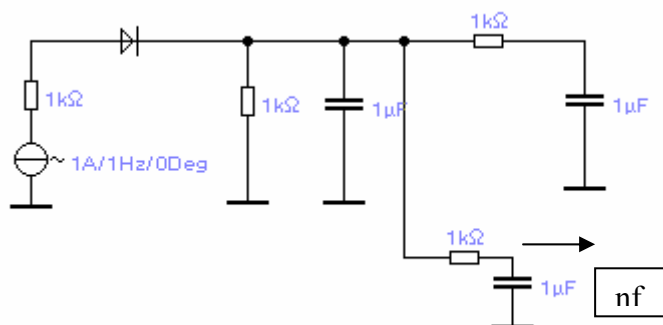
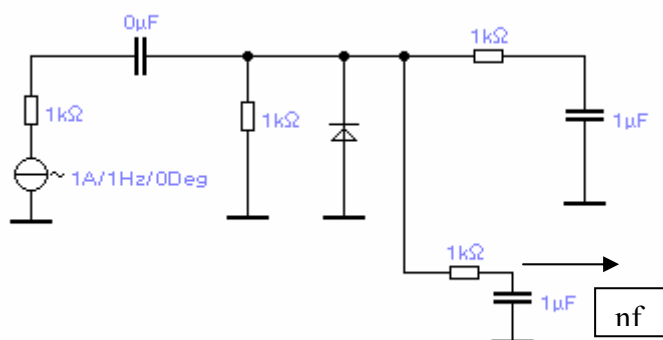


**DEMODULÁTORY AM, FM** – principy, typická systémová a obvodová řešení. Vlastnosti, příklady aplikací.

### Demodulátory AM – -sériový



### -paralelní



V přijímačích AM se nejčastěji užívá detektor sériový. U něj se odříznutím jedné polarity signálu a filtrací zbylého výstupního průběhu s vybíjecí časovou konstantou  $R_1 C_1 < (2\pi f_{\text{mod max}})^{-1}$  obnovuje původní modulační signál s jedinou výjimkou. Obsahuje DC složku úměrnou úrovni původního signálu na vstupu demodulátoru. Tato složka se odstraňuje automaticky vazební kapacitou navazujícího nf zesilovače. Členy  $R_{\text{nf}}$  a  $C_{\text{nf}}$  v obou zapojeních filtrují zbytky mf nosné, superponované na demodulovaném nf signálu. Detekční diody se obvykle volí germaniové, hrotové, s nízkou kapacitou  $C_{\text{AK}}$  a napětím v propustném směru  $U_{\text{AK}} = 0,2 \text{ V}$ . V některých aplikacích se užívají aktivní demodulátory. Funkci diody potom přebírá tranzistor ve vhodném režimu nebo složitější struktura. Klasický pasivní diodový AM demodulátor je nelineární systém.

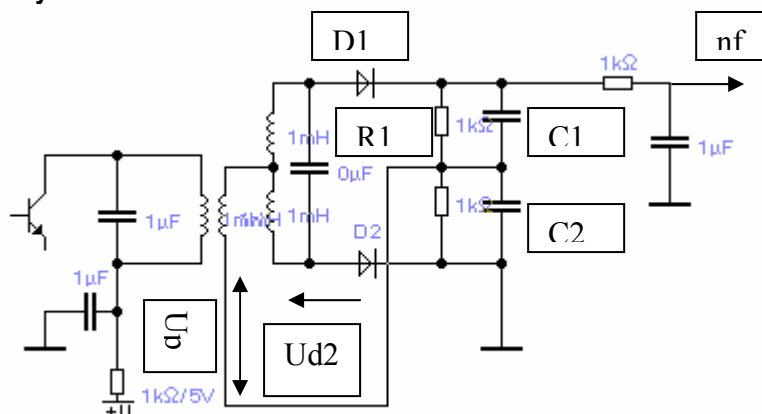
### Principy demodulátorů FM –

Nejprimitivnějším řešením může být detekce FM na boku rezonanční křivky LC obvodu s vhodně zvoleným  $Q$ .

Doplněním obvodu běžným AM demodulátorem a DEEM fází je získán demodulovaný signál. Stejný princip převodu, tj. převod kmitočtové modulace na amplitudovou nebo fázovou užívají další typy demodulátorů.

