obrazovek pro televizní techniku, dosáhl v posledních letech vysokého stupně dokonalosti. Bylo to způsobeno rozvojem televize, která v průmyslově vyspělých zemích úspěšně proniká do všech domácností a vedle rozhlasu zajišťuje stále ve větším měřítku možnost rychlé a názorné informace i kulturního spojení ústředních i odlehlých oblastí státu. Je nepochybné, že tento rozvoj televize zpětně ovlivnil zvládnutí výroby obrazovek ve velkých sériích, přestože obrazovka je i v dnešní době nejdražší součástí televizního přijímače, když její cena tvoří asi pětinu ceny přijímače.

Jako první předchůdce dnešních obrazovek udává se obvykle Braunova trubice. Toto označení se někdy používá pro obrazovku dodnes v některých pracích, ačkoliv původní Braunova trubice, kterou v roce 1887 sestavil prof. Ferdinand Braun, nebyla vůbec určena k zobrazování. Prof. Braun využil ke své konstrukci předcházejících objevů, týkajících se emise elektronů ze záporné elektrody a jejich pohybu ve vyčerpávacím prostoru. Na obr. 106 je znázorněna původní Braunova trubice, která sloužila pro potřeby silnoproudé měřicí techniky.

Emise elektronů v této trubici byla způsobována bombardováním záporné elektrody kladnými ionty, vznikajícími v prostoru mezi katodou a anodou ionizací molekuly zbylého vzduchu. Na anodu bylo nutno za tím účelem přivést vysoké stejnosměrné napětí, dosahující desítek kilovoltů, které jednak způsobilo vznik kladných iontů v plynové náplni, jednak je urychlilo při pohybu ke katodě. Elektrony, které byly vyraženy z materiálu katody, vytvořily v jejím okolí elektronový mrak, z něhož byl účinkem kladného napětí na anodě odsávány a urychlovány ve směru k anodě. Většina z nich byla anodou zachycena, malá část jich však otvorem v anodě procházela a vytvořila v prostoru za ní elektronový paprsek, který bylo možno vychylovat a použít pro další účely. Tento právě popsaný systém odpovídá vlastně dvouelektrodové elektronce, kterou analogicky podle zesilovacích elektronek lze nazvat diodou.

Další práce ke zdokonalení Braunovy trubice a její přeměně v obrazovku v dnešním slova smyslu byly jednak ve zdokonalení stopy na stínítku, ve zdokonalení řízení elektronového paprsku a emise elektronů pomocí žhavené katody.

Na úseku vývoje obrazovkových stínítek na základě luminiscenčních zářivých látek je třeba především jmenovat P. Lenarda, který svými pracemi v letech 1890 až 1910

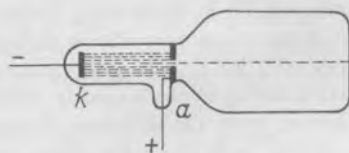


Obr. 105. Sedimentace zářivé látky v baňkách televizních obrazovek.

položil základ pro jejich soustavné a vědecké prozkoumání. Jako první povlak na čelní stěně baňky byl zaveden v roce 1899 wolfram kadmennatý, který po vybuzení dává modrozelené světlo a který se v některých případech používá i pro dnešní televizní obrazovky. V roce 1903 zdokonalil Lenard výrobu těchto stínítek a dosáhl tak dalšího zvětšení světelné účinnosti. Dalším stupněm ve zdokonalování stínítka bylo zavedení citlivé vrstvy z willemitu. Je to v podstatě přírodní křemičitan zinečnatý, který dává zelenou barvu luminescence. Hlavní požadavky, které se kladou na zářivou látku pro televizní obrazovky, jsou velký jas, určitá doba dosvitu a co možná bílá barva luminescence.

Pokud jde o dobu dosvitu televizních stínítek, požaduje se při snímkovém kmitočtu 25 až 30 za vteřinu doba od  $10^{-2}$  až do  $10^{-3}$  s. Kratší doby dosvitu způsobují blikání obrazu, delší způsobují neostrost pohybujících se obrazů. Pro dosažení bílé barvy stínítka používá se dnes směs dvou nebo několika zářivých látek.

Elektrodotový systém obrazovky byl zdokonalen také začátkem našeho století s rozvojem znalostí o kyslíčnickové katodě a elektronové optice. V roce 1903 zavedl Wehnelt elektrodu ve tvaru válce, jejímž potenciálem je možno řídit velikost proudu elektronů vycházejících z katody a ovlivňovat tak jas stopy na stínítku. Tato elektroda se jmenuje po svém vynálezci Wehneltův válec. Pro vychylování elektronového paprsku byly zavedeny zhruba v téže době vychylovací destičky, čímž byla vytvořena obrazovka s elektrostatickým vychylováním. Roku 1905 vypracoval opět Wehnelt žhavenou kyslíčnickovou katodu pro obrazovky. Jejím zavedením bylo možno zmenšit provozní napětí, které bylo do té doby nutné k vytvoření iontů a jejich urychlení za účelem bom-



Obr. 106. Původní Braunova trubice.



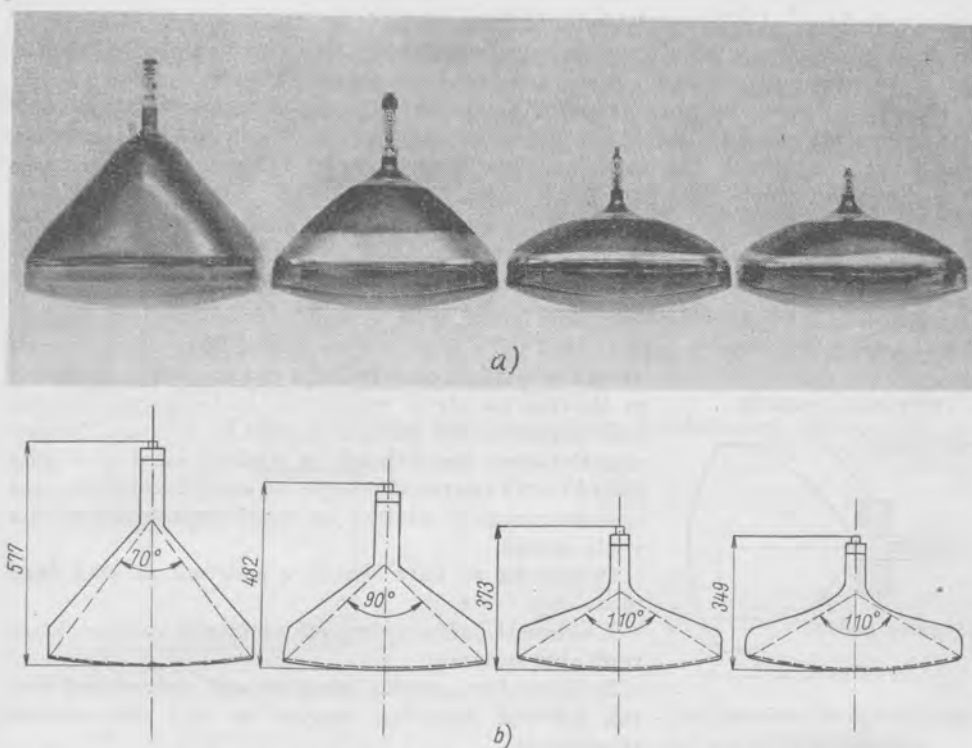
Obr. 107. Úprava vnitřního povrchu baňky obrazovky po grafitování.

bardování katody a vzniku elektronů. O propracování teorie obrazovky má hlavně zásluhu D. A. Rožanskij, který svoje práce publikoval v letech 1910 až 1911.

S rozvojem poznatků o elektronové optice bylo zjištěno, že k ovládní elektronových paprsků lze použít jak elektrostatických, tak magnetických polí. Protože k elektrostatickému vychylování je třeba jednodušších prostředků než k vychylování magnetickému, bylo víc užíváno. Teprve s rozvojem televize, kdy bylo zapotřebí dosáhnout větších vychylovacích úhlů, ostřejšího a jasnějšího bodu, a tedy i větší rozlišovací schopnosti, bylo zavedeno vychylování elektromagnetické ve velkém rozsahu.

Obrazovky z tohoto období a to i obrazovky se žhavenou katodou nebyly ovšem ještě dokonale vyčerpány. Bylo to dáno malou účinností tehdejších vakuových čerpacích zařízení. Protože zaostřování elektronového paprsku nebylo rovněž dokonalé, bylo tedy dokonce výhodné, jestliže uvnitř obrazovky byla ponechána podstatně zředěná atmosféra z nějakého inertního plynu, na příklad argonu, neboť se tím usnadnilo soustředění elektronového paprsku. Elektronový paprsek má ve vysokém vakuu snahu rozptýlovat se, protože je tvořen částicemi se stejnojmennými náboji, které se vzájemně odpuzují. V argonové atmosféře ionizují elektrony molekuly plynu a vzniklé kladné ionty setrvávají dosti dlouho v dráze elektronů. Svými kladnými náboji přitahují záporné elektrony a soustřeďují paprsek. Dnešní obrazovky, které mají dokonalé elektronově optické systémy, jsou také dokonale vyčerpány od všech zbytků plynu.

V letech po druhé světové válce nastává velký pokrok ve vývoji televizních obrazovek. Zdokonalením pomocných výrob i vlastní konstrukce obrazovek a jejich příslu-



Obr. 108. Vývoj zkracování obrazovky: zleva 430QP44, AW43-80, AW43-88, 431QQ44.

šenství přechází se od obrazovek s kulatým stínítkem a vychylovacích úhlů kolem 50 až 60° k dnešním obrazovkám s obdélníkovým stínítkem a úhly vychylování 110°. Obrazovky se zkracují až o polovinu své délky a od průměrů kolem 250 mm přechází se až ke stínítkám s úhlopříčkami 53 nebo 61 cm. Tento přechod nebyl však zcela jednoduchý.

Po kulatých obrazovkách přišly obrazovky s obdélníkovým stínítkem, avšak úhel vychylování, a tedy také délka, nebyl změněn. Aby se zkrátila délka obrazovky, přešlo se na úhel vychylování ve směru úhlopříčky 90°. Umožnilo to dále přejít k větším formátům obrazu. O zkrácení si možno učinit představu z obr. 108. U obrazovky s úhlopříčkou stínítka 43 cm a úhlem vychylování 90° činí zkrácení až 100 mm oproti téměř typu, avšak s úhlem vychylování 70°. Zkrácení nejnovějších obrazovek s úhlem vychylování 110° je ještě podstatnější a dosahuje až 130 mm.

Dnešní obrazovky jsou většinou vybaveny vnitřní metalizací, která zlepšuje kontrast a chrání zářivou látku na stínítku před vypálením, takže u obrazovek není třeba použít iontovou past.

Přesto, že bylo u obrazovek dosaženo velké dokonalosti a spolehlivosti, nelze předpokládat, že jejich vývoj dosáhl konečného stupně. Hledají se nové konstrukční prvky i nové fyzikální principy pro zobrazování a je možné, že blízká budoucnost odhalí zařízení ještě lepší a spolehlivější. Dnešní požadavky televize kladou při tom další úkoly pro výzkum a vývoj obrazovek. Jedním z těchto požadavků je vyvinutí obrazovky pro barevnou televizi, která by svou jednoduchostí a tím cenou mohla být pří-

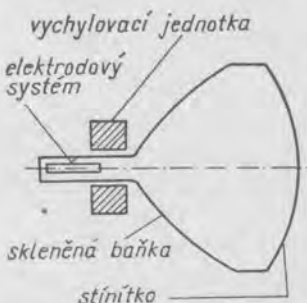


stupná širokému okruhu spotřebitelů. V dnešní době je ve stadiu ověřování celá řada konstrukcí obrazovek, které jsou však z výrobního hlediska velmi náročné, takže lze jen těžko odhadnout, kterým směrem se vývoj bude nakonec ubírat.

Při vývoji obrazovky pro tranzistorový televizní přijímač je nutno vedle maximálního zmenšení rozměrů obrazovky a jejího příslušenství dosáhnout dále zmenšení potřebných napájecích zdrojů, tj. zmenšení vychylovacího výkonu, příkonu katody a modulačního napětí.

## 8.2 Konstrukce obrazovek

Obrazovka má vyčerpanou skleněnou baňku, v níž je zabudován elektrodový systém, který vyrábí elektronový paprsek, řídí jej, a popř. i vychyluje. Elektronový paprsek vzniká v systému soustředěním elektronů, vystupujících ze žhavené katody, je vychylován buď elektrostatickým, nebo magnetickým polem a dopadá na stínítko. Působením elektronů dopadajících na stínítko mění se v jeho citlivé vrstvě elektrická energie na energii světelnou, což způsobí rozzáření stínítka na místě dopadu elektronů a vznik obrazu.



Obr. 109. Hlavní části televizní obrazovky.

Obrazovka se tedy skládá v podstatě ze čtyř částí (obr. 109):

1. skleněná baňka vyčerpaná na vysoké vakuum, která tvoří obal systému;
2. elektrodový systém, který vytváří elektronový svazek říditelné intenzity; nazývá se také elektronovou tryskou;
3. vychylovací jednotka, která může být při magnetickém vychylování oddělenou součástí příslušenství obrazovky;
4. stínítko, na němž vzniká obraz.

Elektronový svazek může být na své dráze ovlivňován buď elektrostatickým, nebo magnetickým polem takovým způsobem, že na stínítku vytvoří malý svítící bod. Tato zaostřovací soustava může být součástí elektrodového systému. Stínítko je tvořeno skleněnou, průhlednou stěnou, která má mít pokud možno rovinný tvar, i když z konstrukčních důvodů s ohledem na odolnost proti implozi je vlastně výšečí kulové plochy velkého poloměru. Starší obrazovky měly kruhový tvar stínítka, všechny dnešní televizní obrazovky mají stínítka obdélníková. Stínítko je z vnitřní strany pokryto zářivou látkou, která se účinkem dopadajících elektronů rozzáří. Vzniklý svítící bod má rozměry, které jsou dány urychlujícím napětím a konstrukcí obrazovky. Jeho průměr může být od 1 mm až do 50  $\mu\text{m}$ , v extrémních případech až 3  $\mu\text{m}$ .

Elektronový paprsek, a tím tedy také svítící bod na stínítku, se může působením elektrostatických nebo magnetických polí posunovat v libovolném směru po stínítku. Vychylování probíhá až do vysokých kmitočtů prakticky bez setrvačnosti.

Podle způsobu zaostřování a vychylování elektronového paprsku mohou být u obrazovek uskutečněny tyto čtyři kombinace:

	Zaostřování	Vychylování
1.	elektrostatické	elektrostatické
2.	elektrostatické	magnetické
3.	magnetické	elektrostatické
4.	magnetické	magnetické

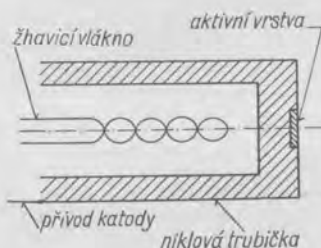
Dnes se běžně používá první kombinace, tj. elektrostatické zaostřování a elektrostatické vychylování, pro měřicí účely (oscilografy, v impulsové technice apod.) a čtvrtá kombinace, tj. magnetické zaostřování a magnetické vychylování, pro techniku televizních přijímačů. Vedle toho se však stále více v televizní technice používá také druhá kombinace s elektrostatickým zaostřováním bodu a magnetickým vychylováním paprsku.

### 8.2.1 Elektrodotový systém obrazovky

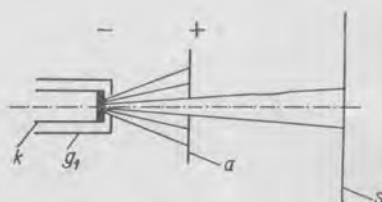
Elektrodotový systém má v obrazovce úkol vyrábět svazek elektronů, řídit jeho hustotu, soustředit jej do jednoho paprsku a tento paprsek zaostřit tak, aby na stínítku vytvořil svítící bod. Na základě těchto činností lze systém rozdělit na dvě hlavní části:

1. zdroj elektronů,
2. soustavu zaostřovacích a urychlovacích elektrod.

Zdrojem elektronů je v obrazovce žhavená katoda. V televizních obrazovkách se



Obr. 110. Uspořádání katody obrazovky.



Obr. 111. Princip činnosti řídicí elektrody obrazovky.

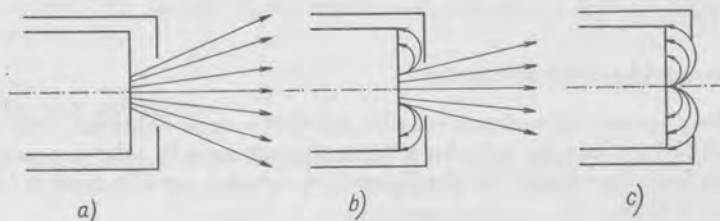
užívají vesměs nepřímou žhavenou kysličníkovou katodu, jejichž konstrukční princip je znázorněn na obr. 110. Proti katodám přijímacích elektronek, kde se s ohledem na uspořádání mřížek a anody vyžaduje emise elektronů z celé plochy obrácené do účinné části elektrodotového systému, potřebují obrazovky, vzhledem k dalšímu vytváření elektronového paprsku, zdroj elektronů pokud možno bodový. Katoda obrazovky se skládá obvykle z krátké kovové trubičky na jedné straně uzavřené. Její základní materiál je katodový nikl, což je slitina niklu obsahující malá procenta aktivačních složek, řádově setiny až desítky procenta hliníku, hořčíku, křemíku, uhlíku a dalších látek. Složení katodového niklu podstatně ovlivňuje emisní schopnost katody.

Na uzavřené části katodové trubičky se do mělké prohlubně nanese vlastní emisní látka. Emisní látka je tvořena kysličníky barya, stroncia a vápníku. Na katodu se nanáší ve tvaru neaktivních uhličitanů, které se musí při zpracování na čerpacím zařízení přeměnit v aktivní látku schopnou emise. Povrch emitující plošky nepřekračuje obvykle rozměr 1 mm<sup>2</sup>. Konstrukční upevnění katody je velmi důležité, protože vzdálenost mezi katodou a řídicí elektrodou je malá, řádu desítky milimetru, takže při uvolnění katody zahřátím nebo při otřesech by mohl nastat buď přechodný nebo trvalý zkrat s řídicí mřížkou, čímž by se obrazovka prakticky vyřadila z provozu. Katoda je zpravidla spojena do jednoho konstrukčního celku s řídicí elektrodou tak, že je umístěna uvnitř této elektrody a přidržována keramickými nosníky vhodného tvaru.

Druhý, otevřený konec katody slouží k navléknutí žhavicího vlákna, které je tvořeno wolframovou bifilární šroubovicí. Žhavicí vlákno ohřívá trubičku katody tak, aby kysličníková emisní vrstva dosáhla teploty asi 850 °C. K nažhavení katody na správnou teplotu

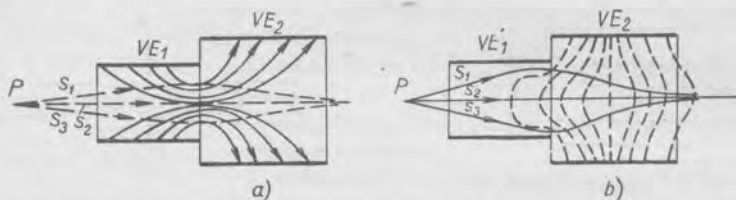
tu je třeba určité doby, která je zpravidla delší než u přijímacích elektronek a činí u moderních televizních obrazovek asi 25 až 30 s, u starších až 60 s.

K řízení hustoty elektronového svazku obklopuje se katoda další elektrodou válcového tvaru. Její vzdálenost od katody je velmi malá a činí pouze několik desetin mili-



Obr. 112. Vliv změny záporného potenciálu na řídicí elektrodě obrazovky:

a — nulové napětí na řídicí elektrodě; b — malé záporné napětí na řídicí elektrodě; c — záporné napětí na řídicí elektrodě.

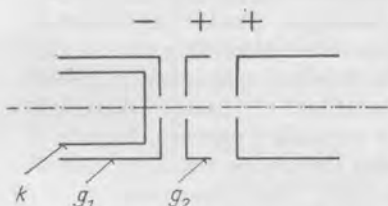


Obr. 113. Zostřovací účinek soustavy dvou válcových elektrod na elektronový paprsek:

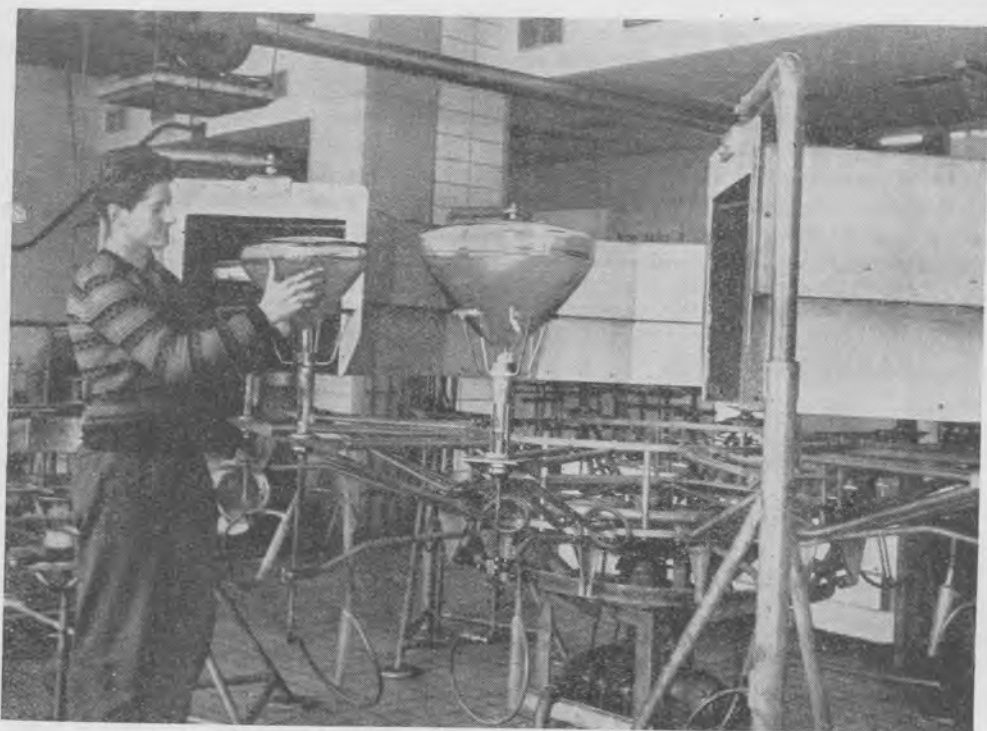
a — silové čáry; b — ekvipotenciální plochy.

metru. Na straně proti katodě je uzavřena až na malý otvor uprostřed (obr. 111). Na tuto elektrodu se přivádí říditelné stejnosměrné napětí záporné proti katodě. Změnou tohoto napětí lze měnit hustotu elektronového svazku vystupujícího z otvoru této elektrody celkem libovolně až do úplného zamezení výstupu elektronů. Na obr. 112 jsou znázorněna tři různá stadia řízení. Napětí, při němž neprojdou touto elektrodou žádné elektrony, se nazývá záporné napětí. Jeho velikost se prakticky pohybuje mezi  $-20$  až  $-100$  V. Největší hustota elektronů v paprsku je tehdy, když napětí této elektrody se rovná napětí katody. Jestliže by toto napětí přešlo do kladných hodnot, mohla by se katoda poškodit. Podle své funkce se nazývá tato elektroda řídicí elektrodou nebo podle přijímacích elektronek také řídicí mřížkou. Po svém vynálezi bývá rovněž označována jako Wehneltův válec.

Z výrobního hlediska je důležité, aby ploška řídicí elektrody, která stojí proti katodě, byla s ní dokonale rovnoběžná, což má vliv na zaostřování. Ze stejného důvodu musí být otvor v řídicí elektrodě přesně kruhový. Při montáži katody nesmí se na řídicí elektrodu dostat částice emisní látky, které by mohly při provozu obrazovky způsobit parazitní emisi a parazitní obraz na stínítku. Tato porucha může vzniknout také nesprávným provozem obrazovky, když by se odpařené částice emisní vrstvy usadily na řídicí elektrodě.



Obr. 114. Systém obrazovky se stínicí mřížkou.



Obr. 115. Vypalování grafitové vrstvy na vnitřní stěně obrazovky.

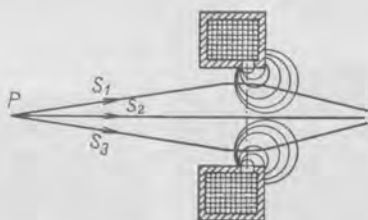
Odpuzování stejnojmenných nábojů elektronů způsobuje, že se elektronový svazek rozptýluje. K zamezení tohoto nežádoucího jevu se zavádí další elektroda, popř. několik elektrod, které na základě zákonů elektronové optiky opět soustředí paprsek, popř. zaostří stopu. Na obr. 113 je znázorněna taková soustava skládající se ze dvou válcových elektrod. Z rozložení elektrostatických silových čar a z tvaru příslušných ekvipotenciálních ploch je vidět zaostřovací účinek soustavy na elektronový svazek. Záporný elektron se pohybuje vždy ve směru k vyššímu potenciálu. Pro zaostřování svítící stopy na stínítku platí podobné zákony jako v optice. Na základě těchto zákonů je také vybudována tzv. elektronová optika, která umožnila vybudovat takovou soustavu elektrod a clonek, která i při malé délce dokáže vytvořit dostatečně malý svítící bod. Ostrost svítícího bodu se řídí při tom změnou napětí jedné nebo několika elektrod této soustavy.

Z názvosloví přijímacích elektronek byl také převzat výraz pro stínící mřížku. U obrazovky má stínící mřížka za úkol odstínit zaostřovací systém od řídicí mřížky (obr. 114). Má to ten význam, že změna napětí na zaostřovací elektrodě nemá vliv na činnost řídicí mřížky. Změnou napětí na zaostřovací elektrodě nemění se tedy jas stopy na stínítku a opačně změnou napětí na řídicí mřížce se neporuší zaostření stopy na stínítku.

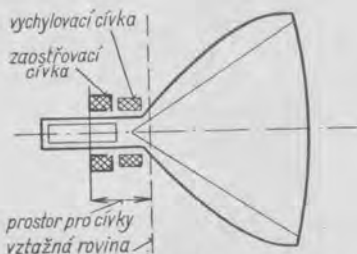
Další kladné elektrody obrazovky značily se obvykle jako anody a označovaly se pořadovým číslem ve směru od katody ( $a_1, a_2$ ) ke stínítku. Dnes se označuje jako anoda (a) jen jedna elektroda, všechny ostatní elektrody se označují jako mřížky (g). Konstrukčně je zvláštní hlavní anoda, obvykle druhá, která se v podstatě skládá jednak z kovového

válce, který je součástí systémů elektrod, jednak z grafitového povlaku, vytvořeného na vnitřní stěně baňky (obr. 115). Obě tyto části jsou spojeny pružnými kontakty přivařenými na válec. Grafitový povlak má za úkol vytvářet v kuželové části baňky homogenní elektrické pole a stínit elektronový paprsek proti vlivům okolních rušivých elektrických polí. Dále sbírá sekundární elektrony uvolněné ze stínítka při dopadu elektronů paprsku.

Obdobně se stavbou přijímacích elektronek nazývají se rovněž složitější systémy obrazovek triodou, tetradou a pentodou shodně s počtem elektrod, které jsou potřebné, aby vlastnosti obrazovky vyhovovaly nárokům, které jsou na ně kladeny.



Obr. 116. Zaostřovací účinek elektromagnetu na elektronový paprsek.



Obr. 117. Umístění zaostrňovací a vychylovací jednotky na krku obrazovky.

Jak již bylo dříve uvedeno, může být elektronově optický systém zaostřování vytvořen buď poli elektrostatickými, nebo magnetickými. Každý z obou způsobů má své výhody i nevýhody. U obrazovek s magnetickým zaostřováním dosahuje se menšího bodu a tím i ostřejší kresby než u obrazovek se zaostřováním elektrostatickým. Nevýhodou je velká váha zaostrňovacích cívek nebo magnetů, které musí být upevněny na krku obrazovky. Při menší ostrosti má obrazovka s elektrostatickým zaostřováním výhodu v tom, že je mnohem jednodušší. Nepotřebuje také obvykle zvláštní napájecí zdroj, poněvadž napětí pro zaostřování se získávají vhodně upravenými odporovými děliči.

