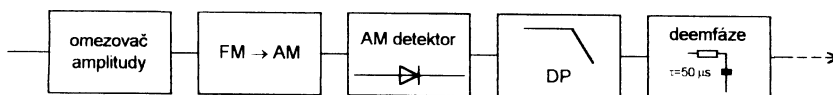


## Obvody pro demodulaci FM signálů

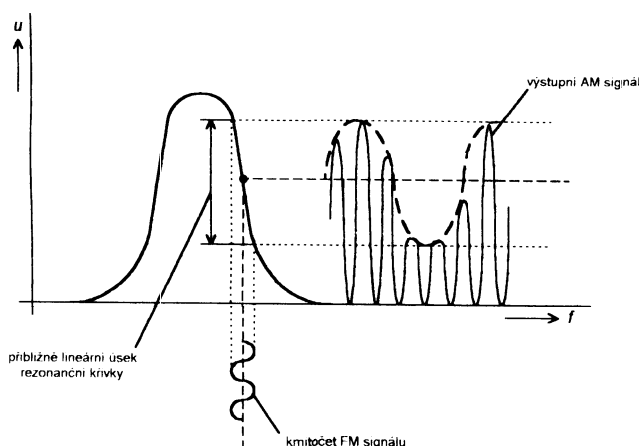
*Demodulátory* jsou obvody, které mají za úkol oddělit vysokofrekvenční složku modulovaného signálu od přenášené informace, respektive naopak.

Při demodulaci kmitočtově modulovaných signálů se nejčastěji tento signál nejprve v *diskriminátoru* převede na signál modulovaný amplitudově i kmitočtově a ten se poté detekuje v klasickém detektoru amplitudově modulovaných signálů. Vysokofrekvenční mezifrekvenční signál přiváděný na vstup FM detektoru musí mít konstantní amplitudu, jinak se její nežádoucí změny projeví rušivě v získávané nízkofrekvenční informaci. Demodulátoru se proto předřazuje omezovač amplitudy, vyjma demodulátoru poměrového, který je schopen amplitudu omezit sám. V dolní propusti pak oddělíme ostatky vysokofrekvenční složky a konečně provedeme korekci – potlačení signálů vysokých kmitočtů (deemfáze), které byly před přenosem za účelem snížení šumu zdůrazněny (preemfáze). Obvykle se tak činí RC obvodem s časovou konstantou  $\tau = 50$  ms.



Obr. 1. Demodulace kmitočtově modulovaných signálů

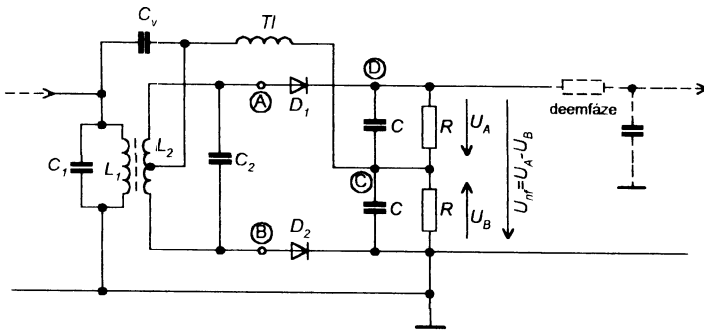
Nejjednodušší a zároveň nejméně kvalitní metodou demodulace kmitočtově modulovaných signálů je *demodulace na boku rezonanční křivky*. Je třeba zajistit, aby kmitočet nosné byl uprostřed lineární části rezonanční křivky a aby kmitočtový zdvih byl tak velký, že pracovní bod neopustí lineární část rezonanční křivky, jinak dochází k velkému zkreslení. Demodulace FM na boku rezonanční křivky je celá taková nějaká nekvalitní.



Obr. 2. Demodulace FM na boku rezonanční křivky

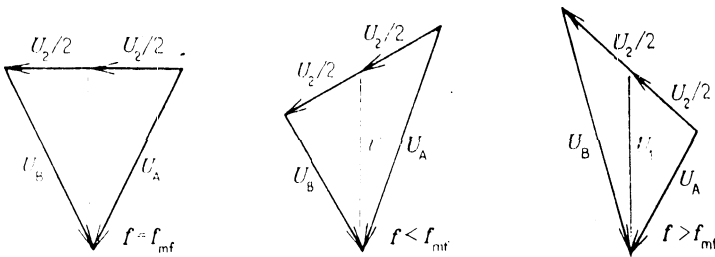
*Fázový diskriminátor* pracuje se dvěma obvody laděnými na stejný kmitočet  $f_0$ , ale se vzájemnou vazbou. K přeměně změn kmitočtu na změny amplitudy se využívají změny fázových poměrů ve vázaných obvodech pro kmitočty odlišné od rezonančních. Jde o fázový posuv mezi primárním a sekundárním napětím. Primární a sekundární napětí se budou buď sčítat nebo odčítat a tím získáme požadované

změny amplitudy.



