

Ing. M. B e r a n

Automatické vyrovnávání citlivosti /AVC/
u nejstarších přijímačů /cca do r. 1933/

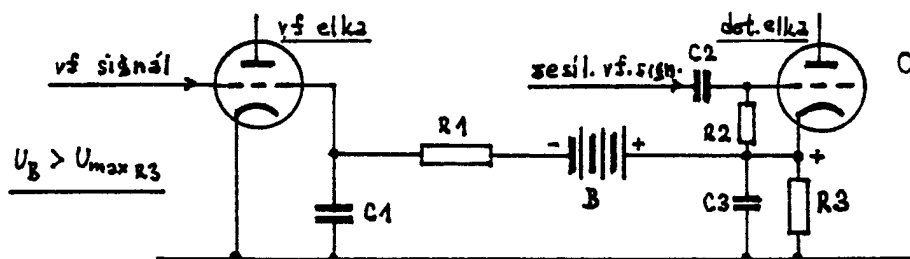
Již v samých počátcích tovární výroby rozhlasových přijímačů hledali technici cesty, jak nahradit nepohodlné ruční regulování citlivosti přijímačů regulací automatickou, založenou na elektrickém principu. Změnu citlivosti přijímače /rozumí se vysokofrekvenční/ bylo možno provést změnou předpětí vysokofrekvenčních elektronek, změnou napětí jejich stínicích mřížek, případně i tlumením ladicích obvodů.

Řídicí /regulační/ napětí musí být ovlivňováno jen střední amplitudou nosné vlny, nesmí na něj působit hloubka modulace. Jinak by došlo k vyrovnávání nejen rozdílů v síle přijímaných vln, ale i v hloubce modulace, což by mělo nepříjemné následky. Nejen že by docházelo ke zploštění dynamiky v hudbě i řeči, ale při modulačních přestávkách by přijímač vykazoval maximální citlivost, což by se projevilo zvýšeným šumem a zvýšenou úrovní poruch. Proto se regulační napětí nemůže odebírat v nízké frekvenci /a pochopitelně ani v samotných regulovaných obvodech/, ale někde v detekčních obvodech. Nejužívanější byla tehdy detekce mřížková /nejcitlivější, ale snadno přebuditelná/, méně pak detekce anodová /méně citlivá, mohla však zpracovávat i větší signály bez zkreslení/. Nejméně se používala detekce diodová, i když nejdokonalejší. Vyžadovala však samostatnou lampu, což byl tehdy velký přepych /sdružené elektronky v těchto dobách ještě nebyly/.

Regulace předpětím

se používala /i v pozdějších letech/ nejvíce. Bylo možno využít jak nejpoužívanější detekce mřížkové, tak i anodové, nebo i detekce diodové. V dalším výkladu si proběheme všechny tyto možnosti:

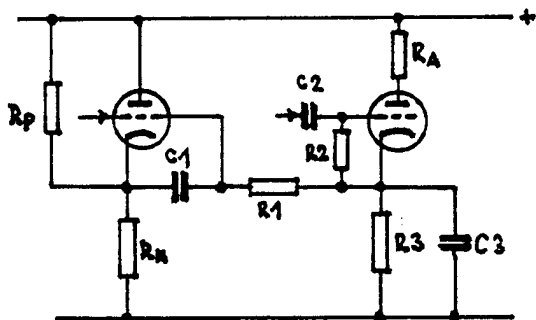
Při detekci mřížkové bylo využíváno proměnného napětí na katodovém odporu detekční elektronky. Jak vidno z principiálního schématu na obr. 1, je katodový odpor R_3 protékán anodovým proudem elektronky, který na něm vytváří spád napětí. Jestliže na řídicí mřížku nepřichází žádný signál, je anodový proud nejvíce a tudíž i napětí na R_3 největší. Toto napětí je spojeno s řídicí mřížkou /mřížkami/ vř elektronky /elektronek/ přes kompenzační baterii B tak, aby výsledné předpětí na řídicí mřížce regulované elektronky bylo nejen záporné /napětí baterie musí být větší, než napětí na odporu R_3 /, ale odpovídalo svou velikostí maximálnímu zesílení řízené elektronky.