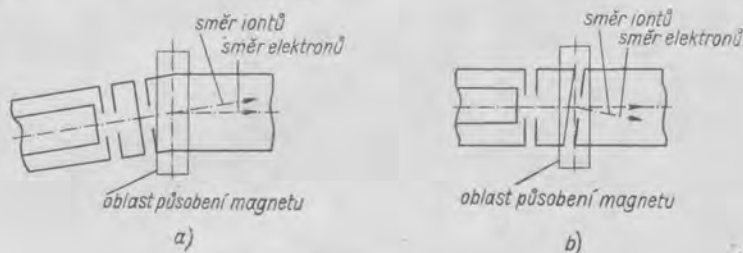
U televizních obrazovek se užívá většinou zaostřování magnetické. U nejnovějších obrazovek s úhlem vychylování  $110^\circ$ , kde byla snaha po největším zkrácení délky obrazovky, bylo zavedeno zaostřování elektrostatické.

Magnetické zaostřování může být tvořeno buď elektromagnetem, nebo trvalým magnetem. Takový magnet se nasazuje zvenčí na krk obrazovky. Magnet s určitými vlastnostmi musí být umístěn na předepsaném místě vzhledem k systému obrazovky, což je výrobcem uváděno v údajích pro příslušný typ obrazovky. Magnet vytváří rotačně souměrné magnetické pole, které působí na elektronový paprsek a soustředí jej (obr. 116). V případě elektromagnetu, který je připojen na zdroj stejnosměrného proudu, mění se souhlasně se změnami proudu intenzita zaostrňovacího magnetického pole a tím i účinek čočky. Ohnisková vzdálenost této magneticky vytvořené čočky mění se tedy změnami proudu oproti elektrostatickému způsobu zaostřování, které je ovládáno změnami napětí. Při použití trvalého magnetu odpadá nevýhoda elektromagnetu, která záleží v tom, že zaostření je velmi závislé na proudu tekoucím cívkou. Návrh umístění zaostrňovacího magnetu je na obr. 117.

Téměř u všech televizních obrazovek se používá tzv. iontová past. Ta má za úkol zachytit záporné ionty, které vznikají ionizací nepatrných zbytků plynů v obrazovce. Magnetické vychylování svým účinkem neovlivňuje ionty s velkou hmotou, které dopadají na stínítko nevychýleny stále do jednoho místa uprostřed stínítka a vytvářejí

tam světelnou skvrnu a jako konečný důsledek může nastat trvalé poškození stínítka ve tvaru tmavé skvrny uprostřed obrazovky. Při elektrostatickém vychylování se skvrna netvoří, protože záporné ionty se vychylují elektrostaticky, stejně jako elektrony.

Provedení iontové pasti je znázorněno na obr. 118. Princip obou uspořádání je v podstatě stejný. Elektrony i záporné ionty mají směr pohybu mimo osu obrazovky. V prvním případě je to dáno konstrukcí elektronové trysky, která je zahnutá, v druhém případě je směr pohybu částic dán elektronovou čočkou tvořenou šikmou štěrbínou mezi prvou a druhou anodou. Pomocí magnetu iontové pasti se dosahuje ohybu dráhy elektronů do osy systému. Naproti tomu záporné ionty nejsou magnetickým polem ovlivněny, pokračují ve své dráze a jsou zneškodněny na vnitřní stěně anody.



Obr. 118. Iontová past obrazovky:

a — iontová past vytvořená kolenem na systému; b — iontová past tvořená šikmou štěrbínou mezi prvou a druhou anodou.

K vytvoření příčného magnetického pole používá se buď malý trvalý magnet, nebo cívka napájená stejnosměrným proudem. Pro správnou účinnost iontové pasti je nutno přesně umístit vnější magnet nebo cívku a nařídit správnou velikost proudu podle pokynů výrobce obrazovek. Jinak je nebezpečí porušení ostroty bodu nebo poškození stínítka iontovou skvrnou.

### 8.2.2 Vychylování paprsku u televizních obrazovek

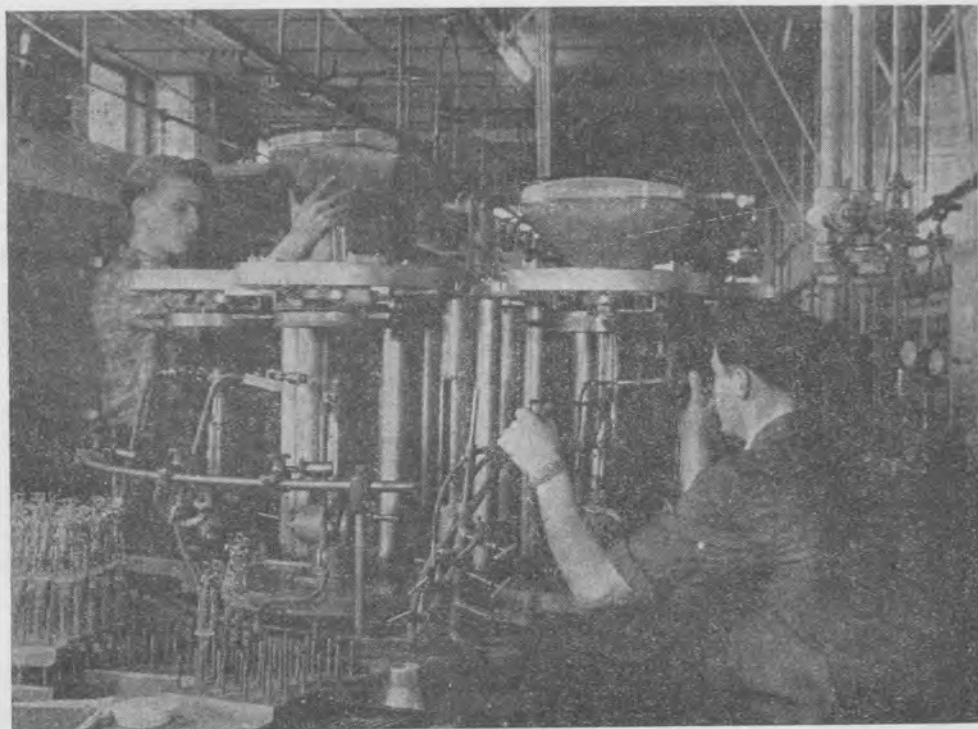
Jak již bylo uvedeno, používá se u televizních obrazovek výlučně magnetického vychylování. Je to z těchto důvodů:

Pro dostatečné vybuzení stínítka je nutné vysoké anodové napětí a tím se podstatně zmenšuje citlivost u elektrostatického vychylování. Stínítka televizních obrazovek jsou značně větší než u obrazovek pro jiné účely, takže je velmi obtížné vyrobit normálními zesilovacími elektronkami velká napětí nutná pro elektrostatické vychylování. Konečně konstrukční uspořádání vychylovacích destiček pro vysoká napětí by bylo velmi obtížné.

Pro modulaci jasu u televizních obrazovek je výhodné, když je katoda uzemněna a anoda má vysoký potenciál. Protože však u obrazovek s elektrostatickým vychylováním následuje anoda za vychylovacími destičkami, jejichž střední potenciál má být přibližně roven nule, způsobí rozdíl napětí mezi těmito elektrodami velké potíže.

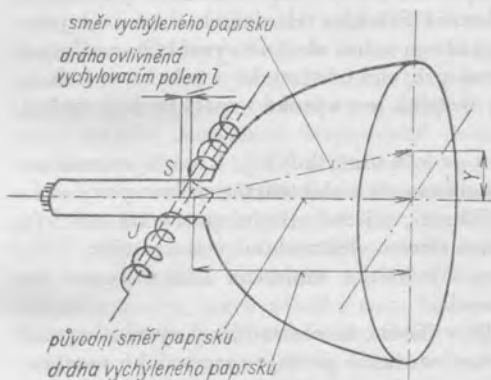
U magnetického vychylování je vychylovací jednotka umístěna mimo obrazovku a není elektricky spojena s elektrodami obrazovky.

Použití magnetického vychylování má další výhodu, že elektrodový systém uvnitř obrazovky je velmi jednoduchý (zvláště když se současně použije magnetické zaostřování bodu), čímž se dosáhne podstatně nižších výrobních nákladů na obrazovku. Při poruše obrazovky nahradí se v televizním přijímači pouze vadná obrazovka a vychylovací jednotka se vyměňovat nemusí.



Obr. 119. Zatafování elektrodového systému do baňky obrazovky.

Hlavním důvodem pro použití magnetického vychylování u televizních obrazovek je možnost dosáhnout velkých úhlů vychylování. S elektrostatickým vychylováním se dosahuje úhlů vychylování asi  $10^\circ$  a jen ve vzácných případech přes  $30^\circ$ , kdežto s magnetickým vychylováním dosahuje se dnes úhlů přes  $110^\circ$ . Při velkém úhlu vychylování lze pak přes stále rostoucí rozměry stínítka vyrábět obrazovky s velmi malou celkovou délkou.

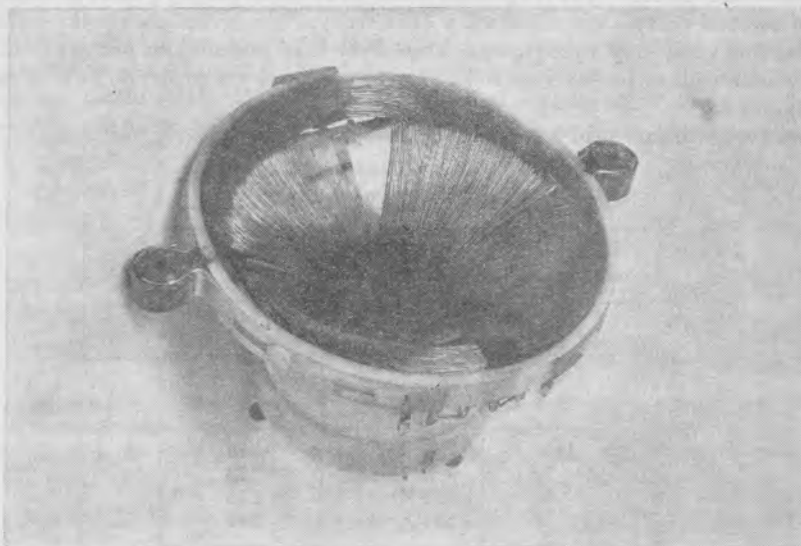


Obr. 120a Elektromagnetické vychylování elektronového paprsku u obrazovek.

Princip magnetického vychylování je znázorněn na obr. 120. Na protilehlých stranách krku obrazovky jsou souměrně umístěny dvě vychylovací cívky, jejichž vinutí jsou zapojena za sebou tak, aby smysl vinutí byl v obou cívkách souhlasný. Probíhající proud vytvoří magnetické pole, které působí na elektronový paprsek a zakřivuje jeho dráhu.

Výsledný úhel vychýlení bodu na stínítce je úměrný intenzitě pole, délce dráhy, na které pole působí na paprsek a na rychlosti, s jakou se elektrony v paprsku pohybují. Proměnnou veličinou je intenzita magnetického pole, která je závislá na velikosti proudu protékajícího cívkami.

Konstrukce vychylovacích cívek vychází z požadavku, aby vychylovací oblast byla co nejdelší, což je dáno jednak snahou po získání prodloužení účinku pole na paprsek, jednak nutností vytvořit pole pokud možno homogenní. Cívka musí být přizpůsobena



Obr. 121. Vychylovací jednotka pro obrazovky s úhlem vychylování  $110^\circ$ .

krku obrazovky. Příklad je na obr. 121. Protože se používá současné vychylování paprsku ve dvou navzájem kolmých směrech, skládá se vychylovací jednotka ze dvou dvojic cívek, pootočených navzájem o  $90^\circ$ , takže středy obou vychylovacích soustav splývají do jednoho bodu. Tím také splývají vychylovací oblasti v obou směrech, což zabraňuje zkreslení obrazu proti obrazovkám elektrostatickým, kde jsou vychylovací destičky umístěny za sebou.

### 8.2.3 Stínítka televizních obrazovek

Na vnitřní stěně přední části baňky je nanesena zářivá látka a elektronový paprsek svým účinkem v ní vytváří svítící obraz, který je z vnější strany pozorovatelný. Čelní stěna stínítka televizních obrazovek tvoří sférickou plochu, neboť při velkých rozměrech stínítek dosáhne se tak větší pevnosti. To je výhodné i pro potlačení nežádoucích reflexů okolního světla.

Pro zvětšení kontrastu obrazu na stínítku používá se k jeho zhotovení kouřové sklo, které má slabou šedavou barvu. Kouřové sklo propouští sice méně světla, takže obraz vytvořený na zářivé vrstvě zeslabí asi o 30 % oproti sklu bezbarvému, kontrast však zůstane zhruba stejný. Naproti tomu však kouřové sklo zeslabí světlo přicházející z okolí obrazovky podstatně, neboť toto světlo při dvojnásobném průchodu sklem a tedy také dvojnásobným zeslabením o 30 % má pouze poloviční intenzitu. Ještě větší zeslabení nastává u škodlivých světelných kruhů. V tomto případě prochází jejich světlo vrstvou kouřového skla celkem třikrát, takže světelné kruhy jsou tak slabé, že jen zcela nepatrně ovlivňují kontrast obrazu a jeho celkovou jakost.



Rozměry stínítka se stále zvětšují. Je to umožněno zaváděním stále dokonalejších metod při výrobě obrazkových baněk, zdokonalováním systémů a příslušenství obrazovek a konečně i pokrokem u zesilovacích elektronek a v technice obvodů. Působily zde tři požadavky, které měly vliv na dnešní tvar a velikost stínítka i celé obrazovky. Konstrukteři obrazovek měli vyhovět požadavkům na zvětšení plochy pozorovaného obrazu, zkrácení celkové délky a zmenšení váhy obrazovky. Zkracování obrazovky bylo řešeno přechodem na větší úhly vychylování, které byly také podmínkou pro zvětšení plochy stínítka. Toto úsilí mělo vliv i na celkový tvar obrazovky a projevilo se i ve zmenšení její váhy.

Pro porovnání jsou v tab. 9 uvedeny délky obrazovek, jak byly postupně našim prů-

Tab. 9. Délky čs. obrazovek

Úhel vychylování [°]	Typ	Délka [mm]
70	430QP44	488
90	AW 43-80	397
	AW 53-80	482
110	AW 43-88	319
	AW 53-88	373
	431QQ44	286
	531QQ44	349

myslem uváděny na trh. Obrazovky AW 43-88 a AW 53-88 nebyly v ČSSR zavedeny do sériové výroby, protože se jevila možnost dalšího zkrácení. Tyto zkrácené obrazovky byly zavedeny do výroby s označením 431QQ44 a 531QQ44 a mají shodné vlastnosti s obrazovkami AW 43-88 a AW 53-88.

Vývoj rozměrů stínítek obrazovek v ČSSR ukazuje tab. 10. Tyto obrazovky pokrývají všechny požadavky našeho trhu i požadavky vývozu.

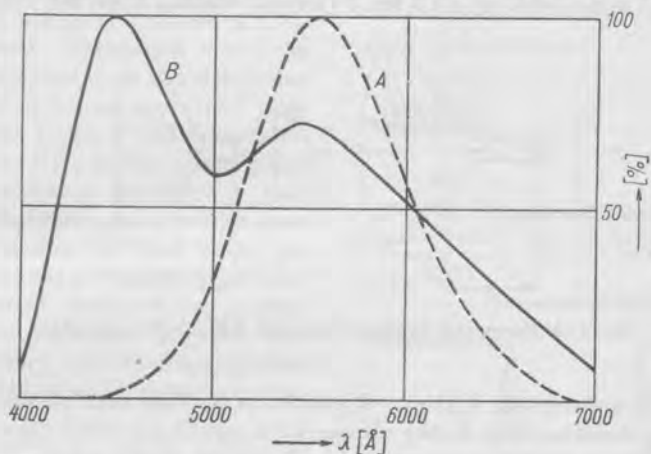
Tab. 10. Rozměry stínítek čs. obrazovek

Typ	Tvar stínítka	Využitelná plocha [mm]
25QP20	kruh	průměr 240
350QP44	obdélník	220 × 294
351QP44	obdélník	220 × 294
430QP44	obdélník	273 × 362
431QP44	obdélník	273 × 362
AW 43-80	obdélník	273 × 362
AW 53-80	obdélník	378 × 482
431QQ44	obdélník	295 × 374
531QQ44	obdélník	382 × 484

Nejdůležitější součástí stínítka je vnitřní fluorescenční povlak, který je schopen účinně dopadajících elektronů vydávat světlo ve viditelné oblasti. Jsou to látky anorganického původu, nazývané společným názvem zářivé látky, luminiscenční látky nebo luminofofy. Charakteristickými vlastnostmi těchto látek jsou jas ve vztahu k výkonu

v elektronovém paprsku, spektrální rozdělení záření, dosvit a činitel sekundární emise. Tyto vlastnosti jsou dány složením zářivé látky.

Velmi používané jsou např. sirníky některých kovů (siriík zinečnatý, siriík zinečnato-kademnatý), kysličníky (kysličník zinečnatý), křemičitan (křemičitan zinečnatý neboli willemit) nebo wolframany (wolfran vápenatý). Pro účely černobílé televize je nutno, aby zářivá látka vydávala bílé světlo s maximem záření v oblasti maxima citlivosti lidského oka. Na obr. 122 je křivka citlivosti lidského oka a průběh spektrálního rozložení záření bílého luminoforu pro televizní obrazovku. Takový luminofor se získá mísením několika luminoforů různých barev. Tak se dříve používal křemičitan



Obr. 122. Příklad spektrálního rozložení záření bílého luminoforu v porovnání s křivkou citlivosti lidského oka.

zinečnatý aktivovaný manganem nebo siriík zinečnatý aktivovaný mědí, dnes se často používá směs siriíku zinečnatého aktivovaného stříbrem (zářícího zelenomodře) se siriíkem zinečnatokademnatým, aktivovaným stříbrem (zářícím žlutě) nebo směs siriíku zinečnatého aktivovaného stříbrem s křemičitanem zinečnatoberylnatým aktivovaným manganem.

Jas zářivé látky je závislý na energii elektronů, s jakou dopadají na stínítka. Elektronové záření získává pohybovou energii při průchodu mezi katodou a druhou anodou. Jas světelného bodu je tedy závislý jednak na velikosti anodového napětí obrazovky, neboť jím se zvětšuje rychlost elektronů v paprsku, jednak také na hustotě proudu elektronového paprsku. V praxi se využívá však jen proudová závislost. Jas se proto moduluje řízením velikosti proudu paprsku změnou záporného předpětí řídicí elektrody obrazovky.

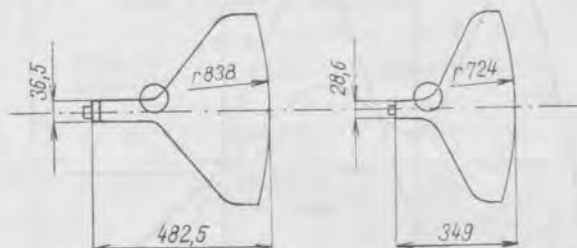
Pro stínítka televizních obrazovek jsou normalizovány určité doby dosvitu, které musí být v určitém vztahu ke snímkovému kmitočtu. Televizní zářivé látky mají ve směs dosvit střední, který se časově omezuje na dobu  $10^{-2}$  až  $10^{-3}$  s.

Pro činnost obrazovky je důležitá ještě jedna vlastnost zářivé látky. Je to schopnost sekundární emise, důležitá proto, že sekundárními elektrony se ze zářivé látky stínítka odvádí záporný náboj, který se během provozu obrazovky na stínítku vytváří. Tento záporný náboj by mohl při známých izolačních vlastnostech zářivé látky a skla způsobit zkreslení obrazu nebo i jeho úplné zániknutí. Sekundární elektrony jsou přitahovány druhou anodou, která se proto umísťuje ve tvaru vnitřní grafitové vrstvy až do těsné blízkosti stínítka.

### 8.3 Moderní obrazovky s velkým úhlem vychylování

Moderní televizní obrazovky byly vyvinuty pro zmenšení hloubky a váhy televizních přijímačů. S těmito základními jakostními znaky musela však konstrukce řešit celou řadu navazujících problémů, které jsou pro celkovou jakost obrazovky neméně důležité a v některých případech se vyřešením těchto problémů podstatně zlepšily důležité parametry obrazovky.

Jak se změnil profil obrazovky s úhlem vychylování  $110^\circ$  (531QQ44) oproti obrazovce s úhlem vychylování  $90^\circ$  (AW 53-80), je znázorněno na obr. 123. Obrazovka 531QQ44 je kratší o 132,5 mm a lehčí asi o 1,5 kg. Vyklenutí stínítka u nových obrazovek je po-



Obr. 123. Porovnání profilu obrazovek AW 53-80 a 531QQ44.

někud větší než u dřívějších. Větším vyklenutím se dosáhne větší pevnosti, takže bylo možno zmenšit tloušťku stěny baňky obrazovky a zajistit zmenšení váhy. Druhým důvodem byla snaha zajistit dobré zaostření bodu po celé ploše stínítka. Pro velký úhel vychylování bylo nutno posunout střed vychylování co nejvíce dopředu; vyrovnání neostroty bodu na okraji stínítka se dosáhne právě větším vyklenutím.

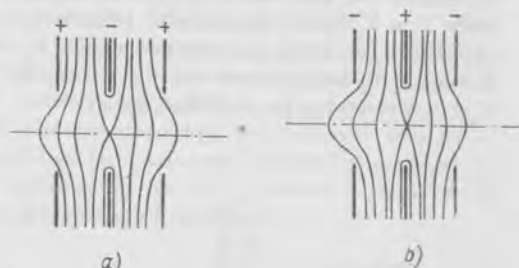
S tím souvisí i změna tvaru přechodu mezi krkem a kuzelem baňky. Krk u nových obrazovek není přímo spojen s kuzelem baňky, mezi nimi je vytvořen přechod, který má parabolický průběh. Vytvoření tohoto přechodu opět bylo nutné, neboť při velkém úhlu vychylování je nebezpečí zastínění elektronového paprsku hranou mezi krkem a kuzelem. Tím by vzniklo buď zastínění krajních částí stínítka nebo na jiných místech parazitní rozzáření, způsobené elektrony odraženými od skla na této hraně. Dodržení parabolického tvaru je proto přísně tolerováno, a to jak jeho vnitřní, tak i vnější tvar, i když to klade zvýšené nároky na výrobu baňek. Při stavování skla se nelze vyhnout jistému zvětšení tloušťky stěny v místě zátavu. Bylo proto nutno posunout místo zátavu krku a přechodu co nejdále za střed vychylování, aby zvětšení tloušťky nezpůsobilo zastínění paprsku. Konstrukce vychylovačí jednotky je volena tak, aby její cívky co nejvíce obepínaly přechod do kuzele, čímž se dosáhlo posunutí středu vychylování kupředu opět pro zamezení zastínění paprsku. Tvar cívek vyžaduje dodržet vnější tvar parabolického přechodu.

U nových obrazovek je dále změněn průměr krku proto, aby nebylo nutno zvětšovat příkon pro horizontální i vertikální vychylování. Průměr krku byl zmenšen z 36,5 na 28,6 mm, aby mohly být vychylovačí cívky umístěny v menší vzájemné vzdálenosti, čímž je při daném vychylovacím výkonu intenzita pole v prostoru vychylování paprsku větší. Se zmenšením průměru krku musela být rovněž řešena patice obrazovky. Obrazovky mají velký vnitřní objem, který musí být vyčerpán na vysoké vakuu. Protože rychlost čerpání je ovlivněna nejmenším průměrem, vyskytující se ve vakuové soustavě, je nutné, aby čerpací trubička, kterou z konstrukčních důvodů nelze jinak

umístit než na konec krku mezi přívodní kolíky obrazovky, měla pokud možno velký vnitřní průměr a nezmenšovala čerpací rychlost vakuových čerpadel. Nová patice má proto přívodní kolíky menšího průměru a její provedení je podobné patici běžných přijímacích novalových elektronek. Čerpací trubička má co největší průměr. Zbytek čerpací trubičky po skončeném čerpání a zatavení se na hotové obrazovce chrání krytem z umělé hmoty, který současně slouží jako vedení pro objímku obrazovky.

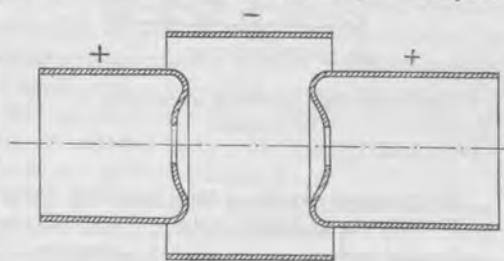
Zmenšení průměru krku a jeho zkrácení bylo podmíněno zásadními změnami elektroodového systému. Zmenšením systému jsou ožehavější otázky izolace mezi elektrodami, parazitních emisí a elektrické pevnosti. Obrazovka s velkým úhlem vychylování musí mít dále velmi dobré zaostření paprsku, protože jakékoli dodatečné korekce mohou způsobit chyby obrazu. Bylo proto nutno přejít k elektrostatickému zaostřování také vzhledem k malým rozměrům krku obrazovky, na kterém již není místo pro vnější zařízení magnetického zaostřování. Pro televizní obrazovky se používá zaostření elektronového paprsku buď v soustavě, která vytváří unipotenciální čočku, nebo zaostření v čočce tripotenciální.

Každé rotačně souměrné elektrostatické pole má pro elektronový paprsek vlastnosti čočky. Zvláštním druhem čočky vytvořené ze tří clonek (kruhové destičky s otvory) je unipotenciální čočka (obr. 124). Krajní elektrody mají stejný potenciál, střední má potenciál odlišný. Ohniskové vzdálenosti se řídí změnou potenciálu na střední elektrodě. V obou případech, znázorněných na obr. 124, působí čočka jako spojka. Na obr. 124a, kde potenciál střední clonky je menší než u obou krajních, se sice v první oblasti paprsek rozptýlí, ale současně se zpomalí, protože směřuje proti záporné elektrodě. V druhé oblasti, která je rozhodující, převládá účinek spojky. Na obr. 124b, kde má střední clonka větší potenciál, působí první oblast jako spojka a druhá jako rozptylka. I zde převládá účinek spojky, protože elektrony v druhé oblasti mají větší rychlost. Na zaostřovací vlastnosti unipotenciální čočky má největší vliv průměr otvoru střední clonky. V televizních obrazovkách se používá čočka tvořená válcovými elektrodami. Jako příklad je na obr. 125 znázorněna unipotenciální čočka obrazovky AW 53-80.

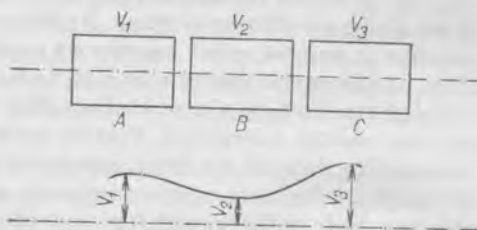


Obr. 124. Unipotenciální čočka obrazovky:

a — potenciál střední clonky je nižší než potenciál krajních;  
b — potenciál střední clonky je větší než potenciál krajních.



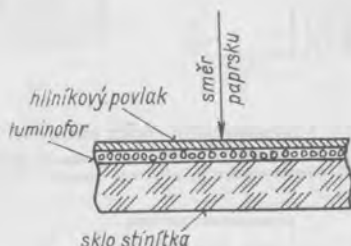
Obr. 125. Unipotenciální čočka obrazovky AW 53-80.



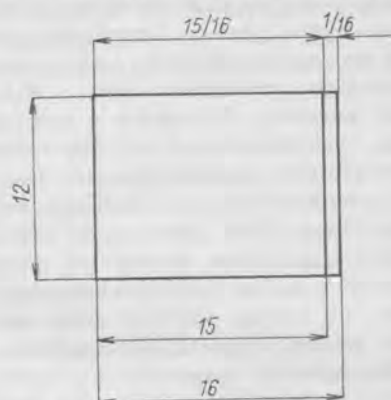
Obr. 126. Tripotenciální čočka a průběh osového potenciálu.

střední elektrody menší než potenciál elektrod krajních. V druhém případě by byl potenciál střední elektrody větší než na anodě, což je pro provoz obrazovky nežádoucí.

Čočka tripotenciální je zvláštním případem imerzní čočky. Jako imerzní čočka označuje se kombinace dvou sousých válců, na kterých jsou různé potenciály. Vzájemným působením potenciálů obou válců vytvoří se na jejich rozhraní čočka. Tripotenciální čočku tvoří tři sousé válce o stejných průměrech, jejichž potenciály jsou různé. Jsou to vlastně dvě imverzní čočky, které mají jednu elektrodu společnou (obr. 126). Potenciály  $V_1$  a  $V_3$  bývají konstantní. Ohnisková vzdálenost se mění změnou potenciálu  $V_2$ . Potenciál  $V_2$  bývá menší než  $V_1$ . Potenciál  $V_3$  bývá obyčejně potenciálem anody.



