

Ing. Mír. Beran

E l e k t r o n k y

Elektronky jsou podstatnou součástí každého historického rozhlasového přijímače /kromě krystalek ovšem/. Ve schématech jsou nejčastěji označovány písmenem E, ve starší literatuře písmenem L /lampa/, písmenem V /z angl. Valve/ nebo písmenem T /z angl. Tube/. Jistě nebude na škodu připomenout si základní poznatky o elektronkách, přičemž nutnou teorii omezíme na nejnižší možnou mez, dostačující pro praktickou potřebu sběratelů. Ve výkladu se tedy neobejdeme bez určitých zjednodušení a tím i určitých nepřesností.

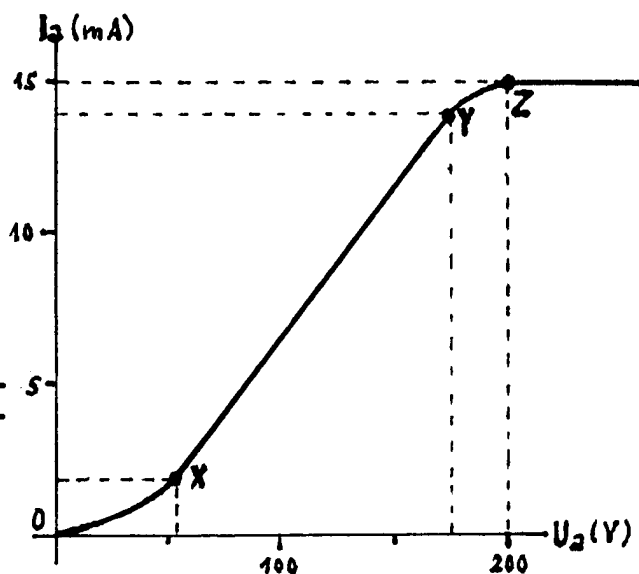
U zrodu elektronky byl - kdo jiný - než světově proslulý vynálezce Tomáš Alva Edison. Při pokusech se žárovkami, pravděpodobně ve snaze zamezit černání baňky rozprášeným vláknem, zavítal do baňky nad vláknem kovovou destičku, na které se měly rozprášené částčky vlákna zachycovat. Když náhodně zapojil mezi kladný pól vlákna a onu destičku miliampérmetr, zaznamenal na něm výchylku. Zjistil, že je tomu jen v případě, že vlákno je rozžhaveno a destička je připojena ke kladnému pólu baterie /přes mA-metr/. Tento jev, nazvaný později po něm jako Edisonův efekt /jev/, nedovedl Edison vysvětlit, ani se ho nesnažil prakticky využít. Objevil vlastně dvouelektrodovou elektronku - diodu, aniž si toho byl vědom.

Kolem rozžhaveného vlákna vzniká tzv. prostorový náboj záporně nabitých elektronů, které se kolem vlákna hromadí. Proto této elektrodě /vláknem/ říkáme k a t o d a. Jestliže destička nad vláknem - katodou má kladný náboj, přitahuje záporné elektrony a to tím více, čím kladné napětí je vyšší a čím je destička, zvaná a n o d a, ke katodě blíže. Tento proud elektronů od katody k anodě umožňuje stejnoseměrnému proudu téci opačným směrem od anody ke katodě. Tomuto stejnoseměrnému proudu říkáme proud anodový a značíme ho I_a. Je tedy proud elektronů jakýmsi vodičem pro proud stejnosměrný /anodový/.

Kdyby anoda diody byla připojena na pól záporný, nabije se anoda záporně a bude dále elektrony, vycházející z katody, odpuzovat, čímž se dalšímu proudění elektronů zamezí. Tím se stane dioda pro stejnosměrný proud nevodivou, je uzavřena. Těchto skutečností se využívá k usměrňování proudu střídavého, který teče diodou jen tehdy, je-li na anodě jeho kladná půlvlna. První, kdo toho prakticky využili, byli Elster a Geitel /asi 5 let po Edisonově objevu/. Avšak ani oni ještě nedokázali tento jev vysvětlit. Ani Fleming, který použil diody i k usměrnění proudů vysokofrekvenčních. Teprve až Thomsonovi se podařilo Edisonův jev uspokojivě vysvětlit.

Anodový proud vzrůstá při zvyšování anodového napětí. Jeho průběh si můžeme znázornit graficky diagramem, kterému říkáme a n o d o v á c h a r a k t e r i s t i k a /viz obr. 1/. Z diagramu vidíme, že anodový proud zpočátku stoupe pomalu, což způsobuje prostorový náboj kolem katody. Je to tzv. oblast náběhového proudu /až do bodu X/. Pak proud roste úměrně s anodovým napětím /od bodu X do bodu Y/. Potom se křivka opět zakřivuje /od bodu Y do bodu Z/, načež pokračuje přímkou, vodorovnou

s osou anodového napětí U_a /dříve značeno E_a /. Znamená to, že další zvyšování anodového napětí /v našem diagramu od bodu Z, tedy od $U_a = 200V$ / již nepůsobí další zvyšování anodového proudu I_a /v našem případě nad $15 mA$ /. Anoda tedy přitáhla k sobě všechny elektrony, emitované /vysílané, vydávané/ katodou. Tomuto anodovému proudu /v našem případě $15 mA$ / říkáme proud nasycený /saturační/.

