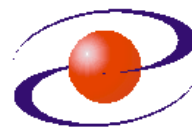




**UNIVERZITET CRNE GORE  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**



<b>STUDIJSKI PROGRAM:</b>	<i>ENERGETIKA I AUTOMATIKA</i>
<b>PREDMET:</b>	<i>SIGNALI I SISTEMI</i>
<b>FOND ČASOVA:</b>	<i>2+1+1</i>

**LABORATORIJSKA VJEŽBA BROJ 5**

<b>NAZIV:</b>	<b>Z-TRANSFORMACIJA</b>
<b>CILJEVI VJEŽBE:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Određivanje Z-transformacije u MATLAB-u.</li><li>- Inverzna Z-transformacija.</li><li>- Konverzija analognih sistema u digitalne upotrebom bilinearne transformacije</li></ul>	
<b>POTREBAN PRIBOR:</b>	

**IME I PREZIME:** \_\_\_\_\_.

**BROJ INDEKSA:** \_\_\_\_\_.

<b>BROJ POENA:</b>	
<b>OVJERAVA:</b>	
<b>DATUM:</b>	

## 1. APARATURA

Na raspolaganju su sljedeći uređaji i oprema:

- PC

Za izvođenje laboratorijske vježbe potreban je softverski paket MATLAB. U vježbi je pretpostavljeno da su studenti osposobljeni za korišćenje pomenutog softvera. Potrebno je predznanje sa prethodnih vježbi.

## 2. TEORIJSKA OSNOVA LABORATORIJSKE VJEŽBE

### Z-transformacija

Z-transformacija signala  $x(n)$  je po definiciji:

$$X(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) z^{-n}.$$

Osnovne osobine Z-transformacije su:

- Oblast konvergencije Z-transformacije bilo kog signala je prsten u Z-ravni, centriran oko koordinatnog početka;
- Oblast konvergencije ne smije uključiti nijedan pol!
- U slučaju kauzalnog niza (ograničenog sa lijeve strane), oblast konvergencije se prostire od beskonačnosti (ponekad se tačka  $z = \infty$  može isključiti iz oblasti konvergencije, što zavisi od samog signala, tj. tačke od koje on počinje), do kružnice poluprečnika  $R$ , koja prolazi kroz pol najudaljeniji od koordinatnog početka.
- U slučaju antikauzalnog niza (ograničenog sa desne strane), oblast konvergencije se prostire od koordinatnog početka (ponekad se tačka  $z = 0$  može isključiti iz oblasti konvergencije, što opet zavisi od samog signala, tj. tačke u kojoj se on završava), do kružnice poluprečnika  $R$ , koja prolazi kroz pol najbliži koordinatnom početku.
- U slučaju niza neograničenog sa obe strane, oblast konvergencije je prsten u Z-ravni. U ovom slučaju se niz posmatra kao suma njegovog kauzalnog i antikauzalnog dijela, pa polovi tih dijelova određuju položaj prstena u Z-ravni.
- U slučaju ograničenog niza, oblast konvergencije je čitava Z-ravan, pri čemu se mogu isključiti tačke 0 i/ili  $\infty$ , što zavisi od početka i kraja niza.

Inverzna Z-transformacija ima sljedeći oblik:

$$x(n) = \frac{1}{2\pi j} \oint_c X(z) z^{n-1} dz.$$

MATLAB -ov simbolički paket posjeduje funkcije za izračunavanje Z-transformacije i njene inverzne verzije. Te funkcije su respektivno, *ztrans* i *iztrans*. Obje funkcije imaju po dva argumenta. Prvi argument je simbolički izraz čija se Z-transformacija određuje, a drugi govori na koju promjenljivu se Z-transformacija primjenjuje.

**Primjer 1.** Odrediti Z-transformaciju signala  $x(n)=\cos(nk)$ .

```
syms k n z
ZT=ztrans(cos(n*k), z)
```

MATLAB takođe posjeduje mogućnost konverzije analognih sistema u diskrente (poznato je da se mnogi sistemi projektuju u analognom domenu zbog razvijenih matematičkih alata). Funkcija koja vrši konverziju analognog u diskretni sistem korišćenjem bilinearne transformacije je  $[X,Y]=bilinear(a,b,f)$ , pri čemu su  $a$  i  $b$  koeficijenti polinoma u prenosnoj funkciji analognog sistema  $H(s)$ , dok su  $X$  i  $Y$  koeficijenti polinoma diskretne prenosne funkcije  $H(z)$ . Funkcija koja crta amplitudsku i faznu karakteristiku prenosne funkcije  $H(z)$  je *freqz*( $X,Y,'whole'$ ) pri čemu su  $X$  i  $Y$  koeficijenti polinoma koji opisuje funkciju  $H(z)$ , a argument *'whole'* služi da se prikaže cijela amplitudska karakteristika. Napomenimo još da je prikaz u dB.

**Primjer 2.** Odrediti diskretni sistem i prikazati amplitudsku i faznu karakteristiku ako je isti u analognom domenu opisan prenosnom funkcijom oblika:

$$H(s) = \frac{s^2 - 3s + 3}{s^2 + 4s + 4}$$

```
a=[1 -3 3];  
b=[1 4 4];  
[Hzg,Hzd]=bilinear(a,b,1);  
freqz(Hzg,Hzd,'whole')
```

### 3. ZADACI LABORATORIJSKE VJEŽBE

**Zadatak 1.** Odrediti Z-transformaciju signala

a)

$$x(n) = 2^{-n} \sin(n)(u(n+5) - u(n-5))$$

b)

$$x(n) = a^{|n|}.$$

**Zadatak 2.** Odrediti i nacrtati kauzalni niz  $x(n)$  ako je njegova Z-transformacija:

$$X(z) = \frac{z^2}{(z-1)(z-0.2)}.$$

**Zadatak 3.** Odrediti diskretni sistem i prikazati amplitudsku i faznu karakteristiku ako je isti u analognom domenu opisan prenosnom funkcijom oblika:

$$H(s) = \frac{s^2 - 2s + 3}{s^2 + 4}$$

### 4. ZAKLJUČAK