Obr. 127. Řez stínítkem obrazovky s metalizací.



Obr. 128. Porovnání obrazu s poměrem stran 3 : 4 a 4 : 5.

Elektronová tryska s tripotenciální čočkou je kratší a má méně náročnou montáž s ohledem na dodržení rozměrů a souměrnost systému. Nevýhodou je požadavek na stabilitu zaostřovacího napětí, protože na něm je podstatně závislá šířka stopy. U československých obrazovek byl proto použit systém unipotenciální, kde závislost šířky stopy na zaostřovacím napětí je plochá, závislost zaostřovacího napětí na napětí stínící mřížky je také plochá a závislost zaostřovacího napětí na napětí anody je výhodnější než u tripotenciálního systému. Nepříjemným důsledkem ploché zaostřovací charakteristiky je nutnost měnit zaostřovací napětí v rozsahu několika set voltů, aby se dosáhlo pozorovatelné změny v ostrosti bodu.

Na elektrodový systém se kladou velké nároky na přesnost rozměrů a soustřednost ve velmi malých tolerancích. Protože systém není vybaven iontovou pastí, dosáhlo se jeho dalšího zkrácení, na druhé straně se zvýšily nároky na přesnost provedení zaostřovací čočky, neboť není možnost seřízením magnetu iontové pasti odstranit případnou neostrost bodu způsobenou jejími vadami, jako je např. astigmatismus apod.

Odstanění iontové pasti bylo možné po zjištění, že metalizace stínítka může ochránit vrstvu zářivé látky před škodlivým účinkem záporných iontů. Metalizace stínítka byla původně zavedena proto, aby se zvětšil celkový jas a kontrast obrazu. Zvětšila se tím ovšem také odolnost stínítka proti vypalování, přičemž se však dále používaly iontové pasti (např. u obrazovek AW 43-80 a AW 53-80). U těchto obrazovek je na vnitřní ploše stínítka nanášena vrstva hliníku (obr. 127) tloušťky několika málo desetin mikronu, která zde vytváří zrcadlo a odráží všechno světlo směrem k divákovi. Kromě toho tvoří metalizace po celé ploše stínítka vodivou vrstvu a zajišťuje tak rovnoměrné rozložení napětí na stínítku, čímž se vyrovnává jas v jednotlivých místech stínítka. Vodivá vrstva na povrchu zářivé látky se dále využívá k tomu, aby se zajistilo vodivé spojení

s anodou obrazovky. Provede se to překrytím hliníkové vrstvy a vnitřní grafitové vrstvy. Stínítko má tedy stejný potenciál jako anoda, a tím se dále zvětší jeho jas. U nových obrazovek se použilo zesílení hliníkové metalizace, čímž byla vytvořena dostačující ochrana proti vzniku iontové skvrny uprostřed stínítka.

Rozměry stínítek u nových obrazovek mají změněný poměr stran. Obrazovky s úhly vychylování  $90^\circ$  a menšími měly poměr stran 3 : 4, kdežto u obrazovek s úhlem vychylování  $110^\circ$  je zaveden poměr stran 4 : 5. Toto opatření se projeví v úspoře vychylovacího výkonu. Vysílaný obraz zůstává pochopitelně s dřívějším poměrem 3 : 4, takže šířka přijímaného obrazu je při stejné výšce o 1/16, neboli asi o 6 %, menší (obr. 128). Jestliže se má tedy plně využít výška obrazu, která je u těchto obrazovek k dispozici, musí být obraz zakrytý o těchto 6 % v horizontálním směru, aby bylo zabráněno vzniku chyb v geometrii obrazu. Zakrytí obrazu může být provedeno v řádkovém rozkladovém generátoru, čímž se zmenší zatížení jeho koncové elektronky asi o 10 %. Doba zpětného běhu může být dokonce zvětšena až na 23 %, avšak s ohledem na možnost stranových posunů obrazu nebývá překročena hodnota 20 %.

#### 8.4 Některé zvláštnosti z technologie výroby obrazovek

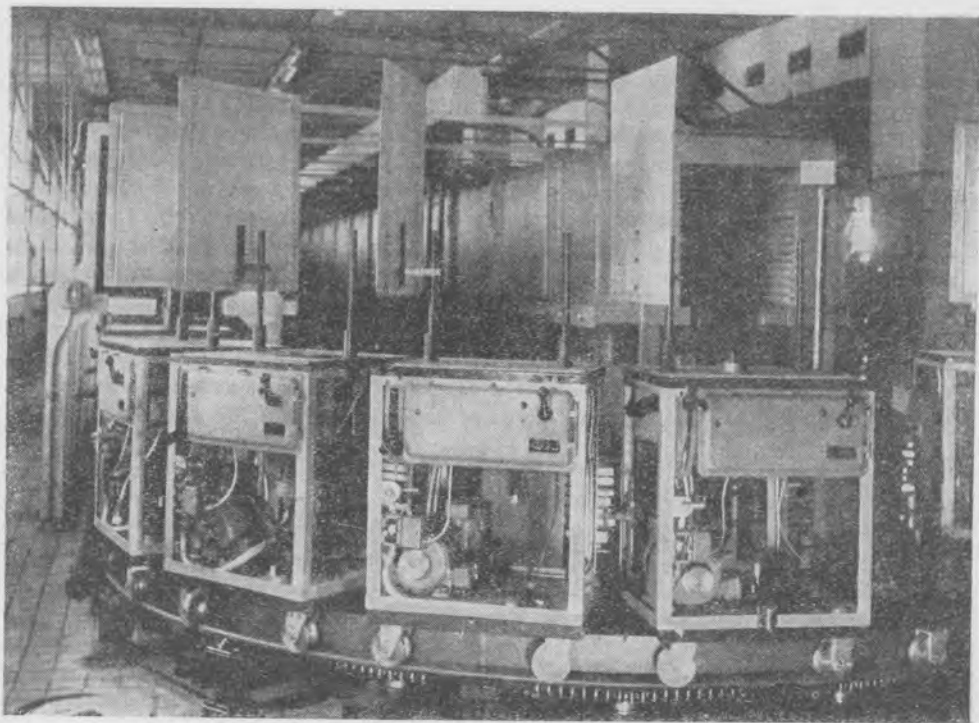
Technickou úroveň dnešní obrazovky ovlivňuje ještě jeden důležitý činitel. Protože rozvoj televize byl v několika letech velmi rychlý, muselo se vyhovět požadavkům na velké množství vyráběných obrazovek. Tomuto růstu výroby musela se však neustále přizpůsobovat výrobní technologie. Tak se např. ještě v roce 1954 pracovalo na čerpacích stojanech. V dalších letech do roku 1957 se používaly čerpací karusely a dnes je čerpání uspořádáno do dráhy, která je součástí výrobní linky; na jejím jednom konci se připravují baňky a na druhém jsou zařízení pro měření a kontrolu.

Vlastnosti obrazovky závisí do velké míry na přesnosti sestavení elektrodového systému, tj. na dodržení rozměrů a vzdáleností, které jsou předepsány pro jednotlivé součásti i celý systém. Na montáž se proto kladou velké požadavky, neboť elektrické vlastnosti vyrobené obrazovky musí být v hranicích zaručujících její spolehlivý provoz a vyměnitelnost. Proto se systém obrazovky sestavuje téměř výhradně v přípravcích, kterých je pro jeden typ 10 až 15, počínajíc přípravkem pro svařování katody, nastavení vzdálenosti mezi katodou a řídicí mřížkou až po přípravek pro bodové přivaření sestaveného systému na vývody skleněného výlisku. Tím se dosáhne souososti všech elektrod a clonek a rovnoměrnosti výroby. Sestavený systém je podroben přísné kontrole, přičemž zvláště některé kritické vzdálenosti se kontrolují na projektorech nebo mikroskopy.

Jednotlivé kovové součástky musí být před příchodem do montážní dílny zbaveny povrchových nečistot, pohlcených plynů a popř. zbaveny ostrých hran a hrotů, aby se zamezilo sršení mezi elektrodami, které mají v provozu velký rozdíl potenciálů. Čištění se provádí obvykle v trichloretylénu. Kovové součástky se odplyňují vyžiháním buď ve vakuu, nebo redukční plynové atmosféře. Po této úpravě nesmějí se uchopit holou rukou a musí se do určité doby, průměrně 24 až 36 h, zamontovat do baňky obrazovky.

Po ukončení sestavy a kontrole ukládají se obrazovkové systémy do prachotěsných skříní. Před vlastním zatavením se systémy ještě myjí v destilované nebo deionizované vodě a denaturovaném etylalkoholu.

Na začátek výrobní linky pro výrobu obrazovek přicházejí obrazovkové baňky. Práce se sklem začíná však již dříve, protože do továrny na obrazovky dodává sklárna baňky rozložené do tří dílů. Vylisované stínítko se musí svařit s kuželem baňky, na který byl před tím přivařen krk obrazovky. Svařování se provádí na otočných svařovacích



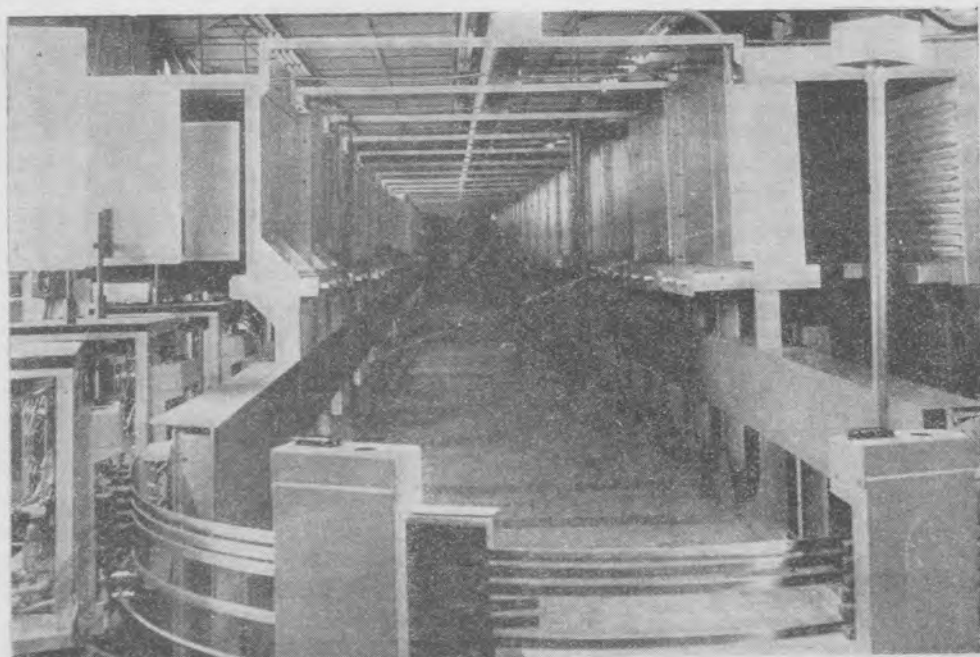
Obr. 129. Jednotky vozítkové čerpací dráhy pro televizní obrazovky.

automatech, při čemž sklo je vyhřáto asi na 200 °C. Na svařovací automaty navazuje průběžná pec, v níž je nejvyšší teplota až 500 °C, kde se svařené baňky vytemperují, aby se odstranilo pnutí ve skle, jež by mohlo při dalším zpracování obrazovky způsobit prasknutí baňky.

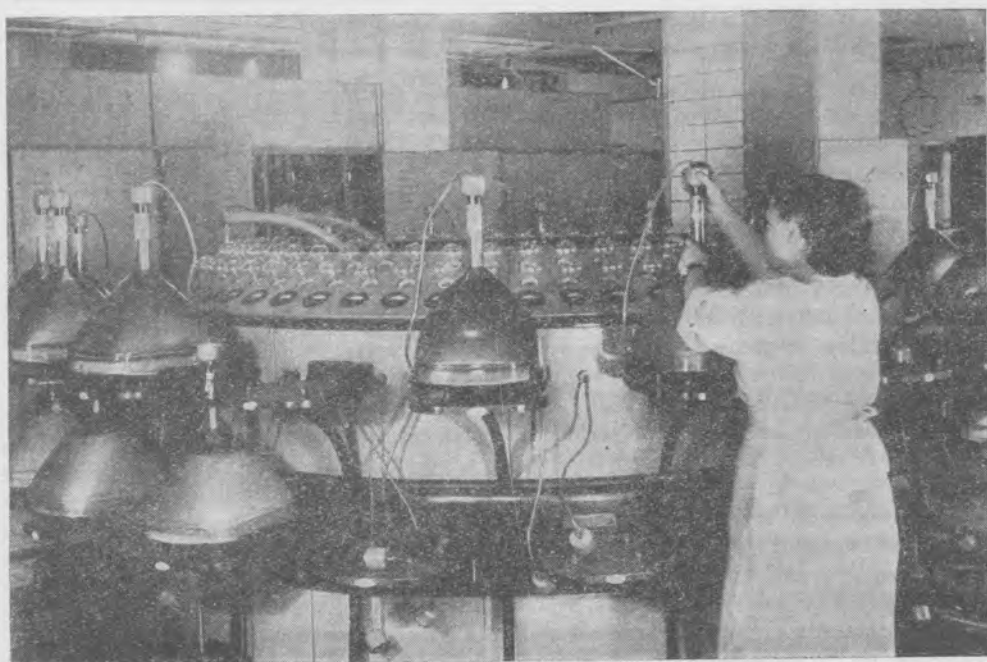
Vlastní příprava baňky začíná důkladným a pečlivým mytím jejího vnitřního povrchu. Baňky se myjí v kyselině fluorovodíkové, pitné a deionizované vodě, jež se do nich vstříkují vzduchem pod vysokým tlakem. Po skončení mytí se baňky vysuší a jsou připraveny pro nanášení vrstvy zářivé látky.

Tento postup se nazývá sedimentací a provádí se na karuselovém zařízení, které zajišťuje stálost teploty okolí, baňky i příslušných suspenzí. Dodržení předepsané teploty má vliv na rovnoměrnost tloušťky vrstvy zářivé látky, a tím ovšem na rovnoměrnost jasu po celé ploše stínítka. Zářivá látka se tedy nanáší vysrážením neboli sedimentací z vodní suspenze, v níž je rozpuštěno určité množství dusičnanu barnatého a křemičitanu draselného, tvořící elektrolyt k urychlení procesu. Křemičitan draselný zajišťuje zamezení shluků částicek zářivé látky, jejichž velikost se pohybuje mezi 1 až 20 μm. Chod zařízení musí být naprosto rovnoměrný, aby se baňky s vodní suspenzí neotrášaly; rovněž překlopení baňky a vylití suspenze po nanesení vrstvy se provádí s velkou pečlivostí. Pochod sedimentace stínítka je ukončen vysušením vrstvy zářivé látky teplým vzduchem.

Následuje grafitování baňky, popř. metalizace stínítka. Metalizace se provádí napařením tenké vrstvy hliníku. Předtím je nutno vrstvu zářivé látky navlhčit a pokrýt tenkou vrstvou vhodné organické látky, která vyplní a zahladí všechny nerovnosti po-



*Obr. 130.* Celkový pohled na čerpací dráhu pro televizní obrazovky.



*Obr. 131.* Televizní obrazovky na zahořovacím rámu.





Obr. 132. Tmelení patice obrazovky.

vrchu. Na tento film se po usušení nanese vakuovou destilací vrstvička hliníku tloušťky 0,1 až 0,2  $\mu\text{m}$ . Následuje spálení pomocné vrstvičky organického laku v tunelové peci při teplotě asi 400 °C, čímž se získá dokonale zrcadlíci kovová plocha bezprostředně na vrstvě zářivé látky.

Po ukončení prací na baňce se v další operaci zataví elektrodový systém do krku obrazovky, načež se obrazovka čerpá na čerpací dráze, která má několik desítek zón, v nichž probíhají přesně vymezené a sledované pochody. Obrazovka prochází touto dráhou na zvláštním vozíčku, který je vybaven příslušnými čerpadly (obr. 129). V prvních několika zónách se nasadí obrazovka, kontroluje se žhavení a začíná se čerpat. Při stálém čerpání odplyňuje se v dalších asi dvaceti zónách sklo baňky tak, že se postupně v následujících zónách zvyšuje teplota až na 400 °C, načež se opět snižuje až na normální teplotu na konci dráhy. Při tomto odplynění se uvolňují zvláště velké objemy vodních par, které se adsorbují na vnitřním povrchu skla, i plyny, které jsou ve skle pohlceny. Následuje vyhřátí katody zapojením žhavicího proudu, aby se při teplotě asi 1000 °C přeměnily uhličitany katodové vrstvy na kysličníky, které jsou schopny emise elektronů. Vysokofrekvenčním ohřevem elektrodového systému odplyní se kovové součásti. Po celou dobu průchodu obrazovky čerpací dráhou (obr. 130) jsou v provozu výkonná vakuová čerpadla, aby celý velký objem obrazovky včetně plynů uvolňovaných při odplyňování skla, systému i při aktivaci katody byl dokonale vyčerpán. Průchod čerpací dráhou trvá asi hodinu a dosažení vakua na jejím konci je asi  $10^{-6}$  mm Hg. V posledních zónách se obrazovka vakuotěsně uzavře zatavením čerpací trubičky a vyjme z uchycení na vozíčku. Dalšího zvýšení vakua se dosáhne pomo-

ci getru, který se na zvláštním zařízení opět pomocí vysokofrekvenčního ohřevu zplynuje. Konečné vakuuum obrazovky je asi  $10^{-8}$  mm Hg.

Výrobní postup je ukončen aktivací katody, jež se provádí v zařízení upraveném pro obrazovky a principiálně odpovídající aktivaci a stabilizaci každé jiné kyslíčnickové katody (obr. 131). Po změření základních elektrických vlastností obrazovky a jejího stínítka se očistí vnější povrch, nastříká se vnější grafitový povlak a přitmelí se bakelitová patice (obr. 132).

## 8.5 Vlastnosti obrazovek

Při posuzování publikovaných údajů obrazovek je nutno vyjít z všeobecných ustanovení platných pro elektronky, jak již byly uvedeny v 1. dílu na str. 35. V publikacích výrobců obrazovek se hovoří o charakteristických, provozních a mezních údajích. Jejich definice, platné i pro tuto publikaci jak pro elektronky, tak pro obrazovky, jsou také uvedeny v 1. dílu. Při jejich používání je třeba uvážit, že výrobce elektronek a obrazovek navrhuje tyto hodnoty s přihlédnutím k tomu, aby jeho výrobky pracovaly s největším využitím při dosažení, co nejdělsího života. Pro jejich ověření zakládají se u výrobce četné zkoušky života jak během vývoje nových obrazovek, tak při vlastní výrobě. Ověřují se jimi jednak optimální podmínky pro budoucí provoz obrazovky, jednak se z výsledků zkoušek usuzuje na jakost probíhající výroby. S ohledem na tyto skutečnosti musí potom uživatel, konstruktér zařízení, zacházet s těmito údaji, jestliže chce dosáhnout nejlepších výsledků při své práci.

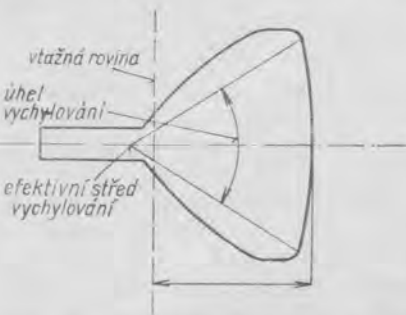
### 8.5.1 Údaje obrazovek všeobecně

Při rozboru doplňujících ustanovení pro obrazovky se může vyjít ze základního rozdílu mezi elektronekami a obrazovkami, který záleží v jejich rozdílných rozměrech. Tento rozdíl podmiňuje jiné, přísnější zásady pro umístění a upevnění obrazovek v přístroji. Přestože je u většiny obrazovek povolena libovolná poloha obrazovky v přístroji, doporučuje se věnovat mnohem větší pozornost vnějším rozměrům a dalším poznámkám, které zveřejňuje výrobce. Týkají se odchylek tvaru baňky, umístění vysokonapětových přívodů a bočních vývodů, umístění mřížky apod. Toto upozornění je důležité proto, že se dosud nepodařilo zavést do výroby obrazovek normalizaci, jako je tomu např. u elektronek miniaturních, oktalových a dalších. Tato normalizace v mezinárodním měřítku, která by byla velmi žádoucí, naráží na překotný rozvoj obrazovek a obtížnou a náročnou sklářskou pomocnou výrobu, zvláště výrobu obrazovkových baněk, takže byla pro nejbližší období odložena.

Jak jsme již uvedli, je povolena jakákoli poloha obrazovky v přístroji. Přesto je vhodné vyhnout se poloze obrazovky stínítkem nahoru, neboť při otřesech a také při přepravě přístroje může opadávat materiál stínítka nebo materiál vnitřní grafitové vrstvy na katodu, což může mít vliv na zkrácení života obrazovky. Upevnění obrazovky musí mít určitý stupeň volnosti. Mezi baňkou a krkem, nebo mezi bočními vývody a některou částí baňky nesmí být mechanické pnutí a proto je nutno věnovat pozornost již návrhu skříňky pro přístroj s obrazovkou. Obrazovku nutno uchytit za úzkou plochu mezi čelní stěnou a kuželovitou částí baňky. Toto uchytení musí být z vnitřní strany vyloženo měkkým a poddajným materiálem jako je plst, pryž apod., aby se zabránilo vytváření pnutí ve skle obrazovky, které by případně mohlo způsobit i prasknutí baňky. Přívody k objímce obrazovky a přívody vysokého napětí k bočním vývodům mají být nejen ohebné, nýbrž také dosti dlouhé, aby bylo umožněno natáčení obrazovky

a objímky do požadované polohy. Obrazovky s kruhovým stínítkem je vhodné umístit tak, aby vývod poslední urychlovací elektrody směřoval nahoru při zachování možnosti pootočení obrazovky asi o  $\pm 15^\circ$  kolem její osy. Tímto pootočením lze případně zakrýt drobné vady skla na okraji stínítka za masku televizního přijímače.

Na přechodu krku a kužele baňky obrazovky umísťují se vychylovací a zaostřovací jednotky. Je vhodné zajistit oporu obrazovky v tomto místě, při čemž se však nesmějí k tomuto účelu využívat objímky uvedených cívek nebo magnetů. Kdyby se použila obrazovka jako nosič těchto prvků, mohla by se obrazovka poškodit při přepravě přístroje.



Obr. 133. Některé základní rozměrové údaje obrazovky: vztažná rovina, efektivní střed vychylování a úhel vychylování.

Tomu lze zabránit, když úhlopříčka obrazu nepřekročí největší využitelný průměr u kulatých a úhlopříčku u obdélníkových stínítek a když vychylovací jednotka má takové rozměry, aby vzdálenost jejího středu vychylování od vztažné roviny nepřekročila předepsanou míru. Tato vzdálenost je dána podmínkou, aby elektrony měly volnou cestu v přímce ze středu vychylování na stínítko. Protože elektronový paprsek opisuje v oblasti vychylovací cívky dráhu tvaru kruhového oblouku, neshoduje se obvykle geometrický střed vychylovací cívky se středem vychylování.

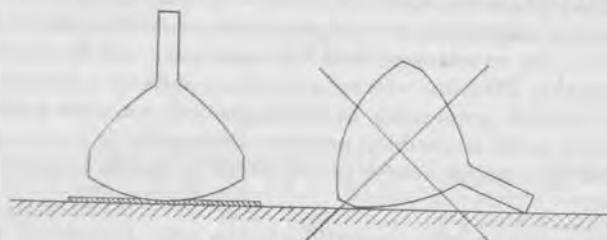
Maximální vychylovací úhel se definuje jako úhel, kterým se obsáhne využitelný průměr stínítka ze středu vychylování v situaci, kdy střed vychylování je v největší povolené vzdálenosti od vztažné roviny (viz obr. 133). Vedle toho rozeznává se ještě úhel vychylování v horizontálním a vertikálním směru.

Na krku obrazovky se případně také umísťuje pomocný magnet, a to tehdy, je-li obrazovka vybavena iontovou pastí. Účelem tohoto magnetu je odchytil elektronový paprsek zpět do směru ke stínítku. Na magnetu je obvykle šipkou, nebo barevnou značkou vyznačen směr pro určení polarity. Při pohledu ve směru šipky je severní pól magnetu na pravé straně šipky. Magnet s iontovou pastí je nutno umístit přesně podle návodu výrobce. Jeho poloha ovlivňuje základní jas obrazovky. Nelze tedy za žádných okolností použít změny jeho polohy k odstranění stínů v obraze, což je možno provést pouze novým seřízením vychylovací a zaostřovací jednotky.

Pro upevnění obrazovky do přístroje se nesmí počítat s objímkou obrazovky jako s opěrným bodem. Objímku obrazovky nutno považovat pouze jako součást k umožnění elektrického spojení elektrod obrazovky se zdroji. Prívody k objímce musí být proto měkké a ohebné a objímka sama nesmí být připevněna na kostru přístroje.

Objem dnešních televizních obrazovek je již tak veliký, že při neopatrném zacházení je možnost imploze obrazovky a nebezpečí vážných poranění skleněnými střepy baňky.

Obrazovky se stejně jako ostatní elektronky čerpají na vysoký stupeň vakua. Výrobce zaručuje sice jistou odolnost obrazovek, kterou si také kontroluje velmi přísnou zkouškou v přetlakové komoře, avšak za předpokladu zvýšené opatrnosti při manipulaci. Při práci s obrazovkami je tedy nutno zachovávat určité zásady, aby bylo zabráněno možnosti imploze, při níž vedle nebezpečí poranění se velmi drahá obrazovka vždy zničí a často se zničí i celá řada elektronek a dalších součástí v přístroji. Při manipulaci s nezabalеныmi obrazovkami je nutno předcházet možným poraněním při implozi obrazovky používáním ochranných pomůcek, jako jsou štíty na obličej a krk a rukavice. Při hromadném používání obrazovek, jako jsou montovny televizních přijímačů, jsou kromě toho pracoviště, kde se s obrazovkami pracuje, zvlášť vyhrazena a označena.



Obr. 134. Správné a chybné uložení vybalené obrazovky.

K zásadám správného zacházení s obrazovkou patří péče o sklo baňky a zvláště její čelní stěna nesmí být poškozena poškrábáním, poněvadž se tím značně zmenšuje pevnost skla a může nastat imploze obvykle až po nějakém čase. Pokud obrazovka není zamontována v přístroji, nebo uložena ve svém původním obalu (to jen ve zcela výjimečných případech), je nutno, aby obrazovka byla uložena stínítkem dolů na měkké podložce, pečlivě zbavené všech tvrdých částíček, které by mohly způsobit její poškození. Obrazovka nesmí být nikdy uložena tak, aby ležela s oporou na okraji stínítka a krku (obr. 134). Televizní obrazovky mají poměrně krátký a tenký krk a proto se nikdy nesmí zvedat uchopením za krk, ale vždy jen za baňku. Při práci s obrazovkou se nesmí zapomínat ani na to, že vnější vodivá vrstva na baňce může být nabita nábojem o vysokém napětí, i když je obrazovka vyjmuta ze zařízení. Při manipulaci s takovou obrazovkou může dojít k úderu, který obvykle není nebezpečný, avšak může způsobit bezděčnou reakci, při níž se obrazovka např. pádem poškodí.

Pro ochranu uživatelů televizních přijímačů je předepsáno používání ochranných štítů před stínítkem zamontované obrazovky. Tento štít musí být z netřítivého materiálu a mezi ním a obrazovkou musí být ponechána určitá bezpečnostní vzduchová mezera.

U televizních obrazovek se neuzemňuje kladný pól vysokého napětí. Jakýkoli vnější vodivý povlak nesmí být nikdy odpojen, jestliže je jeho spojení se zemí předepsáno. Protože vnější vodivý povlak nebývá vždy nejlepším vodičem, je vhodné uzemnit jej ve dvou proti sobě ležících místech. Zabrání se tak poruchám ve vychylování paprsku. Dále je nutno dbát na dobrý spoj zvláště při chvění, po přepravě a při podobných okolnostech. Mezi baňkou a kovovými částmi, kterými je obrazovka v přístroji upevněna a mezi obrazovkou a pomocnými prvky, jako jsou vychylovačí cívky apod., je nutno dodržet přiměřenou izolaci. Jinak mohou nastat nežádoucí jevy, způsobené svody ve skle, nebo elektrostatickými náboji, popř. mohou nastat nebezpečné výboje. Tato opatrnost nabývá na důležitosti při vyšších provozních napětích. Vnější povlak tvoří část kondenzátoru, který se má vybjít připojením na vývod poslední anody. Vzhledem

k zbytkové dielektrické polarizaci tvoří se totiž další náboje, takže toto opatření je vhodné před manipulací s obrazovkou v každém případě.

