



# Adaptivna obdelava signalov v telekomunikacijah

---

## 9. del

2003/04

Anton Umek

1



## Pregled tem:

---

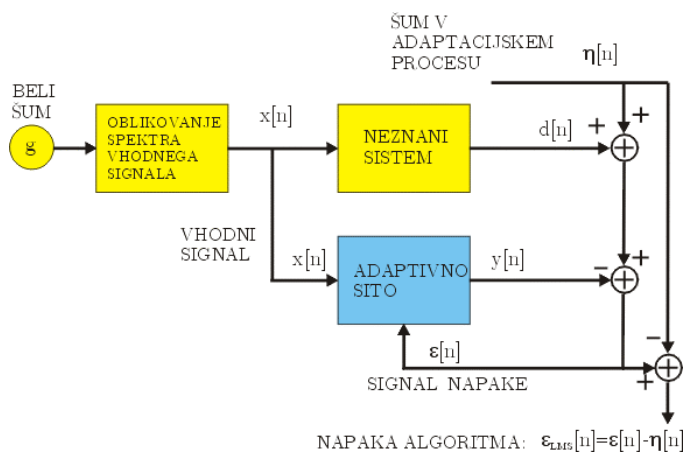
- Nastavitev parametrov adaptivnega LMS sita
  - izbira dolžine sita
  - izbira adaptacijske konstante
  - hitrost adaptacije in šum algoritma
  - zgledi
- Adaptivni izločevalnik odbojev
  - Odboji na naročniškem vodu
  - Princip izločanja odbojev
  - Adaptivni izločevalnik odbojev
  - Načrtovanje



2

## Adaptivno LMS sito

- izbiramo  $N$  in  $\mu$  :

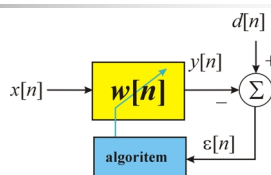


3

## LMS adaptivno sito

- osnovni LMS algoritem:

$$\mathbf{w}[n+1] = \mathbf{w}[n] + 2\mu\epsilon[n]\mathbf{x}[n]$$



- Kako dolgo sito izberemo ?
  - Večji  $N$  zahteva več računanja, omejuje nas zmogljivost EOS
  - izbira  $N$  je stvar vnaprejšnjega poznavanja problema
- Kako izberemo vrednost adaptacijske konstante ?
  - Izpolniti moramo pogoj za konvergenco postopka:

$$\mu < \frac{1}{\lambda_{max}}$$

- Narediti moramo kompromis med želeno hitrostjo adaptacije in šumom algoritma !

4

## Izbira adaptacijske konstante

- LMS algoritem:  $\mathbf{w}[n+1] = \mathbf{w}[n] + 2\mu\varepsilon[n]\mathbf{x}[n]$
- konvergenčni pogoj:  $\mu < \frac{1}{\lambda_{max}}$
- na potek adaptacije vplivajo lastnosti vhodnega signala !
- močnostni spekter vhodnega signala:  $S_x(\omega)$

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} \propto \frac{\max S_x(\omega)}{\min S_x(\omega)}$$

- dovoljeno območje vrednosti adaptacijske konstante :



5

## Presežek napake in hitrost adaptacije

- **Presežek napake** je razlika med minimalno povprečno kvadratično napako LMS algoritma po preteku prehodnega pojava adaptacije uteži in teoretično minimalno napako:

