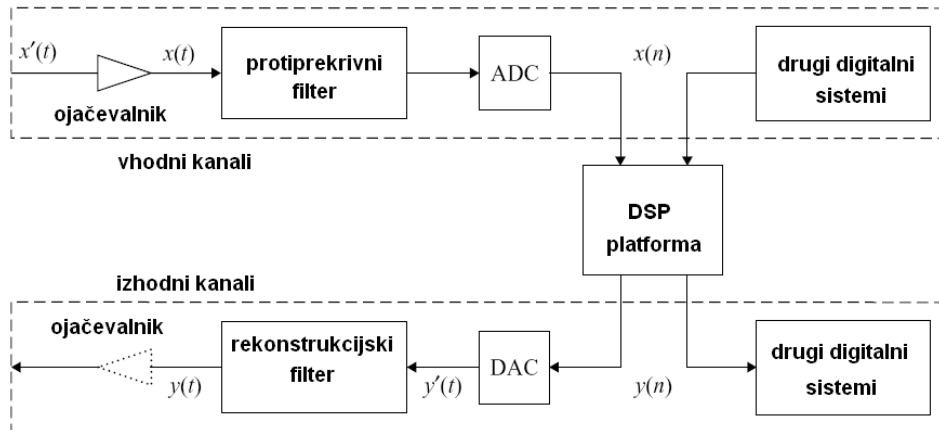


# Procesiranje signalov

## 1. Digitalni sistemi in signali

- Opišite postopke / sisteme, ki so potrebni, da iz analognega signala dobite digitalni signal. Opišite tudi za obratno smer, ko moramo iz digitalnega signala dobiti analogni signal !



- Prednosti/omejitve digitalnega procesiranja signalov!
- Kaj so kavzalni/nekavzalni digitalni signali (pojasnite na primeru)
- Narišite dana digitalna signala in pojasnite ali je kavzalen/nekavzalen!

$$x_1(n) = \left\{ 2 \quad 3 \quad 1.5 \quad 0.5 \quad -1 \quad 4 \right\}$$

$$x_2(n) = \left\{ \underset{\uparrow}{1} \quad -2 \quad 0.4 \quad 0.3 \quad 0.4 \quad 0 \quad 0 \quad 0 \right\}$$

## 2. Kvantizacija

- Zakaj uporabljamo kvantizacijo in na kaj moramo biti pozorni ?
- Kakšen kompromis moramo izpolnjevati ?
- Narišite primer kvantiziranega signala!
- Na kratko opišite kodo v Matlabu – kaj je rezultat ?

```

t = 0:30;
x = 0.2+2*sin(0.245*t+0.15);
d = 0.5;
xq = d*round(x/d);
plot(t,x)
hold on
stem(t,xq,'r')
hold off
    
```

```

ylabel('x(t), x_q(kT)')
xlabel('t')
legend('analog signal', 'digital (quantized)')

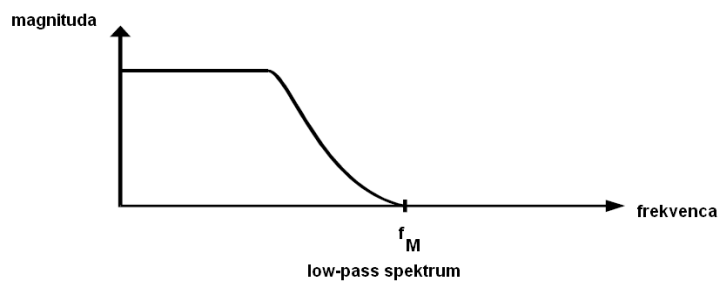
```

- Kakšni so kvantizacijski pristopi, prednosti/slabosti ?
- Za koliko dB se izboljša razmerje signal/kvantizacijski šum, če povečamo število bitov  $B$  za 3 ?