## Demodulátory FM-

- **fázový diskriminátor**



Základem je pásmový LC filtr s kritickou vazbou  $kQ = 1$ . Do středu sekundárního vinutí obvodu je zapojen konec pomocného vinutí, které má těsnou vazbu na primární indukčnost filtru. Získané pomocné napětí  $U_p$  je vždy ve fázi s primárním napětím. Sekundární napětí mění svůj vztah oproti primárnímu v závislosti na okamžitém kmitočtu, tedy zdvihu FM signálu.

Na mf kmitočtu jsou vektorové součty dílčích napětí  $U_p$  a  $U_s$  a tím i napětí na anodách diod D1, D2 rovny:

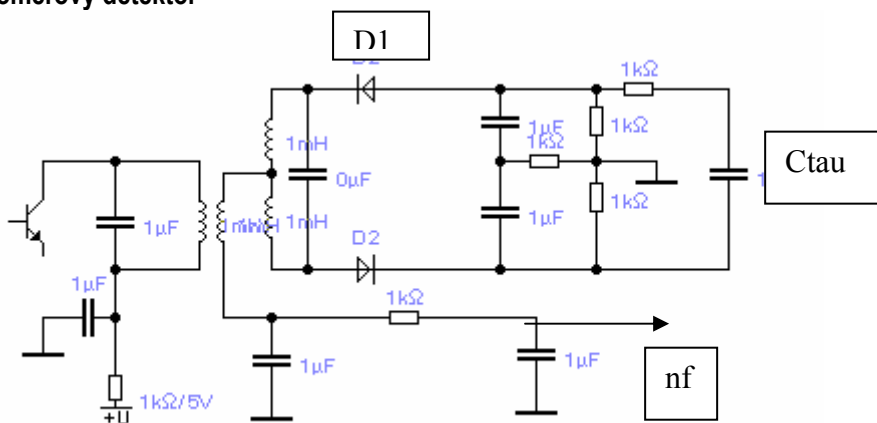
$$U_{d1} = U_p + j(U_{s1}/2)$$

$$U_{d2} = U_p - j(U_{s2}/2)$$

S kmitočtovým zdvihem se mění fázový posuv  $U_s$  vůči  $U_p$  a tím i výsledné vektorové součty  $U_{d1}$  a  $U_{d2}$ . Rozdíl obou napětí na pracovních odporech  $R_1$ ,  $R_2$  je úměrný zdvihu FM signálu. Sekce  $D_1$ ,  $R_1$ ,  $C_1$  a  $D_2$ ,  $R_2$ ,  $C_2$  představují vzájemně spolupracující AM demodulátory. Jejich společným výstupem je demodulovaný FM signál. Jakost filtru ( $Q_{prim}$ ,  $Q_{sek}$ ), činitel vazby  $k$ , poměr ( $U_s/U_p$ ) musí být voleny s ohledem na požadovanou šířku pásma, linearitu a zisk demodulátoru.

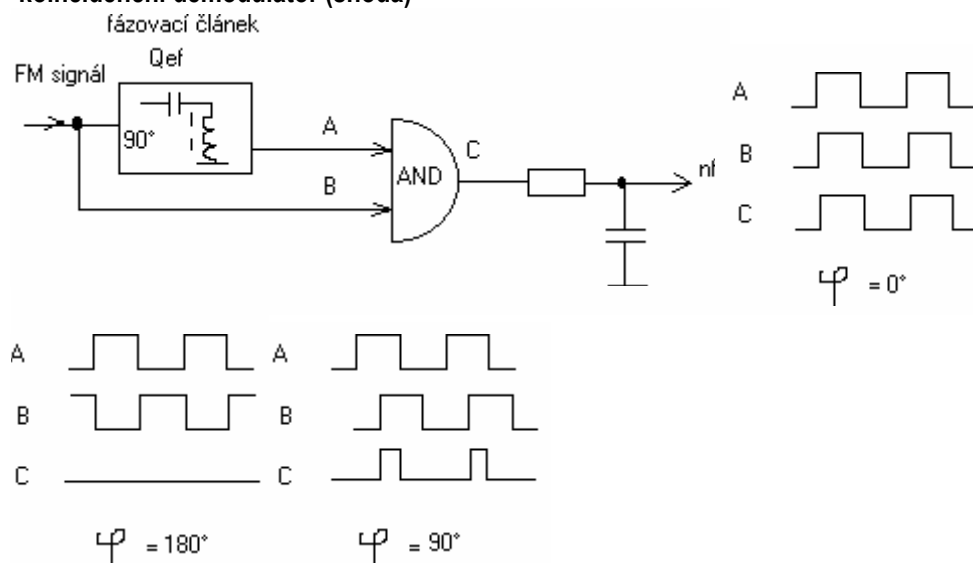
Fázový diskriminátor vyžaduje dokonalé amplitudové omezení signálu na svém vstupu.

