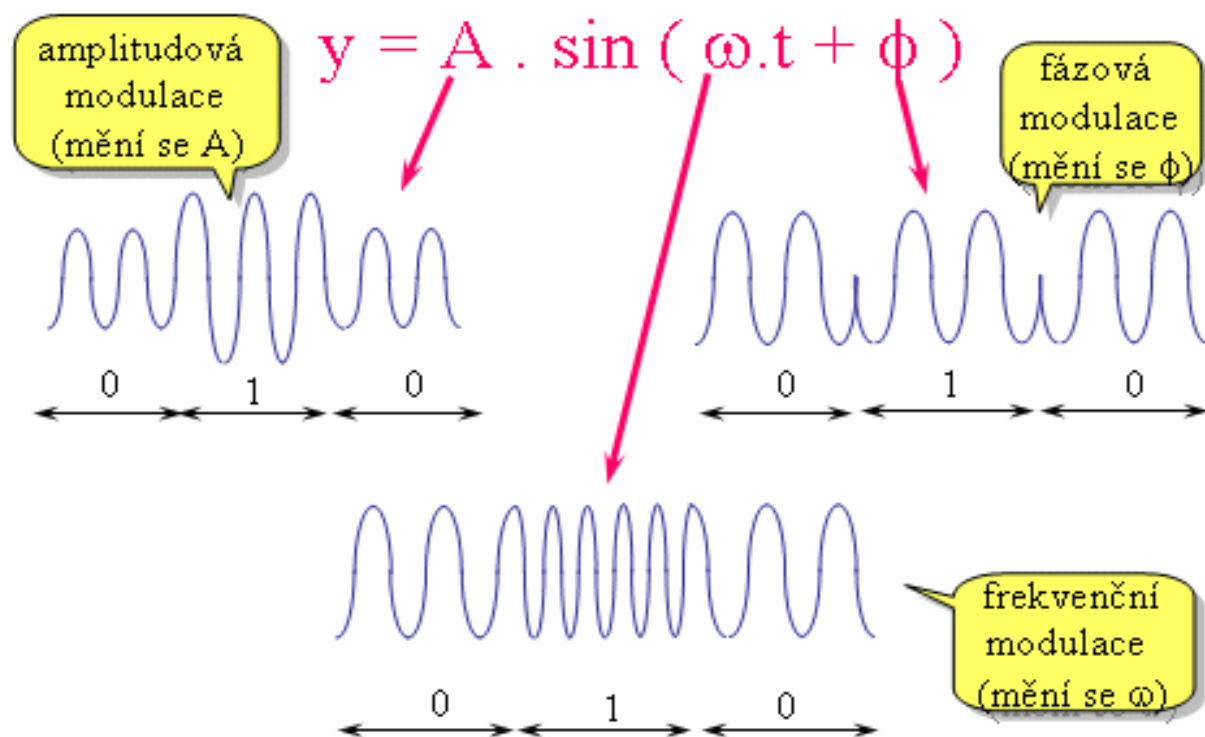
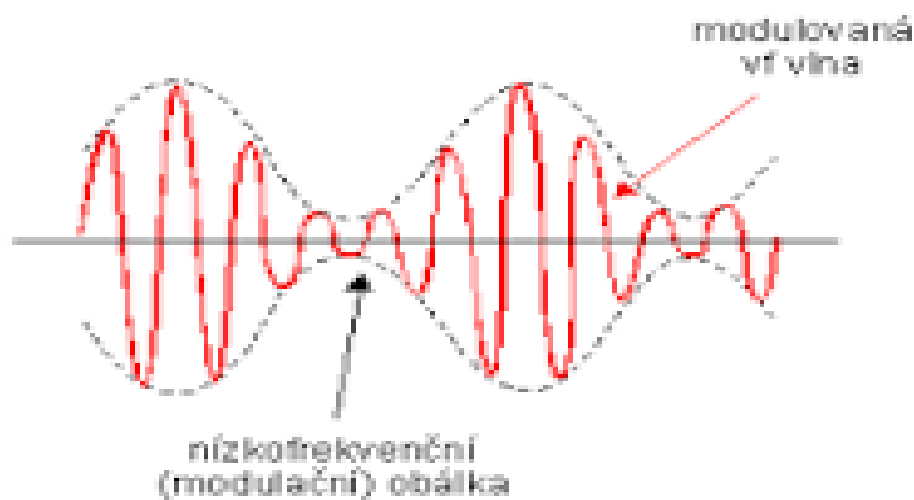


