

אותות ומערכות – תרגיל מחשב 2

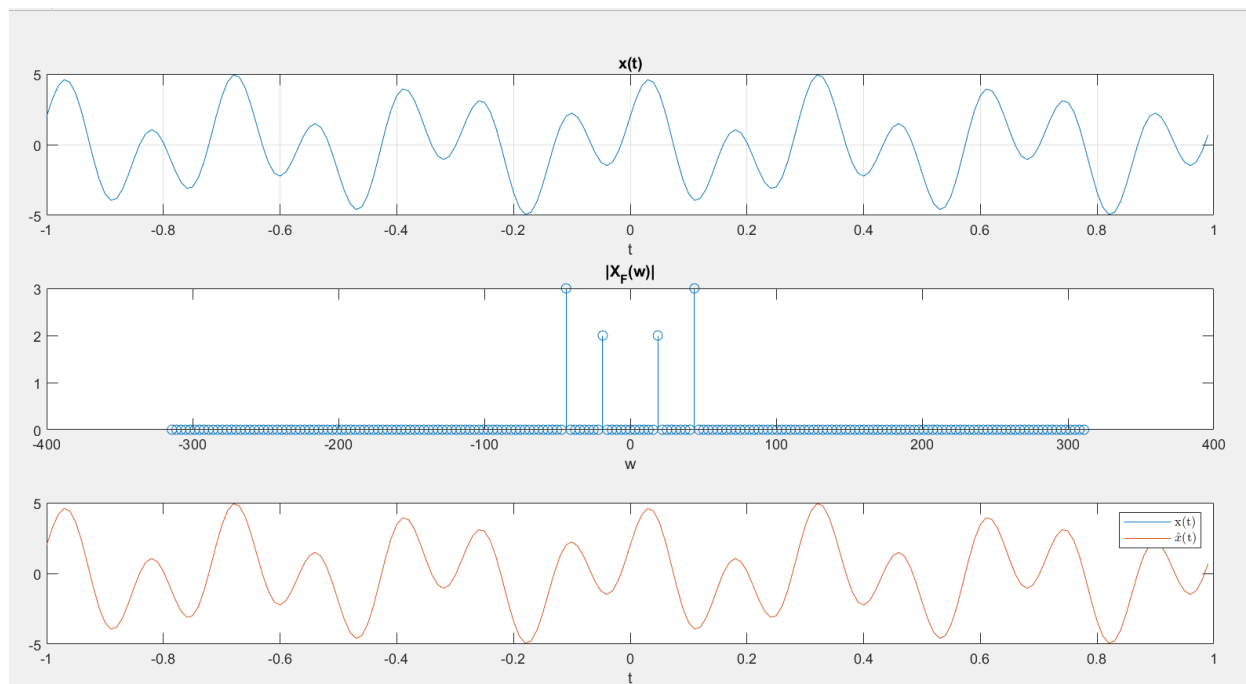
מגישים:

גיא אוחיון, ת"ז 315823856

נלסון גולדנשטיין, ת"ז 341144962

שאלה 1

סעיף 4:

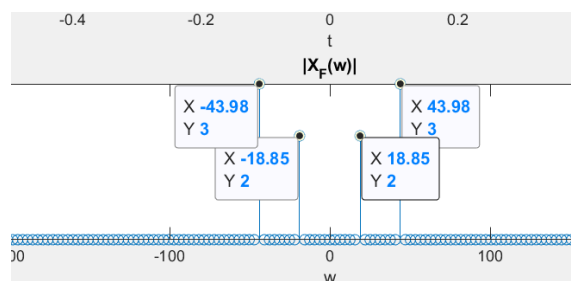


סעיף 5: נבצע התמרת פורייה לאות $x(t) = 2 \cos(2\pi \cdot 3t) + 3 \sin(2\pi \cdot 7t)$ על פי הטבלה:

$$F\{x(t)\}(w) = F\{2 \cos(2\pi \cdot 3t) + 3 \sin(2\pi \cdot 7t)\}(w) = 2F\{\cos(6\pi t)\}(w) + 3F\{\sin(14\pi t)\}(w)$$

$$\rightarrow X^F(w) = 2\pi(\delta(w - 6\pi) + \delta(w + 6\pi)) + \frac{3\pi}{j}(\delta(w - 14\pi) + \delta(w + 14\pi))$$

נוודא בעזרת ה-Data Cursor ש- δ מתקבלות בנק' הרצויות. ניתן לראות שהדלטאות מתקבלות בתדרים הנכונים ושהאמפליטודות שלהן נכונות:



