

ELEKTRONKY

ing. Miroslav Beran

Elektronky jsou podstatnou součástí každého historického rozhlasového přijímače (kromě krystalek, ovšem). Ve schemech 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.

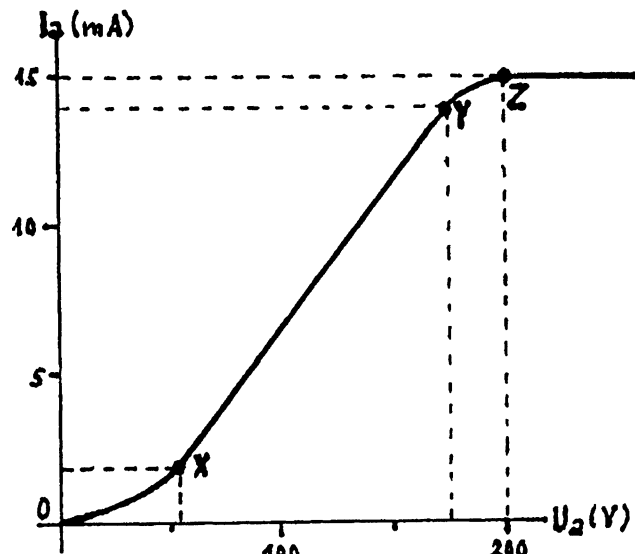
U zrodu elektronky byl - kdo jiný - než světově proslulý vynálezce **Tomáš Alva Edison**. Při pokusech se žárovkami, pravděpodobně ve snaze zamezit černání baňky rozprášeným vláknem, zatavil do baňky **nad vláknem kovovou destičku**, na které se měly rozprášené částičky vlákna zachycovat. Když náhodně 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 miliampérmetr). Tento jev, nazvaný po něm později 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 **katoda**. 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 **anoda**, ke katodě blíže. Tento proud elektronů od katody k anodě umožňuje **stejnoseměrnému proudu** téci opačným směrem od **anody ke katodě**. Tomuto stejnosměrnému 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 další 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 usměrňování proudu 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 **anodová charakteristika** (viz obr. 1). Z diagramu vidíme, že anodový proud zpočátku stoupá pomalu, což zapříčiňuje 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), načech 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) katodou. Tomuto anodovému proudu (v našem případě 15 mA) říkáme **proud nasycený** (saturační).



Obr. 1. Anodová charakteristika diody

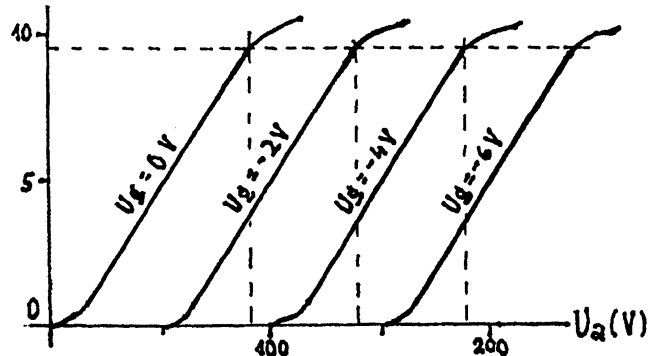
Další zvyšování anodového napětí nemá smysl, působilo by pouze zvyšování rychlosti elektronů. Taktó vzniklá kinetická energie by se při dopadu na anodu měnila v **neužitečné teplo**. Zvýšení saturačního proudu bychom mohli dosáhnout pouze zvýšením teploty katody (zvýšeným žhavicím proudem v důsledku vyššího žhavicího napětí). Toto **přehřívání** by však mělo za následek podstatné snížení životnosti elektronky. Avšak ani **podžhívání** (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 mřížka, vznikne elektronka o třech elektrodách - **triody**. 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 chovala jako anoda, což by mělo za následek snížení výkonu elektronky).