Osnova ZKSI Přednáška 8

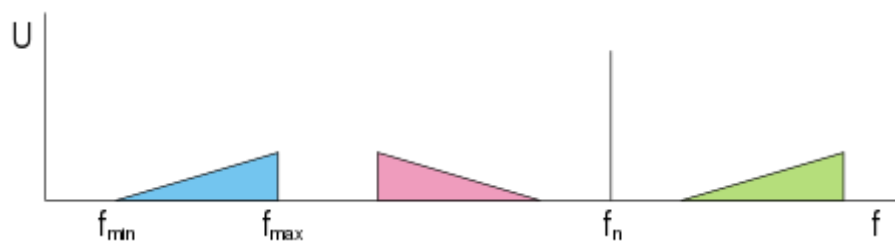
Analogové modulace



AM modulace



Spektrum AM



Modrý trojúhelník – spektrum modulačního signálu

Červený a zelený trojúhelník – modulací vzniklá postranní pásma

Šířka pásma AM **$B = 2 f_{\max}$**

Modifikované AM modulace – menší energie spektra

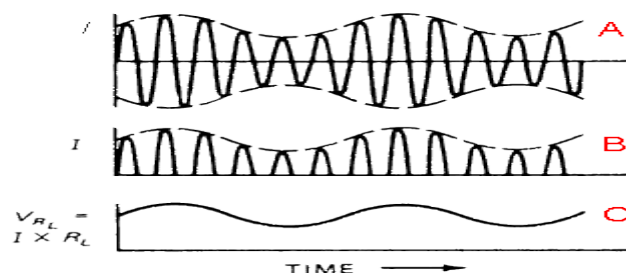
- S potlačenou nosnou (DSB)

$$B = 2 f_{\max}$$

- S potlačenou nosnou a jedním postranním pásmem (SSB)

$$B = f_{\max} - f_{\min}$$

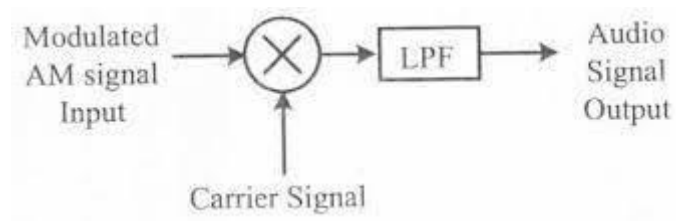
Demodulace AM – obálový demodulátor



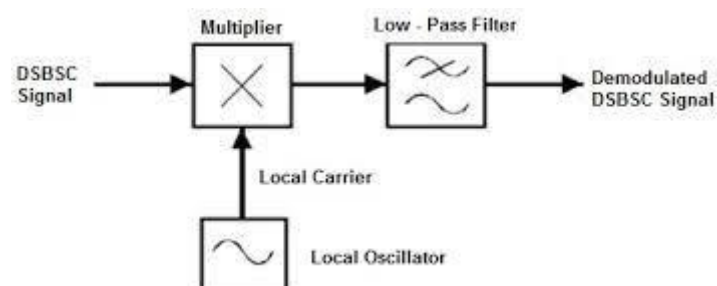
Synchronní demodulátor

Užití především pro digitální modulace

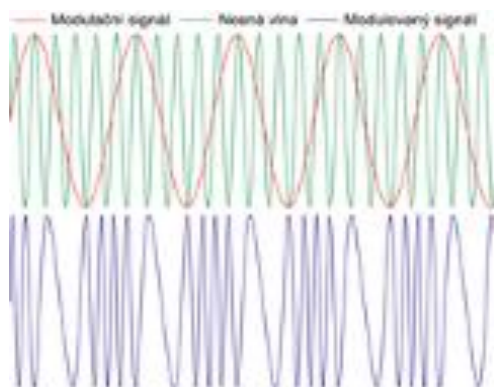
Nosnou je možné získat z AM signálu filtrací a limitací amplitudy