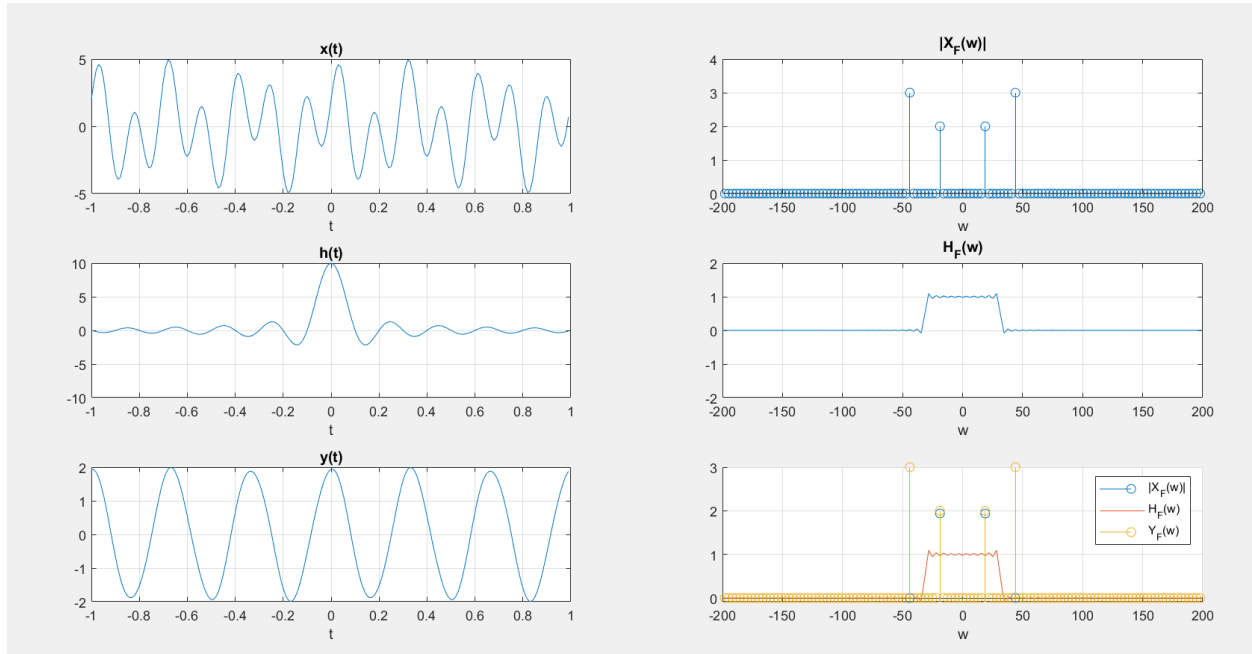
שאלה 2

סעיף 1: מדף הנסחאות ידוע שהתמרת פורייה של $x(t) = \frac{W}{\pi} \text{sinc}(Wt)$ היא חלון בגובה 1 וברוחב W (כלומר LPF בגובה 1 וברוחב W). לכן כדי שה-LPF יעביר את אות ה- \cos ויסנן את אות ה- \sin , נצטרך שה-LPF "יכיל" את

הדלטאות שה- \cos מייצר בתחום בתדר, ויאפס את הדלטאות שה- \sin מייצר בתחום התדר. מכיוון שהדלטאות שה- \cos מייצר נמצאות ב- $w = \pm 6\pi$, נדרוש $W > 6\pi$. מכיוון שה- \sin מייצר דלטאות ב- 14π , נדרוש גם

$W < 14\pi$. כלומר בסה"כ $6\pi < W < 14\pi$. בנוסף, נדרוש $A = \frac{W}{\pi}$ כדי לקבל אמפליטודה 1 של ה-LPF.