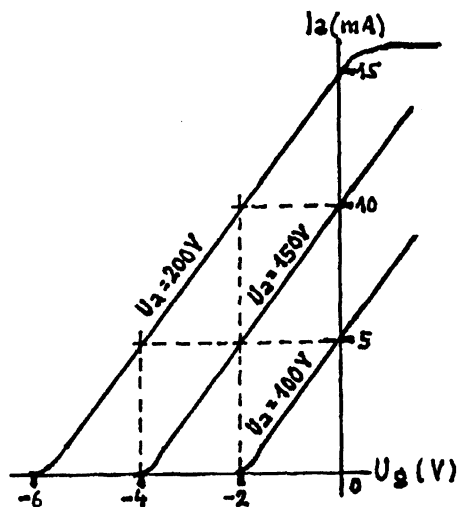
Z obr. 2 vidíme, že čím vyšší bude $-U_g$, tím více se posune anodová charakteristika doprava a tím i začátek náběhového proudu. Např. při $U_g = -2V$ začíná anodový proud téci až od 50V, při $U_g = -4V$ od 100V atd. Tomuto zápornému mřížkovému napětí říkáme **mřížkové předpětí**. Čím bude vyšší, tím déle bude elektronka uzavřena (nepoteče jí anodový proud). Změnami mřížkového předpětí můžeme

regulovat zesílení elektronky (buď ručně, nebo automaticky - AVC).



Obr. 2. Anodová charakteristika triody

Závislost anodového proudu I_a na proměnlivém mřížkovém napětí U_g při konstantním anodovém napětí 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 $I_a = 5mA$, při $U_g = -2V$ $10mA$ a při $U_g = 0V$ $15mA$. Při anodovém napětí $150V$ a mřížkovém $-2V$ je $I_a = 5mA$, při nulovém mřížkovém pak $10mA$. Konečně při anodovém napětí $100V$ dosáhneme anodového proudu $5mA$ až při $U_g = 0$. (Kladné U_g , jak již bylo zmíněno výše, by mělo za následek vznik mřížkového proudu).



Obr. 3. Mřížková charakteristika triody

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

Přírůstek anodového napětí (ΔU_a , Δ je velké řecké písmeno delta) o $50V$ má za následek **přírůstek anodového proudu** (ΔI_a) o $5mA$. 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 přírůstků anodového napětí a proudu:

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} \quad (\Omega; V, A) \quad [1]$$

(v našem případě $R_i = 50 : 0,005 = 10000 \Omega$).

Čím je křivka anodové 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 případě změna U_g o $2V$ vyvolá změnu I_a o $5mA$, 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 případě $\mu = 50 : 2 = 25$).

Zesilovací čítnel 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 případě tedy $25x$).

Někdy se místo zesilovacího činitele μ uvádí 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 případě $D = 2 : 50 = 0,04$ čili 4% . Anoda tedy proniká na katodu $25x$ menším vlivem, než mřížka).

Zesilovací čítnel μ a průnik D jsou hodnoty navzájem reciproké (převrácené):

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

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

$$\frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} \times \frac{\Delta I_a}{\Delta U_g} \times \frac{\Delta U_g}{\Delta U_a} = 1 \quad (\text{Členy v čitateli a jmenovateli se vykrátí})$$

