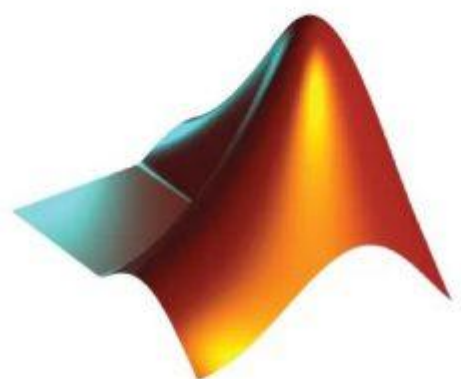


2022

07/05/2022



MATLAB

## עבודת מאטלב

סינון רעשים

מגישים: אביתר כהן 205913858, חי מויאל 315669739

## מבוא:

בחלק זה אנו צריכים לממש פונקציה אשר מקבלת אות ומבצעת לו התמרת פורייה.

כיוון שהתמרת פורייה היא מחזורית, לא נקבל מידע חדש מעבר לתחום של  $2\pi$ , ולכן, בנינו פונקציה אשר מתבססת על נוסחת ההתמרה הרגילה אך מתבצעת רק בתחום  $[-\pi, \pi]$  ולא על כל המישור.

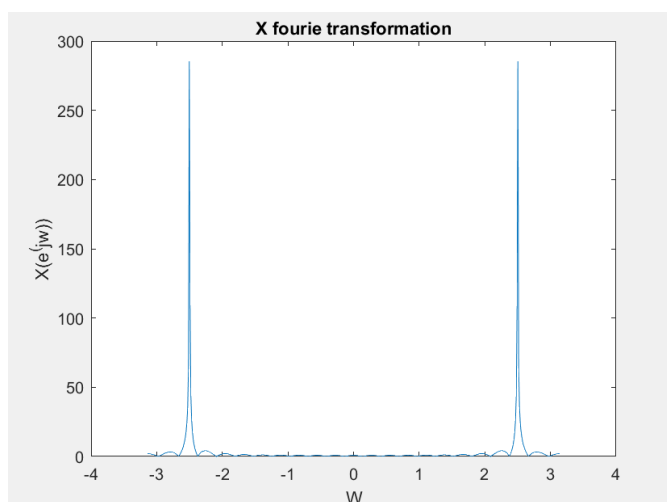
פונקציית ההתמרה הינה:

```
1 %this funcn calculate the DFT
2 %input: x - SIGNAL, n - time vector ,Nw - num of sampels
3 %output: X , omega - signal in omega axis
4
5 function [X,omega] = my_DTFT(x,n, Nw)
6 if mod(Nw,2)==0 %if the num of sumpel
7     k=-Nw/2+1:1:Nw/2; %k is sum that strat from -Nw/2 +1 to Nw/2
8 else % k is odd
9     k=-(Nw-1)/2:1:(Nw-1)/2; %k is sum that strat from -(Nw-1)/2 to (Nw-1)/2
10 end
11 omega=2*pi*(k)/Nw; %w=w0*k ,w0=2*pi/Nw
12 if size(n,1)==1
13     n=n.';
14 end
15 if size(x,2)==1
16     x=x.';
17 end
18 expo=exp(-1i*n*omega);
19 X=x*expo; %Multiplication between vector and expo
20 end
```

## חלק א:

בחלק הראשון נתבקשנו להריץ אותות שונים ולקבל את התמרת הפורייה שלהם בתוכנת מטלב.

