

Modulace je ovlivňování jednoho signálu jiným signálem, který je nositelem informace.

Druhy modulace:

- amplitudová modulace
- frekvenční modulace
- fázová modulace
- impulsová modulace

Průběh vysokofrekvenční vlny je sinusový a je dán vztahem:

$$i = A \sin(\omega t + \varphi) = A \sin(2\pi f_0 t + \varphi)$$

i – okamžitá hodnota vysokofrekvenčního proudu procházejícího do antény

A – amplituda vysokofrekvenční vlny

ω - úhlový kmitočet vysokofrekvenční vlny $\omega = 2\pi f_0$

t – čas

φ - fázový úhel vysokofrekvenční vlny

Amplitudová modulace

amplituda nosné vlny se mění podle okamžité hodnoty amplitudy modulující vlny. Amplituda původní vysokofrekvenční vlny se tedy zmenšuje a zvětšuje v porovnání se svou původní hodnotou přesně v rytmu modulující vlny.

Při amplitudové modulaci je důležitá hloubka amplitudové modulace α . Je-li hloubka modulace větší než 100% dochází ke zkreslení signálu

Hloubku modulace vypočítáme:

$$\alpha = \frac{A_m}{A_{vf}} \cdot 100\%$$

A_m – amplituda modulované vlny

A_{vf} – amplituda původní nedomulované vysokofrekvenční vlny

Při běžném rozhlasovém vysílání se nosná vlna amplitudově moduluje celým spektrem akustických kmitočtů a vznikají postraní pásma (jedna dvojice).

Čím vyšší modulační kmitočty se v rozhlasovém vysílání přenášejí, tím širší je kmitočtové pásmo potřebné pro přenos.

- nižší kvalita

Frekvenční modulace

modulující vlna působí na frekvenci nosné vlny. Kmitočet nosné vlny se mění přesně podle průběhu modulující vlny. Při frekvenční modulaci celým spektrem kmitočtů vzniká větší postraní pásmo než u amplitudové modulace.

Měřítka modulace: $m_f = \frac{\Delta f_0}{f_m}$ modulace

m_f – index frekvenční

Δf_0 – největší změny kmitočtu nosné vlny

f_m – modulující kmitočet

+ kvalitní přenos

+ lze přenést stejnosměrnou složku.

- potřeba velké šířky pásma, proto vysílají jen v pásmu velmi krátkých vln

Fázová modulace

modulující vlna mění fázi nosné vlny. Fázová modulace je podobná modulaci frekvenční, ale při fázové modulaci nastává nejstrmější změna fáze vždy při největší změně modulující vlny. Tam kde změna modulující vlny nenastává se nemění ani fáze nosné vlny.

Fázový zdvih $\Delta\varphi = kA$

k – konstanta

A – amplituda modulující vlny

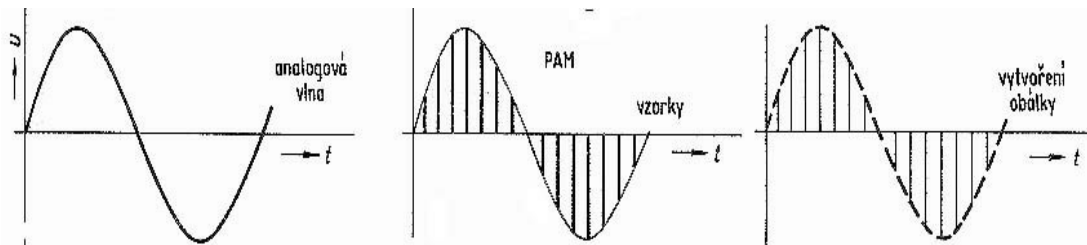
Fázový zdvih je úměrný amplitudě modulující vlny. Kmitočtový posun Δf_0 je závislý na modulačním kmitočtu.

- nelze přenést stejnosměrnou složku

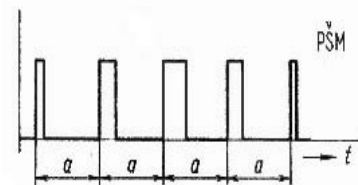
Impulsová modulace

přenos informací se neuskutečňuje jen spojitým analogovým signálem, který svou velikostí (hodnotou proudu nebo napětí) v každém okamžiku definuje okamžitou amplitudu přenášené zprávy (zvukový signál). V některých případech stačí informace přenášet jen v podobě krátkých vzorků (impulzy). Impulsová modulace se používá jak k přenosu spojitých informací, tak i k přenosu číslicových informací.