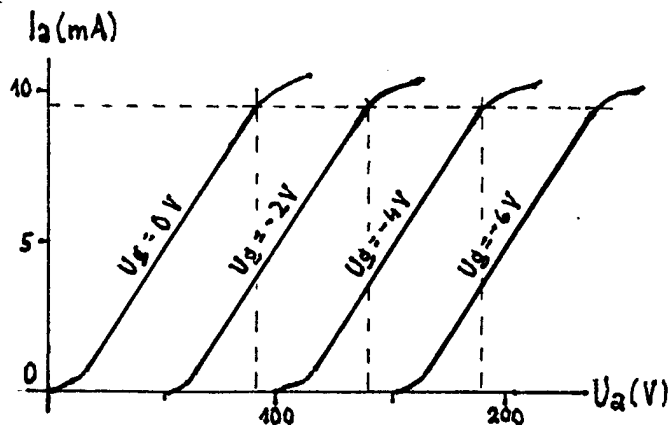


Obr. 1. Anodová charakteristika diody.

Další zvyšování anodového napětí nemá smysl, působilo by pouze zvyšování rychlosti elektronů. Takto vzniklá kinetická energie by se při dopadu na anodu měnila v neužitečné teplo. Zvýšení saturačního proudu bychom mohli dosáhnout pouze zvýšením teploty katody /zvýšeným žhavicím proudem v důsledku vyššího žhavicího napětí/. Toto přežhacování by však mělo za následek podstatné snížení životnosti elektronky. Avšak ani podžhacování /snížení saturačního proudu/ elektronkám nesvědčí. Došlo by k rychlému vyčerpání katody příliš násilným vytrháváním elektronů z ní anodovým napětím /katoda by rychle ztratila schopnost emitovat elektrony/.

Zařadíme-li mezi katodu /k/ a anodu /a/ třetí elektrodu, zvanou mřížku, vznikne elektronka o třech elektrodách - trioda. Přivádíme-li na mřížku různá napětí, mění se úměrně s tím i proud anodový / I_a /. Malými změnami napětí na mřížce můžeme tedy měnit podstatně větší proud anodový. Proto této mřížce říkáme mřížka řídicí a označujeme ji písmenem g /dle německého Gitter či anglického Grid/. Mřížkové napětí pak označujeme U_g .

Podobně jako u diody můžeme graficky znázornit i anodovou charakteristiku triody /viz obr. 2/. Protože zde anodový proud ovlivňuje kromě anodového napětí i napětí na řídicí mřížce / U_g /, kreslíme anodové charakteristiky při konstantním /neměnném/ U_g . Tato napětí volíme záporná / $-U_g$ /, neboť při kladných by vznikl tzv. mřížkový proud /mřížka by se



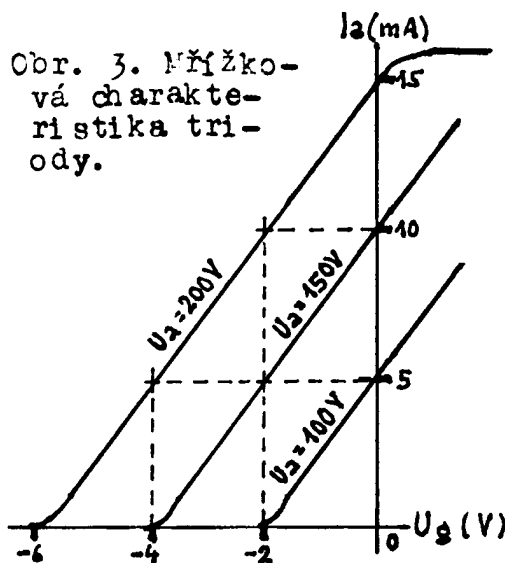
Obr. 2. Anod. charakt. triody.

chovala jako anoda, což by mělo za následek snížení výkonu elektronky/.

Z obr. 2 vidíme, že čím vyšší bude $-U_g$, tím více se posune anodová charakteristika doprava a tím i začátek naběhového proudu. Např. při $U_g = -2V$ začíná anodový proud téci až od $50V$, při $U_g = -4V$ od $100V$ atd. Tomuto zápornému mřížkovému napětí říkáme mřížkové předpětí. Čím bude vyšší, tím déle bude elektronka uzavřena /nepočeje jí anodový proud/. Změnami mřížkového předpětí můžeme regulovat zesílení elektronky /buď ručně, nebo automaticky - AVC/.

