



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt: Inovace oboru Mechatronik pro Zlínský kraj Registrační číslo: CZ.1.07/1.1.08/03.0009

### 4.3. Demodulátory

#### Demodulace

Jako demodulace je označován proces, při kterém se získává z modulovaného vysokofrekvenčního nosného signálu (nosné vlny) zpět modulační signál.

Demodulace se uskutečňuje pomocí nelineárních obvodových prvků zapojených do obvodů, které se nazývají demodulátory nebo též detektory.

#### 4.3.1 Demodulace amplitudově modulovaného signálu – AM vln

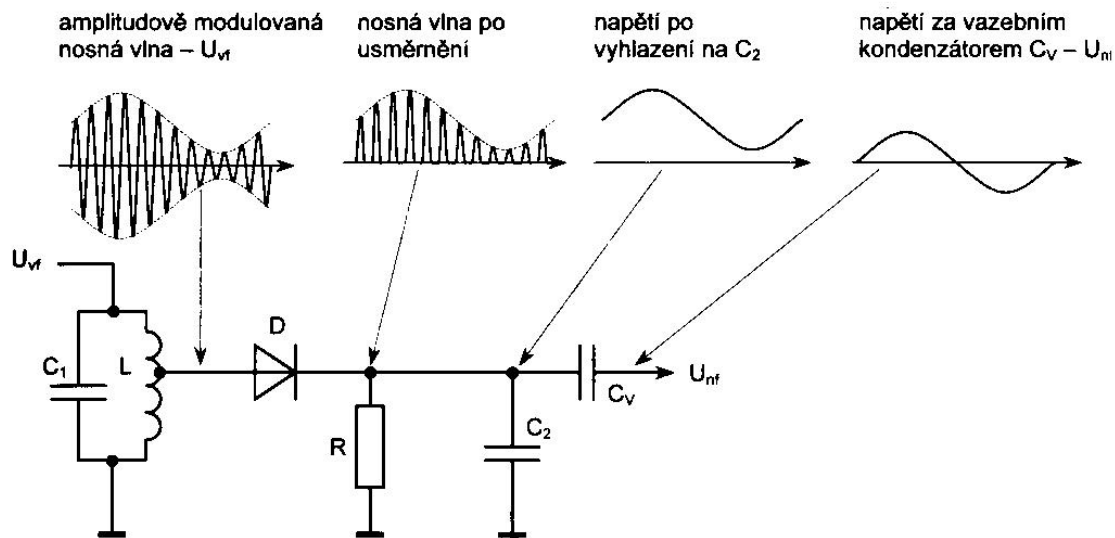
Nejčastěji se používá tzv. diodový detektor.

Amplitudově modulované vysokofrekvenční napětí je odebíráno z rezonančního obvodu  $LC_1$ , naladěného na frekvenci vysokofrekvenčního nosného signálu (nosné vlny).

Detekční dioda  $D$  propustí pouze kladné části signálu, které na rezistoru  $R$  vytvoří proměnný úbytek napětí.

Kondenzátor  $C_2$  potlačí (svede na zem) vysokofrekvenční zvlnění (zbytky vysokofrekvenčního nosného signálu) nedomulovaného napětí.

Nízkofrekvenční signál  $U_{nf}$  je do dalšího obvodu odebírán přes vazební kondenzátor  $C_v$ , který nepropustí stejnosměrnou složku napětí.



Obr.1 Diodový detektor

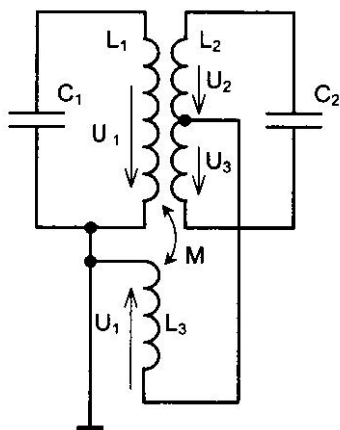
### 4.3.2 Demodulace kmitočtově modulovaného signálu - FM vln

Pro demodulaci kmitočtově modulovaných signálů se používají obvody, jejichž výstupní napětí je přímo úměrné kmitočtu vstupního napětí.

Základní kmitočtové demodulátory jsou :

- fázový diskriminátor
- poměrový detektor

Základem obou zapojení je dvojice vázaných rezonančních obvodů s výstupním vinutím rozděleným na dvě poloviny.

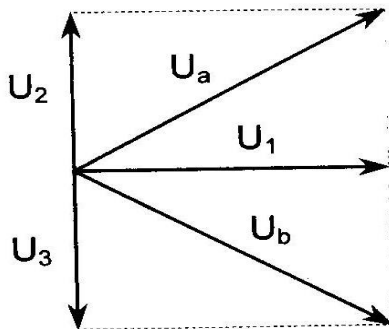


Obr.2 Princip fázového diskriminátoru

Napětí  $U_2$  a  $U_3$  tohoto vinutí jsou proto vzájemně posunuta fázově o  $180^\circ$  a jsou stejně velká.