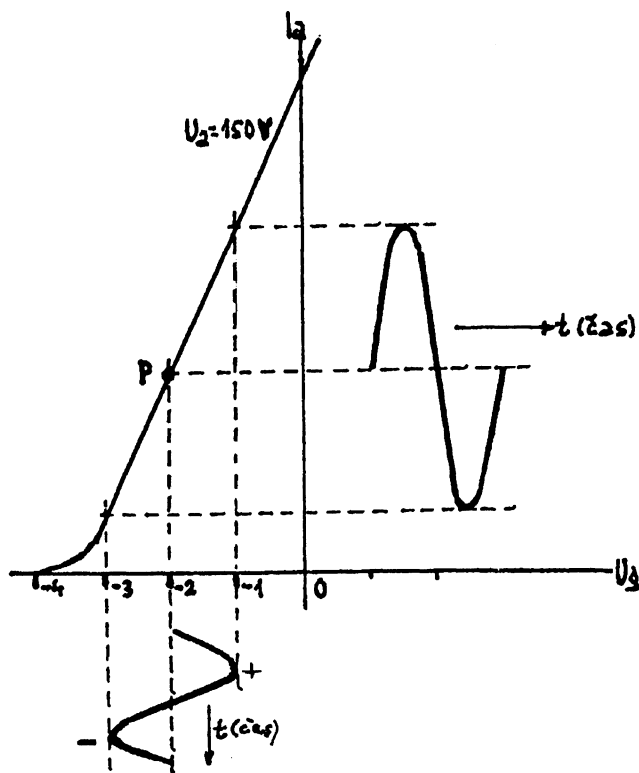
Je to tzv. **Barkhausenův vzorec**, třetí nejdůležitější vzorec radiotechniky vůbec (kromě Ohmova zákona a Thomsonova vzorce).

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 půlvlně budicího napětí se bude záporné mřížkové předpětí zmenšovat, při záporné půlvlně 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 budicího napětí svou intenzitu (velikost).

Rozvineme-li průběh budicího napětí U_b v čase a tomu odpovídající průběh pulsačního 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 charakteristice) 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 vysokých, tak i nízkých (akustických) kmitočtů.

Zesilovače třídy A nejsou příliš hospodárné, proto u koncových zesilovačů výkonu jsou vhodnější **zesilovače třídy B** s nesymetrickým průběhem anodového proudu. Vyžadují však dvojčinného (pushpull) zapojení (se dvěma koncovými elektronkami nebo jednou dvojitou). 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 zahřátím 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 dost intenzívně svítily a vysloužily si tak název **lampa**), 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** (thorium potažené oxidem barya).

Tyto přímoemitující katody nazýváme **přímožhavené**. Pokud se přijímače napájely stejnosměrným proudem, bylo vše v pořádku. Katody se žhavily z akumulátoru (eventuelně 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 i na řídicí mřížku, což ovlivňovalo i anodový proud. Přispívalo k tomu i kolísání teploty vlákna v rytmu střídavého proudu. To se v nízkofrekvenčních zesilovačích projevovalo silným **brumem**. Aby se tento nepříznivý jev omezil, používalo se extrémně nízkého žhavicího napětí (kolem 1V). Vlákno mohlo být ze silnějšího drátku, takže jeho tepelná setrvačnost byla větší (jeho teplota byla stálejší). Avšak ani toto opatření neodstranilo dosti nepřijemné bručení.

Byly proto sestrojeny katody **nepřímo žhavené**. Žhavicí vlákno elektronky samo neemituje, nýbrž pouze vyhřívá niklovou, od vlákna izolovanou **trubičku s povlakem emisní baryové 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 **odbručovač**) s uzemněným běžcem. Zbytkové bručení bylo vzhledem k poměrně velkým amplitudám zesilovaného nf 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 elektrony 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 mnoholampových 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** (nepleťme si ji však s tetrodou, která má sice také dvě mřížky, ale její funkce je zcela odlišná). Jak jsme již v úvodu připomněli, 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 - 30V). Tuto mřížku, v pořadí prvou, nazýváme mřížkou

prostorového náboje či prostě **prostorovou**. Řídicí mřížka je pak druhá v pořadí.

Dvumřížkových elektronek se s oblibou používalo u přenosných bateriových přijímačů, kde anodová baterie byla tvořena čtyřmi až pěti plochými bateriemi, zapojenými v serii. Bohužel tyto elektronky měly **velmi malou strmost** (max 1 mA/V), malý vnitřní odpor (cca 5000 Ω) 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 dvumřížky, nehledě i na další přednosti pentody.