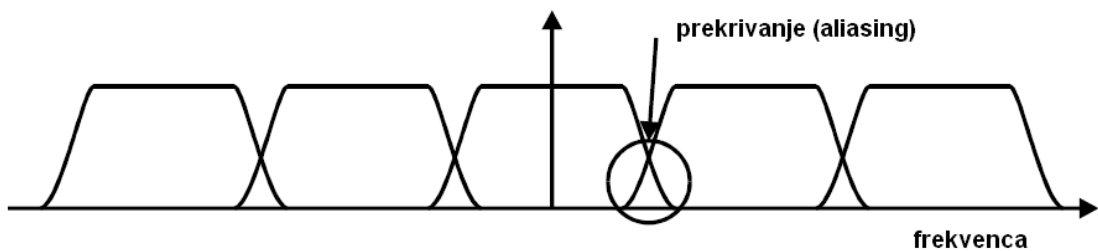
$$\begin{aligned}
 SQNR &= 20 \log_{10} \left[ \frac{R}{Q} \right] \\
 &= 20 \log_{10} (2^B) \\
 &= 20B \log_{10} 2 \\
 &= 6B \text{ dB}
 \end{aligned}$$

### 3. Vzorčenje

- Kako pravimo signalu na sliki (pasovno omejen ali neomejen) in kakšno frekvenco vzorčenja moramo uporabiti, da izpolnimo Nyquistov kriterij ?

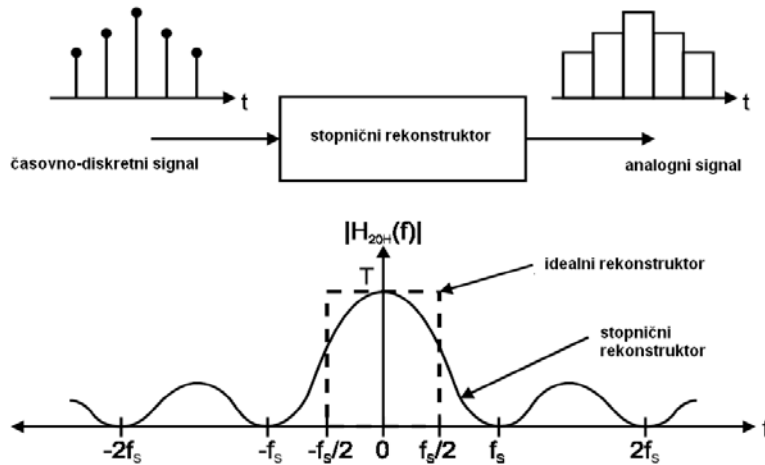


- Kakšna je minimalna frekvenca vzorčenja, če je znan zgornji spekter signala, s katero še izpolnjujemo teorem vzorčenja?
- Kakšna je Nyquistova frekvenca ?
- Kaj je posledica neizpolnjevanja teorema vzorčenja ? Ali je v tem primeru rekonstrukcija signala še možna ?
- Kaj bi naredili, če bi bila max. frekvenca vzorčenja 8 kHz že vnaprej predpisana, vaš signal pa bi vseboval tudi frekvenčne komponente, ki bi bile višje od 4 kHz ? Kakšna je Nyquistova frekvenca v tem primeru?
- Zakaj oz. kdaj pride v frekvenčnem prostoru do efekta, prikazanega na sliki?

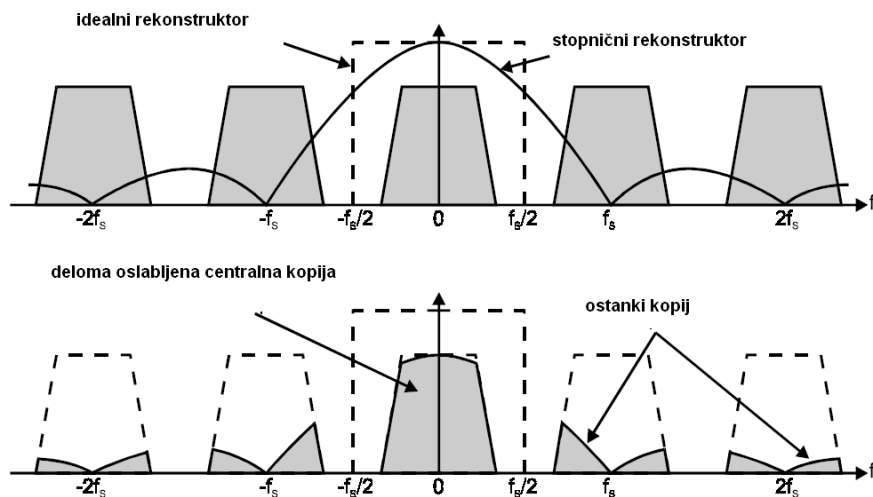


### 4. D/A pretvorba

- Razložite zakaj ni mogoče realizirati idealnega rekonstruktorja! Kakšna je razlika med idealnim in stopničnim rekonstruktorjem ?