$$x_1[n] = \cos[\omega_0 \cdot n] : \omega_0 = 2.5$$



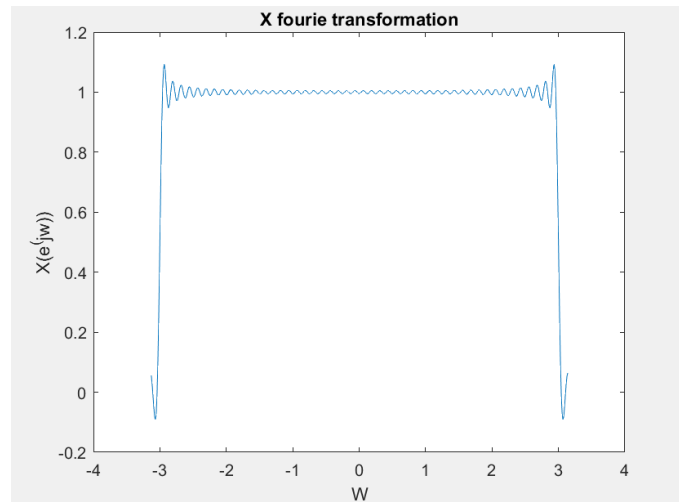
תוצאת חישוב אנליטי

$$X_1 = \pi(\delta(\omega - 2.5) + \delta(\omega + 2.5))$$

התמרת פונקציית קוסינוס הינה 2 דלתאות על ציר התדר.

התוצאות תאמו את ציפיותינו

סעיף ב'



$$x_2[n] = \frac{\sin(Bn)}{\pi n} : B=3$$

תוצאת חישוב אנליטי:

$$X_2 = \begin{cases} 1 & |\omega| \leq B \\ 0 & o.w \end{cases}$$

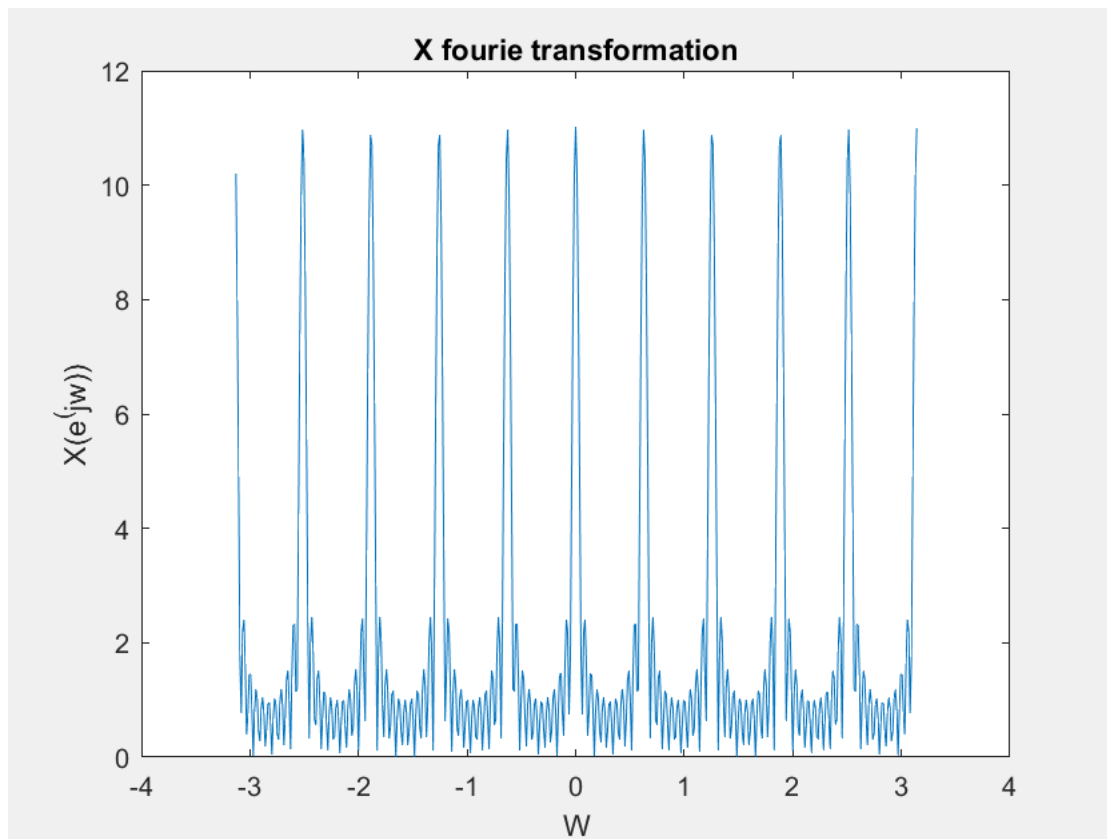
התמרת פונקציית SINC הינה חלון על ציר בציר התדר.