Obr. 1. Princip regulace předpětím při mřížkové detekci.

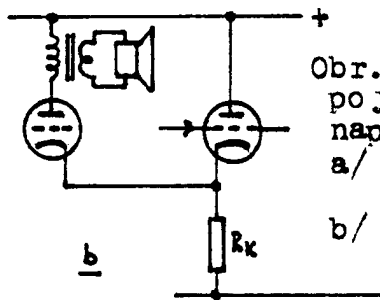
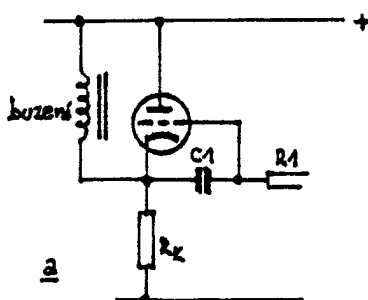
Jestliže na řídicí mřížku detekční elektronky přivedeme signál, sníží se její anodový proud, čímž i klesne napětí na R₃. Jelikož kompenzační napětí baterie B zůstává stejné, zvýší se velikost záporného předpětí řízené elektronky a tím poklesne její zesílení. Čím větší bude signál, přiváděný k detekci, tím bude zesílení řízené elektronky menší a naopak. Tímto způsobem bude tedy dosaženo automatického regulování citlivosti přijímače. V ideálním případě budou různé silné vysílače slyšet stejně silně.

V síťovém přijímači z praktických důvodů nebudeme používat kompenzační baterie, ale ss napětí vykompenzujeme vzájemným posunutím potenciálů katod jednotlivých elektronek /viz obr.2/. Do katody regulované elektronky zapojíme kompenzační odpor R_k



Obr. 2. Síťové provedení.

paralelně k řízené elektronce buď budičí vlnití reproduktoru, nebo koncová elektronka /viz obr. 3a, 3b/.



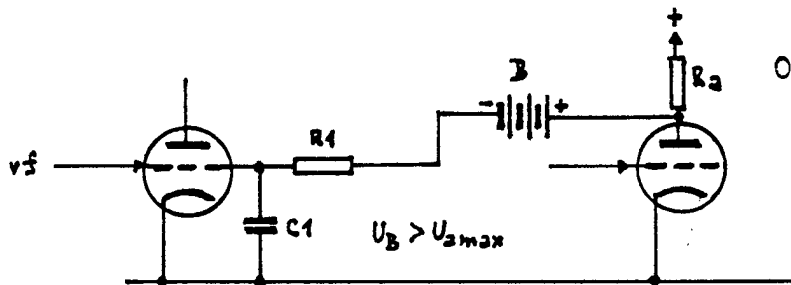
Obr. 3. Hospodárné zapojení s konstantním napětím na R_k:

- a/ s paralelním buzením reproduktoru,
- b/ s paral. připojením konc. elky.

Protože na katodovém odporu R₃ je kromě stejnosměrného napětí i napětí vysokofrekvenční, které se nesmí dostat zpět do vysokofrekvenčních obvodů, je odpor R₃ blokovan kondensátorem C₃, který představuje pro vf proudy zkrat. Zbytky vf proudů jsou pak zcela vyfiltrovány řetězcem R₁C₁. Jeho časová konstanta však nesmí být příliš velká, neboť by pak regulace citlivosti pracovala s velkým časovým zpožděním. Nemohla by dostatečně rychle reagovat na rychlé změny v síle příjmu při přeladování, fadinu a poruchách.