$$\xi_{LMS} = \mu N \sigma_x^2 \xi_{min}$$

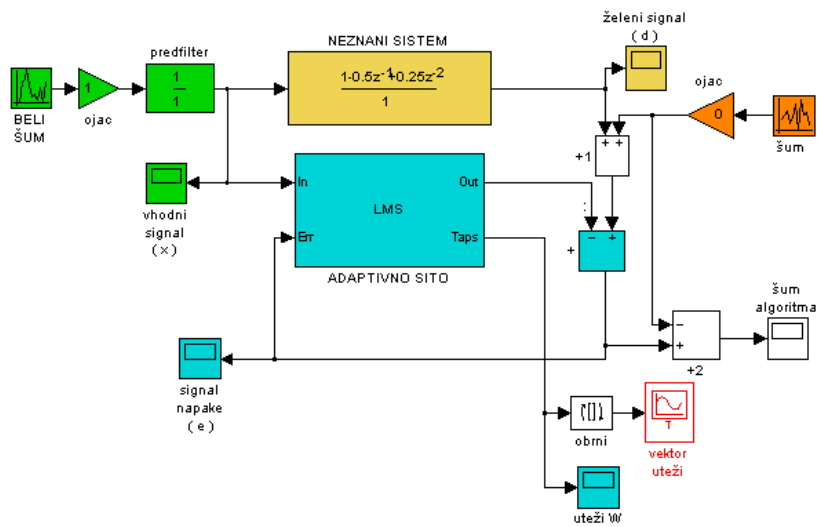
- Potek upadanja kriterijske funkcija imenujemo krivulja učenja.
- Strmina krivulje učenja je **merilo hitrosti adaptacije**.
- Krivulja učenja ima eksponentni potek, hitrost upadanja pa določa konstanta  $\tau$  :

$$\max\{\tau_{LMS}\} = \frac{1}{4\mu\lambda_{min}}$$

6

## Primer uporabe LMS adaptivnega sita

- Prilagajanje odzivu neznanega sistema:



7

## Nastavitev parametrov adaptivnega sita

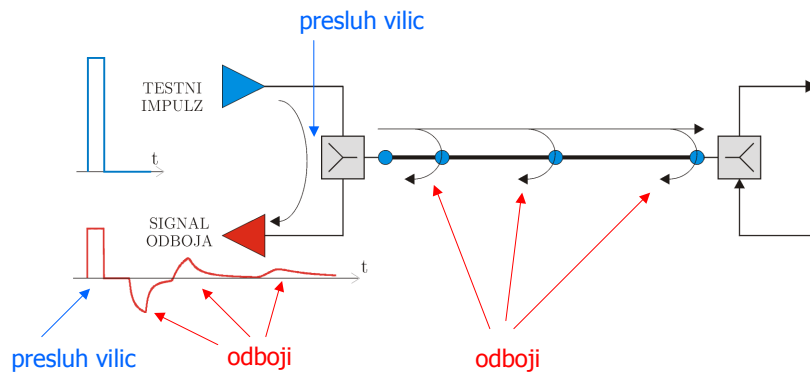
### Zgled:

- vhodni signal:
  - beli Gaussov šum,  $\sigma_x^2=4$
- "neznani" sistem:  $H(z)=1-0.5z^{-1}+0.5z^{-2}$
- šum v adaptacijskem procesu:
  - beli Gaussov šum,  $\sigma_n^2=0, 1, \dots$
  - dodatni pogoj:** želimo, da je relativni presežek napake manjši od 10% !
- parametri LMS sita ?
  - $N = ?$
  - $\mu = ?$

8

## Odboji na naročniškem vodu

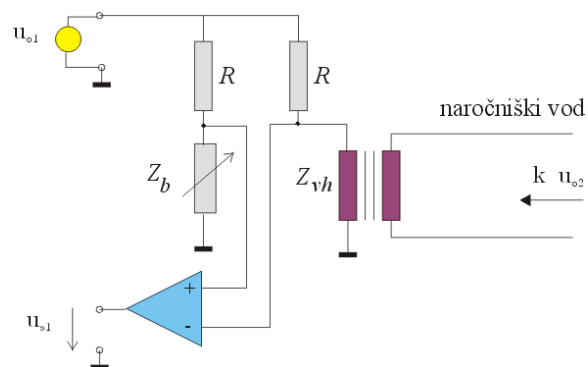
- odboji nastopijo na vsakem mestu, kjer se spreminja impedanca voda



9

## Balančno vezje za ločitev smeri

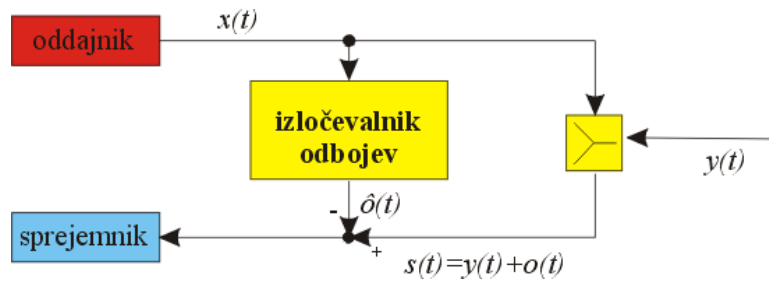
- Smeri prenosa ločimo s sklopnikom. Sklopnik je balančno vezje, ki preprečuje prenos signala lastnega oddajnika v sprejemnik. Sklopnik imenujemo tudi vilice (ang. hybrid).