נשים לב כי תופעת גיבס מתקיימת בקצוות.

התוצאות תאמו את ציפיותינו

נשים לב כי רוחב החלון הוא B לכל צד

$$x_3[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta[n - k \cdot N_{train}] : N_{train} = 10$$



תוצאת חישוב אנליטי

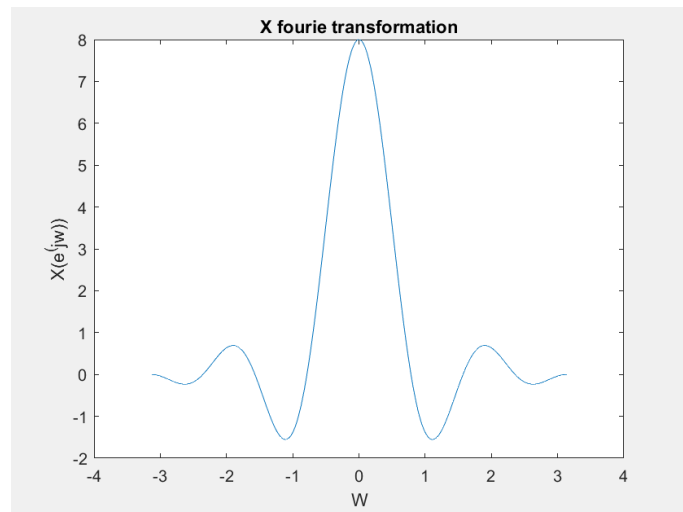
$$X_3 = \frac{2\pi}{N} \sum_{-\infty}^{\infty} \delta[n - 2\pi k]$$

התוצאה תואמת את ציפיותינו, שכן קיבלנו אות שהוא גם רכבת הלמים.

נשים לב כי הרווח בין זוג הלמים הינו  $\frac{2\pi k}{N} = 0.6259$  כיוון שבחרנו  $N_{TRAIN}=10$

סעיף ד'

$$x_4[n] = u[n + N] \cdot u[N - n]$$



תוצאת חישוב אנליטי

$$X_4 = \sum_{-N}^N \frac{\sin(\omega(N + 0.5))}{\sin(\frac{\omega}{2})}$$

בהכפלת 2 מדרגות נקבל פונקצית חלון, שכן ההתמרה שלה היא פונקציה SINC במישור התדר. נוכל לראות כי כאשר  $w=0$  נקבל נקודת מקסימום.

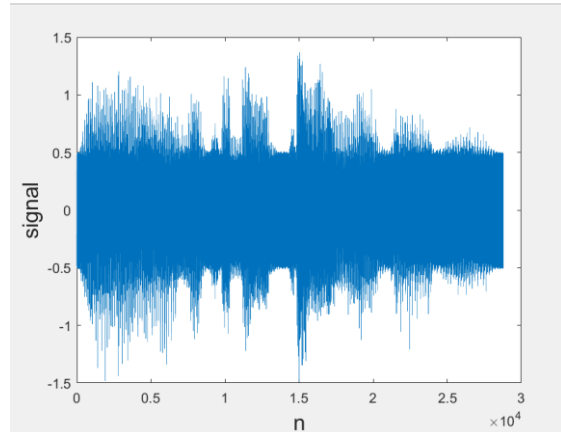
## חלק ב'

הכנסנו את תעודת הזעות (315669739) ושמענו את האות עם רעש של צפצוף ברקע.

כאשר יחס האות לרעש ( $SNR = -5.8095$ )

בחלק זה נממש שלושה מסננים אשר באמצעותם נוכל להפחית הפרעה זו.

להלן סיגנל האות עם הרעש.