סעיף 2,3: להלן התוצאות של סעיף 3 לאחר ההגדרות הרלוונטיות של סעיף 2:



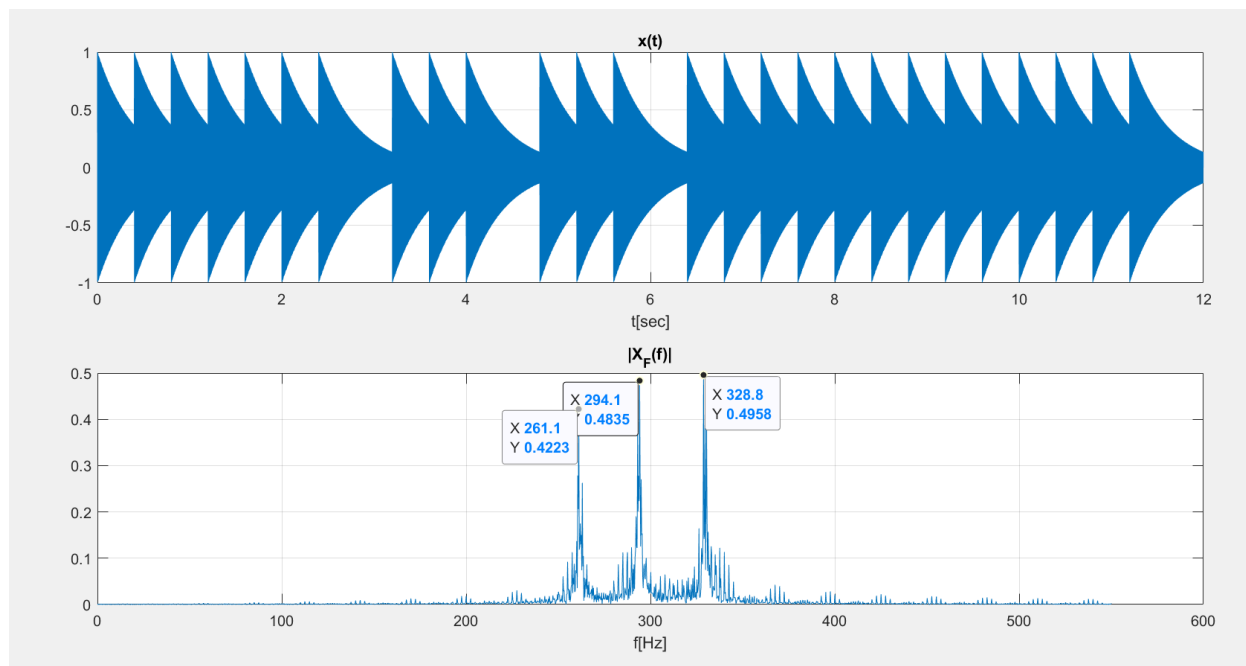
סעיף 4:

- 1) פונקציית ה- sinc שביצענו לה התמרת פורייה במאטלב היא סופית בזמן (זה בעצם פונקציית sinc אינסופית שמוכפלת בחלון), ולכן אינה יכולה להיות דיסקרטית בתדר (על פי מה שלמדנו בתרגולים). כלומר, אינה יכולה להיות מדרגה מושלמת. לעומת זאת, בחישוב האנליטי, ביצענו התמרת פורייה לפונקציית sinc שהיא אינסופית בזמן, ולכן קיבלנו מדרגה דיסקרטית לחלוטין.
- 2) נגדיר מסנן חדש: $H_{new}^F = 1 - H^F$. ברור מהתמרה הפוכה של 1 ושל H^F , מדואליות ומלינאריות ההתמרה, שנקבל כי $h \sim \delta(t) - h(t)$.
- 3) $h(t)$ אינו מסנן סיבתי מכיוון ש- $h(t)$ אינו מתאפס ב- $t < 0$, ואפילו על ידי השהייה לא נוכל להפוך אותו לסיבתי מכיוון ש- $h(t)$ אינו אות ימני.

שאלה 3

סעיף 2: הפסקנו לשמוע ב- 18000 Hz וב- 130 Hz .