Je třeba upozornit na to, že se nesmí předpokládat zlepšení účinnosti nebo prodloužení života při použití snížených vysokých napájecích napětí. Lze očekávat opačný účinek, protože zmenšené velikosti tohoto napětí mohou způsobit nestejný jas stínítka a nedokonalou jakost zaostření. Může se také dosti rychle zmenšit účinnost stínítka v průběhu života. Stínítka se může poškodit také tehdy, když obrazovka pracuje s pomalu se pohybující stopou. Potom pro dosažení nezkrácené doby života je nutné udržovat úroveň jasu a proudu paprsku na nejnižší potřebné hodnotě.

Při návrhu skříňky přístroje s obrazovkou musí být brán zřetel na dostatečné větrání zvláště u obrazovek s magnetickým vychylováním a zaostřováním. Dobré větrání je nutné v okolí cívek, aby se zde nepřehřál krk obrazovky, což by nepříznivě ovlivnilo dobu života obrazovky. Příslušné větrání v prostoru objímek a bočních vývodů je důležité zvláště při vyšších provozních napětích, protože korunou ionizovaný vzduch, který se zde vytváří, může se snadněji probíjet. Obrazovky je nutno odstínit proti silným elektrostatickým a magnetickým polím, která by mohla způsobit poruchy jejich činnosti.

Abyste příliš velký proud paprsku nevypálil stínítka nebo nepoškodil katodu, doporučuje se dále zajistit vhodnou volbou časových konstant anodových a mřížkových napájecích obvodů, aby se při vypnutí přístroje mřížkové předpětí nezmenšovalo rychleji než anodové napětí. Naopak při zapnutí je nutno zamezit, aby anodové napětí nevzrůstalo rychleji než mřížkové předpětí. Konečně se také obvykle požaduje, aby na obrazovku byla přivedena vychylovačí napětí dříve, než se začne odebrat proud z katody.

### 8.5.2 Mezní údaje

#### a) *Žhavicí napětí a žhavicí proud*

Jednotliví výrobci obrazovek udávají ve svých publikacích rovněž mezní parametry obrazovek. Tyto údaje nesmí být za žádných okolností překročeny. Pokud jsou zde udány některé všeobecné směrnice, je tedy nutno porovnat je s údaji výrobce příslušné obrazovky a při jiných údajích dodržet směrnice výrobce.

Při paralelním napájení žhavicích vláken doporučuje se udržovat žhavicí napětí v úzké toleranci kolem jmenovité hodnoty 6,3 V, protože žhavicí vlákna obrazovek jsou velmi náročná na stálost napětí oproti jiným typům vláken. Při sériovém napájení žhavicích vláken je vhodné učinit takové opatření, aby v okamžiku zapnutí žhavicí napětí na žádné elektronece nepřekročilo svou jmenovitou hodnotu o více než 50 %. Proto je vhodné zařadit do žhavicího obvodu omezovač proudu.

#### b) *Napětí mezi žhavicím vláknem a katodou*

Mezní údaje, které se uvádějí pro napětí mezi žhavicím vláknem a katodou, platí pro stejnosměrné napětí nebo pro efektivní střídavé napětí, nebo pro součet těchto napětí. Vztahují se na ten konec žhavicího vlákna, který má vyšší napětí proti katodě. Jestliže se udává vrcholové napětí mezi katodou a vláknem, rozumí se tím součet vrcholového střídavého napětí a případného stejnosměrného napětí.

Efektivní střídavá složka napětí mezi katodou a žhavicím vláknem omezuje se s ohledem na možnost vzniku bručení většinou na 20 V.

### e) Napětí řídicí mřížky

Nedoporučuje se, aby svodový odpor v obvodu řídicí mřížky byl větší než je uvedeno v mezních hodnotách, protože při velkém mřížkovém odporu může mřížkový proud nepříznivě ovlivnit nebo v krajním případě zcela znemožnit řízení jasu obrazovky.

Obrazovky nesmí být zapojeny v takovém obvodu, ve kterém může vznikat kladný mřížkový proud, při čemž se obvykle nedoporučuje, aby obrazovky pracovaly třeba i po krátkou dobu při mřížkovém předpětí kladnějším než  $+1$  V.

### d) Napětí na ostatních elektrodách kromě poslední anody

Tato napětí se mohou získávat buď z děliče napětí s dobrou stálostí napětí, nebo přímo ze zvláštních zdrojů, jejichž napětí je říditelné ve vhodných mezích. Při použití sériových odporů je nutno dbát doporučení výrobce obrazovek.

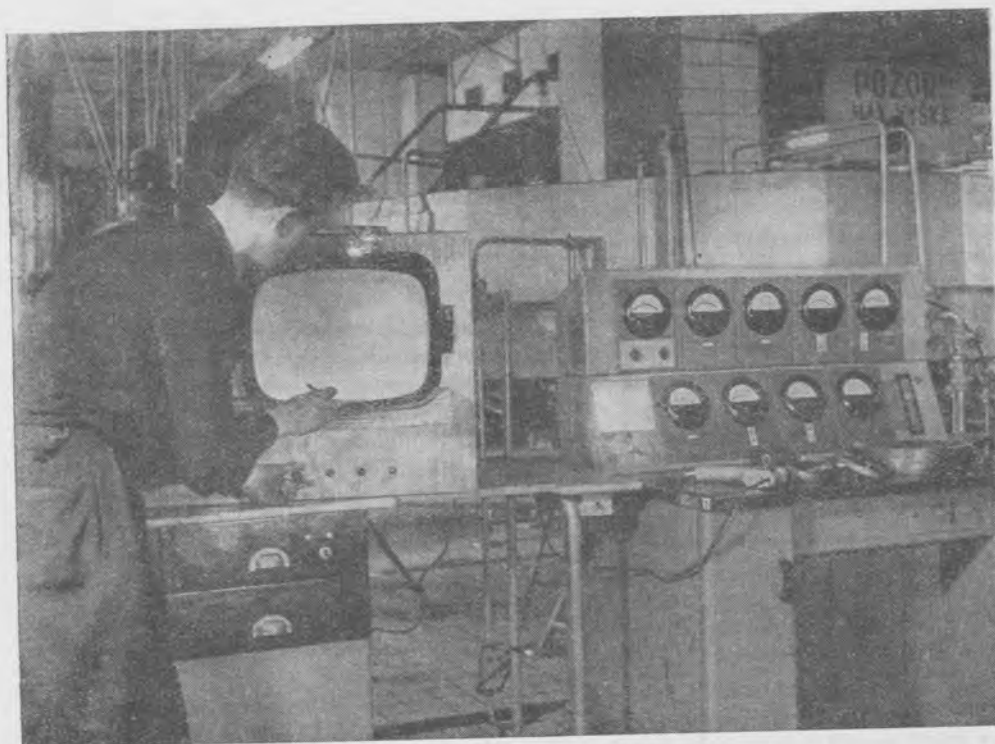
## 8.5.3 Spolehlivost a doba života obrazovek

Rozvoj televize si vyžádal jak průmyslové zvládnutí výroby televizních obrazovek, tak i zvětšení spolehlivosti a prodloužení doby života. Bez těchto vlastností by se zařízení, jako je televizní přijímač, jen těžko uplatnilo v tak širokém měřítku. Zásahu na zvětšení spolehlivosti obrazovek mají všichni ti, kteří se podíleli na jejím vývoji, protože ji přeměnili z původní choulostivé laboratorní součásti v jeden ze spolehlivých stavebních prvků elektronických zařízení, takže snese i hrubší zacházení a přežije i různé provozní přehmaty nebo kratší přetížení.

Protože obrazovka je stále nejdražší součástí televizních přijímačů (tvoří 15 až 20 % jejich ceny), je důležité, aby její život byl pokud možno nejdelší. Doba života obrazovky záleží na celé řadě činitelů, kterými ji lze ovlivnit jak již při výrobě, tak při provozu. Pokud jde o provoz obrazovky, byly hlavní zásady jeho spolehlivosti uvedeny v čl. 8.5.2.

Ve výrobě obrazovek, která klade velké nároky na přesnost zhotovení jednotlivých součástí i montáž dílů a sestavy systému, pečlivost u operací se zářivou látkou a zpracování katody a velkou, tzv. vakuovou čistotu, bylo dosaženo v dnešní době velké dokonalosti. Proti dřívějším obrazovkám je dnes život obrazovky mnohem delší a podstatně se také změnila příčina, pro něž je obrazovka vyřazována z provozu. Dříve to bylo nejčastěji vyčerpání zářivé látky, která postupně ztratila svoji účinnost, což při pokroku ve výrobě a technologii zpracování zářivých látek je dnes téměř odstraněno, takže se stínítko stalo jednou z nejtvrdivějších součástí obrazovky. Život obrazovky většinou končí vyčerpáním emisní schopnosti katody. Ve výrobním závodě se vlastnostem katody i stínítka věnuje velká péče a to jednak při výrobě samé, kde jsou předepsány přísné výrobní postupy a mezioperační kontroly, zvláště pak při proměřování hotových obrazovek, kde každá obrazovka musí projít přísným sítím zkoušek a měření.

Kontrola obrazovek je organizována obdobným způsobem jako kontrola elektronek, i když je širší, neboť je třeba sledovat nejen běžné vlastnosti katody a systému, ale také veličiny fotometrické, elektrickou pevnost, jakost vodivého povlaku aj. Po základním ověření činnosti obrazovky výrobními a jinými orgány kontroly jakosti se obrazovky skladují po určitém předepsanou dobu (obvykle 20 dní) ve skladech výrobního závodu. Během této doby projeví se skryté vady obrazovky, zvláště ztráta vakua. Mezitím proběhne úplná typová zkouška dané výrobní série a zkouška života, jejíž délka je z provozních důvodů omezena na 500 hodin. Po době skladování následuje druhá, nebo také výstupní kontrola a na základě všech těchto zkoušek uvolňuje se teprve celá výrobní série na expediční sklad.



Obr. 135. Měření optických vlastností televizní obrazovky.

Měřicím předpisem je stanoveno pořadí jednotlivých zkoušek. Při vzhledové kontrole a kontrole mechanických rozměrů přeměřují se rozměry obrazovky šablonami a měrkami. Jde o takové rozměry, jako je celková délka, délka kuželové části baňky, kterou je v určité závislosti dána vztážná rovina, průměr krku a přechod krku do kužele baňky. Pak následují měření svodových proudů mezi katodou a vláknem i měření svodových proudů mezi jednotlivými elektrodami, neboť tyto vlastnosti mohou podstatně ovlivnit provozuschopnost obrazovky během jejího života. Tyto veličiny se rovněž sledují během zkoušky života jako jedno z důležitých kritérií.

Vlastnosti katody se ověřují různými zkouškami, jako je měření velikosti žhavicího proudu, doby nažhavení katody, měření nasyceného (saturačního) proudu, kterým se určí emisní schopnost katody a měření katodového proudu při nulovém předpětí.

Kontrola elektrické pevnosti obrazovek je rovněž důležitou zkouškou zajišťující provozuschopnost a bezpečnost jejich činnosti. Provádí se pochopitelně s vyšším napětím než je provozní napětí. Například u obrazovek 431QQ44 a 531QQ44 zkouší se až na 21 kV, i když mají předepsáno provozní napětí 16 kV. Při této kontrole se pozoruje systém a stínítko obrazovky, kde během 30 vteřin po zapnutí předepsaného vysokého napětí nesmí nastat přeskoky, popř. se na stínítku nesmí objevit záblesky. Současně s touto zkouškou se obvykle kontroluje, zda nedochází k parazitnímu svitu stínítka, což se provádí při provozním napětí anody.

Z dalších elektrických zkoušek je třeba jmenovat alespoň kontrolu pracovního bodu, soustřednosti rastru, závěrného a modulačního napětí a šířky stopy. U obrazovky s ion-

tovou pastí se kontroluje normalizovanými díly příslušenství účinnost iontové pasti a nastavení magnetu iontové pasti.

Jas stínítka se měří pomocí luxmetru, který se skládá z měřicí sondy s fotoelektrickým článkem a přístroje se zabudovaným normálem jasu, oceňovaným v luxech. Při měření se kontroluje jas uprostřed stínítka, kde musí být dodržena určitá předepsaná hodnota, a dále po celé ploše, kde se nesmí rozdíl jasu odchýlit od určitého předepsaného procenta vzhledem k měření uprostřed (obr. 135).

Jakost stínítka se kontroluje dále na závady ve skle stínítka, závady na povrchu stínítka a na závady ve vrstvě zářivé látky. Tato zkouška se provádí obvykle zapojením obrazovky do televizního přijímače vhodného typu, který umožní nastavit rastr na stínítku podle příslušného kontrolního předpisu. Stínítko obrazovky je rozděleno do několika zón, jako je střed a okrajové části stínítka, v nichž se nesmí vyskytovat větší množství závad. Tato množství jsou volena tak, aby nedošlo k jejich zpozorování při sledování televizního programu. Kontrola se provádí pozorováním prostým okem z určité předepsané vzdálenosti kolmo k ploše stínítka.

K měřením fotometrickým patří dále kontrola kontrastu stínítka obrazovky a měření barevné teploty stínítka.

Ke zkouškám, které ověřují spolehlivost obrazovek, patří kontrola odporu vnější vodivé vrstvy, který se měří v protilehlých rozích obrazovky tak, že se kontakty s předepsanou plochou (0,5 až 1 cm<sup>2</sup>) přikládají do určité vzdálenosti od okraje vodivého povlaku, při čemž odpor musí být v předepsaných hranicích. Jsou to dále zkoušky mechanické odolnosti, které se provádějí otřásáním obrazovky ve třech polohách po určité dobu a také zkouška přetlaku. Tato tlaková zkouška se provádí namátkově v tlakové komoře při zvyšujícím se tlaku až do rozbití obrazovky. Protože je destruktivní, provádí se na určitém počtu v určitých časových intervalech a o jejím průběhu se vedou přesné záznamy, z kterých lze tak hodnotit odolnost a spolehlivost obrazovek.

Zkouška života obrazovek se provádí ve zvláštních zařízeních, kde obrazovka je v nepřetržitém provozu alespoň 500 hodin. Podmínky provozu jsou laboratorní a ne logii skutečného provozu v televizním přijímači. Provoz se přerušuje jen na dobu kontrolních měření, která se provádějí v určitých intervalech za účelem sledování stálosti, popř. průběhu změn vybraných veličin. K těmto kritériím zkoušky života patří především izolační proudy a dále šířka zao: třené stopy, vznik iontové skvrny na stínítku, stopy getru apod., z jejichž změn usuzují výrobci obrazovek na jakost celé dané série a činí pak příslušné zásahy pro odstranění jak krátkodobých poruch ve výrobě, tak pro další vývoj obrazovek zlepšených vlastností.

## 8.6 Značení obrazovek

### 8.6.1 Značení Tesla

Obdobně jako pro přijímačí elektronky bylo také pro obrazovky vyráběné v ČSSR zavedeno vlastní značení, jehož principy jsou obsaženy v normě NTK 003 národního podniku Tesla. Toto značení bylo z podobných důvodů, které jsme již dříve uvedli, opuštěno u obrazovek televizních, tj. takových, kterých se vyrábí daleko největší množství a s nimiž náš průmysl počítá i pro zahraniční trhy. Hlavně pak jde o takové případy, kdy se vyvážejí televizní přijímače a zahraniční odběratel nechce být vázán jen na dovoz náhradních dílů, zvláště elektronek a obrazovek, a proto vítá osazení těchto přístrojů ekvivalentními elektronkami a obrazovkami velkých evropských výrobců,



včetně označení. To byl jeden z hlavních důvodů, proč se u obrazovek majících úplně ekvivalenty ve všech případech přešlo na jednotné evropské značení.

Vzhledem k tomu, že všechny starší československé televizní obrazovky byly označovány podle normy NTK a že se i dnes u vlastních variant používá toto označování, popíšeme nejdříve způsob značení Tesla.

Podle normy NTK patří obrazovky do skupiny zvláštních elektronek a výbojek. Tato skupina zahrnuje širokou a pestrou skupinu výrobků, jejichž rozřídění je položeno na první písmeno ve střední písmenové skupině znaku. Značení obrazovek má tedy stejnou systematiku jako značení elektronek přijímacích, tj. skládá se ze tří základních částí, skupin velkých písmen a číslic, přičemž na prvním a třetím místě jsou číslice a uprostřed velká písmena. Znaky se píšou bez mezer. Významy těchto znaků jsou ovšem jiné pro elektronyk přijímací a jiné pro obrazovky.

Obrazovky charakterizuje písmeno Q ve střední skupině znaku. Další třídění je dáno druhým písmenem a tak ze znaku lze dále určit:

- QK . . . . . superikonoskop
- QL . . . . . ikonoskop
- atd., až
- QP . . . . . obrazovka s magnetickým vychylováním
- QQ . . . . . obrazovka se smíšeným vychylováním
- QR . . . . . obrazovka s elektrostatickým vychylováním

U skupiny obrazovek označuje první skupina číslic průměr stínítka obrazovky, který se udává zaokrouhlenou hodnotou v centimetrech, takže pro stínítka průměru od 100 mm výše je třeba použít dvoumístná čísla. U obrazovek s obdélníkovým stínítkem se vyznačuje délka úhlopříčky podle těchto zásad. Poslední číslice v první číslicové skupině značí postupné číslo typu.

Třetí část znaku obrazovek je dvoumístná skupina číslic, která určuje druh stínítka podle tohoto klíče:

skupina	barva	dosvit	použití
40	—	—	monoskop
41	zelená	střední	oscilografy
42	modrozelená	dlouhý	oscilografy
44	bílá	střední	televize
47	modrá	velmi dlouhý	zvláštní účely
50	—	—	skiatron
51	modrá	krátký	zvláštní účely
52	oranžová	dlouhý	zvláštní účely
55	modrozelená	velmi krátký	televize
56	modrofialová	velmi krátký	televize

Příklady označení obrazovek podle normy Tesla:

430QP44

43 délka úhlopříčky stínítka 43 cm

0 základní konstrukční typ

QP obrazovka s magnetickým vychylováním

44 televizní stínítko bílé, dosvit střední

131QP55

13 průměr stínítka 13 cm

- 1 první konstrukční varianta
- QP obrazovka s magnetickým vychylováním
- 55 stínítka modrozelené, dosvit velmi krátký, použití pro snímání obrazu z filmu nebo diapozitivu

### 8.6.2 Jednotné evropské značení

Jednotné evropské značení obrazovek vzniklo současně se značením přijímacích elektronek. Znak se skládá obdobně jako u značení Tesla ze tří skupin, a to z jedné skupiny velkých písmen a dvou skupin číslic. Jejich pořadí je však jiné. Na prvním místě je skupina velkých písmen a pak následují dvě skupiny číslic, které jsou odděleny pomlčkou. Mezi skupinou písmen a první skupinou číslic se ponechává mezera.

První skupinou velkých písmen je dáno základní třídění. Při tom je význam prvního písmena:

- A ... magnetické vychylování a elektrostatické zaostřování
- M ... magnetické vychylování a magnetické zaostřování.

Druhé písmeno udává barvu a dosvit stínítka:

- B ... barva modrá, dosvit krátký
- W ... barva bílá, dosvit střední.

První číselná skupina udává rozměr stínítka, při čemž u kulatých stínítek jde o průměr, u obdélníkových stínítek o délku úhlopříčky, vždy v centimetrech.

Poslední skupina, opět číselná, která je od předchozí oddělena pomlčkou, vyznačuje konstrukční variantu, postupný typ apod.

Příklady označení obrazovek podle jednotného evropského značení:

AW 53-80

- A obrazovka s magnetickým vychylováním a elektrostatickým zaostřováním
- W televizní stínítka bílé, dosvit střední
- 53 délka úhlopříčky obdélníkového stínítka 53 cm
- 80 konstrukční typ, jehož hlavní znak je úhel vychylování 90°.

AW 53-88

- A obrazovka s magnetickým vychylováním a elektrostatickým zaostřováním
- W televizní stínítka bílé, dosvit střední
- 53 délka úhlopříčky obdélníkového stínítka 53 cm
- 88 konstrukční typ, jehož hlavní znak je úhel vychylování 110°.

### 8.6.3 Značení obrazovek v SSSR

Jednotné značení obrazovek vyráběných v SSSR platí od roku 1951 a jeho zásady jsou dány státní normou GOST 5461-50. Oproti dvěma dříve uvedeným systémům má toto označování čtyři číslicové a písmenové prvky, které vyjadřují základní konstrukční a druhové vlastnosti. Písmena i číslice píší se bez mezer.

Na prvním místě je skupina číslic, která udává průměr stínítka nebo úhlopříčku stínítka obrazovky v centimetrech.

Na druhém místě je skupina velkých písmen, která rozděluje obrazovky do jednotlivých skupin takto:

- ЛЮ . . . obrazovky elektrostatické
- ЛМ . . . obrazovky magnetické oscilografické
- ЛК . . . obrazovky magnetické televizní (K — kineskop).

Na třetím místě je číslice, nebo skupina číslic, která udává pořadové číslo druhu, daného předcházejícími dvěma skupinami. Může zde jít o konstrukční varianty, týkající se buď vnitřního systému obrazovky, vnějších rozměrů, změny patice apod.

Poslední znak charakterizuje druh stínítka obrazovky podle tohoto klíče:

- Б . . . . bílé
- С . . . . modré
- В . . . . zelené
- Ж . . . . žlutozelené
- П . . . . s dlouhým dosvitem
- К . . . . s krátkým dosvitem.

Čtvrtý prvek označení u obrazovek může být někdy vynechán.

Příklad označení obrazovky vyrobené v SSSR:

53JK2Б

- 53 délka úhlopříčky stínítka 53 cm
- JK obrazovka magnetická televizní
- 2 druhá konstrukční varianta
- Б stínítka bílé

#### 8.6.4 Značení obrazovek v USA

Označování obrazovek vyráběných v USA má opět tříprvkový charakter. Ve znaku jsou použita písmena a číslice, jež se píšou bez mezer.

Na prvním místě je skupina číslic, která udává rozměr stínítka, tj. průměr u kulatých a úhlopříčku u obdélníkových stínítek. Zde je však jednotkou délkové míry palec.

Na druhém místě je písmenový symbol, skládající se ze dvou nebo tří písmen, z nichž první dvě označují jednotlivá typová provedení a třetí je vždy písmeno P (Picture Tube = obrazovka).

Na třetím místě je číslice, která vyjadřuje druh stínítka podle tohoto rozdělení:

- 3 . . . . zelená televizní
- 4 . . . . bílá televizní.

Příklad označení obrazovky vyrobené v USA:

17DKP4

- 17 délka úhlopříčky stínítka 17"
- DKP obrazovka, v tomto případě s úhlem vychylování 110° a zkráceným krkem
- 4 stínítka bílé.

## VI. OBRAZOVKY, JEJICH POUŽITÍ A CHARAKTERISTIKY

## 9.1 Obrazovka 25QP20

## 9.1.1 Popis

Obrazovka TESLA 25QP20 (obr. 136) je nejstarší československá televizní obrazovka. Má kruhové stínítko o vnějším průměru asi 270 mm, při čemž průměr využitelné plochy je asi 240 mm, což dá obdélníkový obraz při poměru stran 3 : 4 asi 150 × 200 mm. Celková délka obrazovky je asi 415 mm. Její hlavní vnější rozměry a zapojení patice jsou na obr. 137. Obrazovka je celoskleněná,



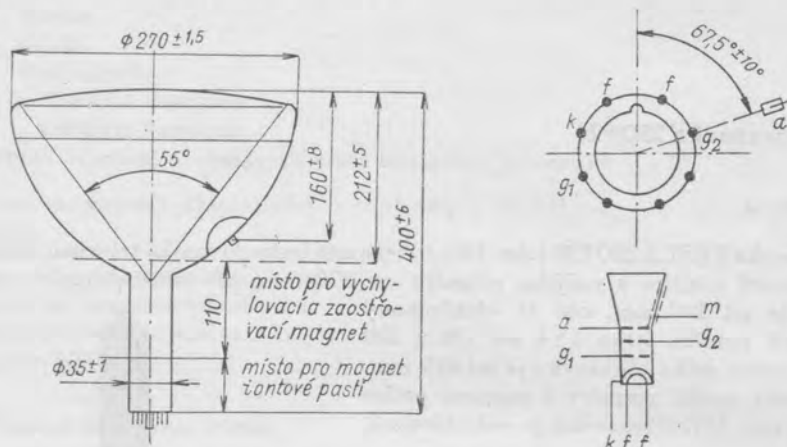
Obr. 136. Obrazovka TESLA 25QP20.

baňka je z lisovaného skla, stínítko je sférické. Čelní stěna obrazovky je z kouřového skla, což zvětšuje kontrast obrazu při pozorování v místnosti s denním osvětlením. Barva stínítka je bílá, dřívější obrazovky měly také odstín modrobílý a modrozeleňobílý, dosvit je střední.

Obrazovka 25QP20 má magnetické vychylování a magnetické zaostřování. Na obr. 137 jsou vyznačeny oblasti na krku obrazovky, kam je nutno umístit vychylovací a zaostřovací cívky, aby byla zaručena jejich správná činnost. Je zde také vyznačeno místo pro cívku iontové pasti. Úhel vychylování obrazovky je 55°.

Vnější povrch kužele obrazovky je pokryt vodivou grafitovou vrstvou a musí být v provozu vždy uzemněn. Anoda je vyvedena na kuželové části baňky.

Systém obrazovky je pentodový s iontovou pastí, vytvořenou kolenem na systému. Obrazovka má osmikolíkovou patici loktal s kovovým vodicím klíčem. Při montáži se doporučuje vodorovná poloha obrazovky.



Obr. 137. Zapojení patice a rozměry obrazovky 25QP20.

### 9.1.2 Obdobné typy

Obrazovku 25QP20 lze nahradit ekvivalentním typem 250B1 nebo dalšími zahraničními typy 10BP4, MW 22-5. Podobná je také sovětská obrazovka 23ЖК1Б.

### 9.1.3 Elektrické vlastnosti

#### a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	0,6	A
Doba nažhavení vlákna . . . . .	$t_f$	40	s

#### b) Kapacity

Kapacita mezi řídicí mřížkou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_{g1}$	max. 8	pF
Kapacita mezi katodou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_k$	max. 8	pF
Kapacita mezi zaostřovací elektrodou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_{g2}$	max. 6	pF

#### c) Provozní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	6	8	kV
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g2}$	250	250	V

Závěrné napětí . . . . .	$U_{g1}^{1)}$	-45	-45	V
Modulační napětí paprsku . . . . .	$U_{gm}^{2)}$	-25	-25	V
Modulační napětí paprsku . . . . .	$U_{gm}^{3)}$	-20	-20	V

## d) Mezní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	max. 10	kV
	$U_a$	min. 6	kV
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g2}$	max. 400	V
Předpětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{g1}$	max. -150	V
	$U_{g1}$	min. 0	V
Napětí mezi katodou a vláknem . . . . .	$U_{k/t}$	max. 125	V
Svodový odpor řídicí mřížky . . . . .	$R_g$	max. 1,5	MΩ
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 50	μA
Střední zatížitelnost stínítka . . . . .	$P_s$	max. 2	mW/cm <sup>2</sup>
Vrcholová zatížitelnost stínítka . . . . .	$P_{sv}$	max. 10	mW/cm <sup>2</sup>

## 9.1.4 Nastavení magnetu iontové pasti

Magnet iontové pasti je opatřen půlkruhovým držákem, pomocí kterého jej lze připevnit na krk obrazovky. Správná poloha magnetu se nastaví podle tohoto postupu:

1. Po vypnutí přijímače se sejme objímka obrazovky a magnet s držákem se nastaví přibližně do polohy nakreslené na obrázku hlavních rozměrů obrazovky.

2. Objímka obrazovky se opět nasune a po zapnutí přijímače se nastaví jas tak, aby rastr byl právě viditelný, neboť příliš velký jas při nastavování iontové pasti by mohl být pro obrazovku nebezpečný. Nejvýhodnější je nastavování magnetu iontové pasti při zkušebním obrazi (monoskopu). Nedosáhne-li se seřízením regulátoru jasu obraz, nutno překontrolovat postavení magnetu, zda není převrácena jeho polarita.

3. Další seřízení magnetu se provádí jeho posouváním ve směru hlavní osy obrazovky až do dosažení největšího jasu. Pak se regulátorem jasu nastaví nejintenzivnější obraz a je-li nutno, zkoriguje se znovu postavením magnetu na nejlepší jakost obrazu.