Závislost anodového proudu I_a na proměnlivém mřížkovém napětí U_g při konstantním anodovém napětí U_a můžeme rovněž znázornit graficky jako tzv. mřížkovou charakteristiku triody /viz obr. 3/. Z grafu vidíme, že při $U_a = 200V$ je při $U_g = -4V$ anodový proud $I_a = 5$ mA, při $U_g = -2V$ 10 mA a při $U_g = 0$ 15 mA. Při anodovém napětí $150V$ a mřížkovém $-2V$ je $I_a = 5$ mA, při nulovém mřížkovém pak 10 mA. Konečně při anodovém napětí 100 V dosáhneme anodový proud 5 mA až při $U_g = 0$. /Kladné U_g , jak bylo již zmíněno výše, by mělo za následek vznik mřížkového proudu/.

Je-li tedy $U_g = 0$, pak při $U_a = 100V$ je $I_a = 5$ mA, při $U_a = 150V$ 10 mA a při $U_a = 200V$ anodový proud $I_a = 15$ mA.



Obr. 3. Mřížková charakteristika triody.

Přírůstek anodového napětí ΔU_a ; Δ je velké řecké písmeno delta/ o $50V$ má za následek přírůstek anodového proudu ΔI_a o 5 mA. Trioda se tedy chová jako ohmický odpor, kterému zde říkáme vnitřní odpor elektronky a značíme ho R_i . Vypočteme ho /podle Ohmova zákona/ jako podíl přírůstku anodového napětí a proudu:

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} \quad / \Omega; V, A / \quad / 1 /$$

/V našem příkladě $R_i = 50 : 0,005 = 10000 \Omega$ /.

Čím je křivka mřížkové charakteristiky strmější, tím je změna anodového proudu ΔI_a vzhledem ke změně mřížkového napětí ΔU_g větší. Poměr změny anodového proudu ke změně mřížkového napětí nazýváme strmost elektronky a značíme ji S ; udáváme v mA na volt /mA/V/:

$$S = \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g} \quad / -; mA, V / \quad / 2 /$$

/V našem příkladě změna U_g o $2V$ vyvolá změnu I_a o 5 mA, takže $S = 5 : 2 = 2,5$ mA/V/.

Poměr změny anodového napětí ΔU_a ku změně mřížkového napětí ΔU_g nazýváme zesilovacím činitelem a značíme ho μ /malým řeckým písmenem mí/.

$$\mu = \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g} \quad / -; V, V / \quad / 3 /$$

/V našem příkladě $\mu = 50 : 2 = 25$ /.

Zesilovací činitel udává, kolikrát má napětí mřížky větší vliv na katodu /tok elektronů/, než anoda. Je to tím, že mřížka je mnohem blíže ke katodě, než anoda. /V našem příkladě tedy 25 krát/.

Někdy se místo zesilovacího činitele μ udává tzv. průnik, značený písmenem D. Je dán poměrem změny napětí na mřížce ΔU_g ke změně napětí na anodě ΔU_a a udává se v procentech.

$$D = \frac{\Delta U_g}{\Delta U_a} \quad / -; V, V / \quad / 4 /$$

/V našem příkladě $D = 2 : 50 = 0,04$ čili 4%. Anoda tedy proniká na katodu 25 krát menším vlivem, než mřížka/.

Zesilovací činitel μ a průnik D jsou hodnoty navzájem reciproké /obrácené/:

$$\mu = \frac{1}{D} \quad ; \quad D = \frac{1}{\mu} .$$

Vynásobíme-li vnitřní odpor R_i , strmost S a průnik D dostaneme jedničku:

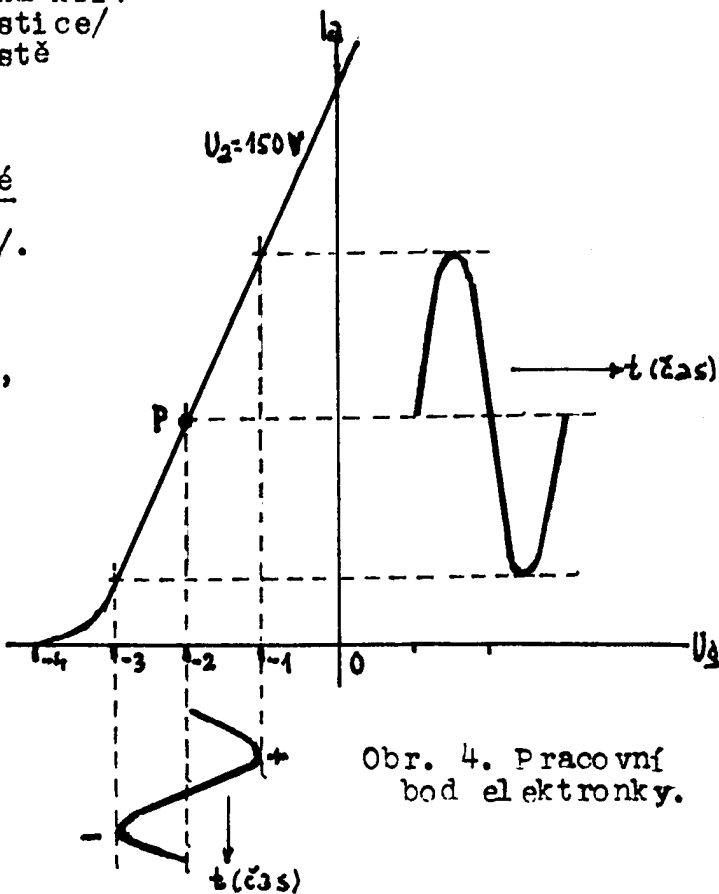
$$\frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} \cdot \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g} \cdot \frac{\Delta U_g}{\Delta U_a} = 1 \quad / \text{členy v čitateli a jmenov. se vykrátí} /$$

