

Vaja 1

Ime in priimek: _____

Zapis digitalnih signalov

MATLAB je odlično orodje za študij digitalne obdelave signalov, saj v svojem jeziku vključuje mnogo funkcij, ki jih potrebujemo pri tvorbi in obdelavi signalov. Z uporabo grafičnih funkcij v okolju MATLAB si bomo zlahka ogledali rezultate obdelave in s tem poglobili razumevanje prijemov, ki smo jih spoznali na predavanjih in med študijem literature.

Osnovni signali, ki jih srečujemo na področju digitalne obdelave, so enotni impulz $\delta[n]$, sinusne in eksponentne oblike signalov in njihova posplošitev na kompleksni eksponentni zapis. MATLAB omogoča zapis podatkov v obliki matrik; naši signali bodo tako stolpni vektorji končne dolžine. Bodite pozorni, da se indeksi posameznih elementov vektorja v MATLAB-u nahajajo v območju od 1 do N ; literatura namreč uporablja tudi negativne in ničelni indeks, MATLAB pa jih ne dovoljuje. Upoštevajte tudi, da v okolju MATLAB `for` zank skoraj nikoli ne potrebujete.

1.1 Priprava in prikaz realnih sinusnih nihanj

Eden od osnovnih signalov je tudi sinusni signal. Splošni realni signal sinusnega poteka opisujejo parametri amplitude (A), frekvence (ω_0) in faze (Φ) v izrazu 1.1.

$$x[n] = A \cos(\omega_0 n + \Phi) \quad (1.1)$$

Osnovne funkcije in operatorji, ki jih boste v okolju MATLAB potrebovali za prikaz sinusnega signala, so `sin`, `cos`, `stem`, `plot` in `:`. Razlago posameznih ukazov najdete v sistemu za pomoč v MATLABu. Na najbolj preprost način naloge v MATLABu lahko opravimo tako, da ukaze enega za drugim tipkamo v ukazno vrstico. Delovne spremenljivke v okolju se med izvedbo posameznih ukazov ohranijo in jih lahko uporabimo v naslednjih sklicih. Deklaracije spremenljivk seveda niso potrebne.

Matlab in tvorba signalov S pomočjo programskega paketa MATLAB narišimo signal

$$x_1[n] = \sin\left(\frac{\pi}{8}n + \pi\right), 0 \leq n \leq 30. \quad (1.2)$$

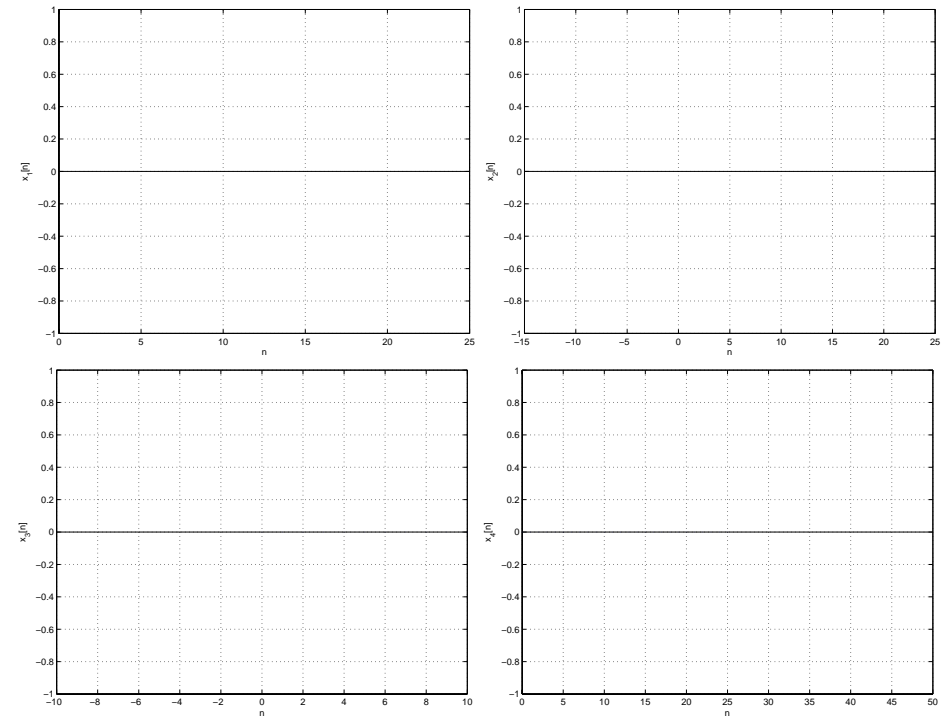
Rešitev:

```
n = 0:30; %vektor n napolnimo z zaporednimi števili od 0 do 30
sinus = sin(n*pi/8+pi); %za vsak element iz vektorja n izračunamo ustrežno vrednost
stem(n, sinus); %narišemo potek diskretne funkcije
```