4. Nelze-li rastr správně vystředit, provede se seřízení magnetu jeho otáčením za podmínky, že se nezmenší jas obrazu.

5. Je-li jas rastru nedostatečný, nutno použít jiný magnet.

Při seřizování magnetu iontové pasti platí podmínka, že magnet musí být vždy v poloze největšího jasu. V žádném případě se nesmí magnet používat k odstraňování stínů v rastru, jestliže by tím byl současně ovlivněn jas obrazu. V těchto případech se stíny odstraní nastavením zaostřovacího pole, popř. i nastavením vychylovacích cívek.

Během provozu obrazovky se stává, že se jas zvolna zmenšuje následkem pozvolné ztráty magnetických vlastností magnetu iontové pasti. V tomto případě doporučuje se nejdříve nově seřídit magnet podle stejného postupu jako s novým magnetem nebo použít nový magnet iontové pasti.

## 9.2 Obrazovky 350QP44 a 351QP44

## 9.2.1 Popis

Obrazovky TESLA 350QP44 a 351QP44 (obr. 138) jsou obrazovky shodné svými rozměry i elektrickými vlastnostmi. Liší se patičí, kde byla u typu 351QP44 proti dřívější

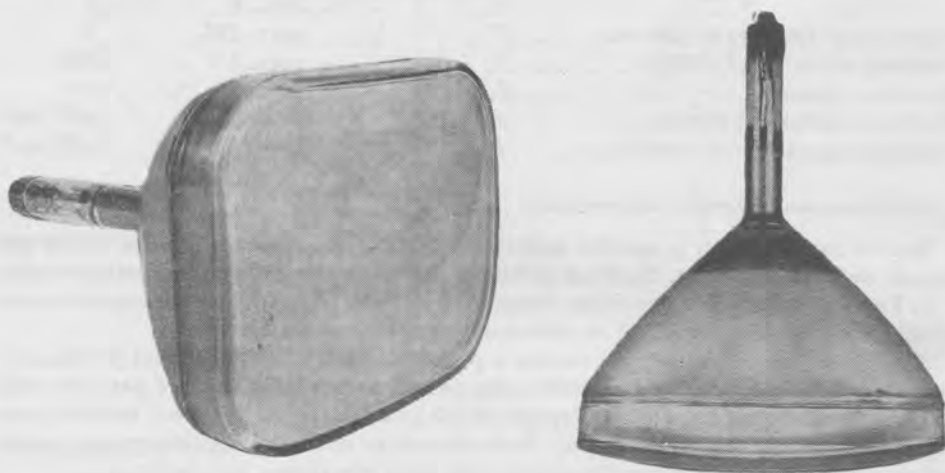
<sup>1)</sup> Závěrné napětí určuje stav, kdy nevychýlená zaostřená stopa uprostřed stínítka právě mizí.

<sup>2)</sup> Pro katodový proud  $I_k = 100 \mu A$ .

<sup>3)</sup> Pro katodový proud  $I_k = 60$  až  $100 \mu A$ .

vějším patícím loktal zavedena výhodnější patice duodekal 12, umožňující použití čerpací trubičky o větším vnitřním průměru k usnadnění čerpacího pochodu. Současně bylo upraveno žhavicí vlákno a katoda, takže jejich vlastnosti vyhovují provozu se sériovým napájením.

Jsou to obrazovky s obdélníkovým stínítkem se zaoblenými rohy, určené pro televizní přijímače. Jejich hlavní vnější rozměry a zapojení patice jsou uvedeny na obr. 139. Poměr stran stínítka 3 : 4 odpovídá mezinárodnímu doporučení. Rozměry využitelné



Obr. 138. Obrazovka TESLA 350QP44.

plochy pro zobrazování jsou  $220 \times 294$  mm, při úhlopříčce minimálně 321 mm, při čemž rohy stínítka mají poloměr zaoblení asi 56 mm. Celková délka je asi 420 mm. Obrazovka je celoskleněná s baňkou vyrobenou z lisovaného skla se sférickým stínítkem. Čelní stěna obrazovky je z kouřového skla, což zvětšuje kontrast obrazu při pozorování v místnosti s denním osvětlením. Barva světla stínítka je bílá, dosvit střední.

Obrazovky 350QP44 a 351QP44 mají magnetické vychylování a zaostřování. Na obrázku hlavních rozměrů jsou vyznačeny oblasti na krku obrazovky, kam je nutno umístit vychylovací a zaostřovací jednotky. Je také vyznačeno místo pro magnet iontové pasti. Její nastavení je popsáno v čl. 9.1.4 na str. 249. Úhel vychylování obrazovky ve směru úhlopříčky je  $70^\circ$ , ve směru horizontálním  $65^\circ$  a ve směru vertikálním  $50^\circ$ .

Vnější povrch kužele obrazovky je pokryt vodivou grafitovou vrstvou a musí být v provozu uzemněn. Anoda je vyvedena na kuželové části baňky.

Obrazovky 350QP44 a 351QP44 mají nepřímou žhavenou kyslíčkovou katodu, jejíž konstrukce zaručuje pevnou polohu v systému.

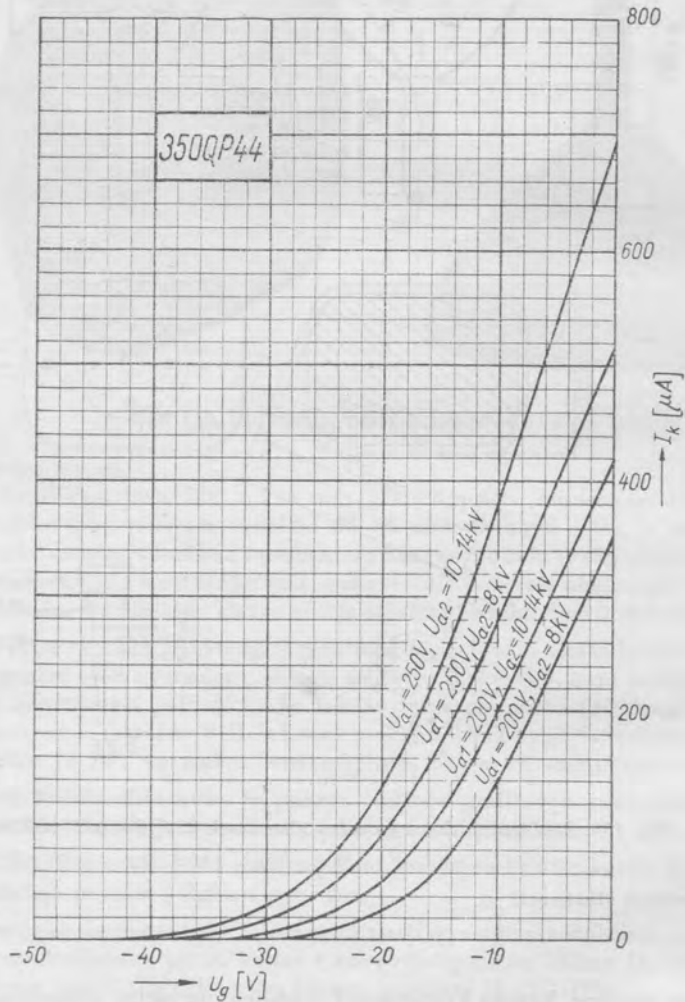
Systém obrazovky je pentodový s iontovou pastí vytvořenou kolenem na systému. Je vybavena osmikolíkovou paticí loktal s kovovým vodičím klíčem (350QP44) nebo dvanáctikolíkovou paticí s bakelitovým klíčem duodekal 12 (351QP44).

Montážní poloha se doporučuje v oblasti  $130^\circ$ , počínaje stínítkem nahoře, tj. osa svislá. Váha obrazovky bez příslušenství je asi 5 kg.





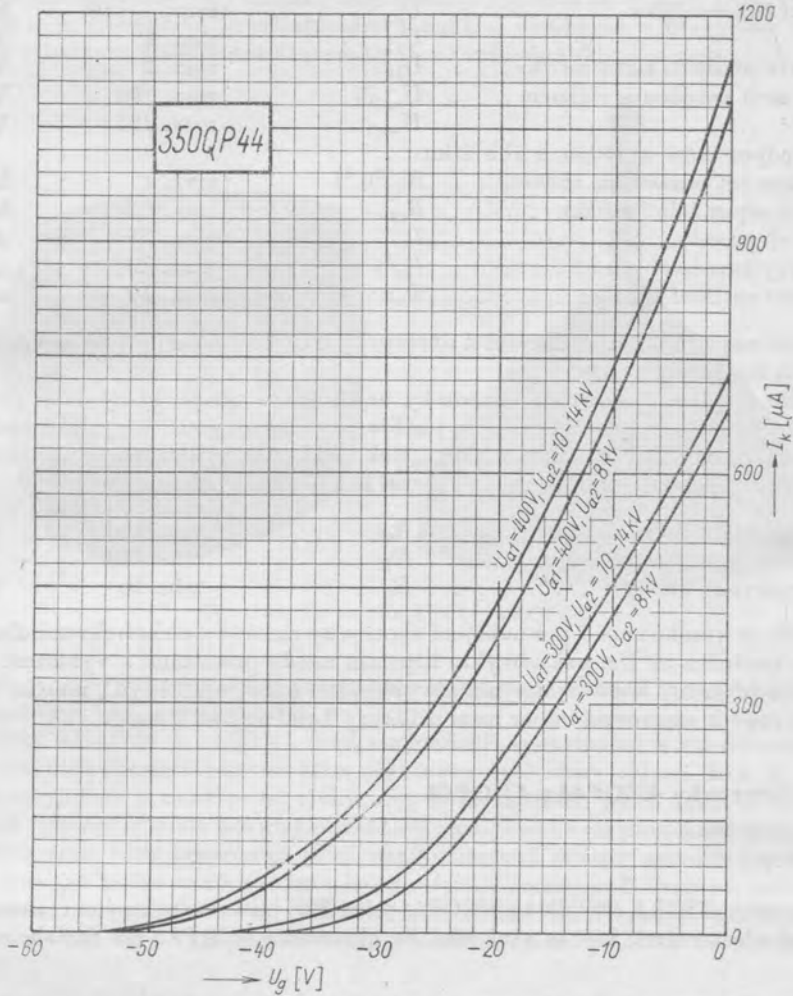
	350QP44	351QP44		
Žhavicí napětí. . . . .	$U_t$	6,3	6,3	V
Žhavicí proud. . . . .	$I_t$	0,6	0,3	A
Doba nažhavení vlákna. . . . .	$t_t$	40	70	s
b) Kapacity				
Kapacita mezi řídicí mřížkou a ostatními elektrodami. . . . .	$C_{g1}$	max. 8	max. 8	pF
Kapacita mezi katodou a všemi ostatními elektrodami. . . . .	$C_k$	max. 5	max. 6,5	pF
Kapacita mezi anodou a vnějším stíněním	$C_{a/m}$	max. 800	max. 800	pF



Dg. 112. Katodový proud  $I_k$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Při kreslení diagramu bylo použito starého označování elektrod; místo  $U_{g2}$ , bylo použito  $U_{a1}$ , místo  $U_a$  je zakresleno  $U_{a2}$ .

## c) Provozní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	12	kV
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{a2}$	250	V
Závěrné napětí . . . . .	$U_{a1}^{1)}$	-45	V



Dg. 113. Katodový proud  $I_k$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$ . Při kreslení diagramu bylo použito starého označování elektrod; místo  $U_{a2}$  bylo použito  $U_{a1}$ , místo  $U_a$  je zakresleno  $U_{a2}$ .

Modulační napětí paprsku . . . . .	$U_{gm}^{2)}$	max. -30	V
Katodový proud střední . . . . .	$I_k$	50	$\mu A$
Šířka stopy . . . . .	$d$	0,35	mm

1) Závěrné napětí určuje stav, kdy nevychýlená zaostřená stopa ve středu stínítka právě mizí.

2) Při katodovém proudu  $I_k = 100 \mu A$ .

## d) Mezní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a^{1)}$	max. 14	kV
	$U_a$	min. 7	kV
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g2}$	max. 400	V
	$U_{g2}$	min. 160	V
Předpětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{g1}$	max. -150	V
	$U_{g1}$	min. 0	V
Vrcholové předpětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{gv}$	max. 2	V
Napětí mezi katodou a vláknem . . . . .	$U_{+k/t}^{2)}$	max. 180	V
	$U_{-k/t}$	max. 125	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem při paralelním žhavení . . . . .	$R_{k/t}^{3)}, 4)}$	max. 1	MΩ
Svodový odpor řídicí mřížky . . . . .	$R_{g1}$	max. 0,5	MΩ
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 50	μA
Vrcholový katodový proud . . . . .	$I_{kv}^{5)}$	max. 100	μA
Vrcholové zatížení stínítka . . . . .	$P_{sv}$	max. 10	mW/cm <sup>2</sup>

Žhavicí napětí během nažhavení u obrazovky 351QP44 nesmí při sériovém napájení překročit hodnotu  $U_t = 9,5$  V.

Jestliže je některá elektroda obrazovky napájena ze zdroje, který dává při zkratu vrcholový proud 1 A nebo větší, nebo jestliže je ve zdroji použito vyhlazovacího kondenzátoru, jehož náboj je větší než 250 μC, pak odpor mezi vyhlazovacími kondenzátory a jednotlivými elektrodami nesmí být menší než je dále uvedeno:

odpor v obvodu řídicí elektrody . . . . .	$R_{g1}$	min. 150	Ω
odpor v obvodu zaostřovací elektrody . . . . .	$R_{g2}$	min. 470	Ω
odpor v obvodu anody . . . . .	$R_a$	min. 16	kΩ

Jestliže se vysoké napětí pro napájení obrazovky získává z nízkofrekvenčního zdroje, např. o kmitočtu 50 Hz, pak obvykle kapacita anody proti zemi k vyhlazení nestačí. Poněvadž přídatný kondenzátor má obvykle větší náboj než 250 μC, musí se v tomto případě zapojit omezovací odpor mezi přídatným kondenzátorem a anodu.

### 9.3 Obrazovky 430QP44 a 431QP44

#### 9.3.1 Popis

Obrazovky TESLA 430QP44 a 431QP44 (obr. 140) jsou shodné svými rozměry i elektrickými vlastnostmi. Liší se však tím, že obrazovka 431QP44 má metalizované stí-

<sup>1)</sup> Při anodovém proudu  $I_a = 0$ .

<sup>2)</sup> Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem může být během prvních 45 vteřin nažhování až 400 V (u 351QP44 až 410 V), kladný pól napětí na katodě. K omezení brucení musí být efektivní střídavá složka napětí  $U_{k/t}$  pokud možno malá a nesmí za žádných okolností překročit 20 V.

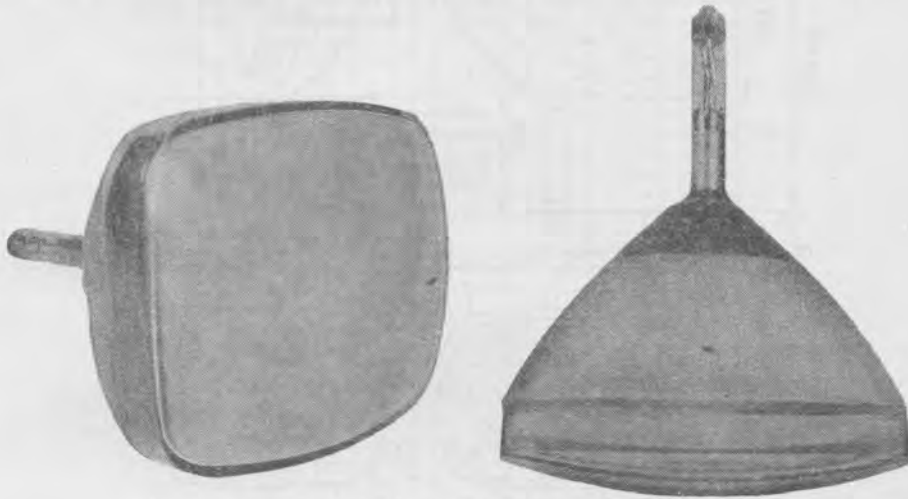
<sup>3)</sup> Platí při napájení žhavicího vlákna ze samostatného transformátoru. Jestliže je žhavicí vlákno pro střídavý proud uzemněno nebo jestliže je napájeno sériově přes předřadný odpor (u 350QP44), nesmí impedance  $Z_k$  v obvodu mezi katodou a zemí při kmitočtu 50 Hz překročit 0,1 MΩ.

<sup>4)</sup> Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem při sériovém zapojení je pro 351QP44  $R_{k/t} = \text{max. } 20 \text{ k}\Omega$ .

<sup>5)</sup> Při trvalém zatížení vrcholovým proudem se zkracuje doba života.

nítka, čímž byla zlepšena jakost pozorovaného obrazu za normálního pokojového osvětlení a současně zvětšena odolnost stínítka proti vypalování zápornými ionty.

Stínítka je obdélníkové se zaoblenými rohy. Vnější rozměry a zapojení patice obrazovek jsou na obr. 141. Poměr stran stínítka 3 : 4 odpovídá mezinárodnímu doporučení. Rozměry využitelné plochy pro zobrazování jsou  $273 \times 362$  mm při úhlopříčce minimálně 390 mm, při čemž rohy stínítka mají poloměr zaoblení asi 57 mm. Celková délka je asi 488 mm. Obrazovka je celoskleněná s baňkou vyrobenou z lisovaného skla se sférickým stínítkem. Čelní stěna obrazovky je z kroubového skla, což zvětšuje kontrast



Obr. 140. Obrazovka TESLA 430QP44.

obrazu při pozorování televizního programu v místnosti s denním osvětlením. Barva světla stínítka je bílá, dosvit střední.

Obrazovky 430QP44 a 431QP44 mají magnetické vychylování a zaostřování. Na obrázku hlavních rozměrů jsou na krku obrazovky vyznačeny oblasti, kam je nutno umístit vychylovací a zaostřovací cívkky, aby byla zajištěna jejich správná činnost. Je zde také vyznačeno místo pro magnet iontové pasti, která byla ponechána u obrazovky 431QP44 (pro větší bezpečnost proti vzniku iontové skvrny uprostřed stínítka), přestože možnost jejího vzniku je metalizací stínítka omezena. Postup při seřizování magnetu iontové pasti je uveden v čl. 9.1.4 na str. 249. Úhel vychylování ve směru úhlopříčky je  $70^\circ$ , úhel vychylování v horizontálním směru je  $65^\circ$  a ve vertikálním směru  $50^\circ$ .

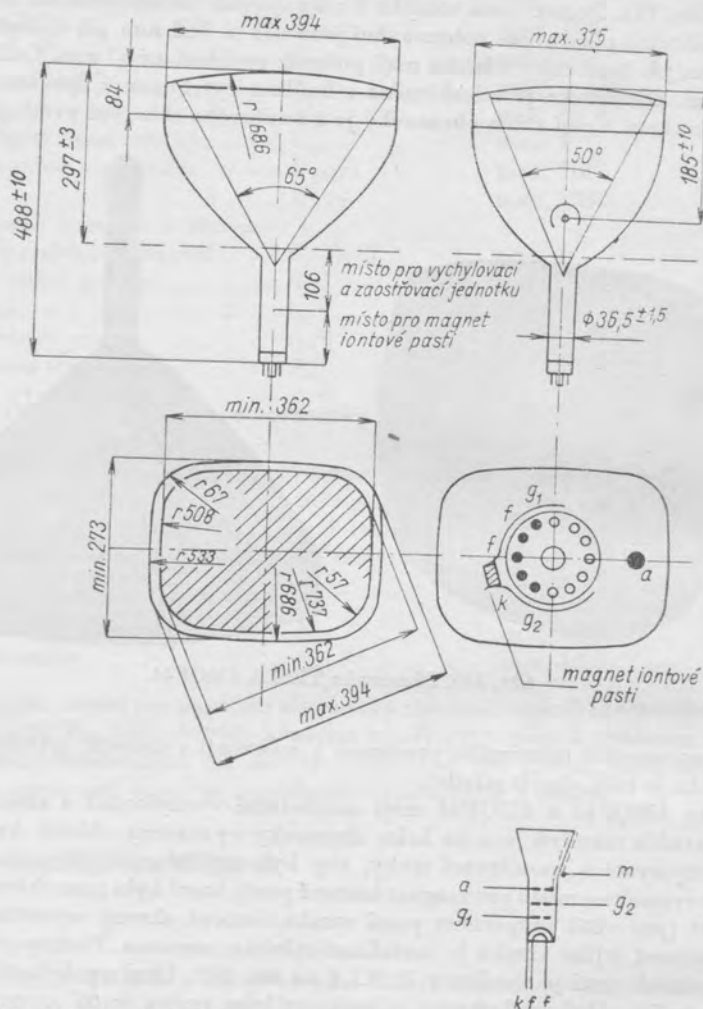
Vnější povrch kužele obrazovky je pokryt vodivou grafitovou vrstvou a musí být v provozu uzemněn. Anoda je vyvedena na kuželové části baňky.

Obrazovky 430QP44 a 431QP44 mají shodnou nepřímo žhavenou kyslíčnickovou katodu, jejíž konstrukce zaručuje stálou polohu v systému.

Systém obrazovky je pentodový. Iontová past je vytvořena kolenem na systému. Jako magnetu iontové pasti se používá jednoduchý magnet, který v oblasti elektronového paprsku vytváří magnetickou indukci asi 0,006 T.

Obrazovky 430QP44 a 431QP44 mají přitmelenou patici typu duodekal 12. Je to speciální bakelitová patice s vodičím klíčem, jehož rozměry dovolují použít čerpací trubičku

velkého vnitřního průměru, což je důležité při čerpání velkého objemu obrazovky.  
 Montážní poloha doporučuje se v oblasti  $130^\circ$  počínaje stínítkem nahoru, tj. osa svislá. Váha obrazovky je asi 10 kg bez příslušenství.



Obr. 141. Zapojení patice a rozměry obrazovek 430QP44 a 431QP44.

### 9.3.2 Obdobné typy

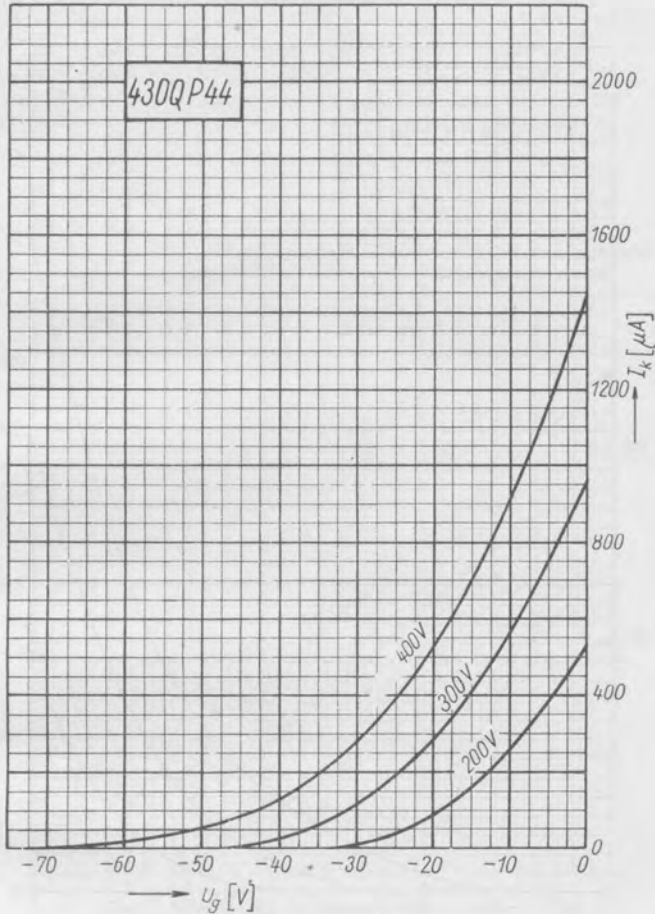
Obrazovky TESLA 430QP44 a 431QP44 mohou být nahrazeny zahraničními typy MW 43-61, MW 43-69 a 17QP4.

### 9.3.3 Elektrické vlastnosti

#### a) Žhavení

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

Žhavicí napětí. . . . .	$U_t$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	300	mA
Doba nažhavení vlákna. . . . .	$t_t$	70	s



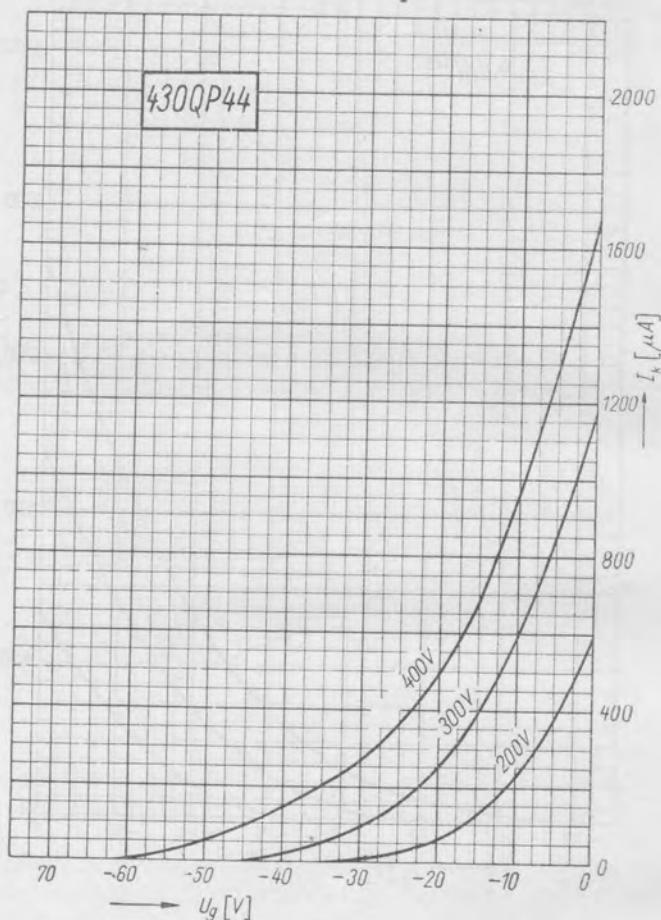
Dg. 114. Katodový proud  $I_k$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různých zaostřovacích napětích  $U_{g2}$ . Napětí anody  $U_a = 14$  kV.

### b) Kapacity

Kapacita mezi řídicí mřížkou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_{g1}$	max. 8	pF
Kapacita mezi katodou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_k$	max. 6,5	pF
Kapacita mezi anodou a vnějším stíněním . . . . .	$C_{a/m}$	min. 800 max. 2000	pF pF

## c) Provozní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a$	14	kV
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g2}$	400	V
Závěrné napětí . . . . .	$U_{g1}^{1)}$	-44 až -103	V



Dg. 115. Katodový proud  $I_k$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různém zaostřovacím napětí  $U_{g2}$ . Napětí anody  $U_a = 12$  kV.

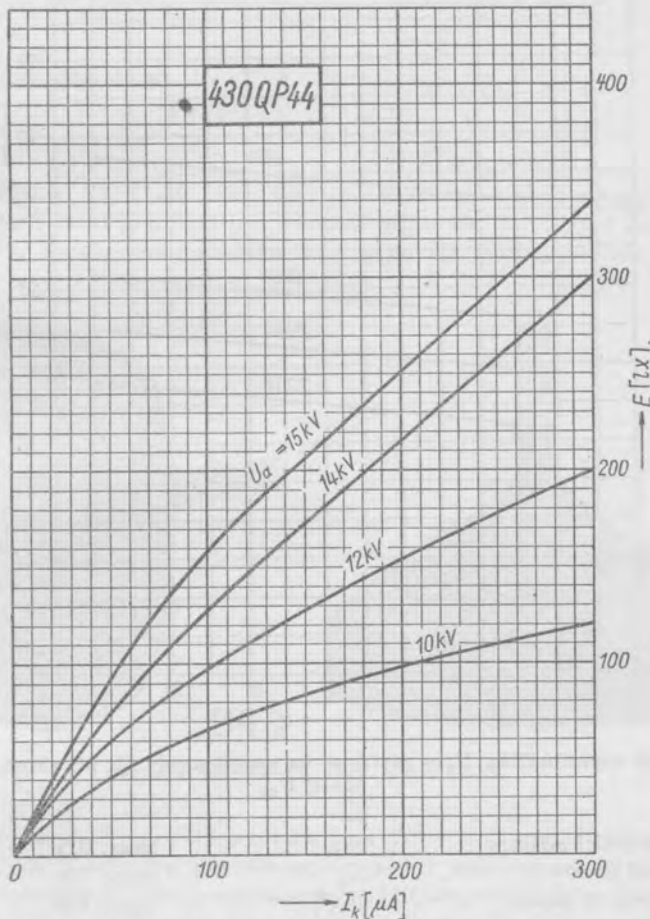
Modulační napětí paprsku . . . . .	$U_{gm}^{2)}$	-36	V
Katodový proud střední . . . . .	$I_k$	50	$\mu A$
Šířka stopy . . . . .	$d$	0,38	mm

<sup>1)</sup> Závěrné napětí určuje stav, kdy nevychýlená zaostřená stopa ve středu stínítka právě mizí.