Je to tzv. Barkhausenův vzorec, třetí nejdůležitější vzorec radiotechniky vůbec /kromě Ohmova zákona a Thomsonova vzorce - viz str. 18 druhého dílu příručky/.

Přivedeme-li na řídicí mřížku kromě stejnosměrného napětí /předpětí/ střídavý signál /např. z laděného obvodu/ jakožto budící napětí, značené U_b , bude se velikost stejnosměrného napětí na řídicí mřížce měnit v rytmu přiváděného signálu. Při kladné půlvině budícího napětí se bude záporné mřížkové napětí zmenšovat, při záporné půlvině naopak zvětšovat. Se změnami mřížkového napětí se ovšem bude měnit i velikost anodového proudu I_a . Nebude to však proud střídavý /ten by elektronkou téci nemohl/, ale tzv. proud pulsační /tepavý/. Tedy proud stejnosměrný, měnící v rytmu budícího napětí svou intenzitu /velikost/.

Rozvineme-li průběh budicího napětí U_b v čase a tomu odpovídající průběh pulzačního anodového proudu v grafu mřížkové charakteristiky /viz obr. 4/, zjistíme, že budicí napětí na mřížce kmitá kolem nulové hodnoty, které na mřížkové charakteristice odpovídá bod P. Je to tzv. pracovní bod elektronky. Ten můžeme na křivce /mřížkové charakteristiky/ umístit v libovolném místě pomocí změny mřížkového předpětí. Snažíme se ho však umístit v záporné oblasti přímkové části charakteristiky /pokud možno doprostřed/. Tak získáme zesilovač třídy A, který nejméně zkresluje. Používá se k zesilování jak vysoké, tak i nízké /akustické/ frekvence.

Zesilovače třídy A nejsou příliš hospodárné, proto u koncových zesilovačů výkonu jsou vhodnější zesilovače třídy B s nesymetrickým průběhem anodového proudu. Vyžadují však dvojčinného /pushpulového/ zapojení /se dvěma koncovými elektronkami či jednou dvojicí/. Proto se používají jen ve velkých /luxusních/ síťových přijímačích a u přijímačů bateriových, kde úspora anodového proudu je významná.



Obr. 4. Pracovní bod elektronky.

Nyní se alespoň ve stručnosti vraťme k problematice katod, které zahrátím emitují potřebné množství volných elektronů. Zpočátku byla katoda tvořena wolframovým drátkem, který při rozžhavení poměrně dobře emitoval. Vyžadoval však teplotu cca 2000°C /proto první elektronky dosti intenzivně svítily a vysloužily si tak název l a m p a/, navíc jejich účinnost byla poměrně malá. Proto se wolfram kombinoval s thoriem, který snadněji emitoval i při nižších teplotách cca 700° až 1000°C . Ještě účinnější jsou však katody baryové /torium potažené oxidem barya/.

Tyto přímoemitující katody nazýváme p ř í m o ž h a v e n é. Pokud se přijímače napájely stejnosměrným proudem, bylo vše v pořádku. Katody se žhavily buď z akumulátoru /event. i galvanických článků/, anebo ze stejnosměrné sítě. Jakmile se však začaly přijímače napájet ze sítě střídavé, vznikaly problémy. Kolem katody vznikalo střídavé elektromagnetické pole, které se přenášelo na řídicí mřížku, což ovlivňovalo i anodový proud. Příspěvalo k tomu i kolísání teploty vlákna v rytmu

střídavého proudu. To se v nízkofrekvenčních zesilovačích projevovale silným brumem. Aby se tento nepříznivý jev omezil, používalo se extrémně nízkého žhavicího napětí /kolem 1 V/. Vláknem mohlo být ze silnějšího drátku, takže jeho tepelná setrvačnost byla větší /jeho teplota byla stálejší/. Avšak ani toto opatření neodstranilo dosti nepříjemné bručení.

