

Josef Dobes

dobes@feld.wu.cz

<http://pitbul.pcland.cz>

vícení - dobrá neomluva, více posouzení
testů na konci

AM - spektrálně velmi úsporná

(2)

Srovnání definic AM, FM a PM a jejich sumové vlastnosti

3. Účlové modulace: FM

stránka dále

Kosinus - úplně dobře

c ... carrier

m ... modulation

$$\cos[\omega_c t + \beta \sin(\omega_m t)]$$

PM - fázová modulace

$$\sin[\omega_c t + \beta \sin(\omega_m t)]$$

okamžitá frekvence je úměrná derivaci modulačního signálu

Šumové vlastnosti

$(SNR)_o$.. SNR na výstupu

$(SNR)_c$.. na nosné

FM je na šum bezvadná - šum se ^{přítinou} lepší na amplitudě, informaci nese změna ~~am~~ frekvence

(3)

Spektrum kmitočtové a fázové modulace

$$B_{FM} = 2f_m(1+B)|_{B=5} = 12f_m$$

pro modulační $f_m = 15 \text{ kHz}$ a 180 kHz
slyšek se omezuje filtrem

Barvená TV

spektra jarové a barevné složky olivem rádkování
čárová, odstup nosných přesně určen,
aby se složky nemísily

Stereofonní vysílání FM

pomocná nosná 38 kHz, na ní AM modulovaný rozdílový signál $S=L-P$, a poslač. nosnou původní mono. sig. nahrazen součtovým $M=L+P$ na $\frac{1}{2} f$ pomocné nosné kvůli demodulaci pomocný pilot (19 kHz)

S se vysílá s polovičním zdvihem, aby se nepřekročila šířka kanálu

Přijímač

vylfiltruje pilota, zdvojnásobí jeho frekvenci a použije ho jako nosnou S signálu

$$\begin{array}{r} L+P \\ + L-P \\ \hline 2L \end{array} \quad \begin{array}{r} L+P \\ - L-P \\ \hline 2P \end{array}$$

Preemfaze a deemfaze

vysší tóny před vysláním zesíleny, po demodulaci zeslabeny - podlaží se sítě podobně Dolby B

(4)

PCM

vzorované hodnoty - diskrétní v čase, spojité
v amplitudě

kvantované hodnoty - diskrétní v čase i v amplitudě
obvod sample & hold

kvantizační šum přesá s kvadratickým počtem kvant intervalů

ASK - Amplitudové klíčování
(On-Off-Keying)

1 - sig. je, 0 - sig. není

FSK - Frekvenční klíčování

1 a 0 různé frekvence, ty se střídají

PSK - Fázové klíčování

změna log. hodnoty $\rightarrow$ posun fáze o 180°

4-ASK čtyřstavová ASK

8.3 FSK

VCO - voltage controlled oscillator

ω_1 a ω_2 velmi blízké

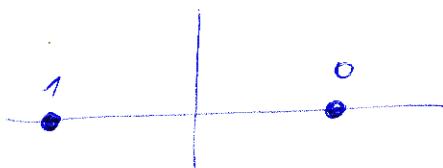
(5)

vakuová dioda 1902

(6)

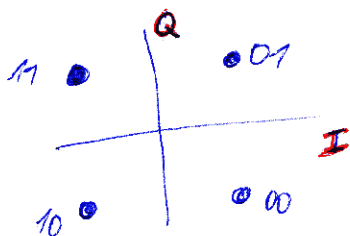
Digitální modulace

BPSK



konstelacní diagram

QPSK



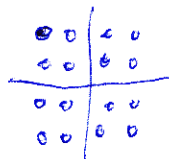
I .. In-Phase

Q .. Quadrature



8-QAM - moc ně

16-QAM - dobře pamatovat
obrátek



- MSK, GMSK

- mobilní telefony

7

8

OSI model

základní parametry dig. modulací

- Poměr C/N (carrier - noise)
na nosné

S/N (signal - noise) demodul. sig.