Naloga 1 Oblikujte in narišite vsakega od naslednjih nizov. Uporabite zmožnost MATLAB-a za vektorsko računanje sinusne funkcije. V vsakem primeru naj vrednost indeksa obsega navedeno območje; oznake na grafu naj ustrezajo poteku indeksa. Za prikaz uporabite funkcijo `stem`.

$$\begin{aligned} x_1[n] &= \sin\left(\frac{\pi}{17}n\right) & 0 \leq n \leq 25 \\ x_2[n] &= \sin\left(\frac{\pi}{17}n\right) & -15 \leq n \leq 25 \\ x_3[n] &= \sin\left(3\pi n + \frac{\pi}{2}\right) & -10 \leq n \leq 10 \\ x_4[n] &= \cos\left(\frac{\pi}{\sqrt{23}}n\right) & 0 \leq n \leq 50 \end{aligned}$$

Vrišite rezultate v slike.



Ali lahko $x_3[n]$ zapišemo brez uporabe trigonometričnih funkcij? Podajte izraz!

Ali je $x_4[n]$ periodična funkcija? Zakaj?

Kaj povzroči podpičje na koncu vsake vrstice?

Funkcije in skripti Kadar (in to je običajno) v okolju MATLAB določen izračun zaporedoma opravljamo nad različnimi argumenti, v ta namen lahko uporabimo ti. zaporedje ukazov (`script`) ali pa funkcijo (`function`). Tako *zaporedje ukazov* kot *funkcija* se nahajata v običajni besedilni datoteki s končnico `.m`. Zaporedje ukazov deluje neposredno (kot npr. makro) v delovnem prostoru MATLABa in ne pozna vhodnih ali izhodnih spremenljivk. Funkcija ima lahko poljubno število argumentov, morebitne pomožne spremenljivke pa ostanejo interne.

Kot primer zaporedja ukazov vzemimo datoteko `vajala.m` z vsebino:

```
n = 0:30;
sinus = sin(n*pi/8+pi);
stem(n, sinus);
```

Primer funkcije predstavlja datoteka `vaja1b.m` z vsebino:

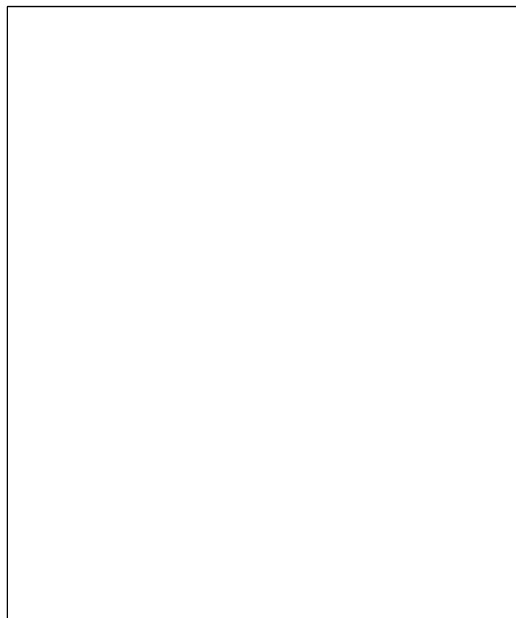
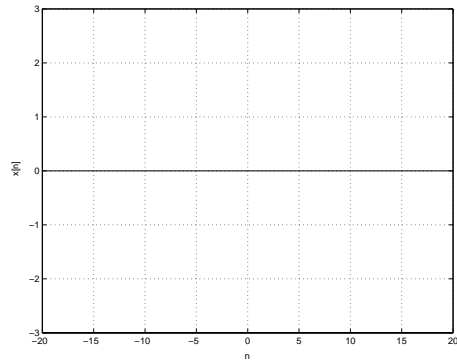
```
function [rez1, rez2]=vaja1b(vhod1, vhod2)
rez1=vhod1+vhod2;
rez2=vhod1*vhod2;
```