Byly proto sestrojeny katody nepřímožhavené. Žhavicí vláknem elektronky samo neemituje, nýbrž pouze vyhřívá niklovou, od vlákna izolovanou trubičku s povlakem emisní barytové vrstvy. Energetická účinnost těchto katod je ovšem nižší, což však u přijímačů napájených ze sítě není podstatné. Pouze u koncových /výkonových/ elektronek s poměrně velkým žhavicím příkonem se z počátku používalo přímožhavených katod. Aby se zamezilo bručení, uzemňoval se střed žhavicího vinutí síťového transformátoru, anebo se střed vytvářel pomocí potenciometru /zvaného odbřučovač/ s uzemněným běžcem. Zbytkové bručení bylo vzhledem k poměrně velkým amplitudám zesilovaného n napětí zanedbatelné.

Přímožhavené elektronky pracovaly prakticky ihned po zapnutí přijímače, kdežto nažhavení nepřímožhavených elektronek trvá 30 až 60 vteřin /u prvních typů i déle/. Jestliže v přijímači je usměrňovací elektronka přímožhavená, kdežto koncová je nepřímožhavená, pak po zapnutí přijímače vzroste anodové napětí na špičkovou hodnotu střídavého a teprve po nažhavení koncové elektronky poklesne na hodnotu provozní /vlivem odběru anodového proudu/. Musí být proto filtrační kondenzátory dimenzovány na špičkové anodové napětí. Měly by tedy být obě elektronky /usměrňovací a koncová/ buď přímožhavené, nebo nepřímožhavené.

Další vývoj elektronek vedl ke vzniku elektronek o více mřížkách. Trioda sice znamenala převrat v rozvoji rozhlasu, umožňovala příjem i vzdálených stanic na reproduktor, avšak měla i své nedostatky. Především to bylo poměrně malé zesílení /vlivem malého vnitřního odporu a velkých vnitřních kapacit/, což vedlo ke konstruování mnohalampových přijímačů /a tedy i značně drahých/, aniž výsledek by byl příliš oslňující.

Již v roce 1919 vzniká z triody vložení další mřížky mezi mřížku řídicí a katodu tzv. dvoumřížková elektronka s prostorovou mřížkou /neoleťme si jí však s tetrodou, která má sice také dvě mřížky, ale její funkce je zcela odlišná/. Jak jsme již v úvodu připoměli, kolem rozžhavené katody vzniká prostorový náboj záporně nabitých elektronů, které se dají do pohybu směrem k anodě až při určitém, dosti vysokém anodovém napětí. Umístíme-li však těsně ke katodě další mřížku, spojenou s kladným pólem anodového zdroje, vrhne tyto elektrony velkou rychlostí k anodě, takže se vystačí s poměrně nízkým anodovým napětím /20 až 30 V/. Tuto mřížku, v pořadí prvou, nazýváme mřížkou prostorového náboje či prostě prostorovou. Řídicí mřížka je pak druhá v pořadí.

Dvoumřížkových elektronek se s oblibou používalo u přenosných bateriových přijímačů, kde anodová baterie byla tvořena 4 až 5 plochými bateriemi, zapojenými v seri. Bohužel tyto

elektronky měly velmi malou strmost /max. 1 mA/V/, malý vnitřní odpor /cca 5000Ω/ a zesílení /zisk cca 2,5/. Byly proto brzy vytlačeny mnohem dokonalejšími bateriovými pentodami s velkou strmostí /až 15 mA/V/. Ty pak i při velmi nízkém anodovém napětí dávaly zesílení větší, než dvoumřížky, nehledě i na další přednosti pentody.

Dvoumřížkové elektronky měly svou průkopnickou cenu i v superhetových zapojeních jako směšovače pro součinnové /multiplikativní/ směšování, které oproti dosud používanému směšování součtovému /aditivnímu/ znamenalo krok vpřed. V těchto zapojeních dvoumřížky pracovaly s běžným anodovým napětím. Příkladem nám může být superhet Telefunken T500 /viz I. díl HR, str. 155/. Podrobněji o těchto směšovačích bylo pojednáno v I. dílu HR ve stati Směšovače /str. 74/.

Jinou dvoumřížkovou elektronkou je tetroda /čtyřelektrodová: Katoda, anoda a dvě mřížky/, zkonstruovaná v r. 1925. Druhá mřížka je zde umístěna mezi mřížku řídicí a anodu. Elektricky stíní řídicí mřížku před vlivem anody a proto jí říkáme mřížka stínicí a značíme g_2 /kdežto řídicí mřížku značíme g_1 /. Ve starší literatuře se těmto tetrodám říkalo stíněná lampa.

