Pachet 1 (INTRO)

Tema 1 (Acomodare)

Executați comenzile MATLAB descrise în secțiunea „Ghid MATLAB" şi trasați graficele semnalelor prezentate în partea teoretică a lucrării.

Tema 2 (Eşantionare)

a. Încărcați fişierele audio utilizate pentru test (din Tabelul 1.1), cu ajutorul comenzii **`load`**. Care este durata reală a fiecărui semnal? (Țineți cont de frecvența de eşantionare cu care au fost obținute semnalele.)

Tabelul 1.1. *Fişierele utilizate în cadul secțiunii 1.1.*

Nume fişier	Conținut	Frecvența de eşantionare
`sunet_a`	semnal vocal, sunet /a/	8 kHz
`sunet_i`	semnal vocal, sunet /i/	8 kHz
`sunet_s`	semnal vocal, sunet /s/	8 kHz
`xilo`	semnal audio, xilofon	44,1 kHz

b. Scrieți o funcție MATLAB care calculează semnalul obținut prin eşantionarea cu relația $x[n]=x_a\left(nT_s\right), \quad \forall n\in\mathbb{Z}$ a sinusoidei continue $x_a(t)=\sin(\Omega t)$. Argumentele de intrare sunt pulsația Ω a sinusoidei continue (frecvența fiind $\frac{\Omega}{2\pi}$), perioada de eşantionare T_s (sau frecvența de eşantionare $F_s=1/T_s$) şi lungimea M a suportului semnalului discretizat. Argumentul de ieşire este un vector x de lungime M conținînd eşantioanele sinusoidei discrete pe suportul $\overline{0,M-1}$.

c. Scrieți o funcție MATLAB care trasează pe acelaşi grafic sinusoidele continuă $x_a(t)=\sin(\Omega t)$ şi discretizată $x[n]=\sin\left(n\Omega T_s\right)$, pentru un suport precizat (de exemplu $\overline{0,M-1}$). Un exemplu de grafic este prezentat în Figura 1.2, unde $\Omega=\pi/3$, $T_s=1$, iar suportul este $\overline{0,12}$.

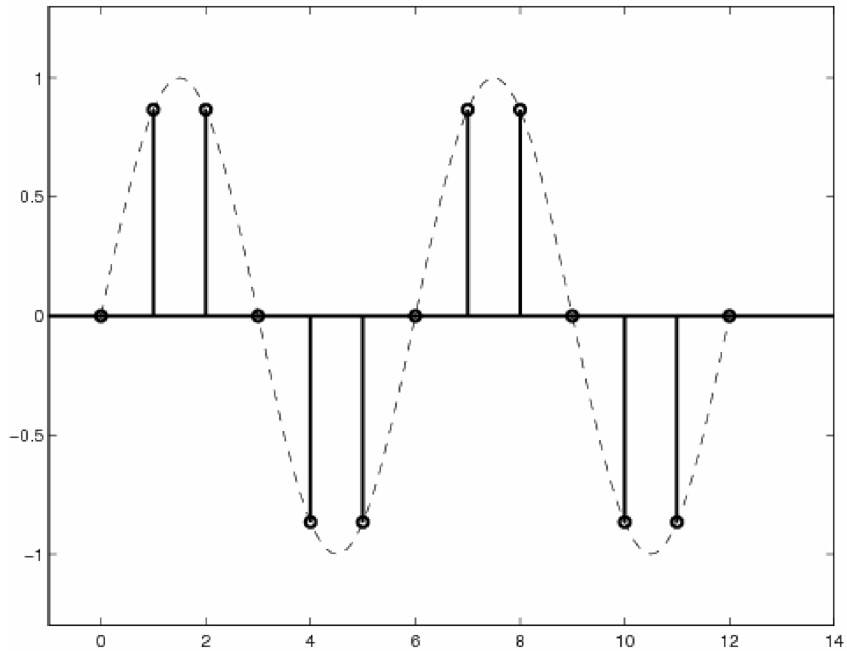

Figura 1.2. *Semnalul discret* $\sin(n\pi/3)$ *(de perioadă 6)*
şi sinusoida continuă $\sin(\pi t/3)$.

