	UNIVERZITET CRNE GORE **ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET**	

STUDIJSKI PROGRAM:	***ENERGETIKA I AUTOMATIKA***
PREDMET:	***SIGNALI I SISTEMI***
FOND ČASOVA:	***2+1+1***

LABORATORIJSKA VJEŽBA BROJ 4

NAZIV:	***DISKRETNA FOURIER-OVA TRANSFORMACIJA***

CILJEVI VJEŽBE:

- Diskretna Fourier-ova transformacija i inverzna diskretna Fourier-ova transformacija.
- Aliasing. Curenje spektra.

POTREBAN PRIBOR:

IME I PREZIME: ________________________________.

BROJ INDEKSA: ________.

BROJ POENA:	
OVJERAVA:	
DATUM:	

1. APARATURA

Na raspolaganju su sljedeći uređaji i oprema:

- PC

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

2. TEORIJSKA OSNOVA LABORATORIJSKE VJEŽBE

Diskretna Fourier-ova transformacija

Diskretna Fourier-ova transformacija (DFT) signala $x(n)$ je po definiciji:

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{\,nk}$$

gde je $W_N = e^{-j(2\pi/N)}$. Uvedena je u digitalnu obradu signala iz razloga što je Fourier-ova transformacija diskretnog signala je analogna veličina.

Inverzna DFT se računa na sljedeći način:

$$x(n) = \sum_{k=0}^{N-1} X(k) W_N^{\,-nk}.$$

U MATLAB-u naredbom *fft* se vrši DFT diskretnog signala, dok ifft određuje inverznu DFT proslijeđenog niza. Raspored frekvencija ovako dobijene DFT je malo neuobičajen, jer prvo imamo *N*/2 odbiraka koje odgovaraju pozitivnim, pa N/2 odbiraka koje odgovaraju negativnim frekvencijama. Da bi frekvencije vratili u prirodni raspored koristimo naredbu *fftshift*. Inverzna ovoj je naredba *ifftshift*. Ukoliko posmatramo kontinualni signal $x(t)$, odbirke njegove Fourier-ove transformacije možemo dobiti kada fft(x) pomnožimo sa faktorom 2*pi/N, gde je N dužina signala. Upotrebu *fft*-a objasnimo na jednom primjeru.

Primjer 1 Odrediti diskretnu Fourier-ovu transformaciju signala $x(t)$=3cos(12t), gdje je 0≤t<2π. Za korak odabiranja uzeti T=π/24.

```
clear
T=pi/24;
t=0:T:2*pi-T;
x=3*cos(12*t);
N=length(x);
DFT= fft(x)*2*pi/N;
DFTn=fftshift(DFT);
fmax=pi/T;
df=2*fmax/N;
f=-fmax:df:fmax-df;
stem(f,abs(DFTn))
```

Naredba fft vraća odbirke čiji je opseg frekvencija od -π do π. Da bi smo formirali frekvencijsku osu koja odgovara analognoj frekvenciji bilo je potrebno preskalirati ovaj opseg. Ovo preskaliranje omogućava veza između digitalne i analogne frekvencije $\omega_a=\omega/T$. Zbog toga smo u primjeru maksimalnu frekvenciju odredili kao pi/T.

Kod rada sa odbircima DFT-a mora se voditi računa o dvije stvatri. Prva je to da treba uzeti cio broj perioda odabranog signala. Ukoliko nije odabran cio broj perioda dolazi do „curenja spektra“ i rezultati koje daje DFT nisu očekivani. Druga stvar je poštovanje teoreme o odabiranju. Ukoliko uslovi koji su propisani teoremom o odabiranju nisu zadovoljeni, dolazi do preklapanja spektara različitih komponenti signala.

3. ZADACI LABORATORIJSKE VJEŽBE

Zadatak 1. Definisati i grafički prikazati složeni signal $x(t)$:

$$x(t) = 1 + \sin(4t) + \sin(8t)/2 + \cos(24t)/4$$

na intervalu $0 \le t < 2\pi$ sa korakom odabiranja $T=\pi/32$. Naći njegovu DFT i nacrtati amplitudski spektar.

Zadatak 2. Naći DFT signala

$$x(t) = \sin(10.25t) + \cos(24t)$$

definisanog na intervalu $0 \le t < 2\pi$. Za periodu odabiranja uzeti $T=\pi/32$. Šta zapažate? Da li ste dobili očekivane rezultate? Ako niste, predložiti kako da se otklonite dobijeni efekti.

Zadatak 3. Naći DFT signala

$$x(t) = \sin(24t) + \cos(48t)$$

definisanog na intervalu $0 \le t < 2\pi$. Za periodu odabiranja uzeti $T=\pi/32$. Šta se dešava sa DFT-om i zbog čega? Predložiti način za prevazilaženje problema.

Zadatak 4. Pomoću DFT-a odrediti konvoluciju signala $x(t)$ i $y(t)$ zadatih preko sledećih vektora

```
x = [1 2 -1 3]
y = [1 0 3].
```

Napomena: Konvolucija sračunata preko DFT-a predstavlja cirkularnu konvoluciju. Da bi se dobila konvolucija definisana u teorijskoj razradi ove vježbe potrebno je signale `x` i `y` dopuniti nulama do dužine rezultantnog signala, tj. do dužine $n+m$-1.

4. ZAKLJUČAK