Na stínicí mřížku je přiváděno stálé anodové napětí z anodového zdroje. Naproti tomu anodové napětí na anodě kolísá vlivem kolísajícího úbytku napětí na anodové zátěži, působené změnami anodového proudu při zesilovací činnosti elektronky. Pokud by anodové napětí na anodě U_a kleslo pod napětí na stínicí mřížce U_{g_2} , pak stínicí mřížka přitáhne všechny sekundární elektrony uvolněné z anody, proud stínicí mřížky I_{g_2} se zvětšuje, kdežto anodový proud I_a klesá. To má za následek zkreslování zesilovaného signálu. Je proto nutno v takovém případě volit U_{g_2} značně nižší, než U_a .

/Sekundární emise anody vzniká tehdy, mají-li dopadlé elektrony na anodu dost energie, takže z anody uvolní nové elektrony. Nezaměňujme tuto sekundární anodovou emisi s mřížkovou emisí, vznikající u silně zatížených koncových elektronek usazováním aktivního emisního materiálu z katody na závitech řídicí mřížky. To má za následek snížení mřížkového předpětí a tím další růst anodového proudu I_a , další zvýšení teploty katody atd. Dojde k lavinovitému zvyšování I_a , což je velmi nebezpečné pro celý přijímač. Takovou elektronku ihned vyměníme za bezchybnou./

Tetrody /stíněné lampy/ znamenaly v rozvoji radiotechniky další obrovský skok dopředu. Stínicí mřížka zmenšuje kapacitu mezi anodou a řídicí mřížkou z cca 10 pF u triody na pouhých 0,05 pF, i méně. Zároveň se podstatně zvýšil vnitřní odpor z několika málo desítek kiloohmů na stovky kiloohmů až 1 megaohm a též zesilovací činitel μ z 20 /u triody/ na cca 400. To vše znamenalo podstatně snazší zesilování především vysokofrekvenčních signálů.

Aby se zamezilo zkreslování zesilovaného signálu u koncových elektronek tohoto typu, byly vyvinuty tzv. s v a z k o - v é t e t r o d y. Vhodně zvolenou vzájemnou polohou mřížek

se docílilo soustředění elektronů, vycházejících z katody, do plochých svazků. Hustota elektronů v nich je mnohem větší, než u obyčejné tetrody. Proto elektronové svazky silně odpuzují sekundární elektrony a zabraňují jim, aby dopadly na stínící a tím méně na řídicí mřížku.

Odstranit zkreslování zesilovaného signálu u elektronek vysokofrekvenčních a předzesilovacích elektronek nízkofrekvenčních lze provést zařazením další mřížky mezi mřížku stínící a anodu. Tak vznikla elektronka o pěti elektrodách - p e n t o d a. Tato třetí mřížka je většinou připojena uvnitř elektronky ke katodě, takže má nulové napětí. Slouží tedy jako elektrostatické stínění mezi anodou a stínící mřížkou, takže sekundární elektrony se vrací zpět na anodu, brzdí jejich průnik k mřížce stínící. Proto ji nazýváme mřížkou brzdící /brzdící/ a označujeme g3.

Pentoda má oproti tetrodě vyšší vnitřní odpor R_i /řádově několik megaohmů/, zesilovací činitel cca desetinásobný, zisk pak zhruba 300 /u tetrody cca 100, u triody 20/. Též kapacita mezi anodou a řídicí mřížkou je menší.

Kromě obyčejných pentod s přímkovou charakteristikou byly vyvinuty pentody s charakteristikou exponenciální. Nazýváme je selektody či elektronky s proměnlivou strmostí nebo též elektronky řízené. U nich lze změnou předpětí plynule ve velkém rozsahu měnit jejich zesílení, aniž by docházelo ke zkreslování zesilovaného signálu i při nejmenším zesílení. U obyčejných pentod s přímkovou charakteristikou bychom se prakticky skokem dostali do oblasti náběhového proudu, navíc s velkým zkreslením. Pomocí selektod můžeme tedy snadno plynule řídit zesílení přijímače ať už ručně, či automaticky /AVC/.

Další vývoj byl inspirován superhetovým zapojením/přijímačů a vedl ke vzniku elektronek se 4 až 6 mřížkami, nazývanými elektronkami směšovacími. Především to byla čtyřmřížková hexoda /se 6 elektrodami/. První mřížka od katody je řídicí, druhá a čtvrtá jsou mřížky stínící, samostatně vyvedené, kdežto třetí je tzv. mřížka rozdávající. Lepší výsledky dávala tzv. fadningová hexoda se spojenými stínícími mřížkami. Hexody tedy nemají mřížku brzdící, s příslušnými nepříznivými důsledky.

Vložíme-li do hexody mezi anodu a 4. mřížku ještě mřížku brzdící, spojenou s katodou, dostaneme heptodu /tj. elektronku se 7 elektrodami/. Ta odstraňuje výše zmíněné nedostatky hexod. Zvláštním případem heptody je tzv. pentagri d /pětimřížka/, lišící se od normální heptody jiným uspořádáním mřížek: První mřížka je řídicí oscilátoru, druhá zastupuje anodu oscilátoru, takže spolu s katodou tvoří jakousi triodu. Třetí a pátá jsou mřížky stínící, kdežto čtvrtá je řídicí mřížkou vstupního laděného obvodu. Pentagridu se nejčastěji používalo v Americe, kdežto v Evropě jen výjimečně /viz např. přijímač Tunggram 7832, SN 53/. Doplněním heptody o mřížku brzdící, šestou v pořadí, se dospělo k elektronce s 8 elektrodami, čili oktode. Ta byla vyvrcholením celé vývojové řady a hojně se jí v přijímačích používalo.