Pokud by přijímač měl pouze jeden vysokofrekvenční stupeň, potom poměrně velmi malé změny řídicího napětí na R₃ nebudou stačit měnit předpětí vf elektronky v potřebných mezích, regulace bude nedokonalá. Potom musíme regulační napětí zesílit jednou nebo více pomocnými elektronkami, což je však z ekonomického hlediska dosti problematické. Jestliže však má přístroj více vf stupňů /u superhetů jak vf, tak mř/, řízených regulačním napětím, pak řídicí napětí z odporu R₃ plně postačuje, aniž bychom ho museli zesilovat.

Při anodové detekci bylo využíváno proměnného napětí na anodě detekční elektronky. Jestliže na řídicí mřížku detekční elektronky nepřichází žádný signál, je při tomto způsobu detekce anodový proud nejnižší a tudíž anodové napětí nejvyšší /protože úbytek na anodovém odporu je nejnižší - viz obr. 4/. Toto napětí

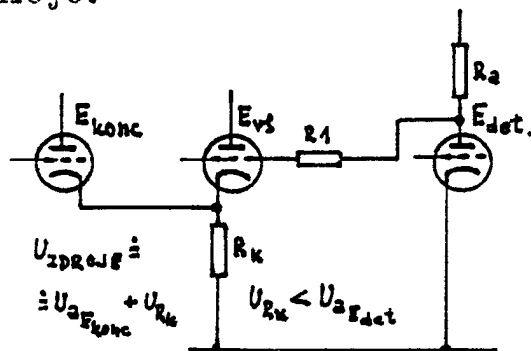


Obr. 4. Princip regulace předpětím při detekci anodové.

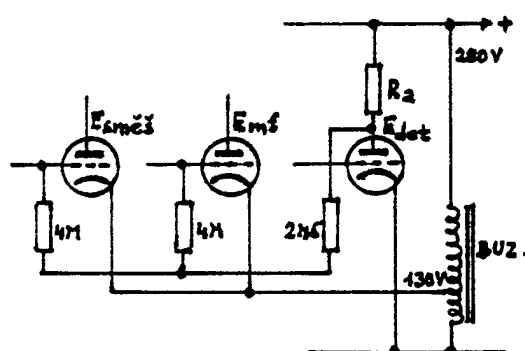
se opět přivádí na řídicí mřížku řízené vř elektronky přes kompenzační baterie B tak, aby výsledné napětí na řídicí mřížce regulované elektronky bylo záporné, potřebné výše.

Při signálu na řídicí mřížce detekční elektronky se anodový proud zvětšuje a tudíž anodové napětí snižuje /větší úbytek na anodovém odporu R_a /. Protože kompenzační napětí baterie B je stále stejné, zvýší se velikost záporného předpětí a tím i zesílení řízené elektronky poklesne. Dochází tedy opět k automatickému vyrovnávání citlivosti přijímače, jako v případě předchozím. Pokud bychom regulovali pouze jednu vř elektronku, bylo by opět nutno řídicí napětí nejdříve zesílit.

V síťovém přijímači opět místo baterie vykompenšujeme stejnosměrná napětí vzájemným posunutím potenciálů katod /viz obr. 5/. Jelikož však anodové napětí detekční elektronky je poměrně vysoké /cca 140V/, je i potenciál řízené elektronky dosti vysoký /zhruba oněch 140V/. Protože katodovým odporem R musí opět kromě proměnného anodového proudu procházet ještě dosti velký proud konstantní, zapojuje se paralelně k řízené elektronce také buď buzení reproduktoru, nebo koncová elektronka /jako u mřížkové detekce/. V případě paralelního připojení koncové elektronky však budeme potřebovat dosti velké anodové napětí zdroje /např. 400V i více/, totiž o potenciál katody řízené elektronky. Vtipně je to vyřešeno u superhetu Telefunken 500 /obr. 6/. Kompenzační napětí pro katody řízených elektronek se získává na odbočce budicí cívky, zapojené paralelně ke zdroji, a nikoliv k řízeným elektronkám. Tím se vystačí s běžným anodovým napětím zdroje.

