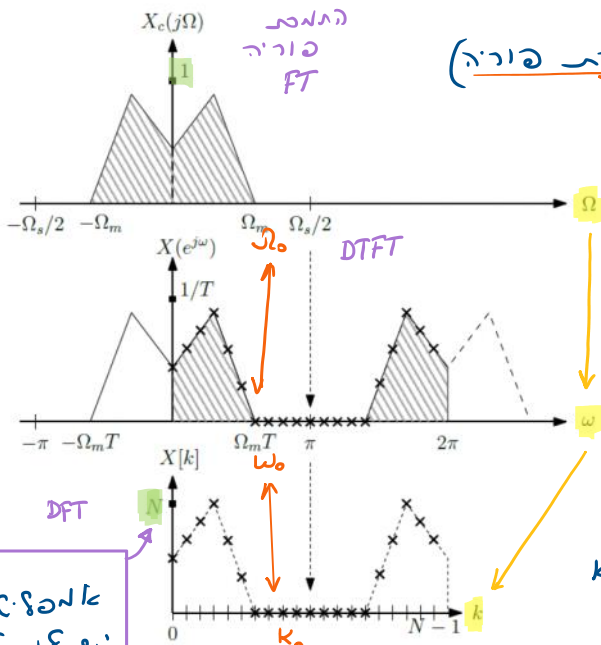


היבטים למעשים של חישוב התמרת פורייה

שאלת עבודה:

- (1) את גסמן 4.3 (תאוריה, אפשר עסמת התמרת פורייה)
- (2) $N=23$
- (3) התמרת DFT



$$\omega = \Omega T = 2\pi F \cdot \frac{1}{F_s}$$

$$2\pi FT = \frac{2\pi}{N} K$$

$$F_k = \frac{k}{N} \frac{1}{T} = \frac{k}{N} F_s$$

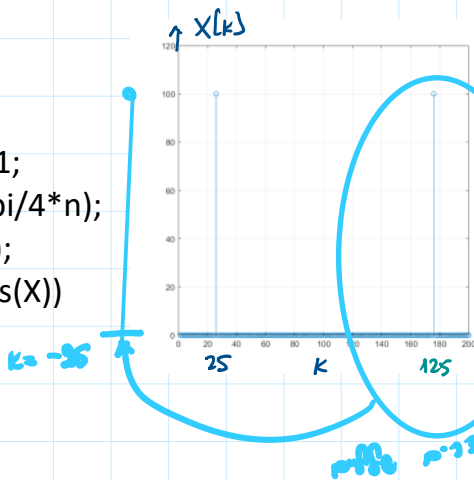
$$\omega_k = \frac{2\pi}{N} K$$

$$K = 0, \dots, N-1$$

↓
סדר ביחידות [Hz]
כמותיחם
סעיף של K

אלמנטים
של $N \rightarrow$

```
N = 200;
n = 0:N-1;
x = cos(pi/4*n);
X = fft(x);
stem(abs(X))
```



$$F_k = \frac{k}{N} \frac{1}{T} = \frac{k}{N} F_s$$

$$125 = \frac{K}{200} \cdot 1000$$

$$\Rightarrow K = 25$$

$$-25 \bmod 200 = 175$$

מטן $X(t) = \cos(2\pi f_0 t)$

$$X[n] = x(nT)$$

$$= \cos(2\pi f_0 nT)$$

$$= \cos(\omega_0 n)$$

$$f_0 = 125 \text{ Hz} \quad \left\{ \begin{array}{l} \omega_0 = \frac{\pi}{4} \\ F_s = 1000 \text{ Hz} \end{array} \right.$$

$$N = 200$$

צואה למספר: חזור על צואה קוצמת עבור $N=100$

כעיה: אל אלמנטים

(2) מיקום הפק של העם

פתרון: חיפוש באפסים

(הרצאה הקודמת)