Pro SSB a DSB signály musíme mít místní oscilátor



FM a PM modulace



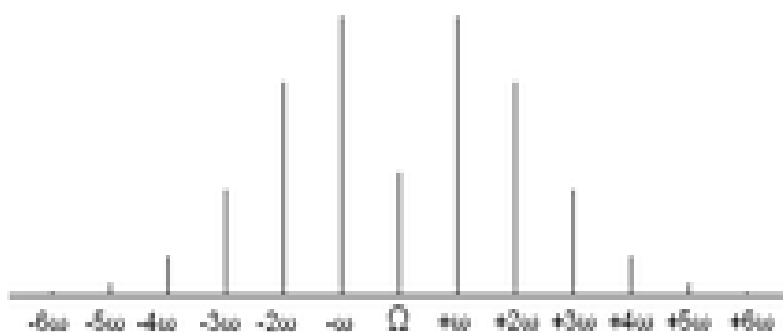
Modulační index

$$m_{FM} = \Delta f / f_m$$

Δf – kmitočtový zdvih

f_m – modulační frekvence

Spektrum FM modulační



- Odstup spektrálních čar dán modulační frekvencí
- Amplituda určena Besselovými funkcemi ($J_n(\cos \omega t)$)

Šířka pásma FM modulační

$$B = 2 (\Delta f + f_{\max})$$

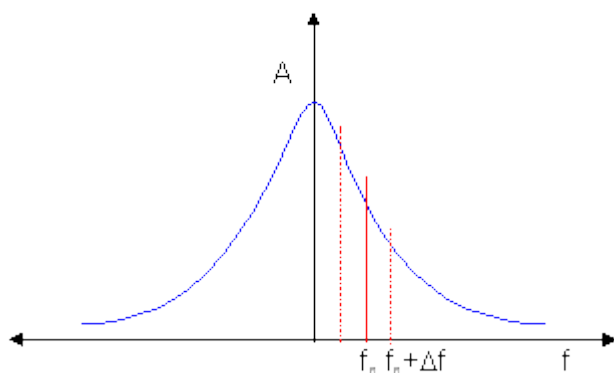
Širokopásmová FM $m_{\text{FM}} > 1$

Úzkopásmová FM $m_{\text{FM}} < 1$

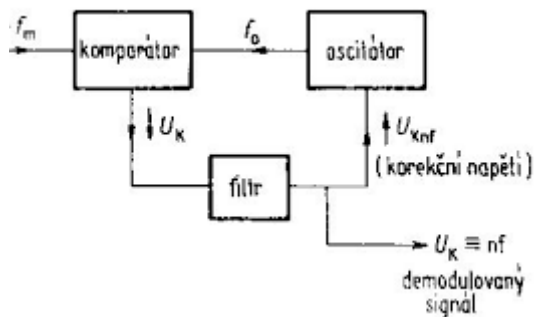
Demodulace FM

- Demodulace FM převodem na AM

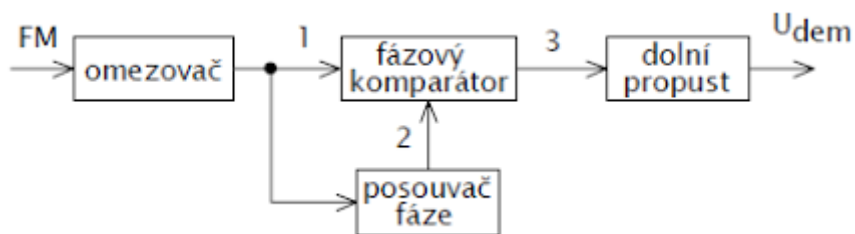
Nejdříve převod na AM na boku rezonanční křivky, poté demodulátor AM



- Demodulace FM fázovým závěsem



- Demodulace FM koincidenčním detektorem



Omezovač – limituje amplitudu

Fázový komparátor – na výstupu je signál úměrný posuvu fáze

Posouvač fáze – na výstupu je signál s fázovým posuvem úměrným kmitočtu (LC na boku rezonanční křivky, keramický filtr, PAV (SAW) filtr)