סעיף 5: להלן התוצאות-

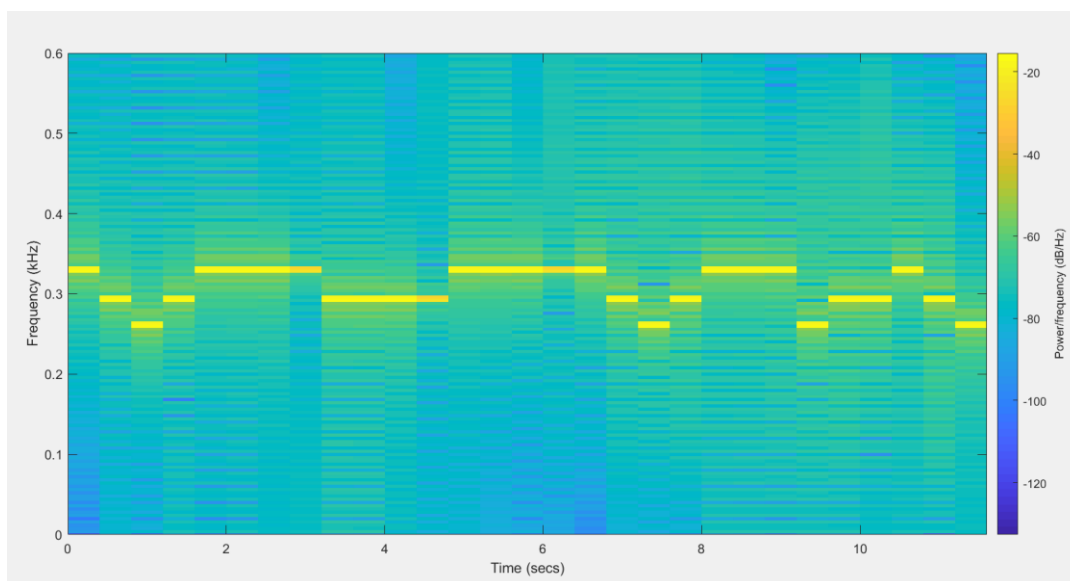


אכן ניתן לראות שהדלטאות נמצאות במקומות הנכונים.

סעיף 6:

- האותות שהשתמשנו בהם בסעיפים הקודמים היו מחזוריים בזמן (הייתה לנו דגימה של כמה מחזורים של האות), ומכאן שהם חייבים להיות דיסקרטיים בתדר. לעומת זאת, בתרגיל זה השתמשנו באות שאינו מחזורי בזמן (אות הנגינה אינו מחזורי בזמן) ולכן לא נוכל לקבל אות דיסקרטי בתדר (דלטאות מושלמות).
- מכיוון שהאות ממשי, נוכל לפרק אותו לחלק זוגי וחלק אי זוגי. ההתמרה של החלק הזוגי תהיה זוגית ממשית, וההתמרה של החלק האי זוגי תהיה אי זוגית מרוכבת טהורה. לכן על ידי ידיעה של התדרים החיוביים בלבד, נוכל להשתמש בתכונת הזוגיות של החלק הממשי של ההתמרה, ובתכונת האי זוגיות של החלק המדומה של ההתמרה, כדי לקבל חזרה את האות המקורי (בעצם יש לנו את כל המידע הנדרש בתדרים החיוביים כדי לדעת איזה תדרים האות מכיל).

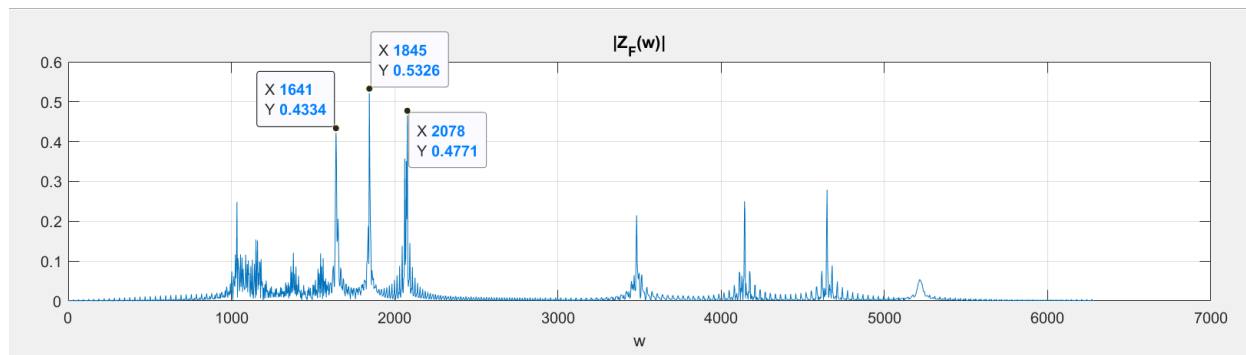
סעיף 7:



ציר x היא הזמן של קטע הנגינה (בשניות). ציר y הוא התדר (ב- kHz) שמושמע בכל זמן t . התמונה שהתקבלה היא מדריך באיזה תדרים הנגינה פועלת ומה עוצמתם בכל נק' זמן (ב- dB).