= חוספת אפסים למין האמ

מ N צואה בתר

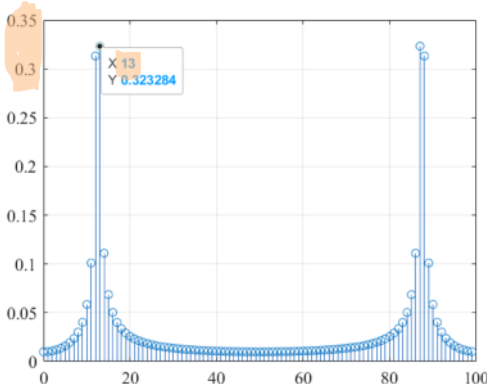
$$F_k = \frac{k}{N} \frac{1}{T} = \frac{k}{N} F_s$$

$$125 = \frac{K}{100} \cdot 1000$$

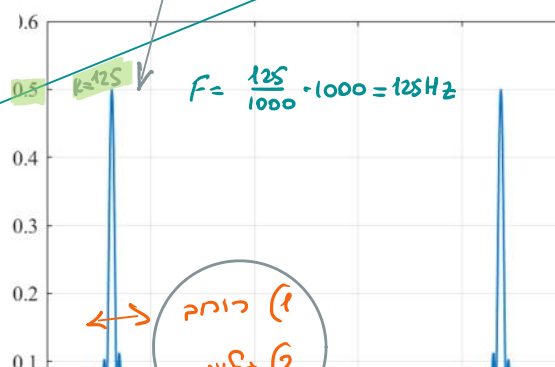
$$\Rightarrow K = 12.5$$

א חידה למספר שלם

$$K=13 \Rightarrow F = 130 \text{ Hz}$$



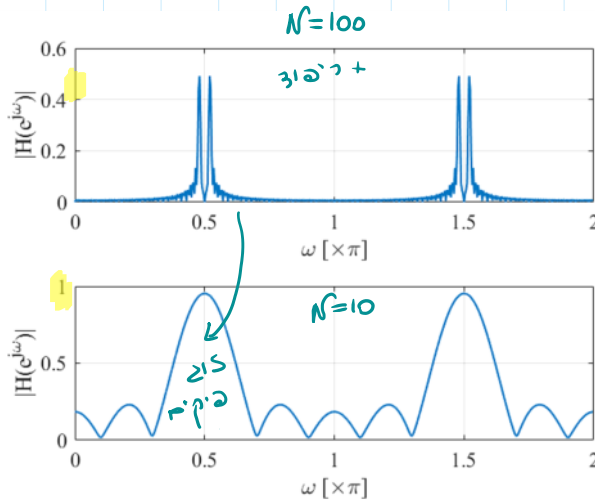
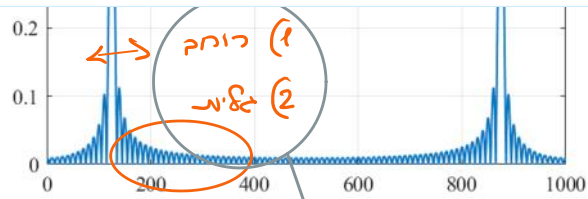
```
N = 100;
n = 0:N-1;
x = cos(pi/4*n, 1000);
X = fft(x);
stem(0:N-1, abs(X)/N)
```



$$F = \frac{125}{1000} \cdot 1000 = 125 \text{ Hz}$$

(1) רוחם
(2) גסמן

stem(0:N-1,abs(X)/N)