- Poměr C/I carrier - interference (CIR)

$$\frac{C}{I} = \frac{\text{výkon užít. sig.}}{\text{výř. interferencí (včetně šumu)}}$$

- Poměr E_b/N_0
energ. účinnost
- $$\frac{\text{energie užít. sig. na bit}}{\text{výř. spektr. hustota šumu}}$$

- Spektrální účinnost

$$\eta = \frac{f_c}{B_{RF}} = \frac{\text{bitová rychlost}}{\text{radiová síťová pásma}}$$

- BER = $\frac{\text{počet chybně přenes. bitů za sekundu}}{\text{celkový počet. " " "}}$

(FSK) větší počet stavů $\rightarrow$ nižší energ. účinnost
 $\rightarrow$ vyšší spektr. ———

Snížení chybovosti

- FEC - Forward Error Correction
 předání bity

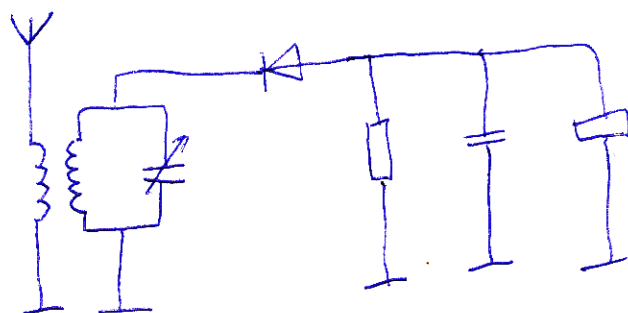
- ARQ - Automatic Repeat Query
 aut. znovuvyslání poškozených rámců

9

10

Rádiové přijímače

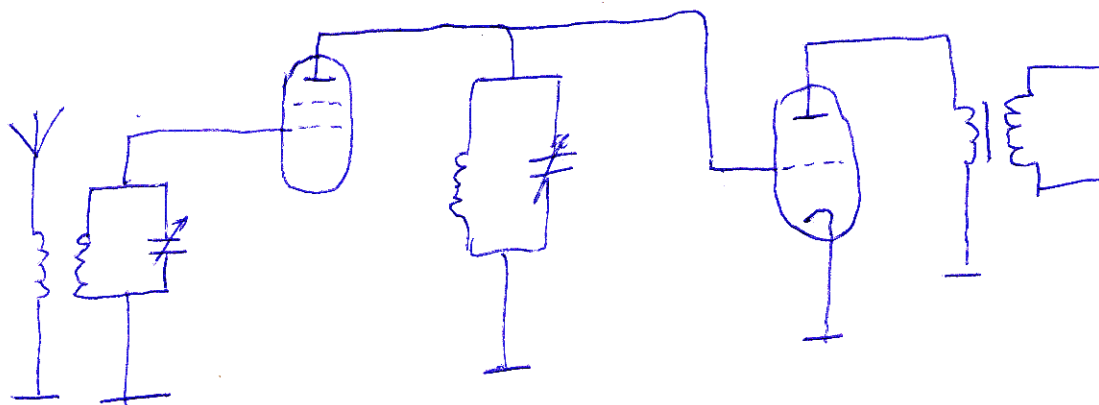
1) Př. detektorový



* brambory

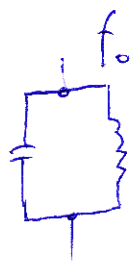
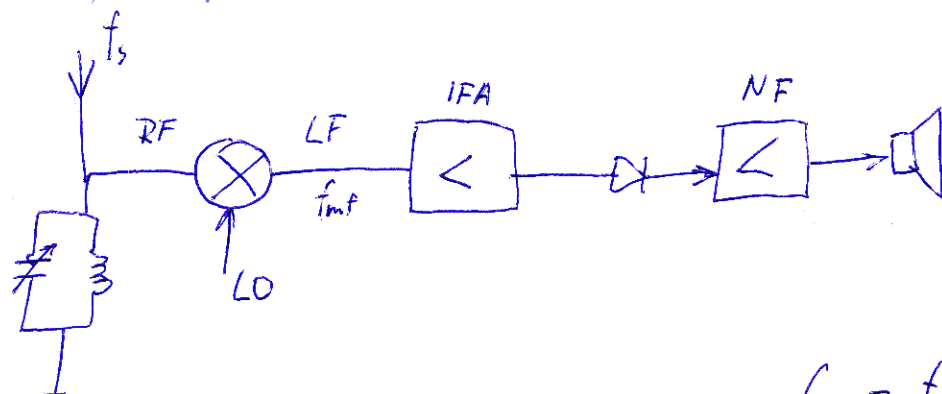