Oktody byly překonány až zkonstruováním sdrúžených elektronek koncem třicátých let. V jedné baňce byly umístěny dva vzájemně dobře odstíněné elektronkové systémy, nejčastěji trioda a hexoda či trioda a heptoda. Jejich dokonalé vnitřní odstínění umožňovalo dokonalou funkci i v nejkratších krátkovlnných pásmech. /Podrobnější výklad ke směšovací elektronkám viz samostatnou stať Směšovače v I. dílu HR, str. 74-80/.

Kromě sdrúžených elektronek typu trioda - hexoda či trioda - heptoda byly vyvinuty další typy sdrúžených elektronek, jako jsou např. duodiody pro detekci a AVC, trojitě detekční diody, duodiody pro usměrňování anodového proudu /tzv. usměrňovačky/, triody, tetrody či pentody s detekční diodou v jedné baňce zvané binody, dvojitě koncové elektronky pro dvojitě koncové zesilovače třídy B a dokonce i pentody spolu s elektronickým indikátorem vyladění v jedné baňce.

Na další straně uvádím převodní tabulku přijímacích elektronek hlavních výrobců /Telefunken, Philips, Tungram, Valvo, Sator, Triotron/. Tabulka je sestavena abecedně podle prvního sloupce /Telefunken/. Zahrmje nejdůležitější ekvivalenty, které se ponejvíce vyskytují v rozhlasových přijímačích.

Upozorňuji na dvě elektronky Tungram, které se vyskytují v přijímačích, uvedených v tomto druhém dílu HR. Především je to detekční dioda D 418 /SN 53 - Tungram 7832/. Má jeden ekvivalent, a sice Sator UMD 40. Ten je však stejně málo dostupný, jako D 418. Dal by se sice nahradit běžnou ABl, avšak vyžadovalo by to přepojení elektronkového soklu.

Druhou obtížně sehnatelnou elektronkou je binoda DS 4101 /SN 58 - Tungram 7830/. Tato elektronka má oddělené katody, samostatně vyvedené. Jinak bychom ji mohli bez problémů nahradit běžnějšími RENS 1254 či E 444 se společnou katodou. Obvykle se podaří zkusmo z více kusů těchto ekvivalentů vybrat takovou, která by v přijímači dobře hrála. Společná katoda musí být ovšem uzemněna.