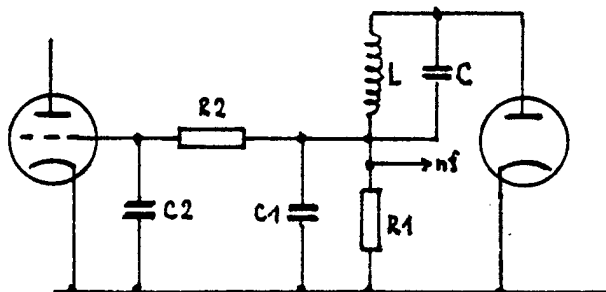


Obr. 5. Síťové provedení s odpor. kompenzací.



Obr. 6. Princip napěťové kompenzace u T 500.

Při diodové detekci se používalo samostatné vakuové diody. Jestliže na anodu diody nepřichází žádný vf signál, potom na odporu R_1 nemůže vzniknout žádné napětí, které by mohlo být přivedeno na řídicí mřížku řízené vf elektronky. Při signálu však je na odporu R_1 určité záporné napětí, působící jako předpětí pro řízenou elektronku. Čím větší signál, tím větší předpětí, tím menší zesílení elektronky /viz. obr. 7/. A naopak.



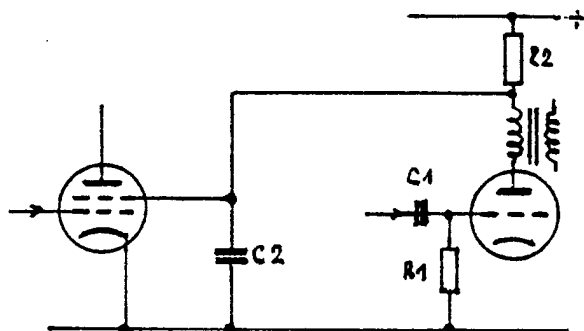
Obr. 7. Princip regulace předpětím při diodové detekci /C1 od-filtrovává zbytek vf proudů, stejně tak člen R_2/C_2 /.

Výhodou tohoto způsobu regulace je, že není zapotřebí kompenzačního napětí /zapojení je stejné jak pro bateriový, tak pro síťový provoz/. Také samotná diodová detekce je nejdokonalejší /zpracuje i velmi silné signály bez zkreslení/. Na druhé straně však nevýhodou tohoto způsobu regulace je poměrně velmi nízké regulační napětí, takže pro řádnou funkci regulátoru by bylo nutno regulační napětí ještě zesílit pomocnou elektronkou /případně i dvěma/. Všeobecné použití našlo toto zapojení až v éře superhetů, kde bylo jednak dosaženo dosti velkého regulačního napětí /velké vf zesílení/, jednak bylo možno regulovat více elektronek zároveň /např. Philips 520, 521 a pod./.

Regulace stínícím napětím

využívá závislosti zesílení vf elektronky na výši napětí její stínící mřížky. Zpočátku při zvyšování stínícího napětí zesílení elektronky roste až dosáhne maxima /cca při polovičním napětí, než je anodové/, potom při dalším zvyšování stínícího napětí zesílení začne klesat. Můžeme proto využít jak levé, tak i pravé strany této funkce. podle toho, použijeme-li detekce mřížkové či anodové.

Při mřížkové detekci použijeme tedy pravé strany funkce. Při nulovém signálu, kdy je anodové napětí detekční elektronky nejnižší, musí být stínící napětí regulované elektronky takové, jaké přísluší jejímu největšímu zesílení. Při signálu se anodové napětí detekční elektronky zvyšuje, tím se zvyšuje i stínící napětí, což má za následek snížení zesílení řízené elektronky.



Obr. 8. Princip reg. stín. nap.