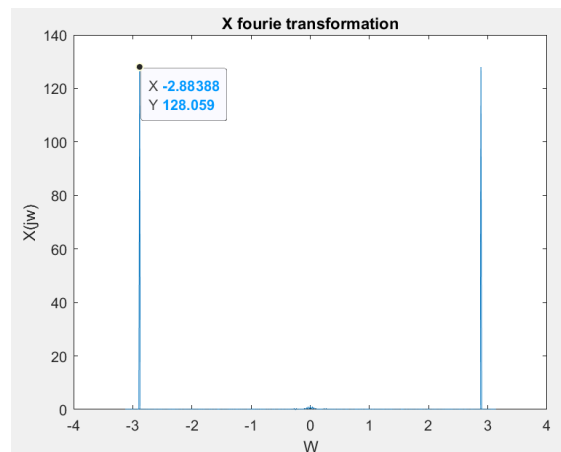


ראשית נמצא את תדר ההפרעה  $\omega_0$  ע"י התמרת פורייה של הסיגנל בפריים האחרון.

הגדרנו  $n$  ווקטור הזמנים להיות בין 0:511 בקפיצות של 1 ע"מ שנוכל לעשות נכון את כפל

הווקטורים שלנו ( $n, x\_last\_game$ ) עם זמן מחזור של  $Nw=512$

נבצע התמרה ל  $x\_last\_frame$  ונקבל:



כאשר  $w_0=2.88388$

גרף זה תואם התמרה של  $\cos(w_0 t)$  שכן מתקיים כי  $\cos(w_0 t) = (e^{jw_0 t} + e^{-jw_0 t})/2$

והכפלה  $\exp$  בזמן זה הזזה בתדר ולכן ניתן להסיק את  $w_0$

על מנת לסנן את האות נשתמש ב BSF שיחסום לנו את טווח התדרים שאנו לא מעוניינים בהם.

### סעיף א' - מימוש מסנן 1:

בסעיף זה נממש את המסנן הבא:

$$h_1[n] = 2 \cdot \cos[w_0 n] \cdot \frac{\sin(Bn)}{\pi n}$$

כאשר  $B$  פרמטר קבוע מראש.

**שיטה:** ראשית נחשב את ה BSF עם תדר ההפרעה  $v[n] = x[n] * h[n]$

ולאחר מכן נחסיר את התוצאה מהסיגנל המקורי (עם ההפרעה)

$$y[n] = x[n] - v[n]$$

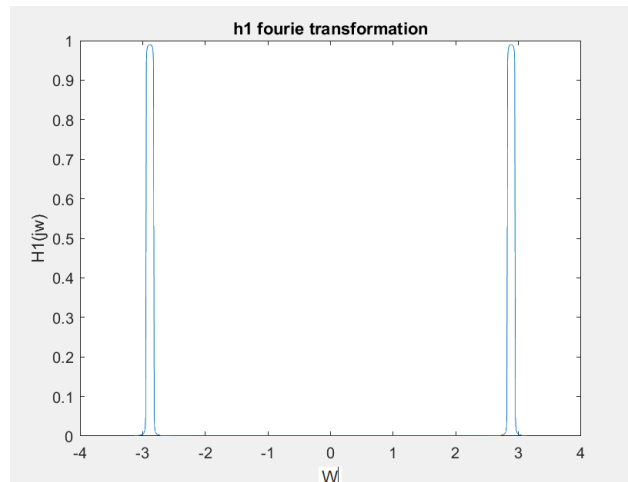
**חישובים:** קונבולוציה בזמן = מכפלה בתדר  $V[jw] = X \cdot H \leftarrow$

$$h_1 = (e^{jw_0 n} + e^{-jw_0 n}) \cdot \frac{\sin(Bn)}{\pi n} \rightarrow H_1 = (\delta(w - w_0) + \delta(w + w_0)) * \text{חלון}$$

עבור  $B = \frac{\pi}{50}$  ב  $n=0$  חישבנו גבול (אפס/אפס) וקיבלנו 0.04, אותו הצבנו בפונק'  $h_1=(1,1001)=0.04$

ונקבל:

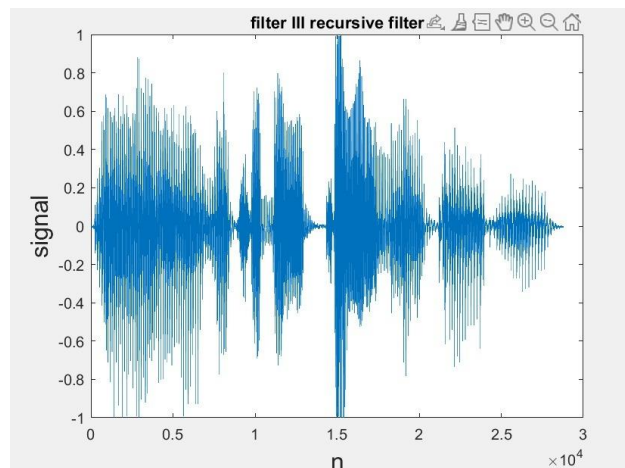
מסנן תדר ההפרעה



כעת נחסיר את במסנן מהסיגנל המקורי ונשים לב שההפרעה פחתה, נקבל כי יחס האות לרעש הינו

$$(SNR = 18.9379)$$

האות לאחר הפחתת הרעש



## סעיף ב' – מימוש במסנן 2:

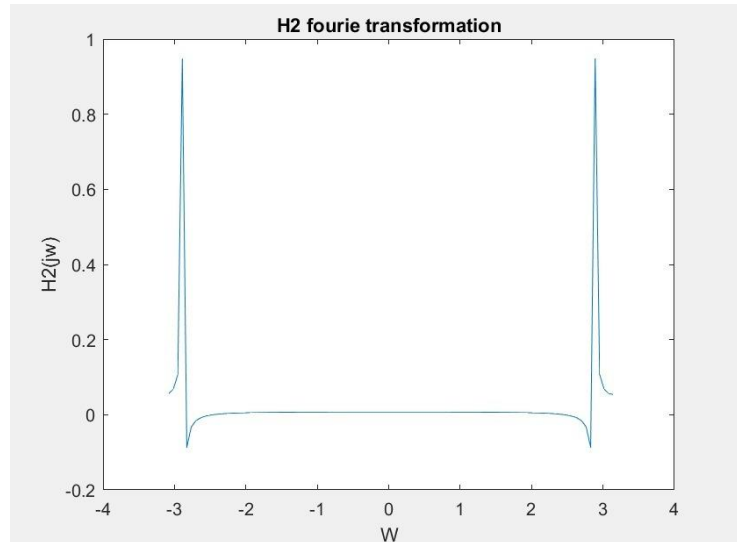
בסעיף זה נממש את המסנן הבא:

$$h_2[n] = \frac{1}{2N+1} (2 \cdot \cos[w_0 n])$$

באופן דומה, נתונה תגובה להלם  $h_2$ , נבצע לה התמרה עבור אותו  $w_0$ .

לאחר חישוב הקונבולוציה והצבה בנוסחה נקבל כי  $H_2$

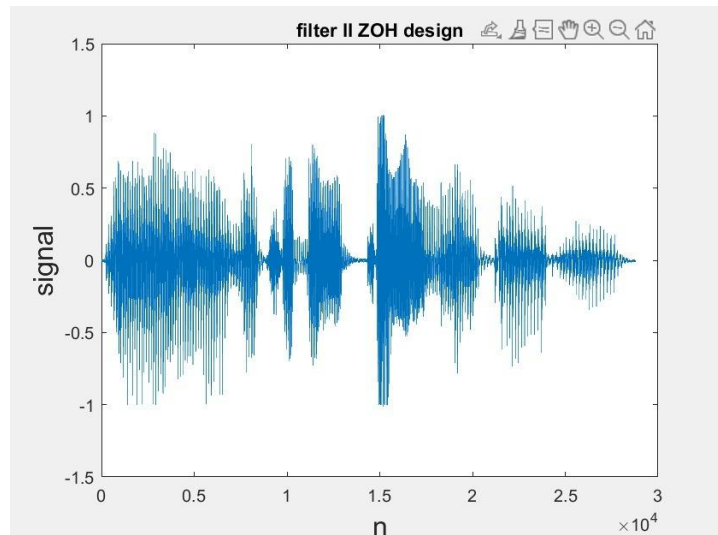
### מסנן תדר ההפרעה



שוב, נחסיר את המסנן מהאות המקורי ונשים לב כי ההפרעה הונחתה כאשר:

$$SNR = 24.2937$$

### האות לאחר הפחתת הרעש





### סעיף ג' – סינון רקורסיבי:

נגדיר 2 אותות:

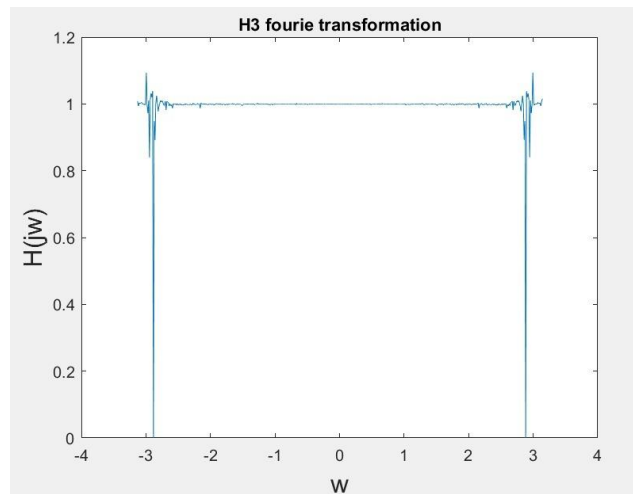
$$\begin{aligned}z_1[n] &= \alpha e^{j\omega_0} \cdot z_1[n-1] + (1-\alpha) \cdot x[n] \\z_2[n] &= \alpha e^{-j\omega_0} \cdot z_2[n-1] + (1-\alpha) \cdot x[n]\end{aligned}$$

כאשר  $a=0.99$  וכמו כן המערכת נמצאת במנוחה התחלתית.

נמצא את התגובה להלם של המערכת, מתקיים כי במישור התדר:

$$H(w) = \frac{Y[W]}{X[W]}$$

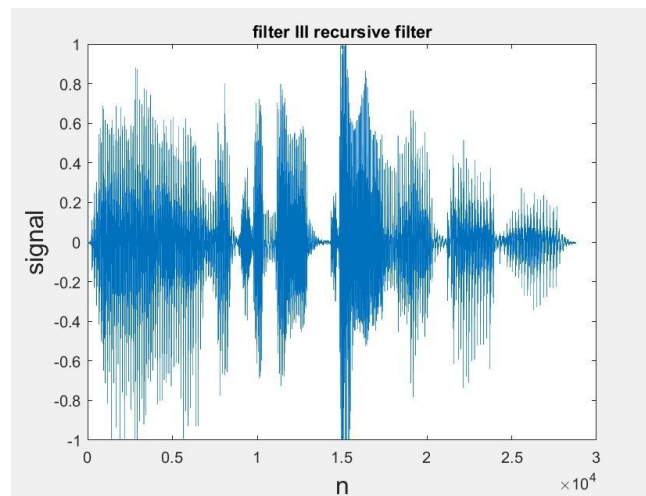
ולכן לאחר חישוב נקבל כי תגובת ההלם היא:



האות במוצא שהתקבל הוא:

$$y[n] = x[n] - z_1[n] - z_2[n]$$

והסיגנל לאחר הנחתת האות הינו:



יחס אות לרעש הינו  $SNR = 11.811$

### סעיף ד' – מסקנות

המסנן הטוב ביותר הוא מסנן מספר 3 (הן מבחינת יעילות והן מבחינת איכות שמע) ואילו המסנן הכי פחות טוב הוא מסנן מספר 1.

כאשר הפעלנו את המוצא של המסננים מספר 2, 1 היה ניתן לשמוע את הרעש בצורה מוחלטת לעומת זאת כאשר הפעלנו את מסנן מספר 3 כמעט ולא ניתן לשמוע את הרעש, אלא רק בהתחלה.

נשים לב כי מסנן 3 מבצע רק 2 הכפלות בכל נקודת זמן לעומת מסננים 1, 2 ולכן זמן הריצה הוא  $O(n)$  כיוון שהאורך של ה  $INPUTSIGNAL$  בלולאת *for* הוא 28,800

במסננים 1, 2 מדובר בפועלת קונבולוציה ולכן זמן הריצה הוא מסדר גודל של  $O(n^2)$

$$\text{כאשר } n_1 = 2000, n_2 = 200$$

לכן עבור אותות ארוכים נעדיף להשתמש במסנן 3.