2) Př. přímoselechový



mění se kmitům a frekvencí

3) Superheterodyn

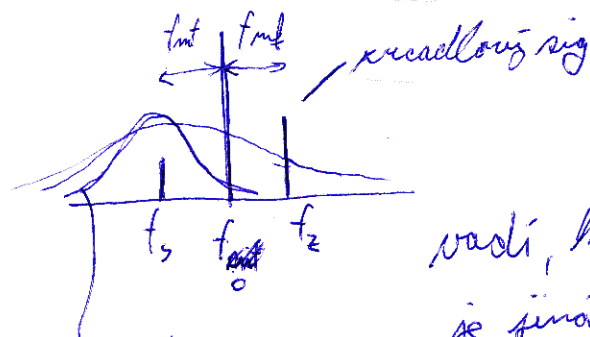


$$f_{mf} = f_0 - f_s = \text{konst}$$

4 470 kHz pro SV

10,7 MHz pro FM

problém s krcadlovými signály



lepší filtr
už na vstupu

vlasti, když kam
je jiná stanice

šumové číslo - ~~poměr~~ su kolikrát se zhorší
poměr sig/šum na výstupu oproti
poměr sig/šum na vstupu
nejlepší $F = 1$, může být i v dB

(11)

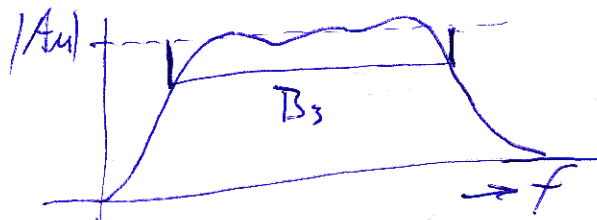
Frísuv vzorec

{ na každé frekvenci mít co nejmenší F_a
co největší zesílení

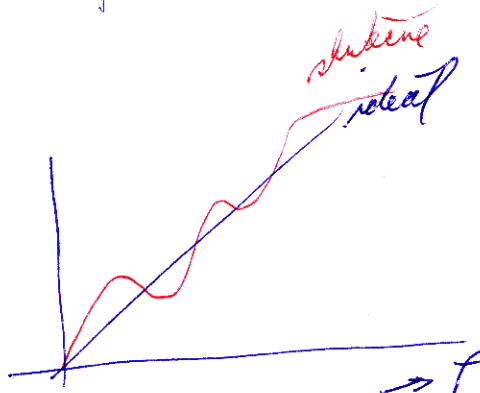
Zkreslení

frekvenční

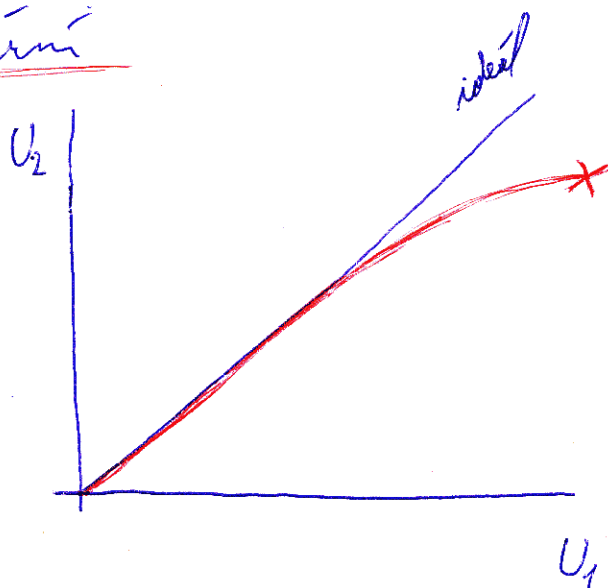
amplitudové
zkreslení



fázové
zkreslení



nelineární



- harmonické - při buzení harm. signálem se na výstupu objeví i vyšší harmonické

$$h_n = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots}}{U_1}$$

- intermodulační - vznik kombinací

signálů, pokud na vstupu 2 sinusové sig

vstup 900 a 1000, vyleze i 100 a 1900

- amplitudově nelineární

- nelineární sčít. výstup na vstupu