- Pojasnite, zakaj imamo takšne posledice uporabe stopničnega rekonstruktorja, kot so razvidne na spodnji sliki. Kako jih odpravljamo v realnih digitalnih sistemih ?



## 5. Operacija korelacije

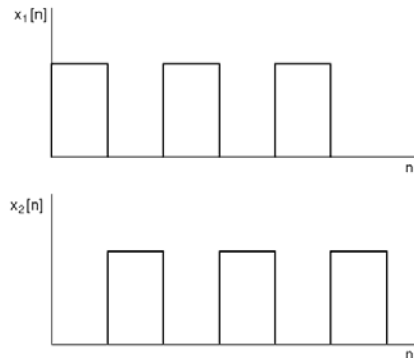
- Kaj je korelacija, kakšno merilo vam podaja, v kakšnih primerih je koristna ?
- Kakšne tipe korelacij poznamo in uporabljamo ?
- Komentirajte primernost/ustreznost/problematičnost uporabe naslednjih enačb za računanje korelacije:

$$r_{12} = \sum_{n=0}^{N-1} x_1[n]x_2[n]$$

$$r_{12} = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_1[n]x_2[n]$$

$$r_{12}[j] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_1[n]x_2[n+j]$$

- *Pripišite spodaj tisto enačbo, ki je za podana digitalna signala spodaj primerna za izračun korelacije! Zakaj osnovna enačba korelacije za tak par digitalnih signalov ni primerna?*



**Fazno premaknjeni zaporedji.**

- *Kakšen vpliv ima vpeljava koraka pomika  $j$  na sam izračun korelacije?*
- *Zakaj uporabljamo normirano vrednost križne korelacije in v kakšnih primerih digitalnih signalov je še posebej pomembno, da se uporablja – na kratko razložite enačbo:*

$$\rho_{12}[j] = \frac{r_{12}[j]}{\frac{1}{N} \left[ \sum_{n=0}^{N-1} x_1^2[n] \sum_{n=0}^{N-1} x_2^2[n] \right]^{1/2}}$$

- *Kaj vam povedo korelacijske vrednosti +1, -1, 0, o paru digitalnih signalov?*
- *Kako imenujemo naslednjo operacijo in v čem je razlika v primerjavi z zgornjimi enačbami računanja korelacije?*

$$r_{xx}[j] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n]x[n+j]$$

- *Opišite pristop računanja hitre linearne križne korelacije. Zakaj potrebujemo operacijo dodajanja ničel in kako jo izvedemo?*

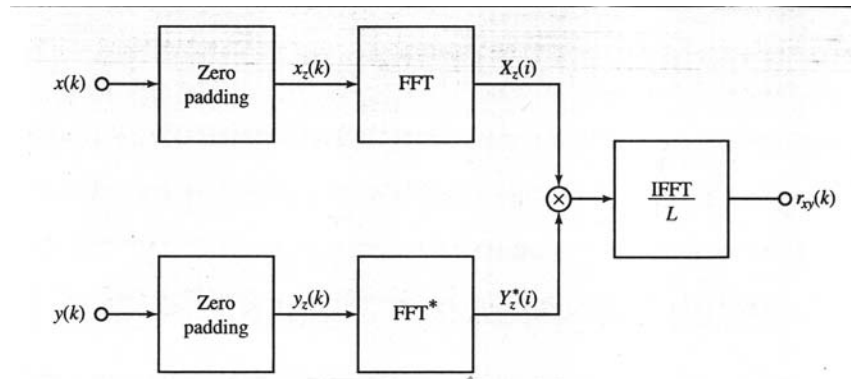


Figure 4.15 Fast Linear Cross-correlation

## 6. Transformacije

- Naštejte vrste transformacij in predstavite njihovo uporabo in namen!
- Razložite pomen naslednjih enačb in komentirajte stabilnost/nestabilnost digitalnih sistemov glede na lego ničel/polov v z-prostoru !

$$ROC = \{z \in \mathbb{C} \mid |z| > R_x\}$$

$$R_x = \max_{i=1}^n \{|p_i|\}$$

- Kako bi v MATLABu narisali graf polov/ničel za naslednjo prenosno funkcijo  $H(z)$  ?

$$H(z) = \frac{20 \cdot z + 6}{z^2 - 1.6 \cdot z + 0.40}$$

- Kakšna je osnovna razlika med DTFT in DFT transformacijo ?
- Kje morajo ležati poli  $H(z)$ , da pripadajoča  $X(f)$  lahko konvergira?