

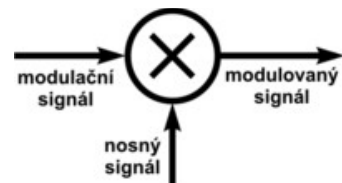
## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

### 1. PODSTATA A DRUHY MODULACÍ

Pro přenos zpráv na různé vzdálenosti se používají vysokofrekvenční vlny různých frekvencí, nazývané nosné vlny.

Přenášené zprávy musí vhodným způsobem ovlivňovat některou charakteristickou veličinu nosné vlny (amplitudu, frekvenci, fázi, sled impulsů apod.). Toto ovlivňování nosné vlny se nazývá modulace.



Než dojde k modulaci, je nutné změny různých fyzikálních veličin (zvuk, světlo, teplota, tlak aj.), které představují přenášené zprávy, přeměnit na jim odpovídající elektrické signály. Těmito signály, které se nazývají modulační, se potom provádí modulace.

Používá se celá řada různých způsobů modulace, např. amplitudová, frekvenční, impulsová atd.

Základní možnosti modulace vyplývají z rovnice nemodulované nosné vlny

$$u_n = U_n \sin(\omega t + \varphi)$$

### 2. AMPLITUDOVÁ MODULACE (AM)

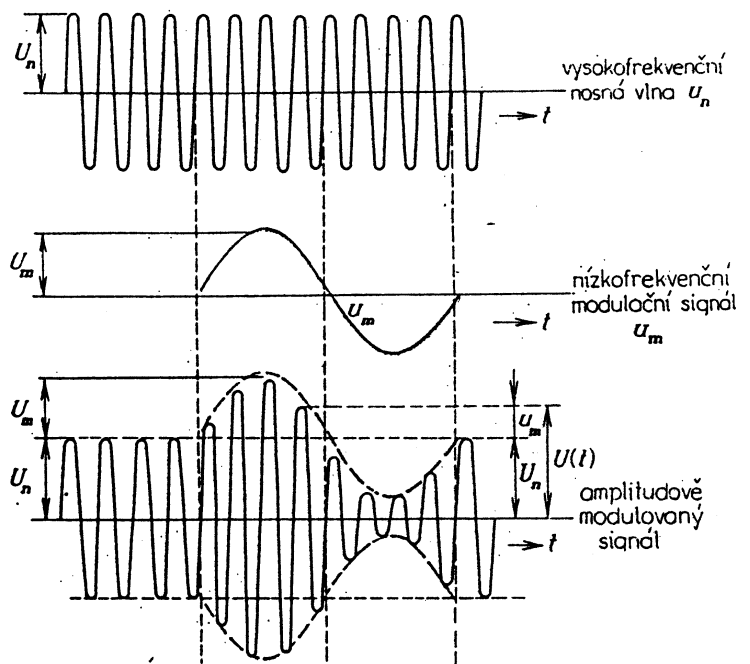
Ovlivňujeme-li amplitudu  $U_n$  a kmity se nepřerušují, nastává amplitudová modulace AM.

Při amplitudové modulaci se *amplituda* nosné mění podle okamžité hodnoty amplitudy nízkofrekvenčního modulačního signálu. *Kmitočet i fáze* nosné přitom zůstávají *konstantní*.

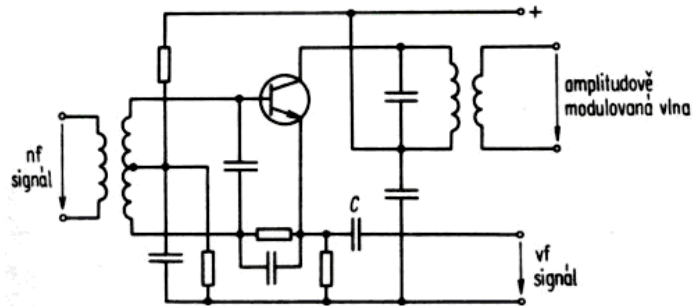
Měřítkem působení modulačního signálu na nosnou je tzv. *hloubka modulace*

$$m = \frac{U_m}{U_n} \cdot 100\%$$

kde  $U_m$  je amplituda modulačního signálu a  $U_n$  je amplituda nosné



Amplitudové modulátory využívají nelineární (zakřivenou) část pracovních charakteristik některých součástek. Využívají se diody, tranzistory a FET. Příklad zapojení modulátoru vidíme na obrázku.



Pozn. Nelineární pracovní oblast je nevhodná v zesilovačích. Tam je příčinou zkreslení.

