

## תרגיל Matlab

א

נתון האות (בזמן רציף)

$$x(t) = (1.5 \cos(2\pi \cdot 40t) + \sin(2\pi \cdot 120t)) \cdot e^{-100(t-0.5)^2}$$

האות נדגם בקצב דגימה של 1[KHz] בפרק הזמן  $0 \leq t < 1$ . צרו את האות הדגום  $x$  (באורך 1000 דגימות). ציירו את הערך המוחלט של התמרת Fourier של האות  $x$  במישור התדר בתלות בזווית  $\omega$ . דאגו שערכי הציר האופקי יצוינו כראוי (בין  $-\pi$  ל  $\pi$ ).  
טיפ: לצורך חישוב התמרת פורייה של האות  $x$  ניתן להשתמש בפקודת  $\text{fft}(x)$ , ועל המוצא להפעיל  $\text{fftshift}(X)$  על מנת לסדר את ערכי וקטור התוצאה כך שיתאימו לתדרים בתחום  $[-\pi, \pi]$  במקום בתחום  $[0, 2\pi]$ .

נבצע כעת הורדת קצב (דילול) לאות, פעם ע"י שימוש בקומפרסור בלבד ופעם ע"י שילוב מסנן anti-aliasing (כלומר דצימציה). לאחר מכן ננסה לשחזר את האות הדגום המקורי מתוך האות המדולל בעזרת אינטרפולציה.

טיפ: ניתן להשתמש בצורת הכתיבה:  $x(2:7:\text{end})$  (דוגמא) כדי לקבל וקטור המכיל את הדגימות  $x(2), x(9), x(16) \dots$ .

ב

בצעו הורדת קצב פי 3 לאות שיצרתם. ציירו את הערך המוחלט של התמרת Fourier של האות המתקבל במישור התדר, והסבירו את התוצאה.  
כעת בצעו אינטרפולציה פי 3 לאות שהתקבל, ע"י ריפוד באפסים ושימוש במסנן המתאים (הקובץ `ex1.mat` שנלווה לתרגיל זה באתר מכיל מספר מסננים ברוחבי סרט שונים)  
הציגו את הערך המוחלט של התמרת Fourier של תוצאת האינטרפולציה במישור התדר.  
ההציגו את האות המקורי ואת האות שהתקבל באינטרפולציה ביחד על ציר הזמן (בצבעים שונים)..  
טיפ: כדי ליישם העברה במסנן ניתן להשתמש בפקודת `filter` או בפקודת `conv`.

ג

חזרו על סעיף ב', אולם הפעם בצעו הורדת קצב פי 6 (ולאחר מכן אינטרפולציה פי 6). השוו בין תוצאות סעיף זה לתוצאות סעיף ב'.

ד

חזרו על סעיף ג', אך הפעם לפני ביצוע הורדת-הקצב, העבירו את האות דרך מסנן מעביר נמוכים (LPF) בעל רוחב סרט מתאים כך שישמש מסנן anti aliasing. השוו את שני האותות (לאחר הדצימציה ולאחר האינטרפולציה) לאלו שהתקבלו בסעיף ג'.  
בציור האותות בציר הזמן הוסיפו גם את מוצא מסנן ה-anti aliasing.  
האם מסנן anti aliasing filter לפני ביצוע הורדת קצב בנתוני סעיף ב' אמור להשפיע על התוצאות? הסבירו.