SIGNÁLY A ICH CHARAKTERISTIKY

- delenie signálov podľa tvaru:

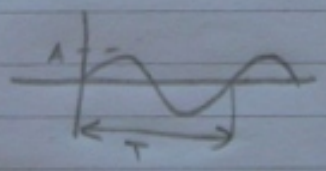
a) NENÁHODNÉ
- periodické
  - harmonické
  - neharmonické
- neperiodické
- kvázi periodické

b) NÁHODNÉ
- nestacionárne
- stacionárne
- ergodické

- DETERMINISTICKÉ – môžeme vyjadriť funkciou času

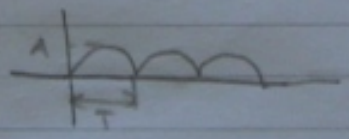
HARMONICKÉ

- napr. sin, cos ...



NEHARMONICKÉ

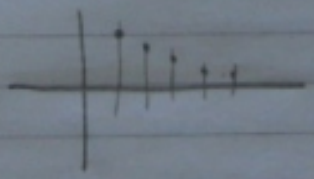
- vytvárané z harmonických



- dá ísť fourierovým radom rozložiť na rad harmonických

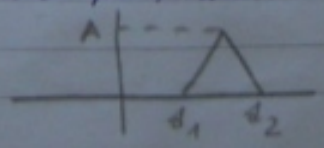
$$f(t) = \sum \overline{F}_m e^{jm\omega t}$$

Spektrum takéto signálu napr.:



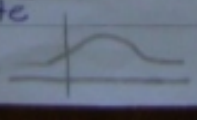
NE PERIODICKÉ

- napr. osamelé impulzy, sú dané na intervale, mimo intervalu majú hodnotu nulovú
- interval môže byť
  - konečný od t_1 po t_2
  - podkonečný od t po nekonečno



- ich spektrum je spojité

napr.



KVÁZI PERIODICKÉ

- sú súčtom množiny harm. signálov, ktoré však nespĺňa podmienku periodicity t.z. aspoň pre jednu dvojicu frekvencií je ich pomer iracionálne číslo

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{1} \overline{F}_n e^{j2\pi t} \qquad \Omega_i = k\,\Omega_j$$

iracionálne číslo

DELENIE PODĽA STREDNE NORMOVANÉHO VÝKONU (ENERGIA)

NORMOVANÝ

(I^2, U^2)

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R = x^2$$

1

- energiu rátame na impulzoch
- výkony rátame

VÝKONOVÉ SIGNÁLY

- periodické
- neperiodické
- stochastické

$$P_x = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} |\bar{x}(t)|^2 dt$$

ENERGETICKÉ SIGNÁLY

- deterministické
- neperiodické

- treba na ne použiť fourierovu transformáciu

$$E_x = \lim_{T \to \infty} \int_{-T/2}^{T/2} |\bar{x}(t)|^2 dt$$

SPÁROVANÝ FILTER

- je lineární filtr navržený s cílem maximalizovat $\left(\frac{S}{n}\right)$ na výstupu pro konečný tvar signálu. Je to optimální filtr. Tento navrhneme filtr tak aby $\left(\frac{S}{n}\right) = \frac{a_i^2}{\eta^2}$ byl max.

Charakteristiky SPF:

a) $H(f) = k \cdot S^*(f) \cdot e^{-j2\pi f T}$

přenosová funkce filtru — sdružení komplexní číslo k signálu

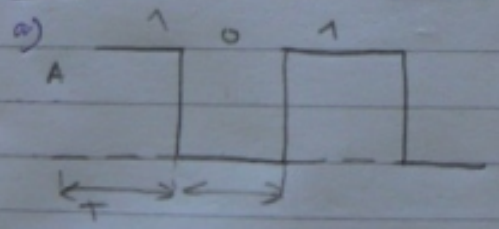
b) časová oblast $h(t) = \begin{cases} k \cdot s(T-t) & 0 \le t \le T \\ 0 & \end{cases}$

- impulsní odpověď pro daný signál

PŘÍKLADY:

Př 1:

a)



