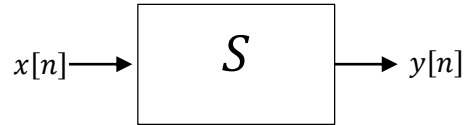


אותות ומערכות – תרגיל המטלב

חלק א' – מערכות

להלן תיאור סכמתי של מערכת בדידה, המסומנת באות S , שכניסתה היא $x[n]$ ומוצאה הוא $y[n]$:



הקשר הרקורסיבי בין כניסת המערכת למוצאה נתון על ידי משוואת הפרשים הבאה:

$$y[n] - 4y[n-1] + 4y[n-2] = 20x[n] + 10x[n-1]$$

קבע/י האם המערכת הזו ליניארית, קבועה בזמן, LTI, בעלת זיכרון, הפיכה, יציבה במובן BIBO וסיבתית.

עבור כל אחת מהתכונות הנ"ל:

- אם היא מתקיימת – הוכח/י זאת.
 - אם היא לא מתקיימת – הצג/י לה דוגמה נגדית, באמצעות מטלב.
- לדוגמה, לקביעת האם המערכת יציבה במובן BIBO, ניתן להכניס לה כניסה חסומה (למשל כניסה קבועה) ולבחון האם המוצא המתקבל הוא חסום.
- בנוסף, אם המערכת הפיכה, מצא/י לה מערכת הופכית יציבה וסיבתית.

חלק ב' – סינון באמצעות מסנן מעביר תדרים נמוכים (LPF)

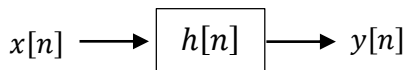
בחלק זה נשתמש בקובץ LPF.mat המצורף לתרגיל זה, המכיל ארבעה מסנני LPF עם הגבר 1 וארבעה תדרי קטעון שונים. נסמן ב- $h_2[n]$, $h_3[n]$, $h_4[n]$ ו- $h_6[n]$ את התגובות להלם של מסנני ה-LPF בעלי תדרי הקטעון $\frac{\pi}{2}$, $\frac{\pi}{3}$, $\frac{\pi}{4}$ ו- $\frac{\pi}{6}$ בהתאמה.

סעיף 1 – הצגת המסננים

עבור כ"א מ-4 המסננים, צייר/י, באמצעות מטלב, את תגובת התדר שלו (בערכו המוחלט).

סעיף 2 – העברת תדרים נמוכים

נניח שהאות $x[n]$ נכנס למסנן בעל תגובה להלם $h[n]$ ובמוצאו מתקבל האות $y[n]$.



המסנן הוא אחד מארבעת המסננים הנ"ל.

נניח שאות הכניסה הוא: $x[n] = 2 \cos\left(\frac{3\pi}{10}n\right) \cos\left(\frac{\pi}{10}n\right)$.

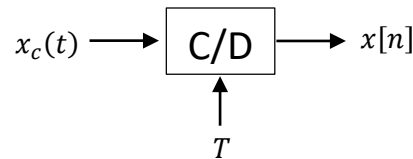
- (א) הבעי את $x[n]$ באמצעות סכום של שני קוסינוסים ומצא את ספקטרום אות הכניסה $X(e^{j\omega})$.
 (ב) ציירי, באמצעות מטלב, את ספקטרום אות הכניסה $X(e^{j\omega})$ (בערכו המוחלט).

עבור כל אחד מארבעת המסננים הנ"ל:

- (ג) מצא/י אנליטית את מוצא המסנן $y[n]$, בהנחה שהמסנן אידיאלי כמובן.
 (ד) ציירי, באמצעות מטלב, את ספקטרום אות המוצא $Y(e^{j\omega})$ (בערכו המוחלט) והסבר/י את התוצאה שהתקבלה.
 (ה) ציירי, באמצעות מטלב, את מוצא המסנן $y[n]$ בהשוואה לאות הכניסה $x[n]$ (באותו הגרף) והסבר/י את התוצאה שהתקבלה.

חלק ג' – דגימה

יהי אות בזמן-רציף $x(t)$ הנדגם עם זמן דגימה T לקבלת אות בזמן בדיד $x[n]$, כמתואר במערכת הבאה:



בסעיף זה נתמקד בארבעה אותות $x_c(t)$ חסומים סרט:

- (1) $x_c(t) = \text{sinc}\left(\frac{t}{6}\right)$
- (2) $x_c(t) = \text{sinc}^2\left(\frac{t}{12}\right)$
- (3) $x_c(t) = \cos\left(\frac{\pi}{12}t\right)$
- (4) $x_c(t) = \cos\left(\frac{\pi}{12}t\right) + \sin\left(\frac{\pi}{6}t\right)$

עבור כל אחד מארבעת האותות $x_c(t)$ הנ"ל:

- (א) חשב/י את ה-FT שלו $X_c(j\omega)$, ציין/י את התדר המקסימלי שלו ω_M ומצא/י את מרווח הדגימה T המקסימלי עבורו ניתן לשחזר אותו מתוך האות הדגום $x[n]$.
 (ב) מצא/י ביטוי לאות הדגום $x[n]$, כתלות בזמן הדגימה T .
 (ג) עבור $T = 4$: ציירי, באמצעות מטלב, את ספקטרום האות הדגום $X(e^{j\Omega})$ (בערכו המוחלט) והסבר/י את התוצאה שהתקבלה.
 (ד) עבור $T = 8$: ציירי, באמצעות מטלב, את ספקטרום האות הדגום $X(e^{j\Omega})$ (בערכו המוחלט) והסבר/י את התוצאה שהתקבלה.