Iz delovnega okolja funkcije kličemo kot:

```
vajala
[x,y]=vaja1b(1,2)
```

Naloga 2 Napišite MATLAB-ovo funkcijo, ki oblikuje sinusoido končne dolžine. Funkcija naj ima 5 argumentov: tri za parametre sinusoido in dva za določitev začetnega in končnega indeksa n . Funkcija naj vrne stolpni vektor, ki vsebuje vrednosti sinusnega signala. Obenem naj nariše rezultat.

Preizkusite funkcijo z različnimi vhodnimi parametri. Pokažite njeno delovanje na primeru $x[n] = 2\sin(\frac{\pi n}{11})$ na območju $-20 \leq n \leq 20$. Narišite rezultat! Dopolnite funkcijo iz točke 2 tako, da slednja vrne 2 argumenta: vektor indeksov in signal. Dopolnjeno funkcijo (besedilo) vpišite v okence pod sliko signala!



1.2 Kompleksni signali

Oglejmo si še predstavitev signalov v kompleksni obliki. V resničnem svetu imajo vsi signali realne vrednosti, vendar je pogosto koristno, če oblikujemo, obdelujemo in prikazujemo pare realnih signalov v kompleksni obliki. To storimo tako, da vrednosti dveh realnih signalov združimo v par; v realno in imaginarno komponento kompleksnega števila. Za obdelavo in združevanje takšnega signala z drugimi kompleksnimi signali uporabimo pravila kompleksne aritmetike. Takšen pristop je široko v uporabi.

Kompleksni eksponentni zapis je v razredu kompleksnih signalov še posebej pomemben, ker omogoča zelo jasn in nazoren zapis sinusnih signalov. Zapis signalov v obliki *fazorjev* je razširjen na celotnem področju elektrotehnike.

Za oblikovanje in prikaz signalov boste uporabili naslednje (in njim podobne) funkcije:

`real`, `imag` za izračun realne in imaginarne komponente kompleksnega števila

`exp` za izračun eksponentne funkcije

i , j predstavljata imaginarno število i .

`subplot` za izpis večjega števila grafov na eno samo sliko

Upoštevajte, da se v primeru izpisa kompleksnih števil funkciji `plot` in `stem` nekoliko razlikujeta. Pomen posameznih funkcij si lahko razjasnite z uporabo funkcije `help`.

Naloga 3 Eulerjeva enačba trdi:

$$x[n] = (z_0)^n = r^n e^{j\phi n} = r^n (\cos(\phi n) + j \sin(\phi n)) \quad (1.3)$$

pri čemer je $z_0 = r e^{j\phi} = r \angle \phi$. Za splošen zapis poljubnega sinusnega signala potrebujemo še kompleksno konstanto, fazor $G = A e^{j\Phi} = A \angle \Phi$:

$$x = G z_0^n = A e^{j\Phi} r^n e^{j\phi n} = A r^n e^{j(\phi n + \Phi)} = A r^n [\cos(\phi n + \Phi) + j \sin(\phi n + \Phi)]. \quad (1.4)$$

Pretvorite signal, katerega realni del je enak

$$\text{Re}(x_1[n]) = 1.1^n \cos\left(\frac{\pi}{11}n + \frac{\pi}{4}\right), 0 \leq n \leq 50$$

v zapis s fazorji (G, z_0)! Na levo sliko narišite realni in imaginarni del signala $x_1[n]$. Pomagajte si s priloženim vzorcem kode. Na desno sliko narišite graf istega signala tako, da ordinata grafa predstavlja realni, abscisa pa imaginarni del spremenljivke x (`plot(real(x), imag(x))`).

```
...
x=z.^n; %kompleksna eksponencialka
subplot(211)
stem(n, real(x))
title('Realni del'), xlabel('Indeks (n)')
subplot(212)
stem(n, imag(x))
title('Imaginarni del'), xlabel('Indeks (n)')
```