<sup>2)</sup> Modulační napětí paprsku je maximální napětí, které je dáno rozdílem závěrného napětí  $U_{g1}$  a takového předpětí  $U_{g1}$ , při kterém je katodový proud  $I_k = 100 \mu A$ .

## d) Mezní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_a^{1)}$	max. 16	kV
	$U_a$	min. 12	kV
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g2}$	max. 460	V
	$U_{g2}$	min. 200	V
Předpětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{g1}$	max. -150	V
	$U_{g1}$	min. 0	V
Vrcholové předpětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{gv}$	max. 2	V
Napětí mezi katodou a vláknem . . . . .	$U_{+k/t}^{2)}$	max. 180	V
	$U_{-k/t}$	max. 125	V



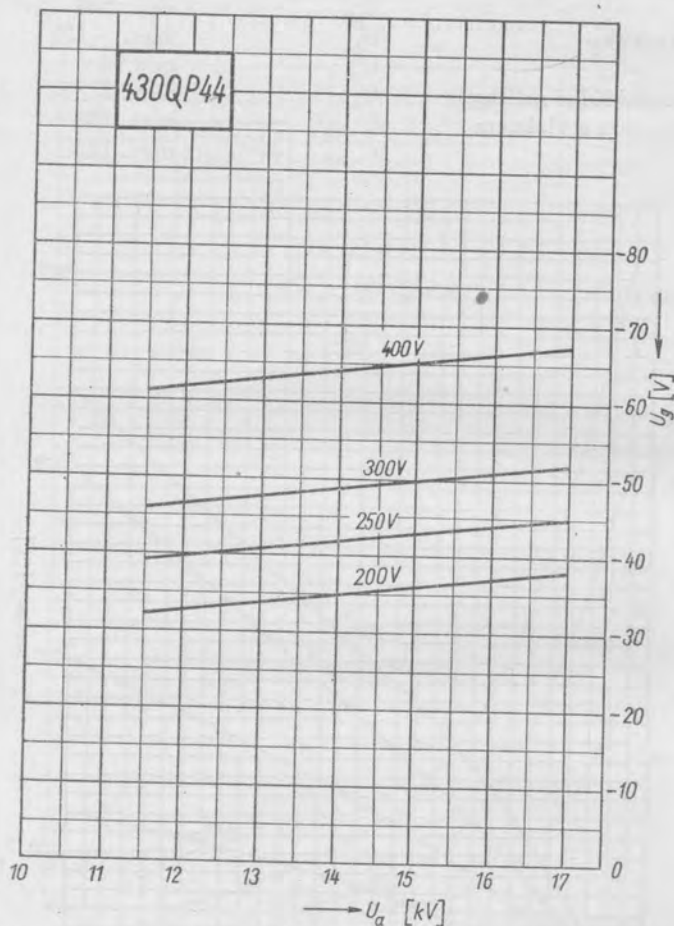
Dg. 116. Jas stínítka  $E$  v závislosti na katodovém proudu  $I_k$  při různém napětí anody  $U_a$ . Zaostřovací napětí  $U_{g2} = 400$  V.

<sup>1)</sup> Při anodovém proudu  $I_a = 0$ .

<sup>2)</sup> Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem může být během prvních 45 vteřin nažhavování až 410 V, kladný pól je na katodě. K omezení bruceň musí být efektivní střídavá složka napětí  $U_{k/t}$  pokud možno malá a nesmí za žádných okolností překročit 20 V.



Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem při paralelním žhavení . . . $R_{k/f}$	max. 1	MΩ
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem při sériovém žhavení . . . $R_{k/f}$	max. 20	kΩ



Dg. 117. Závěrné napětí mřížky  $U_g$  v závislosti na napětí anody  $U_a$  při různém zaostřovacím napětí  $U_{g2}$ .

Svodový odpor řídicí mřížky . . . . . $R_{g1}$	max. 0,5	MΩ
Katodový proud trvalý . . . . . $I_k$	max. 50	μA
Vrcholový katodový proud . . . . . $I_{kv}^{(3)}$	max. 100	μA
Zatížení stínítka . . . . . $P_s$	max. 10	mW/cm <sup>2</sup>

Jestliže je žhavicí vlákno zapojeno do série s ostatními elektronkami přístroje, nemá žhavicí napětí obrazovky při zapnutí překročit 9,5 V.

Jestliže je některá elektroda obrazovky napájena ze zdroje, který dává při zkratu

<sup>3)</sup> Při trvalém zatížení tímto proudem se zkracuje doba života.

vrcholový proud 1 A nebo větší, nebo jestliže je ve zdroji použito vyhlazovacího kondenzátoru, jehož náboj je větší než 250  $\mu\text{C}$ , nesmí být odpor mezi vyhlazovacími kondenzátory a jednotlivými elektrodami menší než tyto hodnoty:

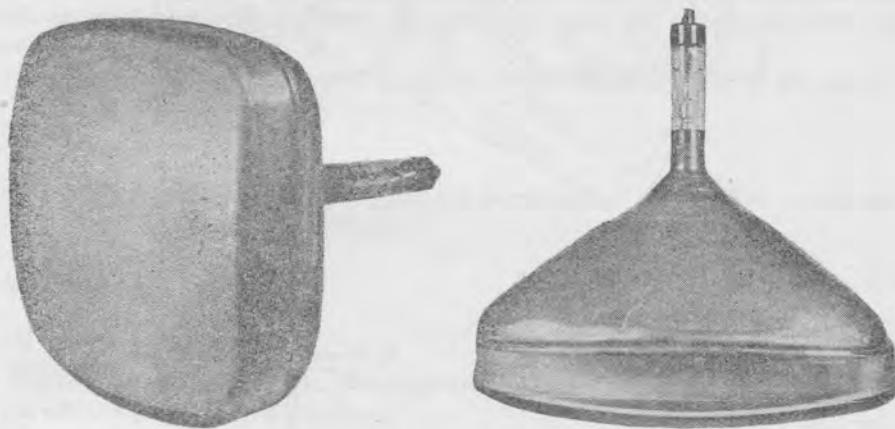
odpor v obvodu řídicí mřížky . . . . . $R_{g1}$	min. 150	$\Omega$
odpor v obvodu zaostřovací elektrody $R_{g2}$	min. 470	$\Omega$
odpor v obvodu anody . . . . . $R_a$	min. 16	$\text{k}\Omega$

Jestliže se vysoké napětí pro napájení obrazovky získává z nízkofrekvenčního zdroje s kmitočtem např. 50 Hz, pak obvykle kapacita anody  $a_2$  proti zemi nestačí k vyhlazení. Protože přídavný kondenzátor má obvykle vyšší náboj než 250  $\mu\text{C}$ , musí se v tomto případě zapojit omezovací odpor mezi přídavný kondenzátor a anodu.

## 9.4 Obrazovka AW 43-80

### 9.4.1 Popis

Obrazovka TESLA AW 43-80 (obr. 142) je obrazovka s obdélníkovým stínítkem se zaoblenými rohy, která je určena pro televizní přijímače. Její hlavní vnější rozměry jsou na obr. 143. Poměr stran stínítka 3 : 4 odpovídá mezinárodnímu doporučení.

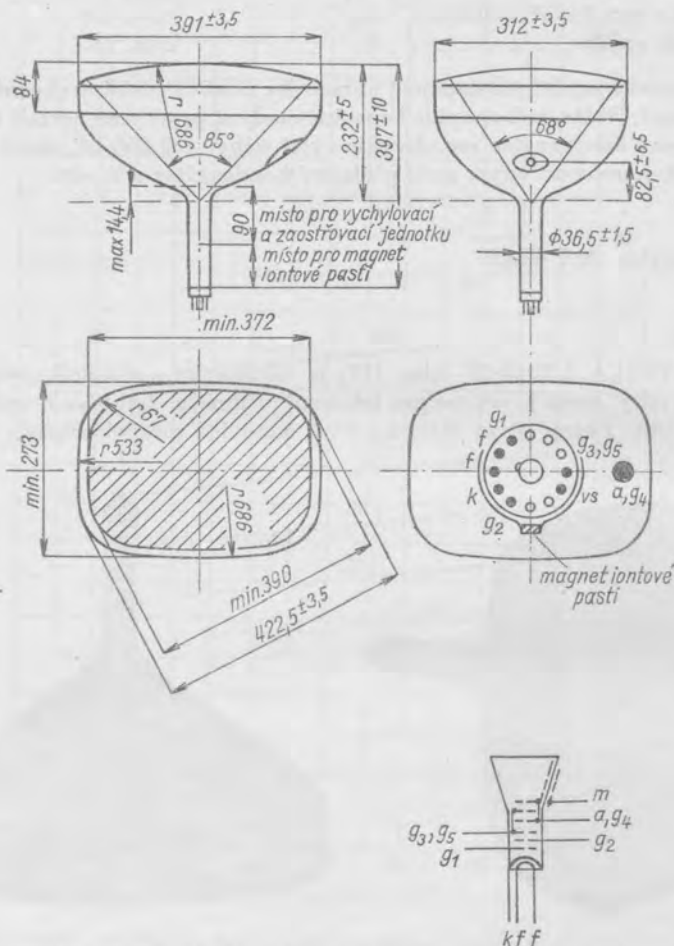


Obr. 142. Obrazovka TESLA AW 43-80.

Rozměry využitelné plochy pro zobrazování jsou  $273 \times 362$  mm při úhlopříčce minimálně 390 mm, při čemž rohy stínítka mají poloměr zaoblení asi 54 mm. Celková délka je asi 397 mm. Obrazovka je celoskleněná s baňkou vyrobenou z lisovaného skla se sférickým stínítkem. Čelní stěna obrazovky je z kouřového skla, což zvětšuje kontrast obrazu při pozorování v místnosti s denním osvětlením. Dalšího zlepšení jakosti pozorovaného černobílého obrazu bylo dosaženo zavedením metalizace stínítka. Tím se vedle možnosti pozorovat televizní program za normálního pokojového osvětlení zvětšila odolnost stínítka proti vypalování zápornými ionty. Barva světla stínítka je bílá, dosvit střední. Barevná teplota stínítka je 5500 až 7500 °K.

Obrazovka AW 43-80 má magnetické vychylování a elektrostatické zaostřování.

Zavedením elektrostatického zaostřování odpadají poměrně nákladné zaostřovací prvky (trvalé magnety nebo u starších přístrojů zaostřovací cívka) a mimo to se zabrání kolísání ostroty obrazu během programu, způsobované změnou napětí v elektrické síti. Systém dovolující vychylování ve směru úhlopříčky až  $90^\circ$  umožnil zkrácení



Obr. 143. Zapojení patice a rozměry obrazovky AW 43-80.

celkové délky obrazovky, takže je možno použít méně hluboké skříně pro televizní přijímače. Úhel vychylování v horizontálním směru je  $85^\circ$ , ve vertikálním směru  $68^\circ$ .

Vnější povrch kužele obrazovky je pokryt vodivou grafitovou vrstvou a má být při provozu uzemněn. Anoda je vyvedena na kuželové části baňky.

Obrazovka AW 43-80 má nepřímou žhavenou kyslíčkovou katodu, jejíž konstrukce zaručuje stálou polohu v systému.

Systém obrazovky je pentodový. Iontová past je vytvořena kolenem na systému, což ve spojení s příslušným magnetem zabrání dopadu iontů na stínítko obrazovky a jeho případnému poškození. Magnet iontové pasti má vytvářet v oblasti elektrono-

vého paprsku magnetickou indukcí asi 0,006 T. Postup seřízení magnetu iontové pasti je popsán v čl. 9.1.4.

Systém má na straně obrácené k elektronové čočce clonku k zachycování iontů. Poslední elektroda má clonku k odstínění systému proti getru, jehož případný nálet na zaostřovací elektrodě by mohl způsobit poruchy v její činnosti.

Na rozdíl od systému magneticky zaostřované obrazovky je jinak upravena elektroda, následující za třetí mřížkou. Má již velké napětí a vytváří spolu s další elektrodou, pátou mřížkou s napětím blízkým nule, tzv. unipotenciální čočku. Protože zaostřovací elektroda (třetí mřížka) je spojena s pátou mřížkou, ovlivňuje se současně se změnou zaostřovacího napětí také předsvazkování paprsku. Tím se dosáhne plochého průběhu zaostřovací charakteristiky a současně nízkého zaostřovacího napětí, které činí nejvýše několik set voltů a v televizním přijímači je bez velkých potíží dosažitelné.

Při dodržení malých tolerancí mechanických rozměrů dosáhlo se mimořádné přesnosti v homogenosti a souměrnosti zaostřovacího pole, stejně jako v dodržení přesného souhlasu osy čočky a osy systému, který vyrábí elektronový paprsek. To je důležité pro dosažení dobré bodové ostrosti u elektrostaticky zaostřovaných obrazovek.

Paprsek se středí magnetem, jehož indukce ve směru kolmém k ose obrazovky má být 0 až 0,001 T a vzdálenost středu pole magnetu od vztážené roviny maximálně 70 mm.

Obrazovka AW 43-80 má přitmlenou patici typu duodekal 12. Je to speciální bakelitová patice s vodicím klíčem, jehož rozměry dovolují použít čerpací trubičku velkého vnitřního průměru, což má velký význam při čerpání velkého objemu obrazovky.

Montážní poloha obrazovky je libovolná. Váha obrazovky AW 43-80 je asi 6 kg.

#### 9.4.2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábí tento typ se stejným označením. V zahraničí se vyrábí podobná obrazovka 17AVP4 nebo 17AVP4A.

#### 9.4.3 Elektrické vlastnosti

##### a) Žhavení

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

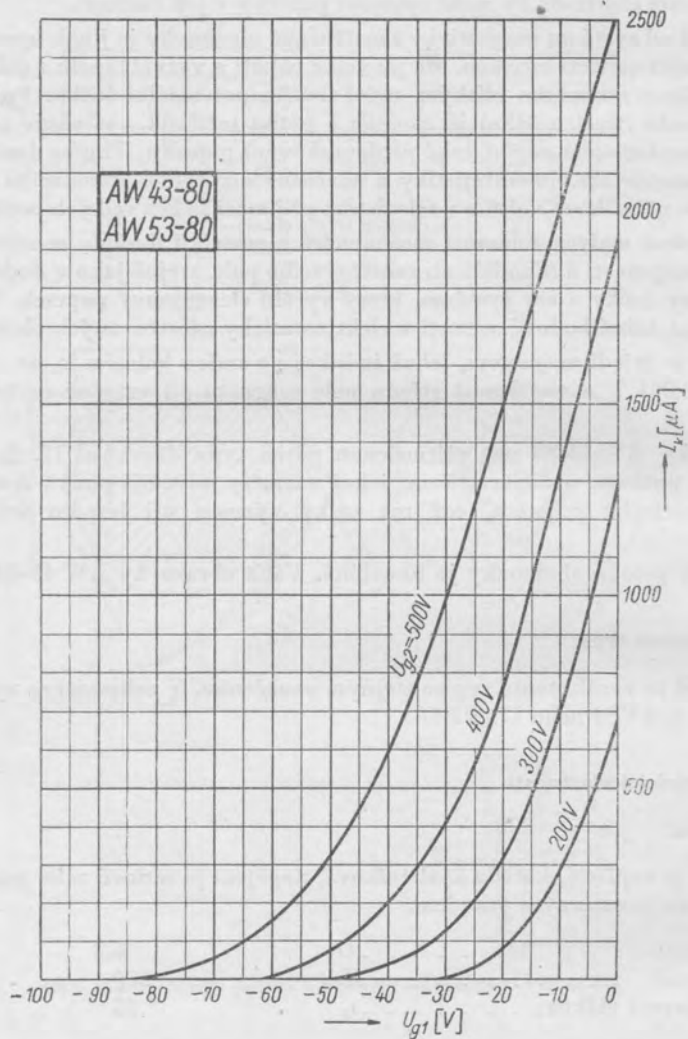
Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	300	mA
Doba nažhavení vláknem . . . . .	$t_f$	25	s

##### b) Kapacity

Kapacita mezi řídicí mřížkou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_{g1}$	max. 8	pF
Kapacita mezi katodou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_k$	max. 6,5	pF
Kapacita mezi anodou a vnějším stíněním . . . . .	$C_{a, g4/m}$	min. 900 max. 1500	pF pF

c) Provozní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_{a, g4}$	14	15	16	kV
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	300	300	300	V

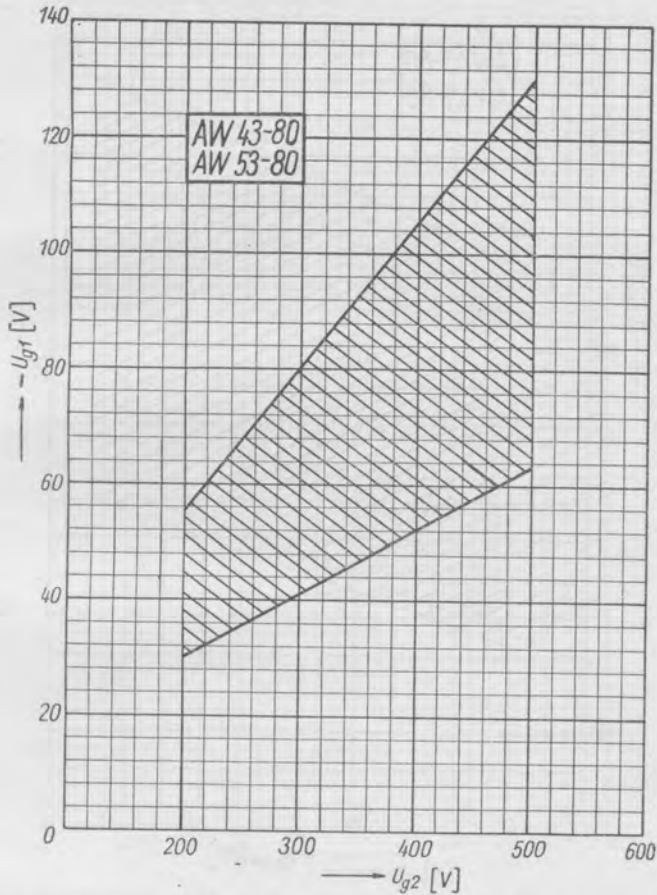


Dg. 118. Katodový proud  $I_k$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různém napětí stínící mřížky  $U_{g2}$ . Napětí anody  $U_{a, g4} = 12$  až  $17$  kV.

Závěrné napětí . . . . .	$U_{g1}^1)$	-40 až	-40 až	-40 až	
		-80	-80	-80	V

<sup>1)</sup> Závěrné napětí určuje stav, kdy nevychýlená zaostřená stopa ve středu stínítka právě mizí.

Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g3, g5}^2)$ min.	-103	-90	-75	V
	max.	+203	+220	+235	V
Katodový proud . . . . .	$I_k$	100	100	100	$\mu A$
Šířka zaostřené stopy . . . . .	$d$	0,6	0,6	0,6	mm



Dg. 119. Závěrné napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  v závislosti na napětí stínicí mřížky  $U_{g2}$  pro nevychýlený zaostřený bod. Napětí anody  $U_{a, g4} = 12$  až 17 kV.

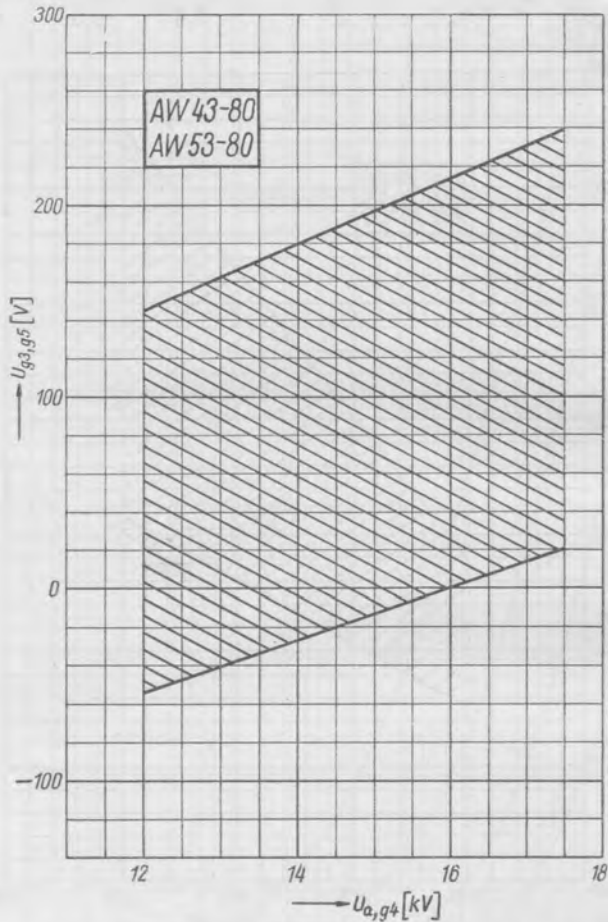
d) Mezní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_{a, g4}^1)$	max. 17	kV
	$U_{a, g4}$	min. 12	kV
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g3, g5}$	max. 500	V
	$U_{g3, g5}$	max. -200	V

<sup>2)</sup> Velikost napětí pro optimální zaostření uprostřed stínítka. K dosažení stejnoměrně ostrého bodu po celém stínítku musí se zaostřovací napětí zvětšit o 100 až 200 V.

<sup>1)</sup> Při anodovém proudu  $I_{a, g4} = 0$ .

Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 500	V
	$U_{g2}$	min. 200	V
Předpětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{g1}$	max. -150	V
	$U_{g1}$	min. 0	V



Dg. 120. Zaostrovací napětí  $U_{g3, g5}$  v závislosti na napětí anody  $U_{a, g4}$  pro optimální zaostrění uprostřed stínítka. Katodový proud  $I_k = 100 \mu A$  a napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 300 V$ .

Vrcholové předpětí řídicí mřížky . . .	$U_{g1v}$	max. 2	V
Napětí mezi katodou a vláknem . . .	$U_{+k/t^2}$	max. 200	V
	$U_{-k/t}$	max. 125	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem při paralelním žhavení . .	$R_{k/t}$	max. 1	MΩ

<sup>2)</sup> Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem může být během prvních 45 vteřin nažhavování až 410 V, kladný pól napětí na katodě. K omezení brucení musí být efektivní střídavá složka napětí  $U_{k/t}$  pokud možno malá a nesmí za žádných okolností překročit 20 V.

Vnější odpor mezi katodou a žhavicím

vláknem při sériovém žhavení . . . . .  $R_{k/t}$

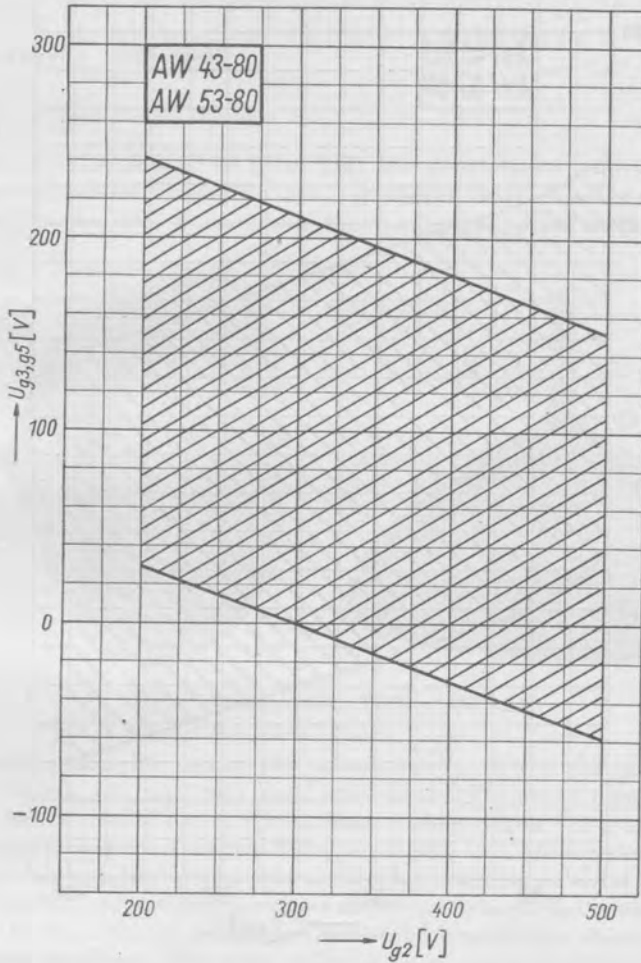
max. 20

k $\Omega$

Svodový odpor řídicí mřížky . . . . .  $R_{g1}$

max. 1,5

M $\Omega$



Dg. 121. Zaostřovací napětí  $U_{g3,g5}$  v závislosti na napětí stínicí mřížky  $U_{g2}$  pro optimální zaostření uprostřed stínítka. Katodový proud  $I = 100 \mu A$  a napětí hlavní anody  $U_{a,g4} = 15 kV$ .

Svodová impedance řídicí mřížky

( $f = 50 \text{ Hz}$ ). . . . .  $Z_{g1}$

max. 0,5

M $\Omega$

Katodový proud . . . . .  $I_k$

max. 100

$\mu A$

Vrcholový katodový proud . . . . .  $I_{kv}^3$

max. 150

$\mu A$

Zatížení stínítka . . . . .  $P_s$

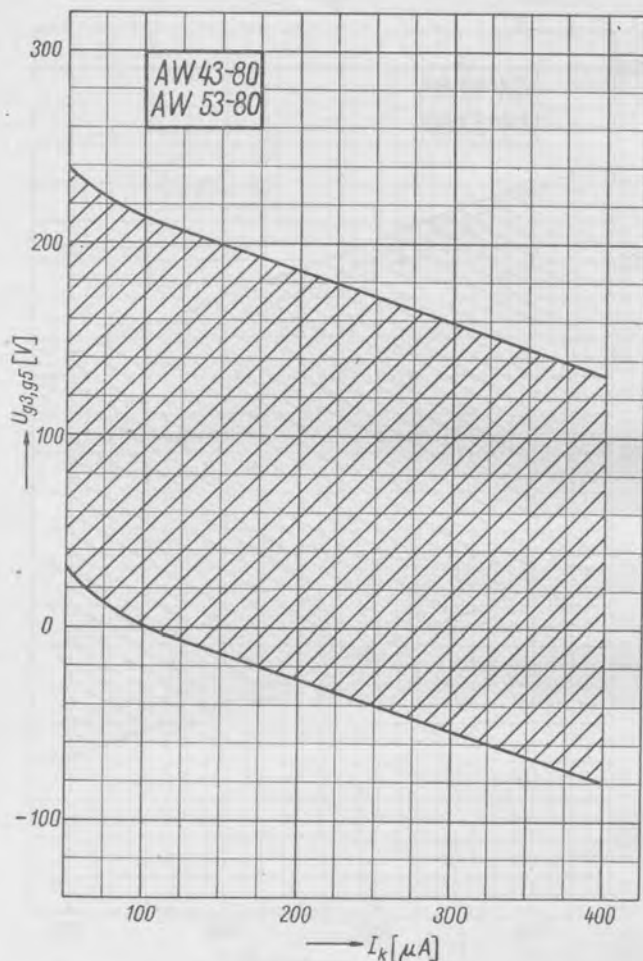
max. 10

mW/cm<sup>2</sup>

<sup>3)</sup> Při trvalém zatížení tímto proudem se zkracuje doba života.



Jestliže je žhavení obrazovky zapojeno do série s ostatními elektronkami přístroje, nemá žhavicí napětí obrazovky při zapnutí překročit 9,5 V. Je proto vhodné použít příslušný proudový omezovač.



Dg. 122. Zaostrovací napětí  $U_{g3, g5}$  v závislosti na katodovém proudu  $I_k$  pro optimální zaostrění uprostřed stínítka. Napětí anody  $U_{a, g4} = 15$  kV a napětí stínící mřížky  $U_{g2} = 300$  V.

