

## אותות ומערכות – תרגיל מסכם

### חלק א' - מערכות LTI והתמרת Z

נתונה מערכת LTI בעלת תגובה להלם:

$$h[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n] + \left(\frac{3}{4}\right)^n u[n-2]$$

- קבעו והסבירו האם המערכת סיבתית, יציבה והפיכה.
- חישבו אנליטית את פונקציית התמסורת של המערכת.
- מצאו את משוואת הפרשים המתארת את המערכת.

באמצעות MATLAB:

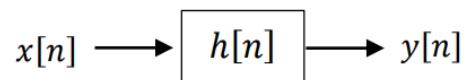
- שרטטו את התגובה להלם עבור התחום  $n \in [-10, 10]$ .
- מצאו את פונקציית התמסורת.
- שרטטו את מפת הקטבים והאפסים של המערכת.

### חלק ב' - סינון באמצעות LPF

בחלק זה נשתמש בקובץ mat.LPF המצורף לתרגיל זה, המכיל ארבעה מסנני LPF עם הגבר יחידה ותדרי קיטעון שונים. נסמן ב  $h_2[n], h_3[n], h_4[n], h_6[n]$  את תגובות ההלם של המסננים בעלי תדרי קיטעון  $\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{6}$  בהתאמה.

- עבור כל אחד מארבעת המסננים, ציירו באמצעות מטלב, את תגובת התדר שלו בערכה המוחלט.

נתון האות הבא:  $x[n] = 2 \cos\left(\frac{3\pi}{10}n\right) \cos\left(\frac{\pi}{10}n\right)$  האות נכנס למערכת הבאה:



כאשר  $h[n]$  הוא אחד מכל המסננים הנתונים.

- מצאו את  $X(e^{j\omega})$ , ה DTFT של אות הכניסה. שרטטו את הערך המוחלט ע"י MATLAB.

עבור כל אחד מהמסננים הנתונים:

- מה יהיה אות המוצא  $y[n]$ ?
- שרטטו באמצעות MATLAB את הערך המוחלט של  $Y(e^{j\omega})$ , הסבירו את התוצאה.
- שרטטו באמצעות MATLAB את מוצא המסנן  $y[n]$  ואת הכניסה  $x[n]$  באותו הגרף, הסבירו את התוצאה.

### חלק ג' - דגימה ושחזור

נתונים 2 אותות בזמן רציף:

$$x_1(t) = \text{sinc}\left(\frac{t}{6}\right) \quad \bullet$$

$$x_2(t) = \cos\left(\frac{\pi}{12}t\right) + \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) \quad \bullet$$

עבור כל אחד מהאותות:

א. חשבו את  $X(j\Omega)$  התמרת פורייה של האות ושרטטו את ערכה המוחלט (ב MATLAB)

ב. מה זמן הדגימה המקסימלי  $T_{\max}$  שיבטיח שחזור מדויק?

עבור המשך התרגיל בחרו קצב דגימה  $T$  שעומד בתנאי מהסעיף הקודם.

ג. מצאו את האות הדגום  $x[n]$  ואת הספקטרום  $X(e^{j\omega})$  עבור ה  $T$  שבחרתם.

ד. שרטטו ב MATLAB את ספקטרום האות הדגום בערכו המוחלט.

בסעיפים הבאים נבצע שחזור במספר שיטות שנלמדו בקורס:  $ZOH, FOH$  ושחזור אידיאלי.

באמצעות MATLAB:

ה. בצעו שחזור לאות באמצעות שלוש השיטות הנ"ל. שרטטו את התוצאה (בזמן) יחד עם האות המקורי.

ו. חזרו על סעיפים ג'-ה' עבור זמן דגימה  $1.5 * T_{\max}$ .

ז. הסבירו את התוצאות וערכו השוואה בין שיטות השחזור.