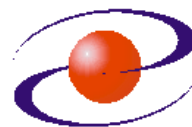




**UNIVERZITET CRNE GORE  
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**



<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 3**

<b>NAZIV:</b>	<i>KONVOLUCIJA SIGNALA</i>
<b>CILJEVI VJEŽBE:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Određivanje konvolucije u MATLAB-u numeričkim i simboličkim putem.</li><li>- Veza konvolucije signala u vremenskom domenu i njihovih transformacija (Fourier-ove i Laplace-ove 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 sledeći 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

### Konvolucija signala

Konvolucija signala  $x(t)$  i  $h(t)$ , u oznaci  $y(t)$ , se definiše na sledeći način:

$$y(t) = x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) h(t - \tau) d\tau.$$

U obradi signala ovaj pojam zauzima veoma značajno mjesto, jer se na osnovu njega može odrediti izlaz iz sistema, ako znamo njegov ulaz ( $x(t)$ ) i impulzni odziv ( $h(t)$ ).

Konvolucija signala se može izraziti preko Laplace-ove i Fourier-ove transformacije. Ako su  $X(j\omega)$  i  $H(j\omega)$  Fourier-ove transformacija signala  $x(t)$  i  $h(t)$ , respektivno, konvolucija signala se može zapisati kao

$$y(t) = FT^{-1}\{X(j\omega)H(j\omega)\}.$$

Slično, konvolucija dva signala jednaka je inverznoj Laplace-ovoj transformaciji proizvoda Laplace-ovih transformacija tih signala:

$$y(t) = LT^{-1}\{X(s)H(s)\},$$

gdje su  $X(s)$  i  $H(s)$  Laplace-ove transformacije signala  $x(t)$  i  $h(t)$ , respektivno.

MATLAB posjeduje funkciju za numeričko izračunavanje convolucije dva signala. Opšti oblik ove naredbe je

```
conv(x,h)
```

Treba napomenuti da, ako je broj odbiraka signala  $x(t)$   $m$ , a signala  $h(t)$   $n$ , će ova naredba vratiti signal dužine  $n+m-1$ .

**Primjer 1.** Odrediti konvoluciju signala  $h(t)=2u(t-2)$  i  $x(t)=3\sin(10\pi t)$ , gdje je  $3 \leq t \leq 7$ .

```
T=0.05;
t=3:T:7;
h=2*(t>=2);
x=3*sin(10*pi*t);
t1=3:T:11;
y=conv(x,h);
plot(t1,y)
```

U MATLAB-ovom simboličkom paketu ne postoji funkcija preko koje je realizovana konvolucija. Ali zahvaljujući osobini da se može izraziti preko Laplace-ove ili Fourier-ove transformacije, njena realizacija je jednostavna. Npr. neka imamo signale  $h(t)$  i  $x(t)$ . Njihova konvolucija se može odrediti na sljedeći način:

```
y=ilaplace(laplace(h,v)*laplace(x,v),t);
```

ili

```
y=ifourier(fourier(h,v)*fourier(x,v),t);
```

### 3. ZADACI LABORATORIJSKE VJEŽBE

**Zadatak 1.** Dat je linearni vremenski-invarijantni sistem sa impulsnim odzivom  $h(t)$  na čiji ulaz dolazi signal  $x(t)$ :

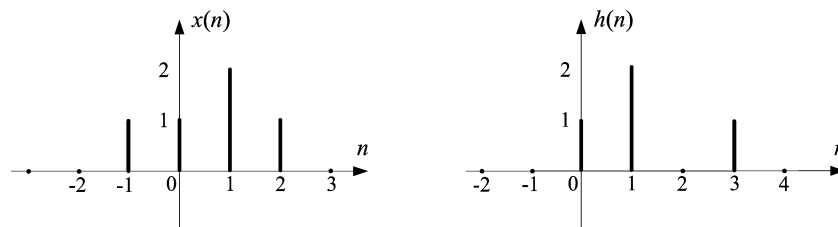
$$x(t) = e^{-t} \sin(4t)$$

$$h(t) = \frac{1}{4} \left[ u\left(t - \frac{\pi}{4}\right) - u\left(t - \frac{3\pi}{4}\right) \right]$$

Grafički prozor izdeliti na 3 potprozora. U prvom prikazati  $x(t)$ , u drugom  $h(t)$  i u trećem  $y(t)$ . Korak odabiranja je  $T = \pi/32$  i ulazni signal se posmatra u intervalu  $0 \leq t < 2\pi$ .

**Zadatak 2.** Koristeći se simbolikom u MATLAB-u odrediti konvoluciju signala iz prethodnog zadatka. Konvoluciju odraditi preko Laplace-ove transformacije.

**Zadatak 3.** Numeričkim putem odrediti konvoluciju signala prikazanih na Slici 1.



Slika 1 - Signali iz Zadatka 3.

## 4. ZAKLJUČAK