Aby bude výstup SPF ok použijeme

a) UPNRZ s amplitudou A

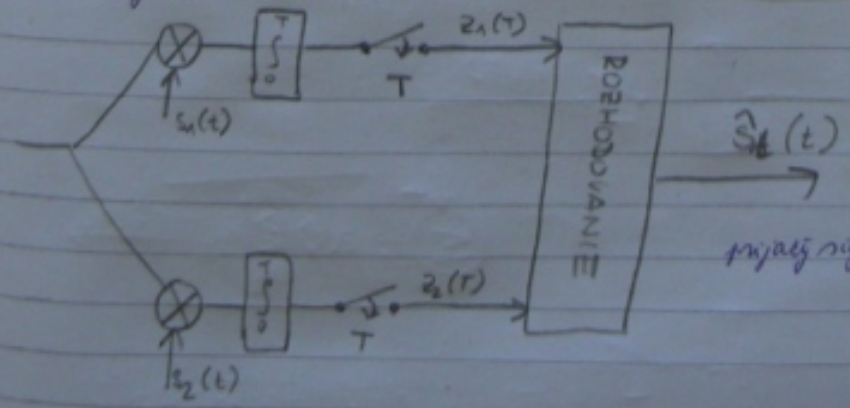
b) BPNRZ

$s_1(t) = A\,[V]$ $\quad 0 \le t \le T$ log 1 $A > 0$

$s_2(t) = 0$ $\quad 0 \le t \le T$ log 0

$s_1(t)$ a $s_2(t)$ jsou ortogonální tedy $\int_0^T s_1(t)\, s_2(t)\, dt = 0$

Použijeme AWGN kanál:



přijatý signál $r(t) = s(t) + n(t)$

aditivní WGN

$$a_1(T) = \mathcal{E}\left\{\underset{s_1(t)}{z(T)}\right\} = \mathcal{E}\left\{\int_0^T [s\,d(t) + m(t)] \cdot s_1(t)\,dt\right\} =$$

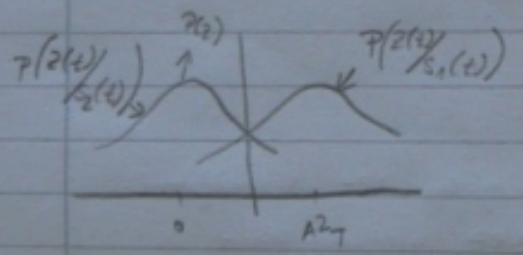
$$= \mathcal{E}\left\{\int_0^T [A^2 + A\,m(t)]\,dt\right\} = \mathcal{E}\left\{\int_0^T A^2\,dt\right\} + \mathcal{E}\mathcal{E}\int_0^T \underbrace{A\,m(t)}_{0}\,dt\} =$$

$$= \underline{A^2 T\,[V]}$$

$$a_2(T) = \mathcal{E}\left\{\underset{s_2(T)}{z(T)}\right\} = 0 = a_2$$

náhodná prom. $z(T)$ výstup z SPF, závisí od $s_1(t)$ a šumu $n(t)$

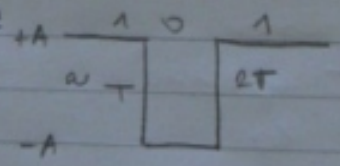
Rozdělení hustoty pravděpodobnosti $z(t)$ za předpokladu, že byl vyslán signál $s_1(t)$, nebo $s_2(t)$ předpoklad ML, měl by tak sníženou P_b odrušení



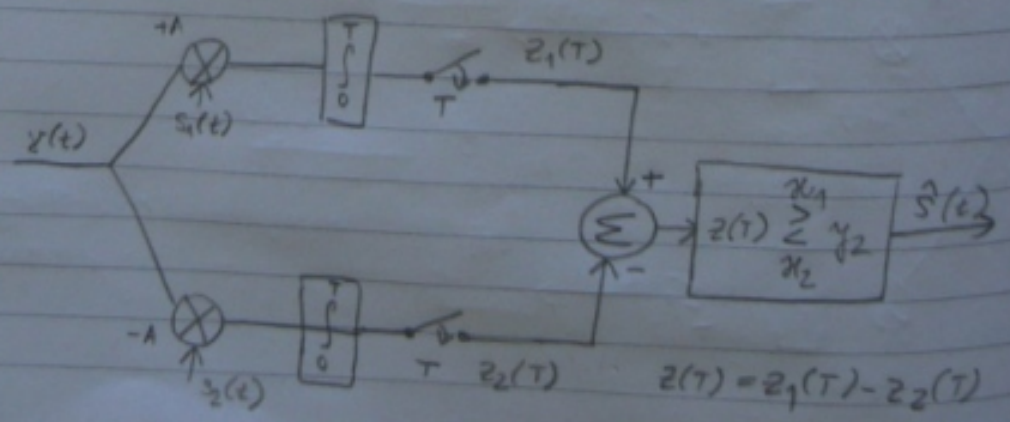
$$E_d = A^2 T$$

$$\gamma_0 = \frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{A^2 T}{2}$$