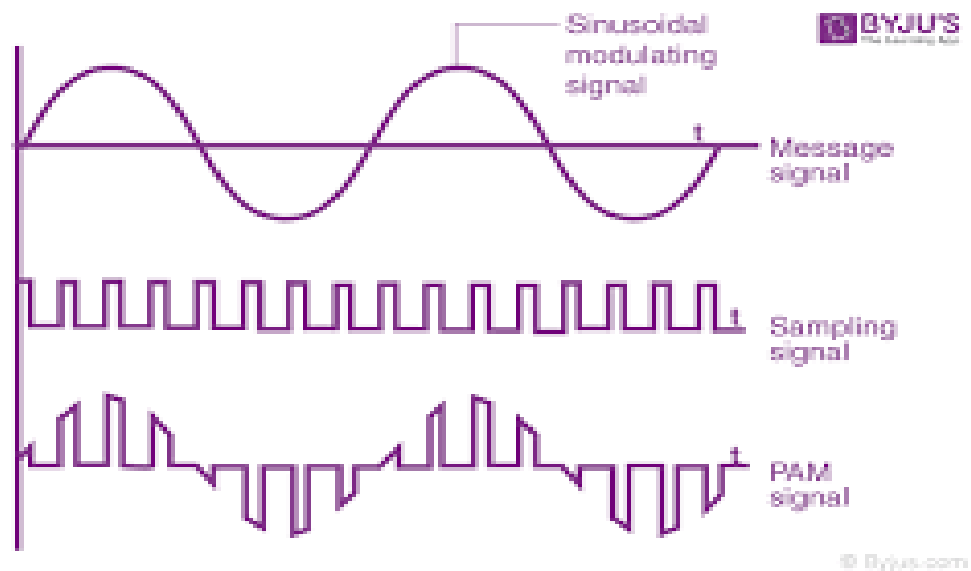
PM – fázová modulace

Vlastnosti obdobné FM modulaci

FM je vlastně PM s fázovým zdvihem větším než $\pm 2\pi$ (tj. 180 stupňů)

Digitální modulace v základním pásmu

PAM – pulsně amplitudová modulace

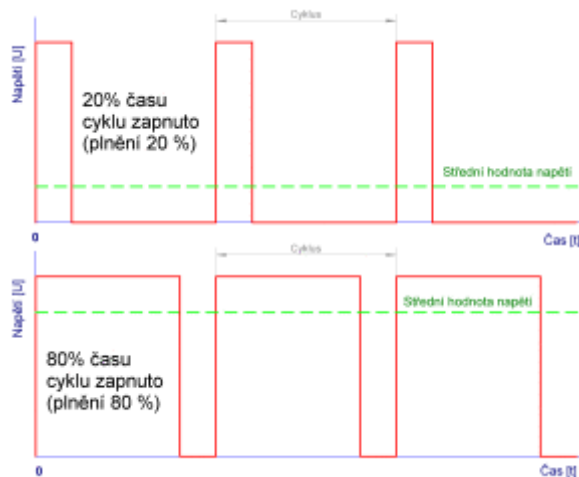


Použití – vzorkování (násobení posunutými Diracovými impulsy)