10

## Izločevalnik odbojev

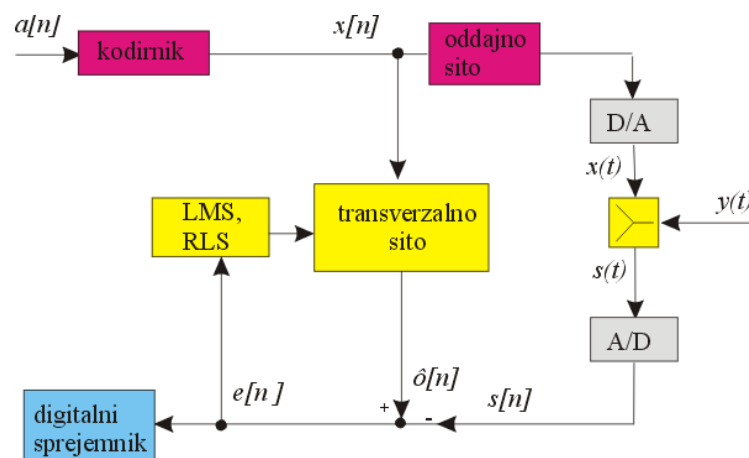
- Z vilicami slabimo samo direktni signal oddajnika.
- Odboje, ki nastopajo z zakasnitvijo izloča **izločevalnik odbojev**.



11

## Adaptivni izločevalnik odbojev

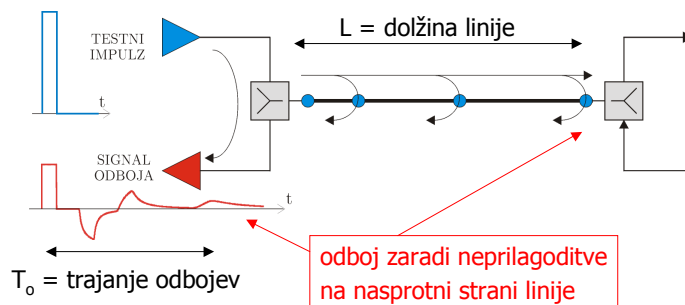
- priključitev izločevalnika odbojev v digitalnem sistemu



12

## Analiza problema in nastavitvev parametrov

- Koliko mora biti dolžina adaptivnega sita  $N=?$

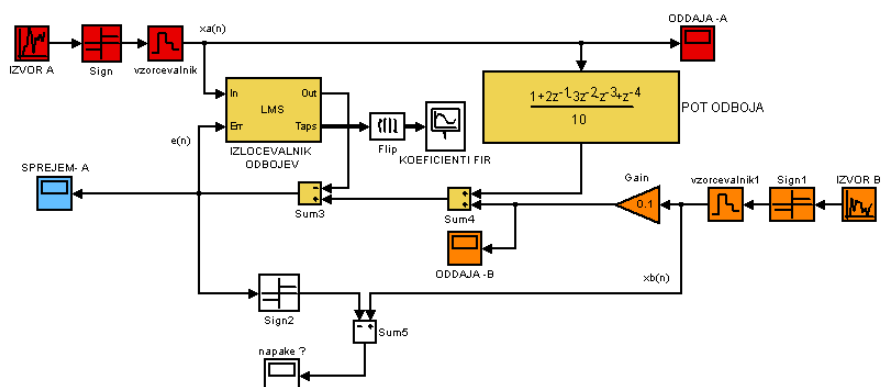


- zakasnitev na naročniškem vodu:  $\tau = 5 \text{ ns/m}$
- število vzorcev impulznega odziva odboja  $N_0 = \tau L / T_0$
- dolžina adaptivnega sita mora biti daljša ali enaka  $N_0$

13

## Model sistema

- Nastavite parametre LMS izločevalnika odbojev !



14