Dvumřížkové 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 dvumřížky pracovaly s běžným anodovým napětím. Příkladem nám může být superhet TELEFUNKEN T500 (RJ 8). Podrobněji o těchto směšovačích bylo pojednáno v RJ 9 v článku Směšovače.

Jinou dvumřížkovou elektronkou je **tetroda** (čtyřelektrodová: katoda, anoda a dvě mřížky), zkonstruovaná v roce 1925. Druhá mřížka je zde umístěna mezi mřížku řídicí a anodu. Elektricky stíní řídicí mřížku před vlivem anody a proto jí říkáme **mřížka stínící** a značíme **g2** (kdežto řídicí mřížku značíme g1). Ve starší literatuře se těmto tetrodám říkalo **stíněná lampa**.

Na stínící mřížku je přiváděno stále 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 stínící mřížce U_{g2} , pak stínící mřížka přitáhne všechny sekundární elektrony uvolněné z anody, proud stínící mřížky I_{g2} se zvětšuje, kdežto anodový proud I_a klesá. To má za následek zkreslování zesilovaného signálu. Je proto nutno v takovém případě volit U_{g2} značně nižší, než U_a .

(Sekundární emise anody vzniká tehdy, mají-li dopadlé elektrony na anodu dost energie, takže z anody uvolní nové elektrony. Nezaměňujeme 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. **Stínící 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. **svazkové tetrody**. 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 - **pentoda**. 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** (hradící) 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 čtyřmi až šesti mřížkami, nazývanými elektronkami **směšovacími**. Především to byla čtyřmřížková **hexoda** (se šesti elektrodami). První mřížka od katody je řídicí, druhá a čtvrtá jsou mřížky stínící, samostatně vyvedené, kdežto třetí je tzv. mřížka rozdělovací. Lepší výsledky dávala tzv. **fadingová hexoda** se spojenými stínícími mřížkami. Hexody tedy nemají mřížku brzdící, s příslušnými nepříznivými důsledky.

Vložíme-li do hexody mezi anodu a čtvrtou mřížku ještě mřížku brzdící, spojenou s katodou, dostaneme **heptodu** (tj. elektronku se sedmi elektrodami). Ta odstraňuje výše zmíněné nedostatky hexod. Zvláštním případem heptody je tzv. **pentagrid** (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 laděného vstupního obvodu. Pentagridu se nejčastěji používalo v Americe, kdežto v Evropě jen vyjímečně (např. přijímač Tungstram 7832, SN 53, v RJ dosud nevyšel). Doplněním heptody o mřížku brzdící, šestou v pořadí, se dospělo k elektronce s osmi elektrodami, čili **oktode**. Ta byla vyvrcholením celé vývojové řady a hojně se jí v přijímačích používalo.

Oktody byly překonány až zkonstruováním **sdužených 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 najdete v RJ 9 ve článku Směšovače).

Kromě těchto sdužených elektronek byly vyvinuty další typy, 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**, dvojité koncové elektronky pro dvojitě koncové zesilovače třídy B a dokonce i pentody spolu s elektronickým indikátorem vyladění v jedné baňce.

Otištěná převodní tabulka přijímacích elektronek obsahuje nejvíce používané typy v rozhlasových přijímačích. Zahrnuty jsou výrobky firem Telefunken, Philips, Tungram, Valvo, Sator, Triotron. Tabulka je sestavena abecedně podle prvního sloupce (Telefunken).

Upozorňuji na dvě elektronky Tungram, které se vyskytují v přijímačích této firmy. Především je to **detekční**

dioda D418 (SN 53 - Tungram 7832). Má jeden ekvivalent, a sice Sator UMD 40. Ten je však stejně málo dostupný, jako D418. Dala by se sice nahradit běžnou AB1, avšak vyžadovalo by to přepojení elektronkového soklu.