Při rezonanci na kmitočtu nosné nemodulované vlny jsou tato napětí  $U_2$  a  $U_3$  fázově posunuta oproti vstupnímu napětí  $U_1$  ze vstupního obvodu o  $90^\circ$ .

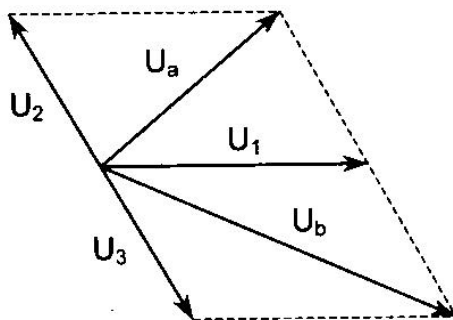
Poměry ve vázaných obvodech dle obr.2 jsou nejlépe vidět z vektorového vyjádření příslušných napětí – viz obr. 3. Z obrázku je patrné, že vektorové součty obou napětí  $U_2$  a  $U_3$  s napětím  $U_1$  v absolutní hodnotě jsou stejně velké ( $U_a = U_b$ ). To vše platí pouze při rezonanci.



Obr.3 Vektorové sčítání napětí fázového diskriminátoru – obvod v rezonanci

Sníží-li se kmitočet modulované vlny pod rezonanční kmitočet, dostane výstupní kmitavý obvod kapacitní charakter. Tím se změní fázové poměry tak, že napětí  $U_2$  a  $U_3$  nebudou již posunuta o  $90^\circ$  oproti  $U_1$  a vektorovým součtem napětí  $U_2$  s  $U_1$  a  $U_3$  s  $U_1$  dostaneme dvě nestejná napětí  $U_a$  a  $U_b$  znázorněná na obr.4.

Při zvýšení kmitočtu vstupního signálu (modulované vlny) nad rezonanční kmitočet má výstupní kmitavý obvod indukční charakter. Dojde k fázovému posuvu v opačném smyslu než v předchozím případě.

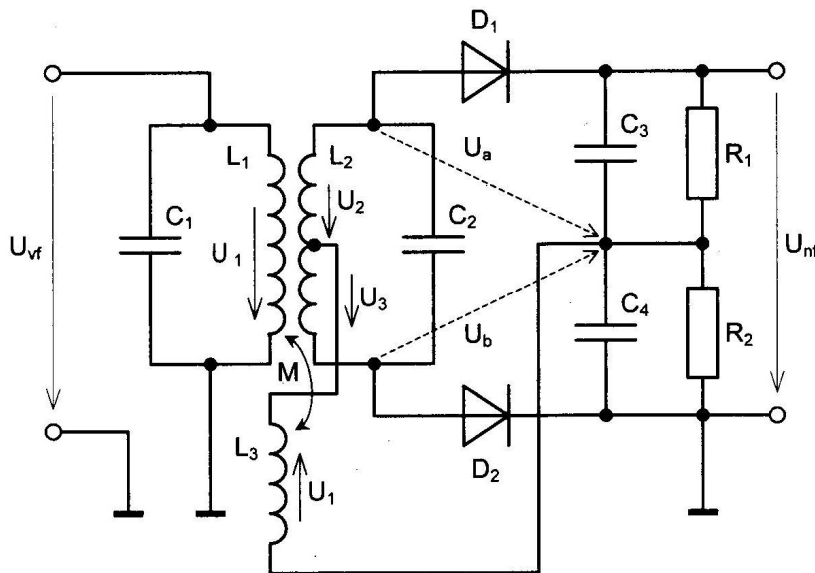


Obr.4 Vektorové sčítání napětí fázového diskriminátoru – obvod při sníženém kmitočtu

### a) Fázový diskriminátor

U fázového diskriminátoru na obr. 5 se napětí z obou polovin výstupního vinutí  $U_a$  a  $U_b$  usměrňují diodami  $D_1$  a  $D_2$  a na kondenzátorech  $C_3$  a  $C_4$  jsou opačná napětí, která se odečítají. Při rezonanci je proto výsledné usměrňené napětí na výstupu nulové.