Převodní tabulka přijímacích elektronek T e l e f u n k e n

Telefunken	Philips	Tungsram	Valvo	Sator	Triotron	Druh
AB 1	AB 1	DD 465	AB 1	NDD 40	D 401	DD
AF 2	AF 2	HP 4115	AF 2	--	S 432	P
ACH 1	ACH 1	TACH 1	ACH 1	--	TH 401	T/Hex
AK 1	AK 1	MO 465	AK 1	NMO 46	O 407	O
RE 114	B 406	P 410	L 410	A 19	E 414	KTp/3 ≈
RE 134	B 409	L 414	L 413	E 4	E 422	KTp/3 ≈
RE 604	D 404	P 460	--	P 4	K 435/10	KTp/10 ≈
REN 704d	E 441 N	DG 4101	U 4100 D	NDG 4	D 410 N	2mř/50
REN 804	E 415	AG 4100	A 4100			Tnf
REN 904	E 424 N	AG 495	A 4110	NU 41	A 430 N	Tnf,osc.
REN 914	E 499	AR 4120	W 4110	NR 41	A 440 N	Tnf
REN 924	E 444 S	--	AN 4092	--	B 435 N	Bi
REN 1004	E 438	AR 4100	W 4080	NR 4	W 415 N	Tnf
REN 1104	E 409 N	APP 495	--			Tnf
REN 1814	B 2099	--	W 2418			Tnf -
REN 1817d	B 2041	DG 2018 D	U 1718 D			2mř/50 -
REN 1821	B 2038	R 2018 D	A 2118	NW 180	A 2030 N	Tnf -
REN 1822	B 2006	P 2018 D	L 2218			KTn/3 -
RENS 1204	E 442 S	AS 4100	H 4080 D	NSS 4	S 410 N	Te vf
RENS 1214	E 445	AS 4105	H 4125 D	NVS 4	S 415 N	Te řiz.
RENS 1224	E 448	MH 4100	X 4122	NSS 45	H 425 N	Hex /SO/
RENS 1234	E 449	FH 4105	X 4 123	NSS 44	H 425 N	Hex řiz.
RENS 1254	E 444	DS 4100	AN 4125	NDS 42	B 430 N	Bi
RENS 1264	E 452 T	AS 4120	H 4111 D	NSS 42	S 430 N	Te vf
RENS 1274	E 455	AS 4125	H 4115 D	NVS 42	S 431 N	Te řiz.
RENS 1284	E 446	HP 4100	H 4128 D	NSS 43	S 435 N	P vf
RENS 1294	E 447	HP 4105	H 4129 D	NVS 43	S 434 N	P řiz.
RENS 1374d	E 453	APP 4120	L 4150 D	NE 43	P 440 N	KPn/6 ≈
RENS 1384d	E 463	APP 4130	L 4138 D	NP 43	P 441 N	KPn/9 ≈
RENS 1818	B 2052 T	SS 2018	H 1818 D	NSS 180	S 2030 N	Te vf -
RENS 1819	B 2045	SE 2018	H 1918 D	NVS 180	S 2012 N	Te řiz. -
RENS 1820	B 2042	S 2018	H 2018 D	NS 180	S 2010 N	Te vf -
RENS 1823d	B 2043	FP 2018 D	L 2318 D	NE 183	P 2020 N	KPn/5 -
RENS 1824	B 2048	MH 2018	X 2818	--	--	Hex /SO/
RENS 1834	B 2049	FH 2118	X 2918			Hex řiz. -
RENS 1854	B 2044	DS 2018	AN 2127			Bi -
RENS 1884	B 2046	HP 2018	H 2518 D	NSS 183	S 2035 N	P vf -
RENS 1894	B 2047	HP 2118	H 2518 D	NVS 183	S 2034 N	P řiz. -
RES 105	B 543	PP 510	L 510 D			KPp/3 ≈
RES 164	B 443 S	PP 416	L 416 D	N 43	P 421	KPp/3 ≈
RES 174d	B 443	PP 415	L 415 D	L 43	P 420	KPp/3 ≈
RES 364	C 443	PP 430	L 425 D	M 43	P 425	KPp/5 ≈
RES 664d	E 443 N	PP 4100	L 491 D	E 43	P 430	KPn/12 ≈
RES 964	E 443 H	PP 4101	L 496 D	P 43	P 435	KPp/9 ≈

Převodní tabulka usměrňovacích elektronek T e l e f u n k e n

RGN 354	1802	V 430	G 415	EG 403	G 429	D/25
RGN 504	1801	PV 430	G 430	VG 406	G 431	DD/30
RGN 564	1803	V 460	G 415	EG 406	G 430	D/30
RGN 1054	506	PV 495	G 490	VG 410	G 470	DD/75
RGN 1064	1805	PV 4100	G 4100	VG 411	G 460	DD/120/70
RGN 1503	1201	--	G 3140	--	--	DD/75

Vysvětlivky ke sloupci Druh:

n - neopřímá ztráta
 p - přímá ztráta
 SO - směšovač-oscilátor
 Bi - binoda
 D - dioda
 DD - duodioda
 KT - konc. trioda
 KP - konc. pentoda
 T - trioda
 Te - tetroda
 P - pentoda
 číslice - ar-
 dová ztráta

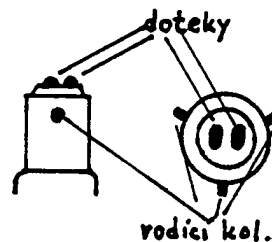
Ing. M. Beran

Patice žárovek a stabilisátorů

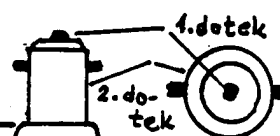
Nejpoužívanější patice žárovek, variátorů, urdoxů a ostatních stabilisátorů /doutnavkových/ jsou:

1. **E d i s o n** - používají se 4 druhy /velikosti/ závitu:
 - E 40 - tzv. goliáš
 - E 27 - normální žárovkový závit
 - E 14 - tzv. mignon
 - E 10 - trpasličí závit /tzv. baterkový/

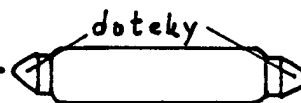
2. **B a j o n e t** - má dva nebo tři vodící kolíčky na kovovém obalu o různém průměru - zpravidla jsou umístěny při dolním okraji/, dva čoučkové doteky na vrcholu patice /kovový obal není dotekem/



3. **S w a n** - podobná patice jako bažonet, ale má na vrcholu patice jen jeden dotek, kdežto druhým dotekem je kovový obal /dvouvláknové autožárovky mají na vrcholu dotyky dva, společným pólem je kovový obal/



4. **S u f i t a** - kontakty jsou kovové čepičky na obou koncích trubkové baňky /používají se hlavně u žárovek a doutnavek/



Kromě těchto patic mají variátory, urdoxy a stabilisátory též patice nožičkové /dvou až čtyřnožičkové/, lamelové, oktálové a poslední typy stabilisátorů i heptalové.