צ'אט'ה נוספת

$$x[n] = \cos(0.48\pi n) + \cos(0.52\pi n)$$

י'צ'ר'ם ס'ר'ב'ם ק'ר'ב'ם

כלומר

מ'ל'כ'ה: מ'ק'ר ת'פ'ס'ת ע'ס'ל
ש'ל'ה: נ'ת'תה ב'ט'ן כ'ז' מ'ל'ע'י ה'פ'ס'ל'ת

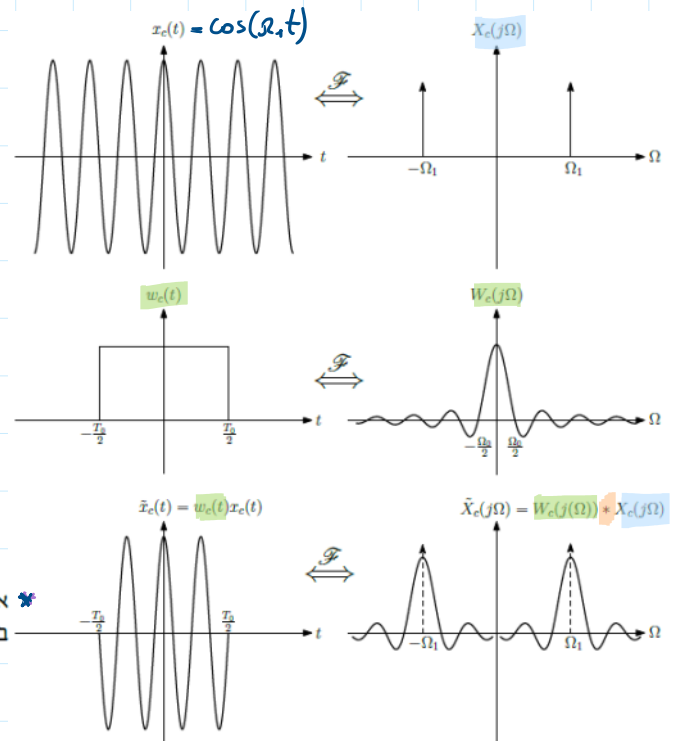
*) $\mathcal{F}\{\cos(\cdot)\} \rightarrow$ ש'ו'י ה'ס'ם מ'ג'ד'ר

*) א'ת ס'ו'ב' ב'ט'ן, מ'ש'מ'ע'ת, ת'כ'ל'ה ב'ט'ן

$$w_c(t) = \begin{cases} 1 & t \in [-T_0/2, T_0/2] \\ 0 & t \notin [-T_0/2, T_0/2] \end{cases} \Leftrightarrow W_c(j\Omega) = \frac{\sin(\Omega T_0/2)}{\Omega/2} \sim \text{sinc}(\cdot)$$

*) ת'כ'ל'ה ב'ט'ן \Leftrightarrow ק'ו'ב'ד'ו'צ'י' ב'ט'ן ס'כ'ו'ם:

* מ'ג'ל'ה מ'ו'ב'ת ע'ל מ'ל'ך ס'ו'ב' ב'ט'ן



* אות מעשי הוא סופי בזמן \Leftrightarrow התוצאה היא ת'כ'ל'ה ב'ח'ל'ו'ן ב'ז'מ'ן = ק'ו'ב'ל'ו'צ'ה ע'ם sinc ב'ת'ד'ר.

ג'ל'מ'ת

א. ד'ל'י'ה ס'פ'ק'ט'ר'ל'י'ת (spectral leakage) ה'ג'ו'ר'מ'ת ל'ה'ו'פ'ע'ת ת'ד'ר'י'ם "ח'ד'ש'י'ם".

□ ב'ת'א'ו'ר'י'ה, ה'א'ו'ת א'מ'ו'ר ל'ה'י'ת ש'ו'ה ל'0- מ'חו'ץ ל'פ'י'ק ה'מ'ר'כ'ז'י.

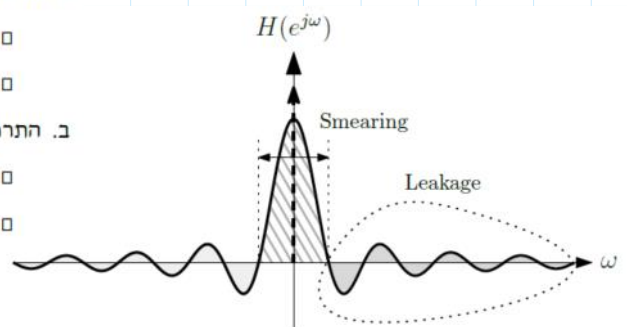
□ ב'פ'ו'ע'ל י'ש'נ'ה ג'ל'ו'ת, ד'ו'ע'ת או ק'ב'ו'ע'ה, ב'כ'ל ת'ד'ר'י'ם מ'חו'ץ ל'פ'י'ק ה'מ'ר'כ'ז'י.