Obr. 3. Fázový diskriminátor

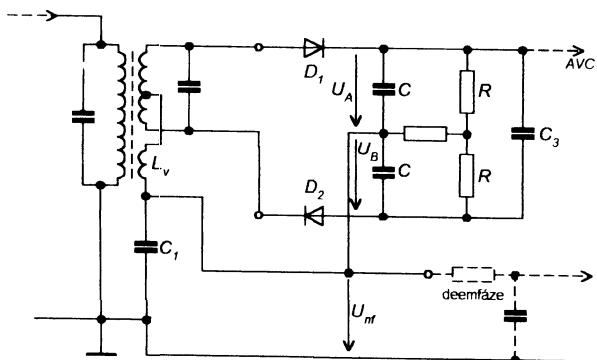
Vlastní diskriminátor je tvořen pásmovou propustí  $L_1C_1L_2C_2$  – obě části jsou naladěny na kmitočet nosné, tj. na kmitočet  $f_{mf}$ . Napětí  $U_1$  z primáru je pomocí kondenzátoru  $C_v$  přiváděno do středu sekundárního vinutí. K převodu FM signálu na signál AM se používá fázového součtu primárního napětí  $U_1$  a poloviny sekundárního napětí  $U_2$ . Fázový posuv mezi těmito dvěma napětími závisí na kmitočtu, resp. zde na kmitočtovém zdvihu přiváděného signálu. V tomto místě v podstatě končí převod FM signálu na AM signál a následuje klasický diodový AM detektor. Stejnoseměrné proudy v obvodu diod se uzavírají přes tlumivku  $Tl$ , která je zde nutná, neboť mezi středem cívky  $L_2$  a bodem  $C$  je střídavé mezifrekvenční napětí. Protože kondenzátory  $C$  mají při vysokých kmitočtech zanedbatelnou reaktanci, můžeme body  $C$  a  $D$  považovat za vysokofrekvenčně uzemněné. Okamžitá velikost detekovaných napětí  $U_A$  a  $U_B$  závisí na fázorovém součtu vysokofrekvenčních napětí přiváděných na diody  $D_1$  a  $D_2$ . Výstupní nf napětí je pak  $U_{nf} = U_A - U_B$ .



Obr. 4. Fázorové diagramy fázového diskriminátoru

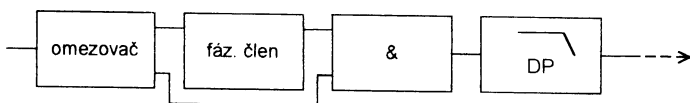
Nevýhodou fázového diskriminátoru je jeho citlivost na změny amplitudy a z toho vyplývající nutnost předřazení mu omezovače amplitudy.

*Poměrový detektor (radiodetektor)* pracuje na stejném principu jako fázový diskriminátor. Hlavní rozdíl je v detekční sekci demodulátoru. Diody  $D_1$  a  $D_2$  jsou zapojeny v sérii za sebou a detekční napětí  $U_A$  a  $U_B$  tedy působí stejným směrem. Jejich součet  $U_A + U_B$  zůstává konstantní. Povšimněme si kondenzátoru  $C_3$ . Jedná se o kondenzátor s relativně vysokou kapacitou, který je nabit na součet napětí  $U_A + U_B$ . Napětí na kombinaci  $R_A + R_B$  paralelně s  $C_3$  je závislé na amplitudě nosné. Je však stále i při krátkodobých změnách amplitudy rušením. V tom spočívá výhoda poměrového detektoru – je schopen částečně potlačit změny amplitudy a není mu proto třeba předřazovat omezovač amplitudy.



Obr. 5. Poměrový detektor

Na obr. 6 vidíme blokové schéma *koincidenčního demodulátoru*. Rovněž zde se nejprve převádí kmitočtová odchylka na fázový rozdíl dvou napětí. Přeměnu fázového zdvihu na odpovídající změny amplitudy zajistí obvod logického součinu. Na výstupu členu logického součinu bude výstupní napětí pouze tehdy, budou-li obě napětí, tedy jak vstupní napětí, tak napětí z fázovacího členu na logické úrovni H. Tento způsob demodulace FM signálů je vhodný pro provedení v podobě integrovaného obvodu, kde může být na jednom čipu realizován mf zesilovač, omezovač amplitudy, součinné hradlo, atd. Příkladem takového integrovaného obvodu je obvod A 220D.



Obr. 6. Blokové schéma koincidenčního demodulátoru

## Použitá literatura

[HV88] Hojka, J. – Vomela, J.: Radioelektronická zařízení II. SNTL, Praha, 1988.

[Ma95] Macků, P.: Maturita ReZ 1994/95.