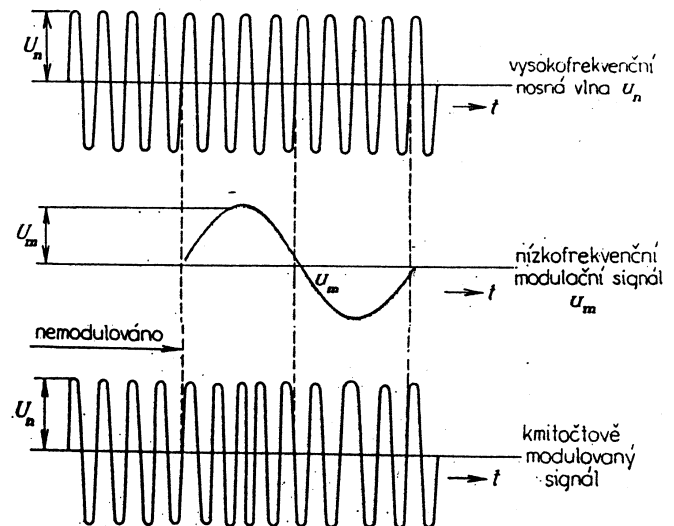
### 3. KMITOČTOVÁ MODULACE (FM)

Při kmitočtové modulaci zůstává *amplituda nosné konstantní* a působením nf modulačního signálu se *mění kmitočet* nosné. Velikost změny kmitočtu, tzv. kmitočtový zdvih závisí jen na velikosti amplitudy modulačního signálu.

Měřítkem působení modulačního signálu je *modulační index*

$$M = \frac{\Delta F}{f}$$

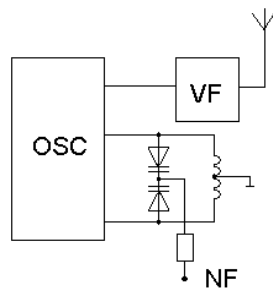
kde  $\Delta F$  je kmitočtový zdvih a  $f$  je kmitočet modulačního signálu



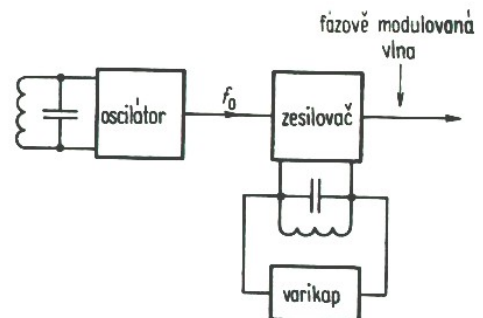
#### Srovnání FM s klasickou AM

- + Větší odolnost proti rušení větší odstup signál/šum.
- + Lepší využití výkonu vysílače.
- Velká šířka pásma větší než u AM.
- Složitější přijímač.

#### FM modulátory



Blokové schéma modulace v oscilátoru



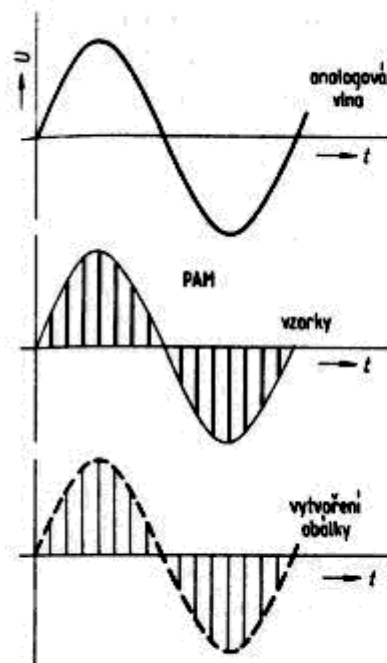
Modulace v dalším stupni (opět blokově)

## 4. Impulsová modulace

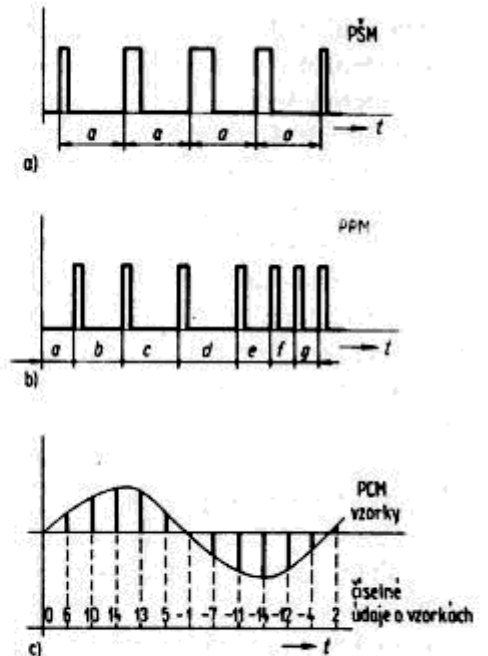
U tohoto druhu modulace jsou zprávy přenášeny prostřednictvím sledu impulsů. Modulační signál může ovlivňovat velikost, opakovací frekvenci, šířku, případně polohu impulsů.