Druhou obtížně sehnatelnou elektronkou je **binoda DS 4101** (SN58 - Tungram 7830). Tato elektronka má oddělené katody, samostatně vyvedené. Jinak bychom ji mohli bez problémů nahradit běžnějšími RENS1254 či E444 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.

Telefunken	Philips	Tungram	Valvo	Sator	Triotron	Druh
RGN 354	1 802	V 430	G 415	EG 403	G 429	D/25
RGN 504	1 801	PV 430	G 430	VG 406	G 431	DD/30
RGN 564	1 803	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	1 805	PV 4100	G 4100	VG 411	G 460	DD/120/70
RGN 1503	1 201	--	G 3140	--	--	DD/75

Převodní tabulka usměrňovacích elektronek TELEFUNKEN.

Vysvětlivky ke sloupci Druh

n - nepřímohavená
p - přímohavená
SO - směšovač - oscilátor

Bi - binoda
D - dioda
DD - duodioda
KT - koncová trioda

T - trioda
Te - tetroda
P - pentoda
Číslice - anodová ztráta (mA)

PATICE ŽÁROVEK A STABILIZÁTORŮ

Ing. Miroslav Beran

Nejpoužívanější patice žárovek, variátorů, urdoxů a ostatních stabilizátorů (doutnavkových) jsou:

1. **Edison** - používají se 4 druhy (velikosti) závitů:

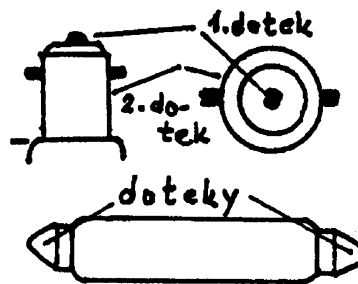
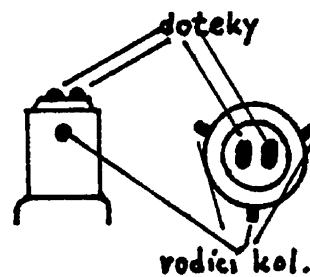
- E40 - tzv. Goliáš
- E27 - normální žárovkový závit
- E14 - tzv. Mignon
- E10 - trpasličí závit (tzv. baterkový)

2. **Bajonet** - má dva nebo tři vodící kolíčky na kovovém obalu o různém průměru - zpravidla jsou umístěny při dolním okraji, dva čokkové dotyky na vrcholu patice (kovový obal není dotykem).

3. **Swan** - podobná patice jako bajonet, ale má na vrcholu patice jen jeden dotyk, kdežto druhým dotykem je kovový obal (dvouvláknové autožárovky mají na vrcholu dotyky dva, společným pólem je kovový obal).

4. **Sufita** - kontakty jsou kovové čepičky na obou koncích trubkové baňky (používají se hlavně u žárovek a doutnavek).

Kromě těchto patic mají variátory, urdoxy a stabilizátory též patice nožičkové (dvou až čtyřnožičkové), lamelové, oktalové a poslední typy stabilizátorů i heptalové.



Převodní tabulka přijímacích elektronek TELEFUNKEN

Telefunken	Philips	Tungram	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/SO
REN 804	E 415	AG 4100	A 4100			Tnf
REN 904	E 424 N	AG 495	A 4100	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/SO -
REN 1821	B 2038	R 2018 D	A 2118	NW 180	A 2030	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 říz.
RENS 1224	E 448	MH 4100	X 4122	NSS 45	H 425 N	Hex /SO/
RENS 1234	E 449	FH 4105	X 4123	NSS 44	H 426 N	Hex říz.
RENS 1254	E 444	DS 4100	AN 4126	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 41115	NVS 42	S 431 N	Te říz.
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 říz.
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	E 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 říz. -
RENS 1820	B 2042	S 2018	H 2018 D	NS 180	S 2010 N	Te vf -
RENS 1823d	B 2043	PP 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 říz. -
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 2618 D	NVS 183	S 2034 N	P říz. -
RES 105	B 543	PP 610	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/6 ~
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 ~