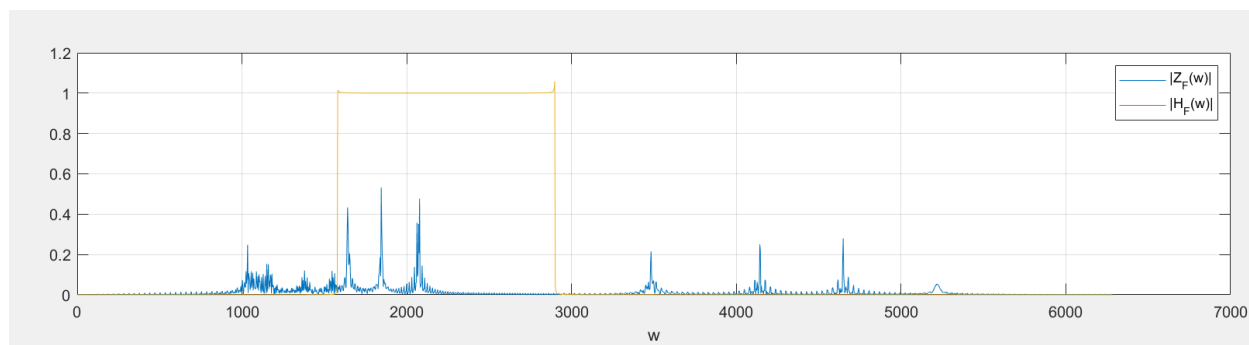
סעיף 8: בטח שמזהים! זה *Come As You Are* של Nirvana!

סעיף 10:

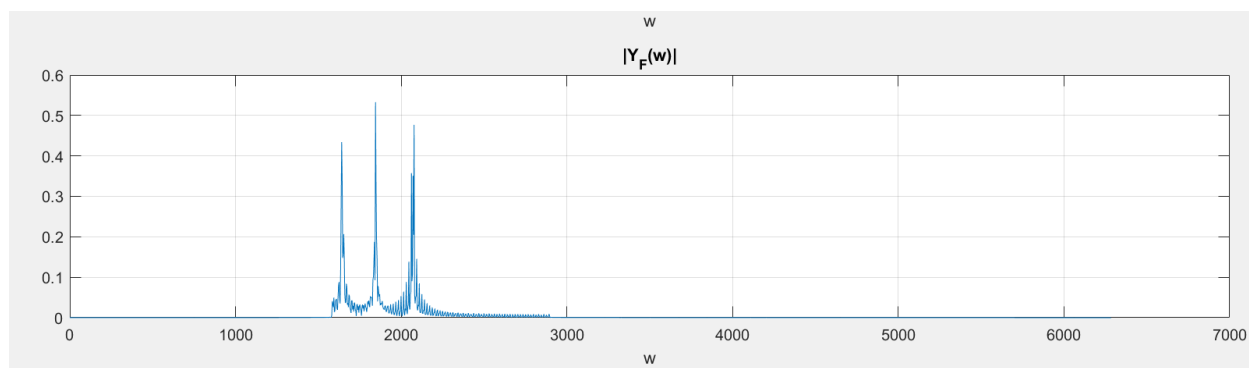


כדאי להשתמש במסנן *Band Pass Filter* שמסנן את כל התדרים חוץ מהטווח $1580 \leq w \leq 2900$. נמצא את h : נשתמש ב- LPF ונכפיל אותו ב- $2 \cdot \cos(w_1 t)$ כאשר $w_1 = 2240$, כלומר המרכז בין 1580 ו-2900. רוחב ה- LPF הוא 1320 בציר התדר (ההפרש בין הקצה הימני לקצה השמאלי), וידוע ש- LPF בציר התדר יעבור ל- sinc בציר הזמן. אנו רוצים LPF בגובה 1 וברוחב 1320, ולכן נקבל ש- $h = \frac{660}{\pi} \text{sinc}(660t) \cdot 2 \cdot \cos(2240t)$. בדומה לסעיף 6, אין סיבה להתייחס לתדרים השליליים כי האות ממשי.

סעיף 11: להלן התוצאה:



סעיף 12: להלן התוצאה:



סעיף 13: לא קיבלנו שחזור מושלם מכיוון שההתמרת פורייה של האות המקורי הכילה מידע שנמצא גם מחוץ לטווח של ה-BPF שהשתמשנו בו (האות בזמן אינו היה מחזורי לכן בתדר לא יכולנו לקבל את התמרה דיסקרטית), למרות שהמוזיקה עצמה הייתה בתדרים ספציפיים (בהמשך לסעיף 6, לא קיבלנו דלטאות מושלמות כלומר התקבלו תדרים נוספים מעבר לדלטאות). לכן השחזור לא מושלם מכיוון שאיבדנו מידע בתחום התדר.