**-poměrový detektor**



Poměrový detektor částečně nahrazuje omezovač amplitudy. Proměnným dynamickým tlumením sekundárního obvodu závislým na okamžité velikosti vstupního signálu se mění jeho velikost  $Q_{ef(t)}$  a tím udržuje velikost sekundárního napětí na přibližně konstantní úrovni. Charakteristickým rysem PD je můstkové zapojení C1, C2, R1, R2, Ct. Napětí  $U_{ct}$  nesleduje okamžité rušivé impulsy a tedy podle jejich úrovně různě tlumí sekundární LC obvod. Základní přepětí obou diod (jejich dynamické odpory), tedy není závislé na modulačním zdvihu, ale na amplitudě signálu. Napětí  $U_{dem}$  na odporu  $R_z$  v diagonále můstku je závislé na okamžitém rozdílu proudů  $I_1, I_2$ , tedy okamžitým kmitočtovým zdvihu. Zisk poměrového detektoru vůči fázovému diskriminátoru je přibližně poloviční.

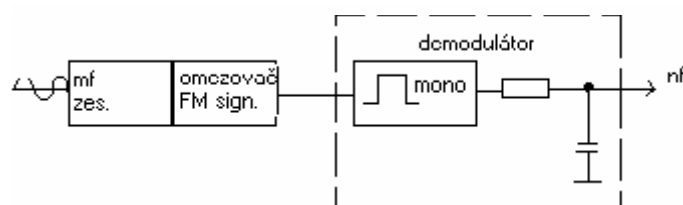
### -koincidenční demodulátor (shoda)



Ke vstupnímu FM signálu se vytvoří doplňkový signál tak, aby jejich okamžitý vzájemný fázový posuv byl úměrný okamžitému kmitočtovému zdvihu. Při nulovém zdvihu (10,7MHz) lze dosáhnout vzájemné fázové kvadratury ( $90^\circ$ ) nejlépe pomocí kapacitně vázaného LC členu s definovaným činitelem jakosti.

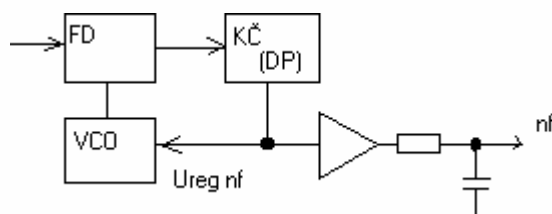
Okamžité fázové vztahy signálů A, B, vyhodnocuje „analogový logický součin“, realizovaný nejlépe analogovou násobičkou kvůli minimalizaci výskytu parazitních produktů. Je nutné dokonalé amplitudové omezení signálu. Velkou předností je jednoduché nastavení a realizace s minimem vnějších součástí - sérioparalelní fázovací LC člunek. Demodulátor má vyhovující dynamiku, je vhodný pro stereo a ideální pro monolytickou technologii.

### -počítací demodulátor



Stejný princip jako u analogových měřičů kmitočtu nebo otáčkoměrů. Každému impulsu vymezeného FM signálu je monostabilním nebo derivačním obvodem přiřazen impuls s konstantní amplitudou a dobou trvání. Integrací takového impulsního sledu se shodnou časovou konstantou  $(Q_{mf})^{-1} \ll \tau < (\omega_{mod\ max})^{-1}$  je získán demodulovaný nf signál. Řešení nepotřebuje žádné indukčnosti.

### -demodulátor FM s PLL smyčkou



Demodulátor PLL je smyčka fázového závěru s korekčním členem tak, aby VCO mohl plynule sledovat kmitočtové změny (zdvih) FM signálu (pásmo PPS). V zasynchronizovaném stavu tedy bude na výstupu korekčního členu i vstupu VCO demodulovaný nf signál. Systém potlačuje šum a je selektivní na rušivé signály, které nejsou ve fázi s přijímaným signálem. Demodulátor má vysokou dynamiku a je vhodný pro monolytickou integraci.