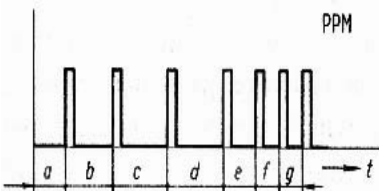
impulsová amplitudová modulace PAM - nejjednodušší případ amplitudově modulovaných impulsů. Vysílají se jen vzorky přenášené spojité vlny. Na přijímací straně je pak nutné elektricky vytvořit obálku impulsů, abychom dostali původní signál.



impulsová šířková modulace PŠM – impulsy mají stále stejnou amplitudu, ale různou šířku.

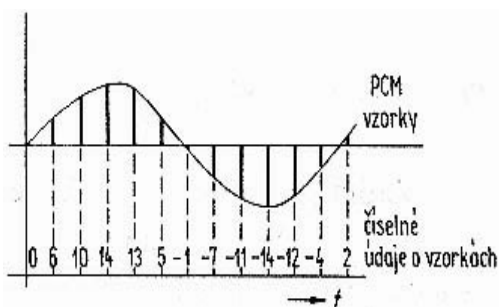


impulsová polohová modulace PPM – informace je přenášena impulsy, které mění svoji polohu.



impulsová kódová modulace PCM – spojitý analogový signál je převáděn na číslicovou formu.

Tato modulace je nejdůležitější a nejpřesnější. V rychlém sledu, alespoň dvakrát rychlejším, než jaký je kmitočet analogového signálu se odebírají vzorky signálu. Číselný údaj o velikosti vzorku se převede do dvojkové soustavy v podobě série impulsů dvojí hodnoty.



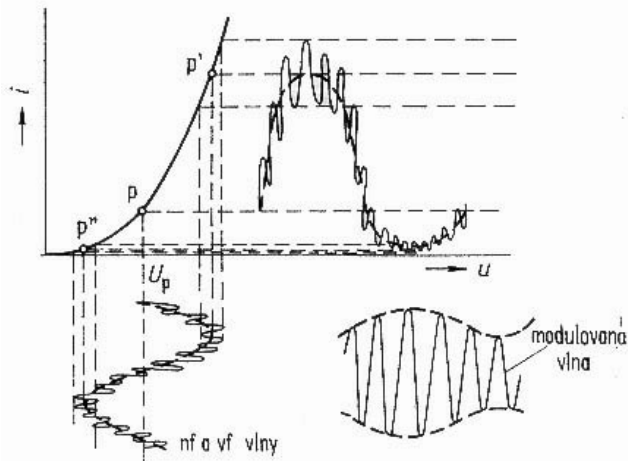
Analogový signál se převádí na digitální analogově digitálním převodníkem (A/D). Zpětně se digitální signál převede digitálně analogovým převodníkem (D/A).
+ kvalita signálu, nepatrné zkreslení signálu, potlačení šumu, velká dynamika

Modulátory

elektronické obvody zajišťující modulaci

amplitudový modulátor AM

Amplitudově modulovaná vlna se skládá z nosné vlny s kmitočtem f_0 , z dolního rozdílového (postranního) kmitočtu ($f_0 - f_n$) a z horního rozdílového (postranního) kmitočtu ($f_0 + f_n$). Vysokofrekvenční nosná vlna a nízkofrekvenční modulující vlna se společně přivádí na elektronickou součástku, která má vhodnou nelineární voltampérovou charakteristiku (dioda). Společným průchodem obou signálů nelineární součástkou dojde ke zkreslení. Vznikají nové složky a signály. Jsou to různé součty, rozdíly a násobky obou přiváděných kmitočtů. Důležité jsou čtyři kmitočty, které jsou při vhodném zapojení obvodu nejvýraznější.