b) BPNRZ



$s_1(t) = A \quad 0 \le t \le T$ log 1
$s_2(t) = -A \quad 0 \le t \le T$ log 0 $\Big\}$ $A[V] > 0$



$$z(T) = z_1(T) - z_2(T)$$

$s_1(t)$ a $s_2(t)$ ortogonálne sign. lebo $\frac{1}{A^2}\int_0^T s_1(t)s_2(t) = -1$

pre antipodálne sig. $a_1 = -a_2 \Rightarrow y_0 = 0$ $\quad (s_1(t) = -s_2(t))$

$\Rightarrow z(T) \underset{H_2}{\overset{H_1}{\gtrless}} 0$

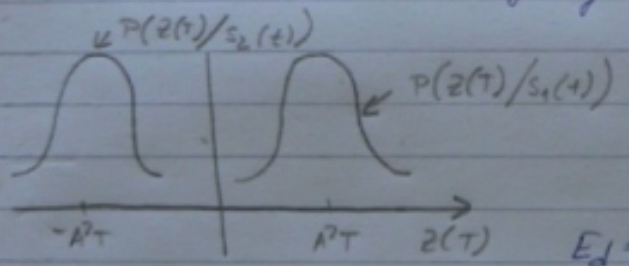
$a_1(T) = \mathcal{E}\{ z_1(T)/s_1(t) \} = -A^2T$

$a_2(T) = \mathcal{E}\{ z_2(T)/s_2(t) \} = A^2T$

Výstupy ortogonálnych korelátorov sú rovnaké a rozdielne s $s_1(t)$

ak $z(T) = A^2T > 0$ bol vyslaný $s_1(t)$

$z(T) = A^2T < 0$ bol vyslaný $s_2(t)$



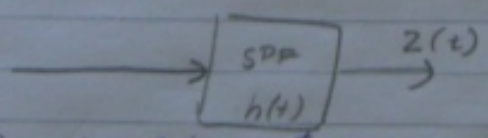
$$P_B = Q\left(\sqrt{\frac{E_d}{2N_0}}\right)$$

$$E_d = \int_0^T [s_1(t) - s_2(t)]^2 dt = 4A^2T$$

E_d je väčšia $\Rightarrow$ nižšia chybovosť

Realizácia SPF

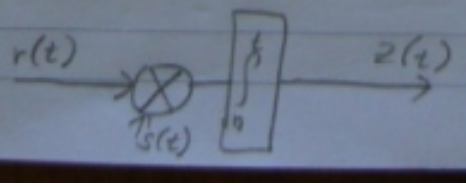
$r(t) = s(t) + n(t)$

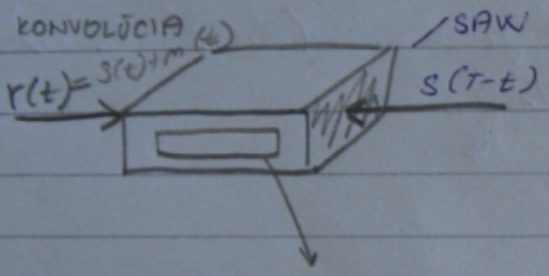


$$z(t) = r(t) * h(t) = \underbrace{\int_0^t r(\tau)h(t-\tau)d\tau}_{\text{KONVOLÚTOR}} = \int_0^t k r(\tau) s[T-(t-\tau)] d\tau$$

$h(t) = k s[T-t] \qquad 0 \le t \le T$

$$z(t) = \int_0^T k r(\tau) s[T-(T-\tau)] d\tau = \underbrace{\int_0^T r(\tau) s(\tau) d\tau}_{\text{KORELÁTOR}}$$



V OKAMIHU VZORKOVANIA

1. Analógové SPF - realizujú sa ako pasívne prvky s použitím akustických vlnov