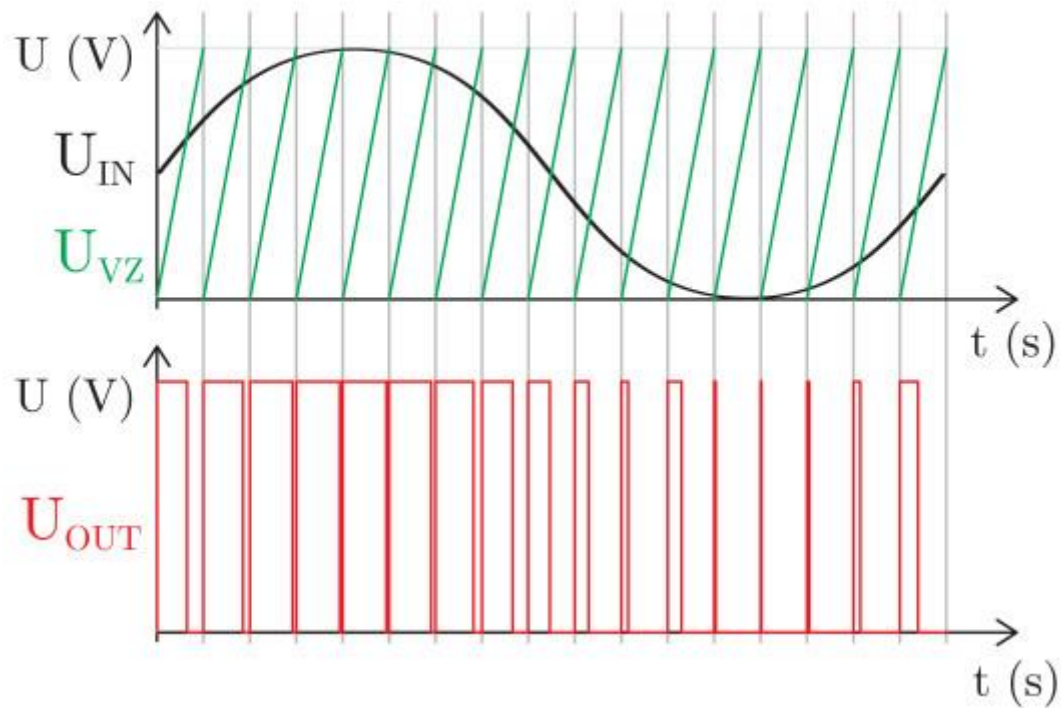
Nekonečné spektrum

Demodulátor PAM – integrátor (dolní propust s mezní frekvencí $< f_s$)

PWM – pulsně šířková modulace



PWM modulace



Nekonečné spektrum

Demodulátor PWM – integrátor (dolní propust)

Použití

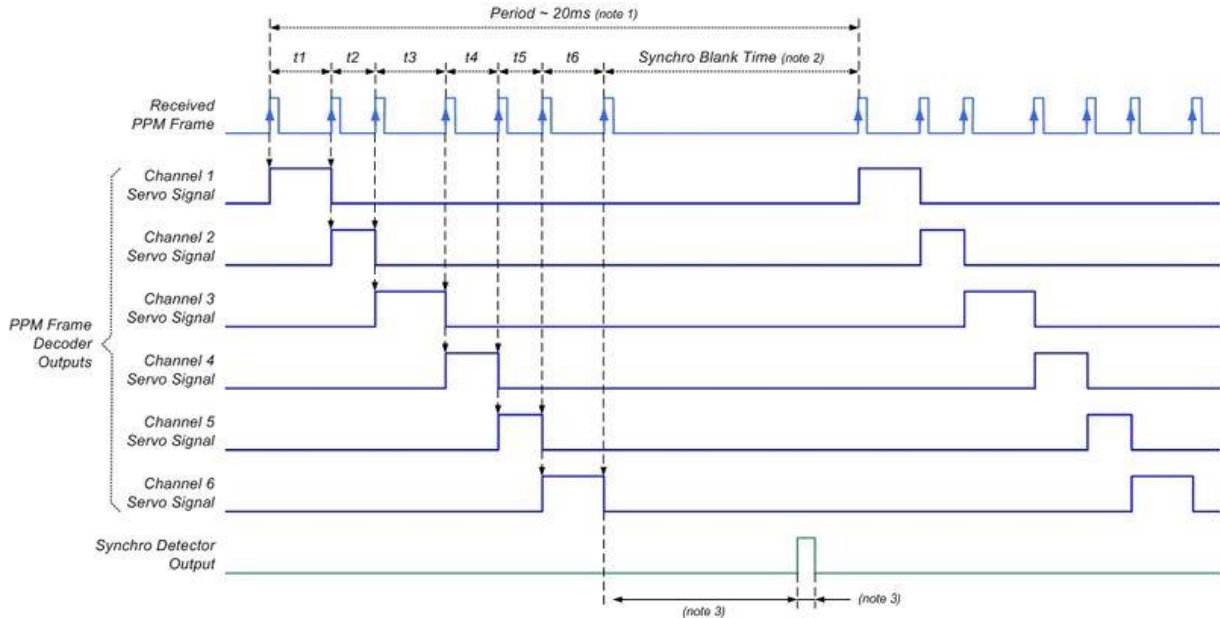
- 1 bit převodník D/A
- Řízení, pohony, regulace

Pozor na dodržení vzorkovacího teorému a překrývání pásem!