Tema 3 (Sinusoide discrete)

Folosind funcțiile realizate, trasați graficele sinusoidelor discrete precizate mai jos, împreună cu sinusoidele continue din care sunt obținute. Alegeți $T_s = 1$ pentru comoditate, caz în care Ω se poate renota prin ω.

a. Sinusoida discretă periodică avînd frecvența $\omega = \pi/15$. Care este perioada acesteia? Observați că, în $\omega = \dfrac{2k\pi}{N}$, avem $k = 1$.

b. Sinusoida discretă periodică cu frecvența $\omega = 3\pi/15$. Care este perioada acesteia? Observați că, în $\omega = \dfrac{2k\pi}{N}$, avem $k = 3$.

Deduceți că numărul k reprezintă numărul de perioade ale semnalului sinusoidal continuu $x(t) = \sin(\omega t)$ care corespund unei perioade a semnalului discret $x[n] = \sin(\omega n)$. Alegeți frecvențe ω astfel încît să obțineți şi alte valori ale lui k.

c. O sinusoidă discretă aperiodică, de exemplu alegînd $\omega = 1$.

d. Două sinusoide discrete identice, dar cu frecvențe diferite (care provin din eşantionarea unor sinusoide continue diferite). Alegeți, de exemplu, $\omega_1 = \pi/3$ şi $\omega_2 = 2\pi + \pi/3$. Observați diferența dintre sinusoidele continue.

Tema 4 (Ce relevă auto-corelațiile)

a. Verificați că generatorul de numere aleatoare **`randn`** produce un semnal apropiat de zgomotul alb cu media nulă şi dispersia unitară. Pentru aceasta, generați cu **`randn`** un semnal pseudo-aleator x de lungime N. Cu ajutorul funcției **`mean`**, calculați media semnalului. Cu ajutorul funcției **`xcorr`**, estimați primele $L < N$ valori ale auto-corelației r_x. Apelul:

```
>> rx = xcorr(x,L,'biased') ;
```

produce secvența $\{\hat{r}_x[k]\}_{k\in\overline{-L,L}}$. Aşadar, $\hat{r}_x[0]$ se găseşte la poziția $L+1$ în vectorul **`rx`**. Trasați graficul secvenței de auto-corelație şi interpretați rezultatul. Păstrînd numărul L fix, măriți numărul N şi constatați că mai multe eşantioane ale unui semnal aleator conduc la o imagine mai bună a caracteristicilor procesului aleator care generează semnalul.

b. Generați un semnal sinusoidal cu suportul $\overline{0, N-1}$, astfel încît acesta să conțină cel puțin 5 perioade ale sinusoidei. Estimați auto-corelația r_x a acestui semnal. Observați care sunt valorile k pentru care $\hat{r}_x[k]$ este un maxim sau un minim local. Care este legătura cu perioada sinusoidei? Oferiți toate explicațiile necesare.

c. Semnalul **`xilo`** este aproape periodic în partea lui finală. Extrageți eşantioanele de la 8.000 la 10.000 şi estimați auto-corelațiile acestui fragment de semnal. Observați din nou legătura dintre (pseudo-)perioada semnalului şi maximele secvenței de auto-corelație.

d. Reluați punctul anterior pentru semnalele vocale **`sunet_a`**, **`sunet_i`** şi **`sunet_s`**. Observați forma cvasi-periodică a vocalelor şi cea de zgomot alb aparent a sunetului /s/. Credeți totuşi că semnalul asociat sunetului /s/ are caracteristici apropiate de cele ale unui zgomot alb? Oferiți o explicație riguroasă, cu referire la definiția zgomotului alb:

$$\mathrm{E}\{e[n]\} = 0, \quad \forall n \in \mathbb{Z} \quad \text{şi}$$

$$\mathrm{E}\{e[n]e[n-k]\} = \lambda^2 \delta_0[k], \quad \forall k \in \mathbb{Z}.$$

Tema 5 (Produce `randn` un semnal gaussian?)

Considerînd că valorile furnizate de funcția **`randn`** sunt realizări ale unei variabile aleatoare cu distribuție gaussiană, se pune problema dacă distribuția „experimentală” (numită ad hoc *histograma*) asociată coincide într-adevăr cu

$$\mathbf{p}(\xi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{(\xi-\mu)^2}{2\sigma^2}\right].$$

Pentru aceasta, generați un vector suficient de lung cu **`randn`** şi trasați histograma sa cu **`hist`**. Suprapuneți peste histogramă graficul densității de probabilitate (relația de mai sus). (Atenție, aceasta va trebui înmulțită cu numărul de valori din vectorul generat, pentru a avea aceeaşi scară.) Repetați experimentul pentru secvențe pseudo-aleatoare de lungimi din ce în ce mai mari şi observați cum se îmbunătățeşte apropierea dintre cele două grafice.