### Druhy impulsových modulací:

- Amplitudová impulsní modulace – v rytmu se mění výška impulsů a ostatní veličiny zůstávají neměnné. Protože se mění výška impulsů, je tento druh modulace citlivý na působení rušivých signálů podobně jako amplitudová modulace. (AIM).
- Frekvenční impulsní modulace – jestliže se mění v závislosti na modulačním signálu frekvence impulsů a ostatní veličiny zůstávají neměnné. (FIM).



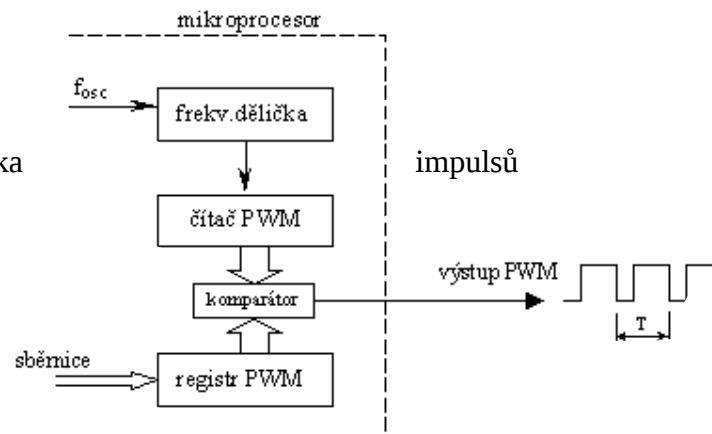
Obr. 138. Impulsová amplitudová modulace (PAM)



Obr. 139. Impulsová modulace a) šířková (PŠM), b) polohová (PPM), c) kódová (PCM)

- Šířková impulsová modulace – jestliže je okamžitou hodnotou modulačního signálu ovlivňována jednostranně, popř. oboustranně šířka ostatní veličiny zůstávají neměnné. (ŠIM).

### Blokové schéma tohoto modulátoru



- Polohová impulsová modulace – když má modulační signál vliv na střední hodnotu impulsů a ostatní veličiny zůstávají neměnné. (PIM)
- Impulsová kódová modulace – modulační signál se v pravidelných časových intervalech „vzorkuje“, tj. v těchto intervalech se zjišťuje okamžitá amplituda modulačního signálu. Zjištěným hodnotám se přiřadí skupiny impulsů, které vyjadřují ve dvojkovém kódu velikost příslušné okamžité amplitudy. Interval vzorkování musí mít alespoň dvojnásobnou frekvenci, než je nejvyšší frekvence modulačního signálu. (PCM).
- Mnoho jiných.

## 5. DRM - Digital Rádio Mondialc

DRM je nejmladší standard digitálních vysílání. Pracuje s modulací OFDM, která je náhradou za dnes již zastaralou amplitudovou modulaci. Systém DRM využívá kódování MPEG-4 AAC (*Advanced Audio Coding*) pro vysílání hudby a MPEG-4 CELP pro mluvené slovo. V závislosti na šířce kanálu a rychlosti přenosu umožňuje systém DRM vysílat kromě komprimovaného zvuku i datové a textové služby.

DRM je určeno pro vysílání v pásmu DV, SVa KV, DRM+ pak pro kmitočtová pásma až do 174 MHz. Jedná se o tato kmitočtová pásma:

- dlouhé vlny (LF), 148,5 až 283,5 kHz,
- střední vlny (MF), 526,5 až 1606,5 kHz (Evropa),
- krátké vlny (HF), úseky mezi 2,3 až 27 MHz,
- dřívější TV pásmo, 47 až 68 MHz,
- pásmo OIRTFM, 65,8 až 74 MHz,
- japonské pásmo FM, 76 až 90 MHz,
- pásmo FM II, 87,5 až 107,9 MHz.

Pásma odpovídají kmitočtovým rozsahům analogového vysílání s amplitudovou (AM) popř. kmitočtovou (FM) modulací. Pro DRM se používají šířky kanálů 4,5, 9,10,18 a 20 kHz (odvozené od kmitočtového plánu analogového vysílání).

Datový tok (multi-plex) DRM obsahuje tři typy logických kanálů:

- FAC (*FastAcces Channel*) - obsahuje informace o parametrech přenášeného multiplexu,
- SDC (*Service Description Channel*) - informuje přijímač, jak má dekodovat data přenášená hlavním kanálem MSC,
- MSC (*Main Service Channel*) - obsahuje data přenášeného rozhlasového programu.

Každý z těchto logických kanálů má určitý počet nosných vln, které jsou modulovány různě robustními modulacemi M-QAM. Přenášená data jsou zakódována. Na přijímací straně existuje možnost odhalit a opravit určité množství chyb.

Největší současnou překážkou pro rozvoj DRM je stále nedostatek komerčně vyráběných přijímačů a poměrný nezájem provozovatelů rozhlasového vysílání.