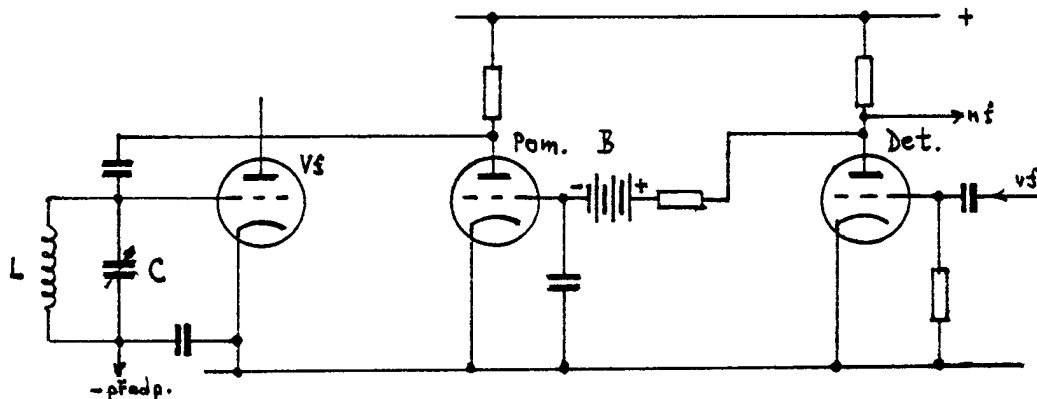
Působení je tedy podobné, jako při regulaci předpětím, nepotřebuje však kompenzačního napětí. Regulace je však méně přesná, neboť zesílení elektronky se při změně stínícího napětí mění pomaleji, než při změně předpětí. Protože stínící mřížka má určitou spotřebu, může se tento způsob použít jen při vazbě transformátorové.

Anodová detekce se pro regulaci stínícím napětím příliš nehodí, ačkoliv je možná. Při nulovém signálu je anodový proud detekční elektronky nejmenší a tudíž anodové napětí největší. Přivedeno na stínící mřížku regulované elektronky musí být tak vysoké, aby elektronka pracovala s největším zesílením. Při signálu se řídicí napětí sníží, takže i zesílení řízené elektronky se sníží. V tomto případě pracujeme na levé straně funkce, kde průběh zesílení elektronky je povolnější a tím i regulace horší, než při detekci mřížkové. Zapojení by bylo prakticky stejné, jako při mřížkové detekci, je však možno použít i vazby odporové, protože spotřeba stínící mřížky je menší, než při detekci mřížkové.

Regulace tlumením ladících obvodů

nazývaná též shuntováním /shunt = paralelní odpor, bočník/, spočívá v paralelním připojení vnitřního odporu pomocné elektronky k laděnému okruhu LC /viz obr. 9/. Tento vnitřní odpor je ovlivňován mřížkovým předpětím, závislém na anodovém napětí detekční elektronky při detekci mřížkové. Bez signálu je jak víme anodové napětí nejmenší a tím i záporné předpětí pomocné el. největší. Proto vnitřní odpor pomocné elektronky je prakticky nekonečně veliký, takže tlumení ladícího obvodu je nulové.

Při signálu anodové napětí detekční elektronky začne stoupat, záporné předpětí pomocné elektronky klesat, její vnitřní odpor též klesat. Tím se začne projevovat i tlumení laděného obvodu. Zároveň s tím však poklesne i selektivita, což není příliš vhodné. Proto se také tohoto způsobu automatické regulace zesílení moc nepoužívalo. Navíc není možno tímto způsobem ovládat několik vř. stupňů zároveň pro možnost nežádoucích vazeb.



Obr. 9. Princip regulace tlumením ladících obvodů.

Při síťovém provedení opět místo pomocné baterie vykompenzujeme stejnosměrná napětí vzájemným posunutím potenciálů katod jako tomu bylo podobně při anodové detekci u regulace předpětím /viz str. 3/.