Jestliže je některá elektroda obrazovky napájena ze zdroje, který dává při zkratu vrcholový proud 1 A nebo větší, nebo jestliže je ve zdroji použit vyhlazovací kondenzátor, jehož náboj je větší než 250  $\mu\text{C}$ , nesmí být odpor mezi vyhlazovacími kondenzátory a jednotlivými elektrodami menší než tyto hodnoty:

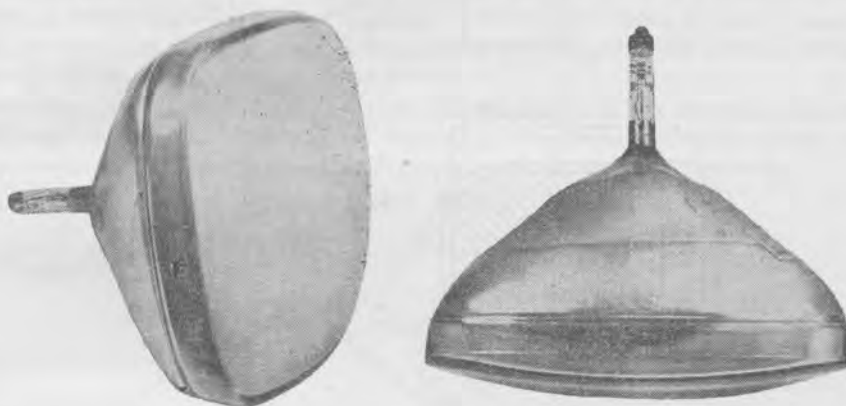
odpor v obvodu řídicí elektrody . . . . .	$R_{g1}$	min. 150	$\Omega$
odpor v obvodu stínící mřížky. . . . .	$R_{g2}$	min. 500	$\Omega$
odpor v obvodu zaostrovací elektrody . . . . .	$R_{g3, g5}$	min. 500	$\Omega$
odpor v obvodu anody . . . . .	$R_{a, g4}$	min. 17	k $\Omega$

Jestliže se vysoké napětí pro napájení obrazovky získává z nízkofrekvenčního zdroje kmitočtu např. 50 Hz, pak obvykle kapacita mezi anodou a zemí nestačí k vyhlazení. Poněvadž přídavný kondenzátor má obvykle větší náboj než  $250 \mu\text{C}$ , musí se v tomto případě zapojit omezovací odpor mezi přídavný kondenzátor a anodu.

## 9.5 Obrazovka AW 53-80

### 9.5.1 Popis

Obrazovka TESLA AW 53-80 (obr. 144) má obdélníkové stínítko se zaoblenými rohy a je určena pro televizní přijímače. Její hlavní vnější rozměry a zapojení patice jsou uvedeny na obr. 145. Poměr stran stínítka 3 : 4 odpovídá mezinárodnímu dopo-



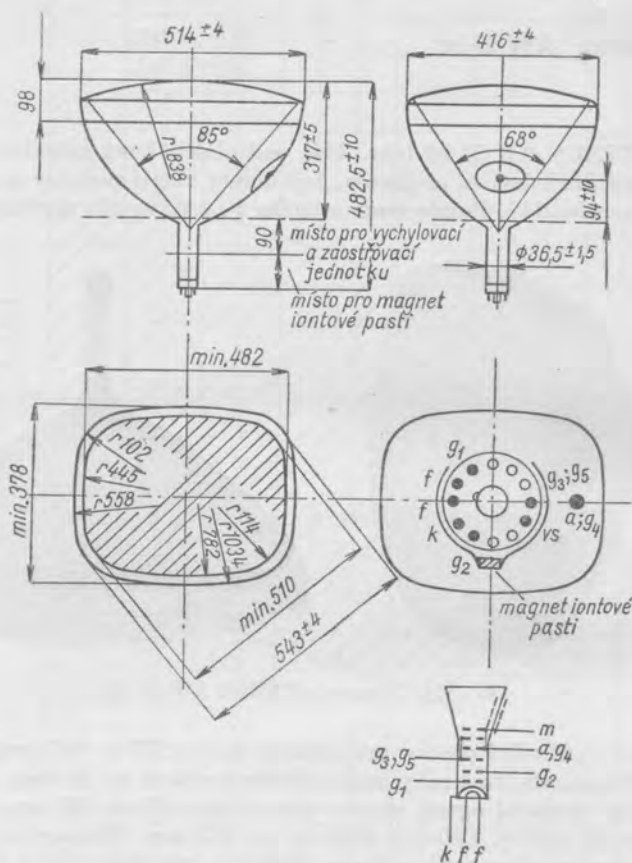
Obr. 144. Obrazovka TESLA AW 53-80.

ručení. Rozměr využitelné plochy pro zobrazování je  $378 \times 482$  mm při úhlopříčce minimálně 510 mm, při čemž rohy mají poloměr zaoblení asi 89 mm. Stínítko s úhlopříčkou 530 mm znamená oproti obrazovkám s úhlopříčkou 430 mm téměř zdvojnásobení pozorované plochy. Celková délka je asi 482 mm. Obrazovka je celoskleněná s baňkou vyrobenou z lisovaného skla se sférickým stínítkem. Čelní stěna obrazovky je z kouřového skla, což zvětšuje kontrast obrazu při pozorování v místnosti s denním osvětlením. Dalšího zlepšení jakosti pozorovaného černobílého obrazu bylo dosaženo metalizovaným stínítkem. Tím bylo vedle možnosti pozorovat televizní program za normálního pokojového osvětlení dosaženo zvětšení odolnosti stínítka proti vypalování zápornými ionty během života obrazovky. Barva světla stínítka je bílá, dosvit střední. Barevná teplota stínítka je  $5500$  až  $7500$  °K.

Obrazovka AW 53-80 má magnetické vychylování a elektrostatické zaostřování. Elektrostatické zaostřování umožnilo odstranit příslušné cívky a magnety nutné u dřívějších obrazovek s magnetickým zaostřováním a odstranit závislost jakosti obrazu na změnách napětí v elektrické síti. Zavedení úhlu vychylování ve směru úhlopříčky  $90^\circ$  znamená podstatné zkrácení obrazovky, což se projeví zmenšením hloubky televizního přijímače. V případě obrazovky AW 53-80 je zkrácení oproti obrazovce stejné velikosti s úhlem vychylování  $70^\circ$  asi 110 mm. Úhel vychylování v horizontálním směru je  $85^\circ$ , ve vertikálním směru  $68^\circ$ .

Anoda je vyvedena na kuželové části baňky, jejíž vnější povrch je pokryt vodivou grafitovou vrstvou, která musí být v provozu uzemněna.

Obrazovka AW 53-80 má nepřímo žhavenou kysličníkovou katodu, jejíž konstrukce zaručuje stálou polohu v systému.



Obr. 145. Zapojení patice a rozměry obrazovky AW 53-80.

Pro zaostřování elektronového svazku byl použit elektrostatický systém s tzv. unipotenční čoučkou. Na montáž zaostřovacího systému jsou kladeny značné požadavky. Součásti musí být přesně vyrobeny a musí být montovány soustředně, aby se nedeformovalo elektrostatické pole. Zvláště kritická je vzájemná vzdálenost mezi vnějšími elektrodami zaostřovacího systému, která musí být dodržena ve velmi přísných výrobních tolerancích, jestliže má být zaostřovací napětí udrženo v určitých mezích. Odchylka od předepsaného rozměru řádu 0,1 mm způsobuje posunutí zaostřovacího napětí až o 160 V. Stejně kritický je také průměr vlastní zaostřovací elektrody a má stejný vliv. Změna průměru řádu 0,02 mm od požadované hodnoty může způsobit odchylku zaostřovacího napětí až o 20 V. Na zaostřovací napětí má také velký vliv požadovaná ohnisková vzdálenost, což je vzdálenost mezi katodou a středem zaostřovacího systé-

mu. Udává se, že odchylka ohniskové vzdálenosti o 1 mm posunuje zaostřovací napětí přibližně o 170 V.

Na sestavu clonek, která je složena ze dvou elektrod, ze stínící elektrody a doostřovací elektrody, stejně jako na celý systém se kladou velké nároky pokud jde o rovnoběžnost a soustřednost. Je nutné, aby otvor clonky řídicí elektrody byl soustředný s otvorem clonky stínící elektrody. Jestliže jsou tyto dva otvory navzájem přesazeny, odsává stínící elektroda část elektronového svazku, což má za následek menší jas stínítka, neboť se zmenší energetické vybuzení stínítka při stejném katodovém proudu.

Montáž se proto provádí ve speciálních přípravcích a při výrobě součástí i montáži je zavedena velmi přísná kontrola všech rozměrů.

Obrazovka AW 53-80 je vybavena iontovou pastí; je proto nutno umístit na krku obrazovky příslušný magnet, který v oblasti elektronového paprsku vytvoří magnetickou indukci asi 0,006 T. Postup seřízení magnetu iontové pasti je popsán v čl. 9.1.4. Paprsek se středí magnetem, jehož magnetická indukce ve směru kolmém k ose obrazovky má být 0 až 0,001 T a vzdálenost středu pole magnetu od vztažné roviny je maximálně 70 mm.

Obrazovka AW 53-80 má patici typu duodekal 12. Je to speciální bakelitová patice s vodicím klíčem, jehož rozměry dovolují použít čerpací trubičku velkého vnitřního průměru, což má velký význam při čerpání velkého objemu obrazovky.

Montážní poloha obrazovky je libovolná. Váha je asi 12 kg.

### 9.5.2 Obdobné typy

V Evropě se vyrábí tento typ se stejným označením. V USA se vyrábí podobná obrazovka 21AMP4A.

### 9.5.3 Elektrické vlastnosti

#### a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_t$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_t$	300	mA
Doba nažhavení vlákna . . . . .	$t_t$	25	s

#### b) Kapacity

Kapacita mezi řídicí mřížkou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_{g1}$	max. 8	pF
Kapacita mezi katodou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_k$	max. 6,5	pF
Kapacita mezi anodou a vnějším stíněním . . . . .	$C_{a, g4/m}$	min. 1000 max. 1800	pF pF

#### c) Provozní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_{a, g4}$	14	15	16	kV
Napětí stínící mřížky . . . . .	$U_{g2}$	300	300	300	V

Závěrné mřížkové napětí . . . . .	$U_{g1}^{1)}$	-40 až -80	-40 až -80	-40 až -80	V
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g3, g5}^{2)}$	min. -103	-90	-75	V
		max. +203	+220	+235	V
Katodový proud . . . . .	$I_k$	100	100	100	$\mu A$
Šířka zaostřené stopy . . . . .	$d$	0,6	0,6	0,6	mm

d) Mezní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_{a, g4}^{3)}$	max. 17	kV
	$U_{a, g4}$	min. 12	kV
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g3, g5}$	max. 500	V
	$U_{g3, g5}$	max. -200	V
Napětí druhé mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 500	V
	$U_{g2}$	min. 200	V
Předpětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{g1}$	max. -150	V
	$U_{g1}$	min. 0	V
Vrcholové předpětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{g1v}$	max. 2	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{+k/f}^{4)}$	max. 200	V
	$U_{-k/f}$	max. 125	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem při paralelním žhavení . . . . .	$R_{k/f}$	max. 1	M $\Omega$
Vnější impedance mezi katodou a žhavicím vláknem při sériovém zapojení ( $f = 50$ Hz) . . . . .	$Z_{k/f}$	max. 20	k $\Omega$
Svodový odpor řídicí mřížky . . . . .	$R_{g1}$	max. 1,5	M $\Omega$
Svodová impedance řídicí mřížky ( $f = 50$ Hz) . . . . .	$Z_{g1}$	max. 0,5	M $\Omega$
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 100	$\mu A$
Vrcholový katodový proud . . . . .	$I_{kv}^{5)}$	max. 150	$\mu A$
Zatížení stínítka . . . . .	$P_s$	max. 10	mW/cm <sup>2</sup>

Jestliže je žhavicí vlákno obrazovky zapojeno do série s ostatními elektronkami přístroje, nesmí žhavicí napětí obrazovky při zapnutí překročit 9,5 V.

Jestliže se některá elektroda obrazovky napájí ze zdroje, který dává při zkratu vrcholový proud 1 A nebo větší, nebo jestliže se ve zdroji použije vyhlazovací kondenzátor, jehož náboj je větší než 250  $\mu C$ , pak odpor mezi vyhlazovacími kondenzátory a jednotlivými elektrodami nesmí být menší než dále uvedeno:

odpor v obvodu řídicí mřížky . . . . .	$R_{g1}$	min. 150	$\Omega$
odpor v obvodu druhé mřížky . . . . .	$R_{g2}$	min. 500	$\Omega$

<sup>1)</sup> Závěrné napětí určuje stav, kdy nevychýlená stopa zaostřená ve středu stínítka právě mizí.

<sup>2)</sup> Napětí pro optimální zaostření uprostřed stínítka. K dosažení stejnoměrně ostrého bodu po celém stínítku musí být zaostřovací napětí zvýšeno o 100 až 200 V.

<sup>3)</sup> Při anodovém proudu  $I_{a, g4} = 0$ .

<sup>4)</sup> Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem může během prvních 45 vteřin nažhakování být až 410 V, kladný pól napětí na katodě. K omezení brucení musí být efektivní střídavá složka napětí  $U_{k/f}$  pokud možno malá a nesmí za žádných okolností překročit 20 V.

<sup>5)</sup> Při trvalém zatížení se zkracuje doba života.

odpor v obvodu zaostřovací elektrody . $R_{g3, g5}$	min. 500	$\Omega$
odpor v obvodu anody . . . . . $R_{a, g4}$	min. 17	$k\Omega$

Jestliže se vysoké napětí pro napájení obrazovky získává z nízkofrekvenčního zdroje s kmitočtem např. 50 Hz, pak kapacita anody proti zemi obvykle nestačí. Protože přidavný kondenzátor má obvykle větší náboj než 250  $\mu\text{C}$ , je nutno v tomto případě zapojit omezovací odpor mezi přidavný kondenzátor a anodu.

## 9.6 Obrazovka 431QQ44

### 9.6.1 Popis

Obrazovka TESLA 431QQ44 (obr. 146) je televizní obrazovka s úhlem vychylování  $110^\circ$  a zkrácenou celkovou délkou. Má obdélníkové metalizované stínítko se zaoblenými

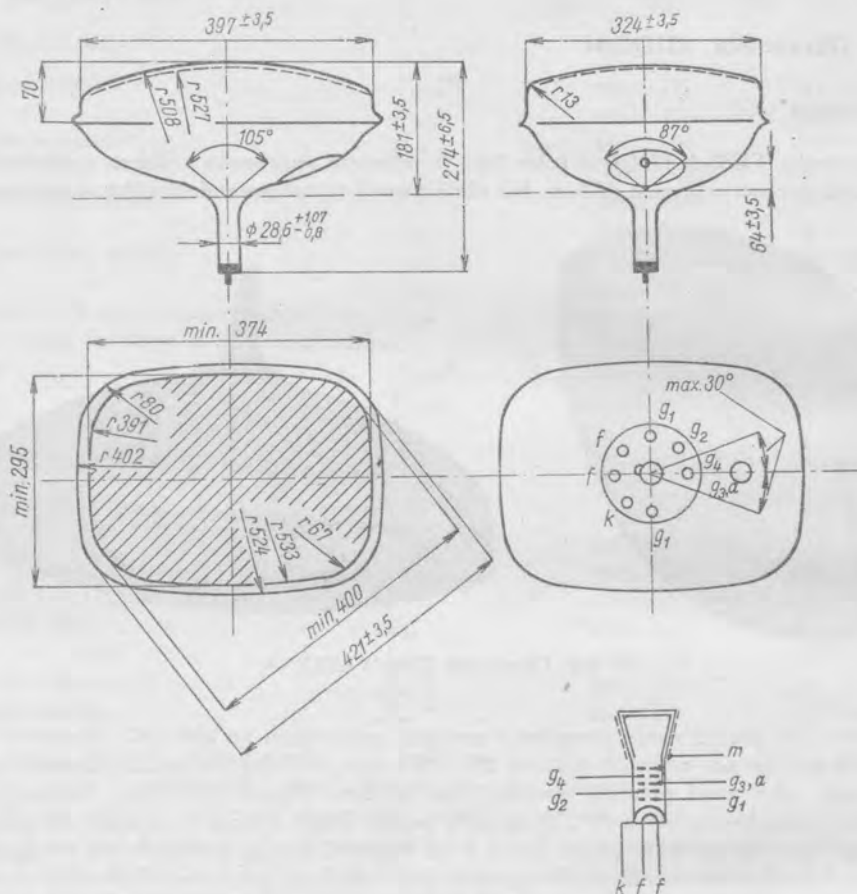


Obr. 146. Obrazovka TESLA 431QQ44.

mi rohy. Její hlavní vnější rozměry a zapojení patice jsou na obr. 147. Rozměry využitelné plochy pro zobrazování jsou  $295 \times 374$  mm při úhlopříčce minimálně 400 mm, při čemž rohy mají poloměr zaoblení asi 67 mm. Oproti dřívějším obrazovkám s úhlem vychylování  $70^\circ$  a  $90^\circ$ , které měly poměr stran obrazu 3 : 4, mají obrazovky s úhlem vychylování  $110^\circ$  poměr stran 4 : 5. Vyplývá z toho určitá ztráta vysílaného obrazu, která je však vyvážena dříve popsanými výhodami pro konstruktéra televizního přijímače a výhodou pro uživatele, záležející ve zmenšení hloubky přijímače a jeho váhy, čehož nebylo možno bez splnění této podmínky dosáhnout. Obrazovka je celoskleněná s baňkou vyrobenou z lisovaného skla, se sférickým stínítkem z kouřové skloviny pro zvětšení kontrastu při pozorování v osvětlené místnosti. Metalizované stínítko umožňuje další zlepšení jakosti obrazu při pozorování televizního programu při denním osvětlení. Metalizací se zároveň dosáhne zvětšení odolnosti stínítka proti vypalování zápornými ionty během života obrazovky, takže není zapotřebí iontové pasty. Barva světla stínítka je bílá, dosvit střední. Barevná teplota stínítka je kolem  $7500^\circ\text{K}$ .

Vývoj těchto obrazovek je výsledkem snahy o zmenšení hloubky a váhy televizního přijímače. Nejdůležitější zlepšení u těchto obrazovek záleží tedy ve zkrácení jejich

délky, což se podařilo konstrukční úpravou systému a tvaru přechodu mezi krkem obrazovky a baňkou. Tím bylo možno přejít na úhel vychylování ve směru úhlopříčky  $110^\circ$ . U obrazovky 431QQ44 jsou to však i další úpravy, jako zkrácení systému a jeho umístění vzhledem k patici, takže se jí podařilo zkrátit oproti jiným obrazovkám tohoto druhu, např. AW 43-88, o dalších 33 mm, na 286 mm. Patří tedy k nejkratším obrazovkám, které jsou vyráběny. Úhel vychylování ve směru horizontálním je  $105^\circ$  a ve směru vertikálním  $87^\circ$ .



Obr. 147. Zapojení patice a rozměry obrazovky 431QQ44.

Anoda je vyvedena na kuželové části baňky, jejíž vnější povrch je pokryt vodivou vrstvou, která musí být v provozu uzemněna. Elektrostatický náboj mezi anodou a vnějším vodivým povrchem se smí vybíjet jen přes ochranný odpor s minimální hodnotou 18 k $\Omega$ . Vybíjení přímým zkratem může způsobit jednak poranění obsluhujícího, jednak poškození obrazovky.

S ohledem na požadované zkrácení délek obrazovek byly použity některé nové konstrukční prvky a úpravy. Příčně uložená katoda po způsobu přijímacích elektronek upevněná na dvou slídách zaručuje při výrobě snadnou montáž a rovnoměrnost elek-

trických parametrů. Dále se za tím účelem používá kalibrování postřiku katody. Protože i při kvalitně zpracovaných katodách existuje mezi závěrným napětím a maximálním katodovým proudem určitá závislost, ovlivňovaná hlavně geometrií elektro-nové trysky, byla věnována velká péče její konstrukci a rozměrovým závislostem. Obrazovka 431QQ44 má magnetické vychylování a elektrostatické zaostřování. Zaostřovací systém je proveden jako unipotenciální, zaručující plochou zaostřovací charakteristiku. Z kritických vzdáleností je třeba jmenovat vzdálenost mezi vysoko-napětovými elektrodami zaostřovacího systému, která ovlivňuje zaostřovací napětí tak, že její změna o 0,04 mm změni zaostřovací napětí až o 90 V. Odchyšky v rozměru vnitřního průměru zaostřovací elektrody o 0,02 mm ovlivňují zaostřovací napětí až o 70 V.

Obrazovka 431QQ44 je vybavena tetrodovým systémem bez iontové pasti. Paprsek se střeďí magnetem, jehož magnetická indukce ve směru kolmém na osu obrazovky má být 0 až 0,0015 T.

Zmenšení průměru krku obrazovky z 36,5 mm u dřívějších obrazovek na 28,6 mm u obrazovek s úhlem vychylování 110° znamenalo navrhnout zcela nový elektrodový systém s menšími rozměry. Následkem zmenšení součástí a zkrácení vzdáleností mezi elektrodami musely být řešeny některé technologické otázky. Problém čerpání byl vyřešen zavedením nové tmelené speciální patice se sedmi kolíky, která umožňuje používat čerpačí trubičku s velkým vnitřním průměrem.

Montážní poloha obrazovky 431QQ44 je libovolná. Váha obrazovky je asi 5 kg.

### 9.6.2 Obdobné typy

Obrazovka 431QQ44 je po elektrické stránce stejná s evropskou obrazovkou AW 43-88. Její vnější rozměry se liší jen v celkové délce, která je oproti AW 43-88 kratší asi o 33 mm.

### 9.6.3 Elektrické vlastnosti

#### a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_z$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I$	0,3	A
Doba nažhavení vlákna . . . . .	$t_z$	27	s

#### b) Kapacity

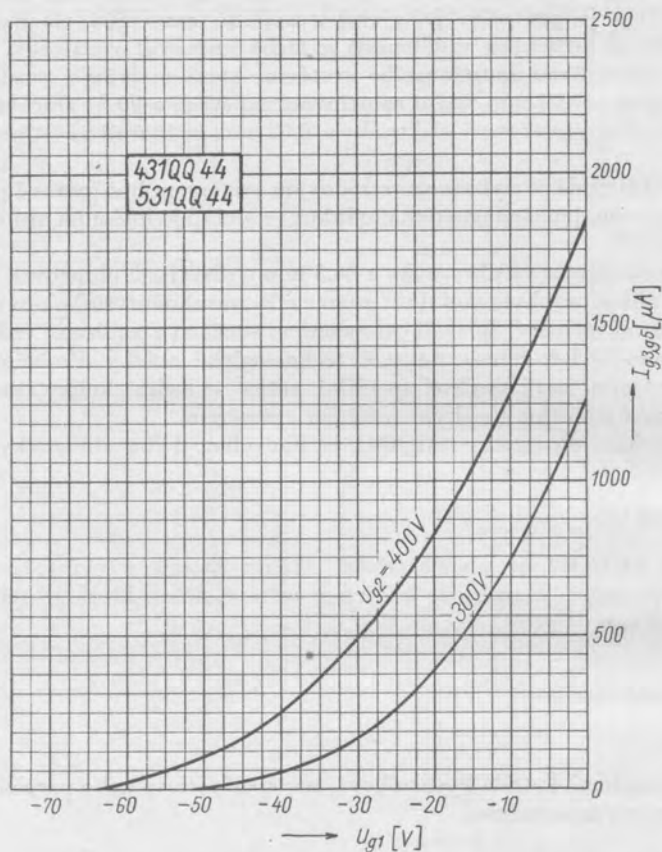
Kapacita mezi řídicí mřížkou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_{r1}$	max. 6	pF
Kapacita mezi katodou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_k$	max. 5	pF
Kapacita mezi anodou a vnějším vodivým povlakem . . . . .	$C_{g3, a/m}$	min. 700 max. 1500	pF pF

#### c) Provozní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_{g3, a}$	16	kV
Napětí druhé mřížky . . . . .	$U_{g2}$	400	V



Závěrné napětí první mřížky . . . . .	$U_{g1}$	-38 až -94	V
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g4}$	0 až 400	V
Katodový proud . . . . .	$I_k$	100	$\mu\text{A}$
Modulační napětí . . . . .	$U_{g1m}^{1)}$	-38	V



Dg. 123. Anodový proud  $I_{g3,a}$  v závislosti na napětí řídicí mřížky  $U_{g1}$  při různém napětí stínící mřížky  $U_{g2}$ . Napětí anody  $U_{a,g3} = 16$  kV. Při kreslení diagramu bylo použito starého označování elektrod; místo  $I_{g3,a}$  bylo použito  $I_{g3,g5}$ .

d) Mezní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_{g3,a}^{2)}$	max. 16	kV
	$U_{g3,a}$	min. 13	kV
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g4}$	max. 1000	V
	$U_{g4}$	max. -500	V
Napětí druhé mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 500	V
	$U_{g2}$	min. 200	V

<sup>1)</sup> Modulační napětí je dáno rozdílem závěrného napětí první mřížky a napětí první mřížky pro  $I_k = 100 \mu\text{A}$ .

<sup>2)</sup> Při anodovém proudu  $I_{g3,a} = 0$ .

Předpětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{g1}$	max. -150	V
	$U_{g1}$	min. 0	V
Vrcholové napětí řídicí mřížky	$U_{g1v}$	max. 2	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem během prvních 45 vteřin nažhacování	$U_{+k/f}$	max. 410	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{+k/f^1}$	max. 200	V
Vrcholové napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{+k/fv}$	max. 280	V
	$U_{-k/fv}$	max. 125	V
Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem při napájení z odděleného žhavicího transformátoru . . . . .	$R_{k/f}$	max. 1	MΩ
Impedance mezi katodou a žhavicím vláknem při sériovém žhacení ( $f = 50$ Hz) . . . . .	$Z_{k/f}$	max. 0,1	MΩ
Impedance mezi katodou a žhavicím vláknem při napájení z odděleného žhavicího transformátoru ( $f = 50$ Hz) . . . . .	$Z_{k/f}$	max. 1	MΩ
Svodový odpor řídicí mřížky . . . . .	$R_{g1}$	max. 1,5	MΩ
Impedance mezi řídicí mřížkou a katodou ( $f = 50$ Hz) . . . . .	$Z_{g1/k}$	max. 0,5	MΩ
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 150	μA
Zatížení stínítka . . . . .	$P_s$	max. 10	mW/cm <sup>2</sup>

Jestliže je žhavení obrazovky zapojeno do série s ostatními elektronkami přístroje, nemá při zapnutí žhavicí napětí obrazovky překročit 9,5 V. Je proto vhodné použít příslušný proudový omezovač.

Jestliže je některá elektroda napájena ze zdroje, který dává při zkratu vrcholový proud 1 A nebo větší, nebo jestliže je ve zdroji použit vyhlazovací kondenzátor, jehož náboj je větší než 250 μC, pak odpory mezi vyhlazovacími kondenzátory a jednotlivými elektrodami nesmějí být menší než dále uvedeno:

odpor v obvodu řídicí mřížky . . . . .	$R_{g1}$	min. 150	Ω
odpor v obvodu druhé mřížky . . . . .	$R_{g2}$	min. 500	Ω
odpor v obvodu zaostřovací elektrody . . . . .	$R_{g4}$	min. 500	Ω
odpor v obvodu anody . . . . .	$R_{g3, a}$	min. 17	kΩ

Jestliže se vysoké napětí pro napájení obrazovky získává z nízkofrekvenčního zdroje, s kmitočtem např. 50 Hz, pak obvykle kapacita mezi anodou  $g_{3,a}$  a vnějším vodivým povlakem nestačí. Protože přídavný kondenzátor má obvykle větší náboj než 250 μC, musí se v tomto případě zapojit omezovací odpor mezi přídavný kondenzátor a anodu.

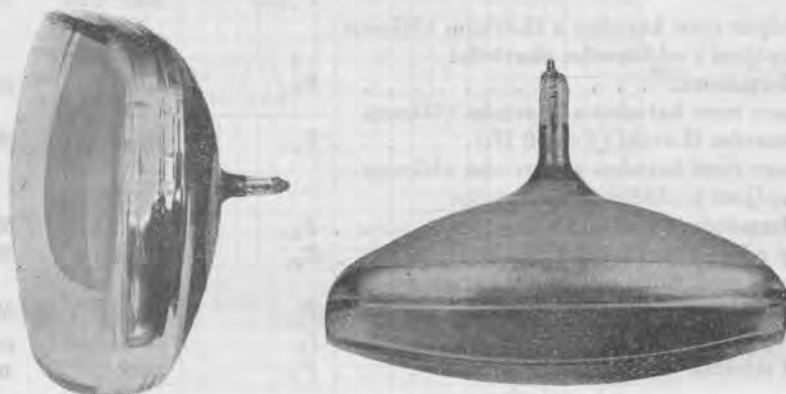
## 9.7 Obrazovka 531QQ44

### 9.7.1 Popis

Obrazovka TESLA 531QQ44 (obr. 148) je televizní obrazovka s úhlem vychylování 110° a zkrácenou celkovou délkou. Má obdélníkové metalizované stínítko se zaoblenými

<sup>1)</sup> K omezení bruceň musí být efektivní střídavá složka napětí mezi katodou a žhavicím vláknem pokud možno malá a nesmí za žádných okolností překročit 20 V.

rohy. Její hlavní rozměry a zapojení patice jsou uvedeny na obr. 149. Rozměry využitelné plochy pro zobrazování jsou  $382,5 \times 484$  mm při úhlopříčce minimálně 514,5 mm, při čemž rohy stínítka mají poloměr zaoblení asi 89 mm. Oproti dřívějším obrazovkám s úhlem vychylování  $70^\circ$  a  $90^\circ$ , které měly poměr stran stínítka 3 : 4, mají obrazovka s úhlem vychylování  $110^\circ$  poměr stran 4 : 5. Vyplyvá z toho určitá ztráta vysílaného obrazu, která je však vyvážena dříve popsanými výhodami pro konstruktéra televizního přijímače a výhodou pro uživatele, záležející ve zmenšení hloubky přijímače a jeho výšky, čehož nebylo možno bez splnění této podmínky dosáhnout.