PPM – pulsně polohová modulace

Amplituda modulačního signálu ovlivňuje velikost časového posuvu impulsu vůči vzorkovacímu impulsu

Příklad použití PPM u vícekanálového řízení pro RC modely:

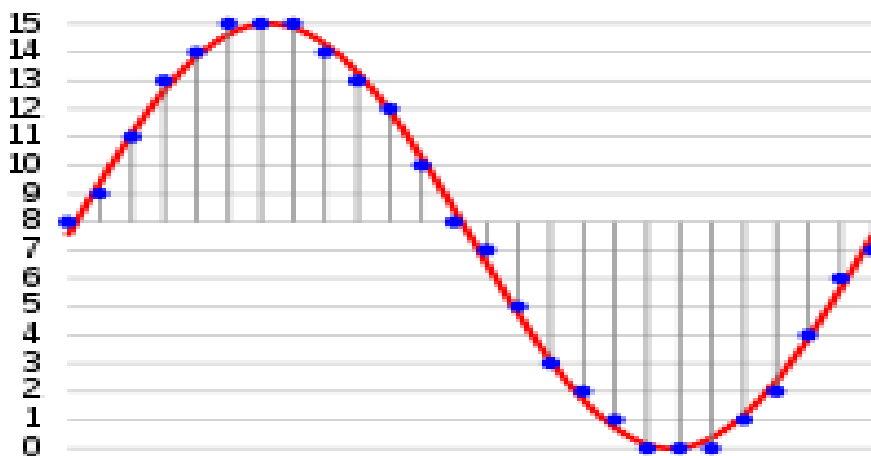


Další použití např. IR dálkové ovladače – úspora baterií

PCM – pulsně kódová modulace

Diskrétní čas, vzorkování, amplituda vyjádřena číselným kódem (obvykle binární)

Příklad PCM vzorkování, 4 bitová kvantizace:

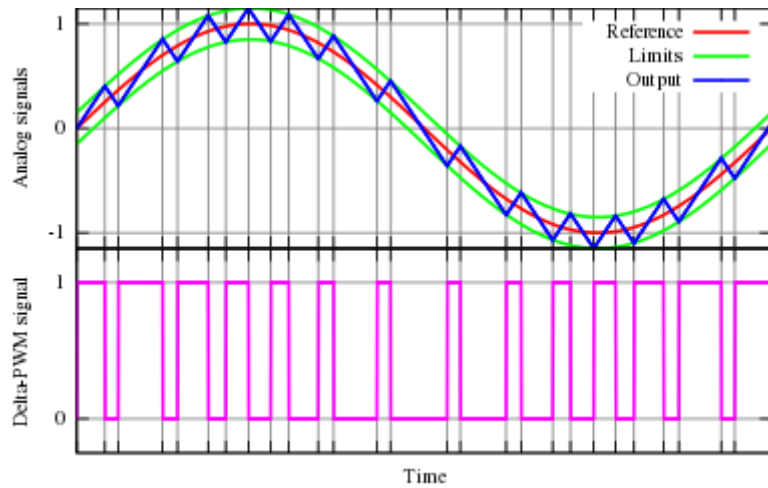


Kvantizační zkreslení

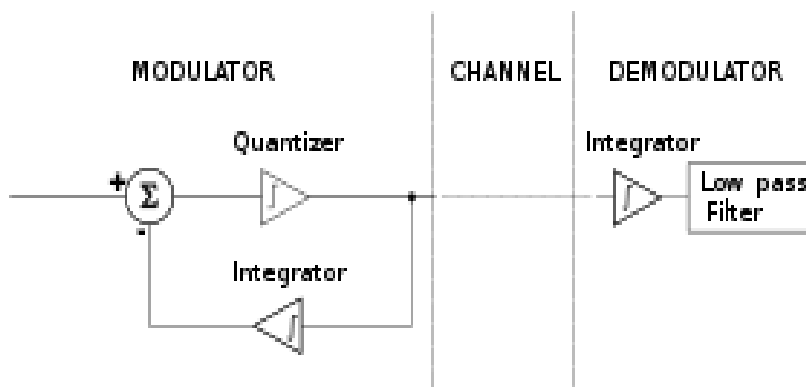
Demodulátor PCM – převodník D/A

DELTA modulace

Přenáší se informace, zda je signál větší či menší než referenční úroveň



Modulátor a demodulátor DELTA modulace:



Další modifikace digitálních modulací v základním pásmu

Více bitová reprezentace rozdílu proti referenci či modelu, proměnná velikost difference, ...

- DPCM
- Adaptivní DELTA modulace
- ...