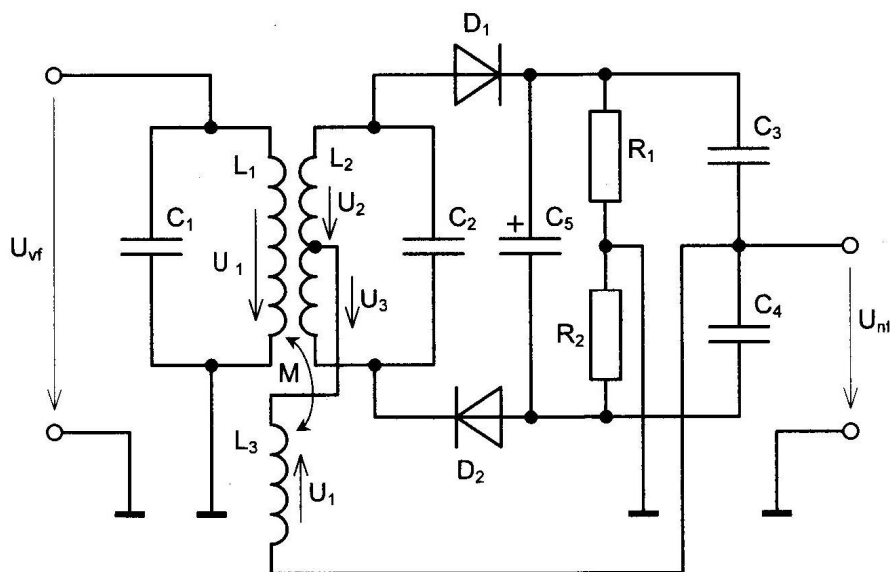
Při přivedení kmitočtově modulovaného signálu se napětí  $U_a$  nerovná  $U_b$  a na výstupu fázového diskriminátoru se objeví modulační napětí  $U_{nf}$ .



Obr.5 Fázový diskriminátor

### b) Poměrový detektor

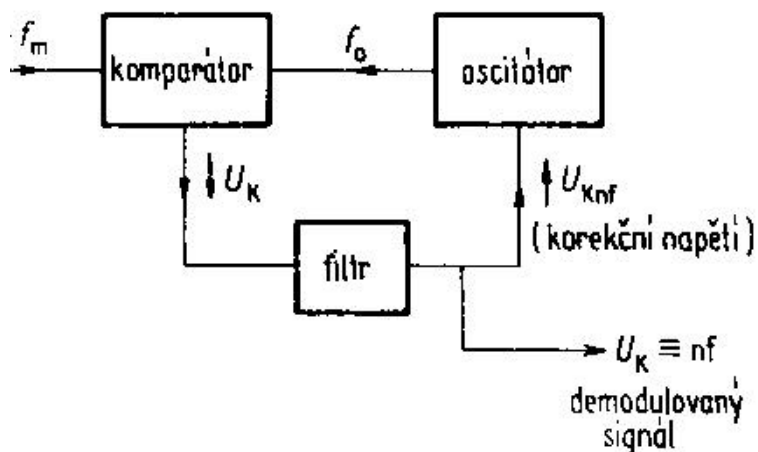
Poměrový detektor na obr.6 je svým zapojením a funkcí téměř shodný s fázovým diskriminátorem. Získávají se v něm rovněž dvě napětí  $U_a$  a  $U_b$ , která vznikají vektorovým součtem napětí  $U_2$  a  $U_3$  z obou polovin výstupního vinutí s napětím  $U_1$ , přivedeným do středu výstupního obvodu. Napětí  $U_a$  a  $U_b$  se usměrňují diodami  $D_1$  a  $D_2$ , které jsou zapojeny s vzájemně obrácenou polaritou. Na kondenzátoru  $C_5$  tak vznikne součet obou usměrňených napětí, který je konstantní. Při změnách kmitočtu kmitočtově modulovaného signálu se však hodnoty těchto napětí na kondenzátorech  $C_3$  a  $C_4$  vzájemně mění. Z kapacitního středu, vytvořeného kondenzátory  $C_3$  a  $C_4$  se proti zemi odebírá napětí  $U_{nf}$ , které odpovídá demodulovanému nízkofrekvenčnímu signálu.



Obr.6 Poměrový detektor

### c) Kmitočtový demodulátor se synchronizovaným oscilátorem - fázový závěs.

Fázový závěs PLL (Phase-Lock Loop = fázově zavěšená smyčka) se skládá z oscilátoru, jehož kmitočet  $f_o$  je řízen napětím  $U_K$  z výstupu porovnávacího obvodu – komparátoru a obvodu zpětné vazby, do které je vložen nízkofrekvenční filtr typu dolní propust. Kmitočet oscilátoru se jen málo liší od kmitočtu přiváděného signálu.



Obr.7 Fázový závěs

Komparátor porovnává fázi signálu oscilátoru s fází přiváděné frekvenčně modulované vlny a podle velikosti jejich odchylky se na jeho výstupu mění korekční napětí  $U_K$ . Tímto napětím se oscilátor přesně doladuje na shodný kmitočet a shodnou fázi, jakou má přiváděný frekvenčně

modulovaný signál. Při změnách frekvence přiváděné frekvenčně modulované vlny vzniká v porovnávacím obvodu – komparátoru různě velké korekční napětí  $U_K$ . V obvodu zpětné vazby, kterou se z komparátoru do oscilátoru přivádí korekční napětí  $U_K$  je zařazen filtr, který nepropouští vysokofrekvenční signál, ale pouze nízkofrekvenční korekční napětí  $U_{Knf}$ . Toto napětí je zároveň demodulovaným nízkofrekvenčním signálem.

#### Použitá literatura:

- Kesz, J.: Elektronika I – analogová technika
- Bezděk, M.: Elektronika I
- Uhlíř, J. a kol.: Elektronika