Obr. 148. Obrazovka TESLA 531QQ44.

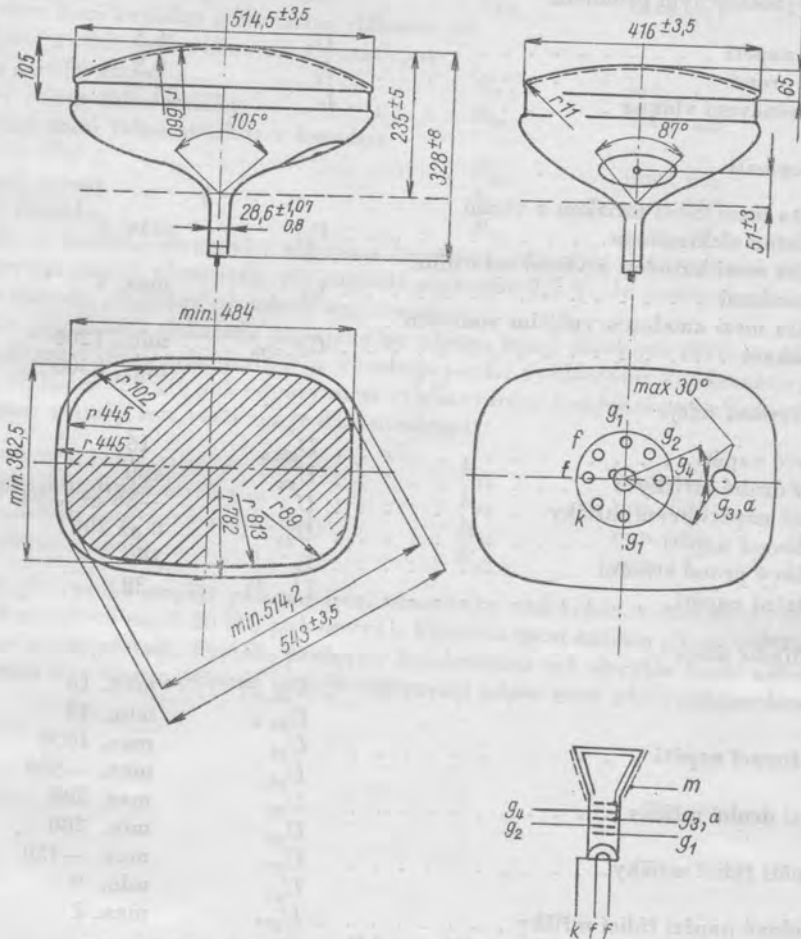
Obrazovka je celoskleněná s baňkou vyrobenou z lisovaného skla, se sférickým stínítkem z krouřové skloviny pro zvětšení kontrastu při pozorování v osvětlené místnosti. Metalizované stínítko umožňuje další zlepšení jakosti obrazu při pozorování televizního programu při denním osvětlení. Metalizací se zároveň dosáhne zvětšení odolnosti stínítka proti vypalování zápornými ionty během života obrazovky, takže není zapotřebí iontové pasti. Barva světla stínítka je bílá, dosvit střední. Barevná teplota stínítka je kolem  $7500^\circ\text{K}$ .

Nejdůležitější zlepšení u těchto obrazovek záleží ve zkrácení jejich délky, což se podařilo konstrukčními úpravami systému a tvaru přechodu mezi krkem obrazovky a baňkou. Tím bylo možno přejít na úhel vychylování ve směru úhlopříčky  $110^\circ$ . U obrazovky 531QQ44 jsou to však i další úpravy, jako zkrácení systému a jeho umístění vzhledem k patici, takže se jí podařilo zkrátit oproti jiným obrazovkám tohoto druhu (např. AW 53-88) o dalších 24 mm na 349 mm a nyní patří k nejkratším obrazovkám, které se vyrábějí. Úhel vychylování ve směru horizontálním je  $105^\circ$ , ve směru vertikálním  $87^\circ$ .

Anoda je vyvedena na boku baňky, jejíž vnější povrch je pokryt vodivou vrstvou, která musí být při provozu uzemněna. Elektrostatický náboj mezi anodou a vnějším vodivým povrchem se smí vybíjet jen přes ochranný odpor s minimální hodnotou 18 k $\Omega$ . Vybíjení přímým zkratem může způsobit jednak poranění obsluhujícího, jednak poškození obrazovky.

Obrazovka 531QQ44 má magnetické vychylování a elektrostatické zaostřování. Má tetrodový systém bez iontové pasti, jehož provedení je shodné se systémem obrazovky 431QQ44. Středění paprsku je provedeno magnetem, jehož magnetická indukce ve směru kolmém k ose obrazovky má být 0 až 0,0015 T. Zmenšení průměru krku obra-

zovky z 36,5 mm u dřívějších obrazovek na 28,6 mm u obrazovek s úhlem vychylování  $110^\circ$  znamenalo navrhnout zcela nový elektrodový systém s menšími rozměry. Následkem zmenšení součástí a zkrácení vzdáleností mezi elektrodami musely být řešeny některé otázky technologie. Problém čerpání byl vyřešen zavedením nové tmelené spe-



Obr. 149. Zapojení patice a rozměry obrazovky 531QQ44.

ciální patice se sedmi kolíky, která umožňuje používat čerpač trubičku s velkým vnitřním průměrem.

Montážní poloha obrazovky 531QQ44 je libovolná. Váha obrazovky je asi 11 kg.

### 9.7.2 Obdobné typy

Obrazovka 531QQ44 je po elektrické stránce shodná s evropskou obrazovkou AW 53-88. Také vnější rozměry jsou stejné, s výjimkou celkové délky obrazovky, která je kratší asi o 24 mm.

## 9.7.3 Elektrické vlastnosti

## a) Žhavení

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

Žhavicí napětí . . . . .	$U_f$	6,3	V
Žhavicí proud . . . . .	$I_f$	0,3	A
Doba nažhavení vláknem . . . . .	$t_f$	25	s

## b) Kapacity

Kapacita mezi řídicí mřížkou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_{g1}$	max. 6	pF
Kapacita mezi katodou a všemi ostatními elektrodami . . . . .	$C_k$	max. 5	pF
Kapacita mezi anodou a vnějším vodivým povlakem . . . . .	$C_{g3, a/m}$	min. 1200 max. 2500	pF pF

## c) Provozní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_{g3, a}$	16	kV
Napětí druhé mřížky . . . . .	$U_{g2}$	400	V
Závěrné napětí první mřížky . . . . .	$U_{g1}$	-38 až -94	V
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g4}$	0 až 400	V
Katodový proud střední . . . . .	$I_k$	100	$\mu$ A
Modulační napětí . . . . .	$U_{g1m}^{1)}$	-38	V

## d) Mezní údaje

Anodové napětí . . . . .	$U_{g3, a}^{2)}$	max. 16	kV
	$U_{g3, a}$	min. 13	kV
Zaostřovací napětí . . . . .	$U_{g4}$	max. 1000	V
	$U_{g4}$	max. -500	V
Napětí druhé mřížky . . . . .	$U_{g2}$	max. 500	V
	$U_{g2}$	min. 200	V
Předpětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{g1}$	max. -150	V
	$U_{g1}$	min. 0	V
Vrcholové napětí řídicí mřížky . . . . .	$U_{g1v}$	max. 2	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem během prvních 45 vteřin nažhakování . . . . .	$U_{+k/f}$	max. 410	V
Napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{-k/f}^{3)}$	max. 200	V
Vrcholové napětí mezi katodou a žhavicím vláknem . . . . .	$U_{+k/fv}$	max. 280	V
	$U_{-k/fv}$	max. 125	V

<sup>1)</sup> Modulační napětí je dáno rozdílem závěrného napětí první mřížky a napětím první mřížky pro  $I_k = 0$ .

<sup>2)</sup> Při anodovém proudu  $I_{g3, a} = 0$ .

<sup>3)</sup> K omezení brucení musí být efektivní střídavá složka napětí mezi katodou a žhavicím vláknem pokud možno malá a nesmí za žádných okolností překročit 20 V.

Vnější odpor mezi katodou a žhavicím vláknem při napájení z odděleného žhavicího transformátoru. . . . .	$R_{k/f}$	max. 1	MΩ
Impedance mezi katodou a žhavicím vláknem při sériovém žhavení ( $f = 50$ Hz) . . . . .	$Z_{k/f}$	max. 0,1	MΩ
Impedance mezi katodou a žhavicím vláknem při napájení z odděleného žhavicího transformátoru ( $f = 50$ Hz) . . . . .	$Z_{k/f}$	max. 1	MΩ
Svodový odpor řídicí mřížky. . . . .	$R_{g1}$	max. 1,5	MΩ
Impedance mezi řídicí mřížkou a katodou ( $f = 50$ Hz) . . . . .	$Z_{g1/k}$	max. 0,5	MΩ
Katodový proud . . . . .	$I_k$	max. 150	μA
Zatížení stínítka . . . . .	$P_s$	max. 10	mW/cm <sup>2</sup>

Jestliže je žhavení obrazovky zapojeno do série s ostatními elektronkami přístroje, nemá žhavicí napětí obrazovky při zapnutí překročit 9,5 V. Je proto vhodné použít z tohoto důvodu příslušný proudový omezovač.

Jestliže je některá elektroda napájena ze zdroje, který dává při zkratu vrcholový proud 1 A nebo větší, nebo jestliže je ve zdroji použit vyhlazovací kondenzátor, jehož náboj je větší než 250 μC, pak odpory mezi vyhlazovacími kondenzátory a jednotlivými elektrodami nesmějí být větší než je dále uvedeno:

odpor v obvodu řídicí mřížky. . . . .	$R_{g1}$	min. 150	Ω
odpor v obvodu druhé mřížky . . . . .	$R_{g2}$	min. 500	Ω
odpor v obvodu zaostrovací elektrody. . . . .	$R_{g4}$	min. 500	Ω
odpor v obvodu anody. . . . .	$R_{g3, a}$	min. 17	kΩ

Jestliže je vysoké napětí pro napájení obrazovky získáváno z nízkofrekvenčního zdroje, s kmitočtem např. 50 Hz, pak obvykle kapacita mezi anodou g<sub>3,a</sub> a vnějším vodivým povlakem nestačí. Protože přidavný kondenzátor má obvykle vyšší náboj než 250 μC, musí se v tomto případě zapojit omezovací odpor mezi přidavný kondenzátor a anodu.

## VII. TABULKY

Tab. I. Srovnávací tabulka elektronek

ČSSR	Značení	
	Evropské	USA
PABC80	PABC80 EABC80 <sup>2)</sup> HABC80 <sup>2)</sup>	9AK8 5T8 <sup>2)</sup> 6V8 <sup>2)</sup> 19V8 <sup>2)</sup> 28AK8 <sup>2)</sup> 6AK8 <sup>2)</sup>
ECC82	ECC82 ECC802S <sup>4)</sup>	12AU7 6AU7 <sup>2)</sup> 7AU7 <sup>2)</sup> 9AU7 <sup>2)</sup>
PCC84	PCC84 ECC84 <sup>2)</sup> UCC84 <sup>2)</sup>	7AN7 6CW7 <sup>2)</sup>
PCC85	PCC85 UCC85 <sup>2)</sup> ECC85 <sup>2)</sup> ECC805S <sup>2)</sup> <sup>4)</sup>	9AQ8 6AQ8 <sup>2)</sup> 25AQ8 <sup>2)</sup>
UCC85	UCC85 PCC85 <sup>2)</sup> ECC85 <sup>2)</sup> ECC805S <sup>2)</sup> <sup>4)</sup>	25AQ8 9AQ8 <sup>2)</sup> 6AQ8 <sup>2)</sup>
PCF82	PCF82 ECF82 <sup>2)</sup>	9U8 9A8 9UA8 6U8 <sup>2)</sup> 6U8A <sup>2)</sup> 5BE8 <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> 5BR8 <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> 5U8 <sup>2)</sup> 6BE8 <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> 6BR8 <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>
ECF82	ECF82 PCF82 <sup>2)</sup>	6U8 6U8A 6BE8 <sup>1)</sup> 6BR8 <sup>1)</sup> 9U8 <sup>2)</sup> 9A8 <sup>2)</sup> 9U8A <sup>2)</sup> 5BE8 <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> 5BR8 <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> 5U8 <sup>2)</sup>

Tab. I. (pokračování)

Značení		
ČSSR	Evropské	USA
PCL82	PCL82 ECL82 <sup>2)</sup> UCL82 <sup>2)</sup>	16A8 6BM8 <sup>2)</sup>
PCL84	PCL84 ECL84 <sup>2)</sup>	15DQ8
ECL84	ECL84 PCL84 <sup>2)</sup>	15DQ8 <sup>2)</sup>
PCL86	PCL86 ECL86 <sup>2)</sup>	
ECL86	ECL86 PCL86 <sup>2)</sup>	
PL36	PL36 EL36 <sup>2)</sup>	25E5 6CM5 <sup>2)</sup>
EL36	EL36 PL36 <sup>2)</sup>	6CM5 25E5 <sup>2)</sup>
PL81	PL81 EL81 <sup>2)</sup>	21A6 21B6 6CJ6 <sup>2)</sup> 6DR6 <sup>2)</sup>
EL81	EL81 PL81 <sup>2)</sup>	6CJ6 6DR6 21A6 <sup>2)</sup> 21B6 <sup>2)</sup>
PL82	PL82 EL82 <sup>2)</sup>	16A5
EL82	EL82 PL82 <sup>2)</sup>	16A5 <sup>2)</sup>
PL83	PL83 EL83 <sup>2)</sup> EL803 <sup>1)</sup> <sup>2)</sup> <sup>4)</sup> EL863 <sup>2)</sup> <sup>4)</sup>	15A6 6CK6 <sup>2)</sup>
EL83	EL83 PL83 <sup>2)</sup> EL803 <sup>1)</sup> <sup>4)</sup> EL863 <sup>2)</sup> <sup>4)</sup>	6CK6 15A6 <sup>2)</sup>
PL84	PL84 UL84 <sup>2)</sup> EL86 <sup>2)</sup>	6CW5 <sup>2)</sup>
UL84	UL84 EL86 <sup>2)</sup> PL84 <sup>2)</sup>	6CW5 <sup>2)</sup>
PM84	PM84	
EM84	EM84 EM840 <sup>4)</sup>	6FG6



Značení		
ČSSR	Evropské	USA
PY82	PY82 EY82 <sup>2)</sup> UY82 <sup>2)</sup>	19Y3
EY82	EY82 PY82 <sup>2)</sup> UY82 <sup>2)</sup>	19Y3 <sup>2)</sup>
UY82	UY82 PY82 <sup>2)</sup> EY82 <sup>2)</sup>	19Y3 <sup>2)</sup>
PY83	PY83 EY83 <sup>2)</sup>	
EY83	EY83 PY83 <sup>2)</sup>	
EY86	EY86 EY87 DY86 <sup>2)</sup>	6S2 6S2A 1S2 <sup>2)</sup>
DY86	DY86 EY86 <sup>2)</sup> EY87 <sup>2)</sup>	1S2 6S2 <sup>2)</sup> 6S2A <sup>2)</sup>
PY88	PY88 EY88 <sup>2)</sup>	26AE6
EY88	EY88 PY88 <sup>2)</sup>	26AE6 <sup>2)</sup>
6CC42		2C51 6385 407A <sup>1)4)</sup> 5670 <sup>4)</sup> 6770WA <sup>4)</sup> CK5670 <sup>4)</sup> CK5670WA <sup>4)</sup>
6L43	6AG7 <sup>3)</sup>	6CL6 6197 <sup>4)</sup> 6AG7 <sup>3)</sup>
ECH84	ECH84	
EF80	EF80 UF80 <sup>2)</sup> EF800 <sup>4)</sup> EF860 <sup>4)</sup>	6BX6 19BX6 <sup>2)</sup>
PC86	PC86 EC86 <sup>2)</sup> E86C <sup>2) 4)</sup>	
EC86	EC86 PC86 <sup>2)</sup> E86C <sup>4)</sup>	

Tab. I. (pokračování)

Značení		
ČSSR	Evropské	USA
PCC88	PCC88 ECC88 <sup>2)</sup> E88CC <sup>2)</sup> 4)	6922 <sup>2)</sup> 4)
ECC88	ECC88 PCC88 <sup>2)</sup> E88CC <sup>4)</sup>	6922 <sup>2)</sup> 4)
PCC189	PCC189 PCC89 ECC189 <sup>2)</sup> ECC89 <sup>2)</sup>	
PCF86	PCF86	
EF183	EF183	
EF184	EF184	

- 1) Odlišné zapojení patice
- 2) Odlišné žhavicí údaje
- 3) Odlišné provedení
- 4) Elektronka zvláštní jakosti

Elektronky vyráběné v SSSR mají vesměs odlišné hodnoty. Pokud jsou některé elektronky ekvivalenty výrobků TESLA, jsou uvedeny v textu u jednotlivých typů elektronek.

Tab. II. Seznam elektronek uvedených v I. až III. svazku

Typ	Svazek	Strana	Typ	Svazek	Strana	Typ	Svazek	Strana
DAF96	I	108	EY83	III	155	1B31	I	120
DC96	I	107	EY86	III	158	1B32	I	120
DF96	I	111	EY88	III	162	1H33	I	85
DK96	I	114	EZ80	II	170	1H35	I	85
DY86	III	158	EZ81	II	174	1H34	I	105
E180F	II	179	PABC80	III	30	1L33	I	90
EABC80	II	57	PC86	III	183	1L34	I	90
EBF89	II	64	PCC84	III	48	1M90	I	118
EC86	III	183	PCC85	III	53	1Y32	I	196
ECC82	III	34	PCC88	III	192	2L33	I	97
ECC83	II	72	PCC189	III	198	2L35	I	97
ECC84	II	81	PCF82	III	62	3L31	I	97
ECC85	II	87	PCF86	III	202	3L35	I	97
ECC88	III	192	PCL82	III	75	6BC32	I	126
ECF82	III	62	PCL84	III	90	6C31	I	200
ECH81	II	97	PCL86	III	98	6CC31	I	132
ECH84	III	171	PL36	III	104	6CC42	III	164
ECL82	II	120	PL81	III	115	6F31	I	144
ECL84	III	90	PL82	III	126	6F32	I	151
ECL86	III	98	PL83	III	136	6F33	I	162
EF80	III	175	PL84	III	141	6F35	I	167
EF86	II	133	PM84	III	146	6F36	I	171
EF183	III	205	PY82	III	150	6H31	I	180
EF184	III	211	PY83	III	155	6L31	I	186
EL34	II	186	PY88	III	162	6L41	II	197
EL81	III	115	UABC80	II	57	6L43	III	192
EL82	III	126	UBF89	II	64	6Z31	I	204
EL83	III	136	UCC85	III	53	12BC32	I	167
EL84	II	143	UCH81	II	97	12F31	I	206
EL86	II	154	UCL82	II	120	12H31	I	207
EM80	II	163	UL84	III	141	35L31	I	208
EM81	II	166	UY82	III	150	35Y31	I	220
EM84	III	146	1AF33	I	75			
EY82	III	150	1AF34	I	75			

Tab. III. Základní údaje nových elektronek, které nejsou popsány v textu (PC88 — trioda pro vstupní části televizních přijímačů pro IV. a V. televizní pásmo; PL500 — elektronka pro výkonný koncový stupeň rádkového rozkladového generátoru televizního přijímače

Veličina a jednotka	PC88	PL500	Veličina a jednotka	PC88	PL500
$U_t$ [V]	4,0	27	$I_a$ [mA]	12,5	440
$I_t$ [mA]	300	300	$I_{g2}$ [mA]		37
$U_a$ [V]	160	75	S [mA/V]	13,5	
$U_{g2}$ [V]		200	$\mu$	65	
$U_{g1}$ [V]		-10	$C_{g/a}$ [pF]	1,2	
$R_k$ [ $\Omega$ ]	100				

Tab. IV. Širokopásmové pentody používané v televizních přijímačích

Veličina a jednotka	EF80	PCF82	PCF86	EF183	EF184
$U_f$ [V]	6,3	9,5	8,0	6,3	6,3
$I_f$ [mA]	300	300	300	300	300
$U_a$ [V]	170	250	170	200	200
$U_{g3}$ [V]	0	—	—	0	0
$U_{g2}$ [V]	170	110	150	90	200
$U_{g1}$ [V]	-2	-0,9	-1,2	-2	-2,5
$I_a$ [mA]	10	10	10	12	10
$I_{g2}$ [mA]	2,5	3,5	3,3	4,5	4,1
$S$ [mA/V]	7,4	5,2	12	12,5	15
$\mu_{12}$	50	35	70	—	60
$R_1$ [k $\Omega$ ]	500	400	350	500	350
$P_a$ [W]	2,5	2,8	2,0	2,5	2,5

## LITERATURA

Tak jako v prvním a druhém svazku této knihy, 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, pokud nebyla obsažena v předešlých svazcích a týká se televizních elektronek a obrazovek.

- [1] *Anonym*: Die Schaltungstechnik der PC86. Funk-Technik, roč. 1958, č. 17, str. 576.
- [2] *Anonym*: Die 23"-Rechteckbildröhre. Funk-Technik, roč. 1960, č. 16, str. 580.
- [3] *Azatjan, A.*: Lampy dlja novych radioprijemnikov i televizorov. Radio, 1960, č. 9, str. 46.
- [4] *Bednařík, J., Daněk, J.*: Obrazové zesilovače pro televizi a měřicí techniku. SNTL, Praha 1957.
- [5] *Bliskunov, N. A., Kameněckij, I. J.*: Technologija proizvodstva elektrovakuumnych priborov I. Gosenergoizdat, Leningrad 1959.
- [6] *Braun, A.*: Probleme des Fernsehempfängers. Bulletin des Schweizerischen elektrotechnischen Vereins, 1954, č. 7, str. 201.
- [7] *Brudna, Z., Poustka, J.*: Přehled elektronek. SNTL, Praha 1956.
- [8] *Corfield, D. N.*: Valves for Bands III, IV and V. Journ. of the Television Society, 1954, č. 7 str. 286.
- [9] *Čerepnin, N. V.*: Elektronnyje lampy dlja širokopolosovych usilitelej. Gosenergoizdat, Moskva 1958.
- [10] *Dickinson, W. A., Schuster, W. D.*: Fernseh-Bildröhren mit 110° Ablenkung. Funk-Technik, roč. 1958, č. 6, str. 166 až 168.
- [11] *Espe, W.*: Luminiscenční látky v elektrotechnice. SNTL, Praha 1954.
- [12] *Fink, D. G.*: Television Engineering. McGraw-Hill, New York 1952.
- [13] *Frk, M.*: Technika televizního přenosu. SNTL, Praha 1956.
- [14] *Gurevič, M. D.*: Elektrovakuumnyje pribory. Vojennoje izdat. min. obrony SSSR, Moskva 1955.
- [15] *Junghans, W.*: Neue Röhren für Fernsehempfänger. Funk-Technik, roč. 1960, č. 9, str. 282.
- [16] Katalog RFT — Empfängerröhren, Ausgabe 1961.
- [17] Katalog Telefunken — Spezialröhren, 1960.
- [18] Katalog TESLA, Rožnov p.R. 1954 s doplůky.
- [19] Katalog TESLA II, Rožnov p.R. 1959 s doplůky.
- [20] *Kerkhof, F., Werner, W.*: Fernsehen, Philips' technische Bibliothek, 1954.
- [21] *Kottek, E.*: Československé rozhlasové a televizní přijímače. SNTL a SVTL, Praha 1961.
- [22] *Kröner, K.*: Stabilisierungsschaltungen für die Horizontal-Endstufe von Fernsehempfängern. Funk-Technik, roč. 1958, č. 23, str. 782.
- [23] *Lammers, H. H.*: AW43-80 und AW53-80. Zwei neue Bildröhren mit elektrostatischer Fokussierung und 90°-Ablenkwinkel. Funk-Technik, roč. 1957, č. 4, str. 101 až 102.
- [24] *Lammers, H. H.*: Fernsehbildröhren mit 110° Ablenkung. Funk-Technik, roč. 1959, č. 9, str. 279 až 280.
- [25] *Lavante, A., Smolik, F.*: Amatérská televizní příručka. Naše vojsko, Praha 1959.
- [26] *McIlwain, K., Dean, C. E.*: Principy barevné televize. SNTL, Praha 1960.
- [27] *Mikolajczyk P.*: Universal Vade-Mecum. Państwowe wydawnictwa techniczne, Warszawa 1960.
- [28] *Miškovský, I.*: Obrazové elektrony pro oscilografy a televizi. Naše vojsko, Praha 1956.
- [29] Norma — Elektrony, příručka britského normalizačního úřadu, praktické pokyny CP 1005 (Překlad Tesla Rožnov), 1954.
- [30] Norma — GOST 5461-50: Značení elektronek.
- [31] Norma TESLA — NTL 003: Číselné znaky elektronek a výbojek Tesla. Praha 1956.
- [32] Philips' Electron Tube Manual, Receiving and Picture Tubes. 1960.

- [33] Sborník: Handbuch für Hochfrequenz- und Elektrotechniker. Band I.—VI. Verlag für Foto- Kinotechnik Gmgh — 1954 až 1960.
- [34] *Severin, E., Kasika, V.*: Průmyslová televize. SNTL, Praha 1960.
- [35] *Schade, H.*: Spannungstriode PC86 und ihre Anwendung in UHF-Eingangstufen. Radiomenter, roč. 1958, č. 7, str. 466.
- [36] *Scheddin, H. E.*: Über die Entwicklung der Gitterbasistriode PC86 und ihrem Einsatz im UHF-Teil von Fernsehempfängern. Funk-Technik, roč. 1958, č. 13, str. 437.
- [37] *Spangenberg*: Vacuum Tubes. McGraw-Hill, New York 1948.
- [38] *Stříž, V.*: Katalog elektronek. SNTL a SVTL, Praha 1960.
- [39] *Suhrmann, R., Spyra, W.*: Probleme und Schaltungstechnik bei 110° Ablenkung im Fernsehempfänger. Funk-Technik, roč. 1959, č. 9, str. 281 až 282 a roč. 1959, č. 10, str. 340 až 344.
- [40] *Täger, W.*: Der Breitbandverstärker in der Fernsehtechnik. Nachrichtentechnik, roč. 1955, č. 3, str. 126.
- [41] Valvo-Handbuch 1959/60, Rundfunk- und Fernschröhen, Hamburg 1959.
- [42] *Vlk, M.*: PCC88 — nová elektronka pro pásma VKV. Sděl. techn., roč. 1959, č. 3, str. 97 až 99.
- [43] Všeobecné technické podmínky pro obrazovky, TPF 0105-55X (překlad normy SSSR OTU 07-52), Rožnov p.R. 1955.
- [44] *Zuzánek, J.*: Širokopásmová novalová pentoda E180F. Sl. 0., roč. 1958, č. 8, str. 284 až 286.
- [45] *Zuzánek, J., Deutsch J.*: Československé miniaturní elektronky II, novalové elektronky. SNTL, Praha 1960.



Jiří Deutsch, inž. Arnošt Kubát a inž. Jan Musil

**ČESKOSLOVENSKÉ  
MINIATURNÍ ELEKTRONKY**

III. Televizní elektronky

DT 621.385.832 — 181.2

Vydalo Státní nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, Praha 1, společně se Slovenským vydavateľstvom technickej literatúry, Bratislava, Hurbanovo nám. 6, v červenci 1963 jako svou 4504. publikaci v řadě elektrotechnické literatury — Redakce elektrotechnické literatury — Odpovědný redaktor Rudolf Major. Vazbu navrhl Miroslav Schützner — Technická redakce Vladislav Lacina — Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 1, Praha 1, Václavské nám. — 292 stran, 149 obrázků, 14 tabulek — Typové číslo L26—E1—IV—31/5462. Vydání první — Náklad 18.215 výtisků — 25,75 AA, 26,29 VA D—07\*30144

301—05—38

Cena vázaného výtisku 27,— Kčs

63/III—8—E1

Publikace je určena konstruktérům, technikům  
a opravářům elektronických zařízení

04—530—63

Kčs 27,—