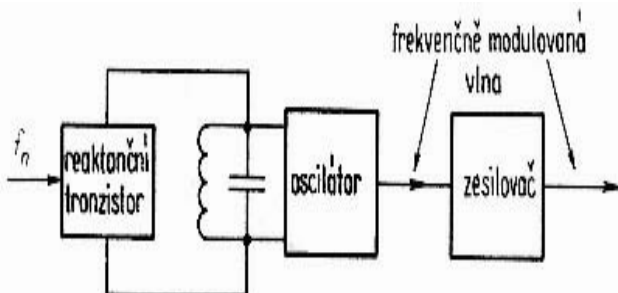


skládá ze složek f_0 , $f_0 + f_n$ a $f_0 - f_n$, to odpovídá signálu s amplitudově modulovanou vlnou. Nízkofrekvenční signál s poměrně velkou amplitudou posouvá pracovní bod P. Dioda propouští vysokofrekvenční signál s amplitudou, která je úměrná poloze pracovního bodu pohybujícího se v rytmu nízkofrekvenčního signálu.

- + malé zkreslení
- + dobrá energetická účinnost

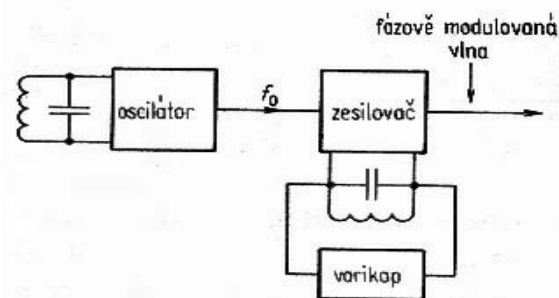
frekvenční modulátor

tento modulátor pracuje na principu paralelně připojené součástky k rezonančnímu obvodu oscilátoru. Tato součástka mění svou imaginární složku impedance v závislosti na připojeném nízkofrekvenčním (modulačním) napětí. Může to být varikap nebo reaktanční tranzistor. Změnami kapacity nebo indukčnosti se mění rezonanční kmitočet rezonančního obvodu a tím i kmitočet oscilátoru a vzniká frekvenčně modulovaná vlna.



fázový modulátor

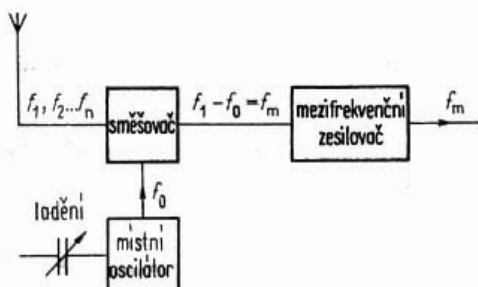
varikap nebo reaktanční tranzistor je přiřazen ke kmitavému obvodu za oscilátor (např. do obvodu zesilovače) Když se nízkofrekvenční modulačním napětí mění rezonanční kmitočet rezonančního obvodu, neovlivňuje to kmitočet oscilátoru, ale mění se fáze signálu a vzniká fázově modulovaná vlna.



Směšovače

obvod, do kterého se přivádí dva signály s různým kmitočtem. Oba signály se „smíchají“ a na výstupu je nový signál, který je součtem nebo rozdílem původních signálů. Směšovač se používá například v televizoru, v radiopřijímači atd.

Anténa rozhlasového přijímače zachycuje směs vysokofrekvenčních signálů různých vysílačů s kmitočty f_1, f_2, f_3 až f_n a ty se přivádí na směšovač. Ke směšovači je také připojen pomocný oscilátor,



jehož kmitočet je závislý na kapacitě proměnného (ladícího) kondenzátoru. Za vstup ze směšovače je připojen selektivní vysokofrekvenční zesilovač s poměrně velkým ziskem, který je pevně naladěn na mezifrekvenční kmitočet f_m . Zesiluje pouze kmitočty v blízkém okolí kmitočtu f_m a ostatní potlačuje. Při vyladování stanice se proměnnou kapacitou mění kmitočet f_0 pomocného oscilátoru a při určité ladící kapacitě je splněna podmínka $f_1 - f_0 = f_m$ kde f_1 je kmitočet daného vysílače.

použitá literatura

[1] J. Uhlíř, Z. Křečan; Elektronika pro 2. a 3. ročník SOU