

# Slučajni procesi u sustavima

## Teme za ispit

Nastavnici: prof. dr. sc. Sven Lončarić, prof. dr. sc. Damir Seršić

### 1. Osnove slučajnih procesa

- 1.1. Koncept i definicija slučajnog procesa
- 1.2. Klasifikacija slučajnih procesa
- 1.3. Funkcije distribucije i gustoće vjerojatnosti slučajnog procesa

### 2. Stacionarnost, nezavisnost i ergodičnost

- 2.1. Definicija striktne stacionarnosti prvog, drugog i N-tog reda
- 2.2. Definicija stacionarnosti u širem smislu
- 2.3. Korelacijske funkcije slučajnih procesa. Definicije i izrazi.
- 2.4. Statističko i vremensko usrednjavanje. Definicije i izrazi.
- 2.5. Ergodičnost
- 2.6. Mjerenje autokorelacijske funkcije slučajnog procesa. Izrazi, blok dijagram.

### 3. Primjeri slučajnih procesa

- 3.1. Gaussov slučajni proces. Funkcija gustoće vjerojatnosti.
- 3.2. Kompleksni slučajni proces. Srednja vrijednost, korelacijske funkcije
- 3.3. Bernoullijev proces i slučajni hod. Definicije.

### 4. Spektralne karakteristike slučajnih procesa

- 4.1. Ponavljanje: spektar, energija i snaga signala.
- 4.2. Srednja snaga slučajnog procesa: prijelaz od konačnog segmenta jedne realizacije do slučajnog procesa.
- 4.3. Gustoća spektra snage, definicija i svojstva.
- 4.4. Veza spektra snage s autokorelacijskom funkcijom: izrazi za nestacionarne procese. Wiener-Khinchinove relacije.
- 4.5. Veza spektara međusnage s kroskorelacijskim funkcijama. Svojstva.
- 4.6. Veza spektra snage vremenski diskretnih sustava s autokorelacijskom funkcijom: izrazi za nestacionarne procese. Wiener-Khinchinove relacije.

### 5. Slučajni proces u linearnom sustavu

- 5.1. Ponavljanje: odziv linearnog sustava u vremenskoj i frekvencijskoj domeni, kauzalnost i stabilnost.
- 5.2. Slučajni proces u linearnom sustavu: definicija. Srednja vrijednost odziva za stacionarni proces. Srednja kvadratna vrijednost odziva za stacionarni proces pobuđen bijelim šumom.
- 5.3. Vremenski kontinuirani sustav: veza autokorelacijske funkcije odziva i pobude (izraz, autokorelacijska funkcija impulsnog odziva). Spektar snage odziva. Prijenosna funkcija snage: izraz i svojstva.
- 5.4. Veza kroskorelacijskih funkcija odziva i pobude. Spektri međusnage: izrazi i svojstva.
- 5.5. Vremenski diskretni sustav: veza autokorelacijske funkcije odziva i pobude (izraz, autokorelacijska funkcija impulsnog odziva). Spektar snage odziva. Prijenosna funkcija snage: izraz i svojstva.

### 6. Teorija estimacije

- 6.1. Definicija estimatora. Nepristranost estimatora.
- 6.2. Estimator srednje vrijednosti.
- 6.3. Estimator varijance kad srednja vrijednost nije i kada je poznata.
- 6.4. Estimacija srednje vrijednosti i kovarijancijske matrice slučajnih vektora.
- 6.5. ML estimacija.

### 7. Detekcija signala

- 7.1. Definicija problema detekcije.
- 7.2. Kriteriji odlučivanja: MAP, ML, Bayesov kriterij.
- 7.3. ROC krivulje.

## 8. Detekcija periodičkog signala u šumu

- 8.1. Detekcija autokorelacijom. Izrazi i grafički prikaz.
- 8.2. Detekcija kroskorelacijom. Izrazi i grafički prikaz.

## 9. Modeliranje izvora šuma

- 9.1. Termički šum, srednji kvadratni napon izvora termičkog šuma.
- 9.2. Inkrementalna snaga izvora termičkog šuma.
- 9.3. Inkrementalna raspoloživa snaga izvora termičkog šuma.
- 9.4. Efektivna temperatura šuma.
- 9.5. Inkrementalno modeliranje mreža sa šumom. Pojačanje raspoložive snage šuma. Šum u kaskadnom spoju četveropola. Faktor šuma. Standardni faktor šuma.
- 9.6. Modeliranje realnih mreža sa šumom. Srednji faktor šuma. Srednji standardni faktor šuma. Srednja temperatura šuma. Frekvencijski pojas šuma.

## 10. Mjerenje gustoće spektra snage

- 10.1. Mjerenje pomoću NP filtra. Izrazi i blok dijagram.
- 10.2. Mjerenje pomoću uskog PP filtra. Izrazi i blok dijagram.

## 11. Pojasni, pojasno ograničeni i uskopojasni procesi

- 11.1. Definicije pojasnih, pojasno ograničenih i uskopojasnih slučajnih procesa.
- 11.2. Analitički prikaz pojasno ograničenih i uskopojasnih procesa.

## 12. Identifikacija sustava mjerenjem kroskorelacije

- 12.1. Metoda identifikacije sustava mjerenjem kroskorelacije s bijelim šumom. Izrazi i blok dijagrami.

## 13. Optimalni linearni sustavi

- 13.1. Wienerov filter: model, matematički izrazi. Ostvarivost, pogreška filtra, optimalna karakteristika. Primjeri.
- 13.2. Prilagođeni filter: model, odnos signal-šum, izrazi. Odziv prilagođenog filtra. Prilagođeni filter za bijeli šum. Primjeri.

## 14. Skalarna kvantizacija

- 14.1. Model kvantizacije. Mjere greške kvantiziranog signala ili slučajnog procesa.
- 14.2. Odnos signal-šum za jednoliki kvantizator. Pretpostavke modela i izvod.

## 15. Praktične primjene teorije

- 15.1. Šum u AM sustavu, blok dijagram i matematički model, izraz za odnos signal/šum.
- 15.2. Šum u FM sustavu: blok dijagram i matematički model. Pretpostavke modela i opisna usporedba rezultata sa šumom AM sustava.
- 15.3. Šum u sustavu s povratnom vezom, blok dijagram i matematički model, izraz za odnos signal/šum.
- 15.4. Šum u sustavu upravljanja sa slijeđenjem faze (PLL-u). Svrha, blok dijagram i prijenosna funkcija. Spektar snage demoduliranog signala.