ב. ת'ר'ח'ב'ו'ת (smearing) ס'פ'ק'ט'ר'א'ל'י'ת, ה'ג'ו'ר'מ'ת ל'פ'ו'נ'צ'י'ו'ת ד'ל'ת'א ל'ה'י'ת ר'ח'ב'ו'ת י'ו'ת'ר.

□ ה'א'ו'ת ת'ת'א'ו'ר'ט'י ה'וא פ'ו'ל' ד'ל'ת'ה.

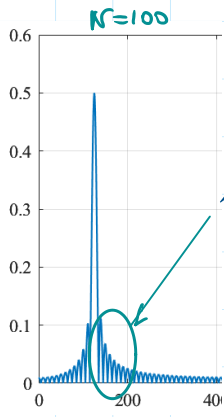
□ ב'פ'ו'ע'ל מ'ת'ק'ב'ל פ'י'ק ב'רו'ח'ב מ'ש'מ'ע'ו'ת'י.

ה'ס'פ'ס'ה

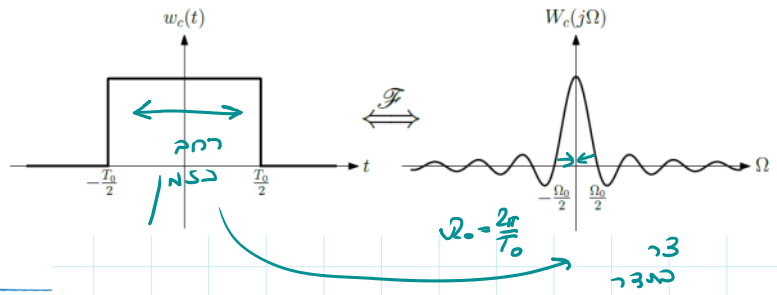
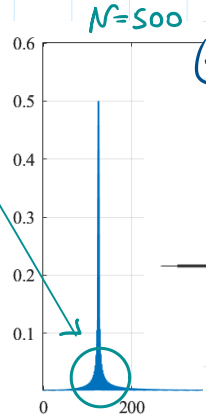


התאוצות

* הוספת צמידות של האות המקורי (לא תמיד אפשרי)

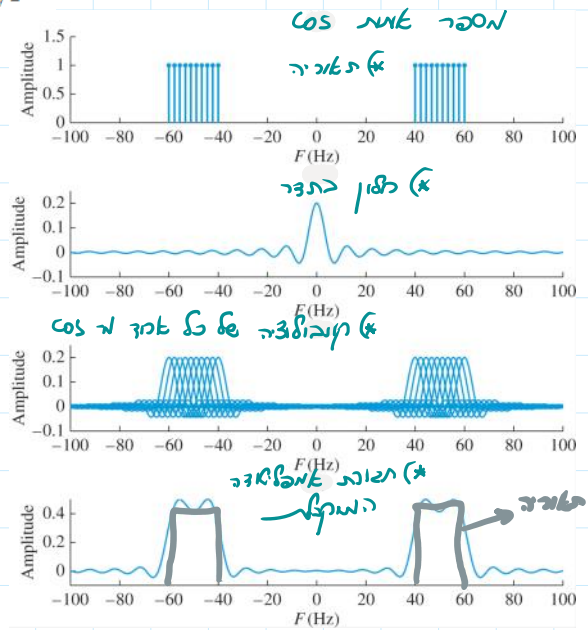


השפעה:
(1) גליות יותר
צבופה
לסביבה עדין
(2) אמפליטודה
של גליות
עלול שיהיה



$$W_c(j\Omega) = \frac{\sin(\Omega T_0/2)}{\Omega/2}$$

↑ $T_0 \leq \sin$ יר 3
אבל עם אות אמפליטודה



חלון על מלבני

$$w[n] = 1 \quad n=0, \dots, N-1$$

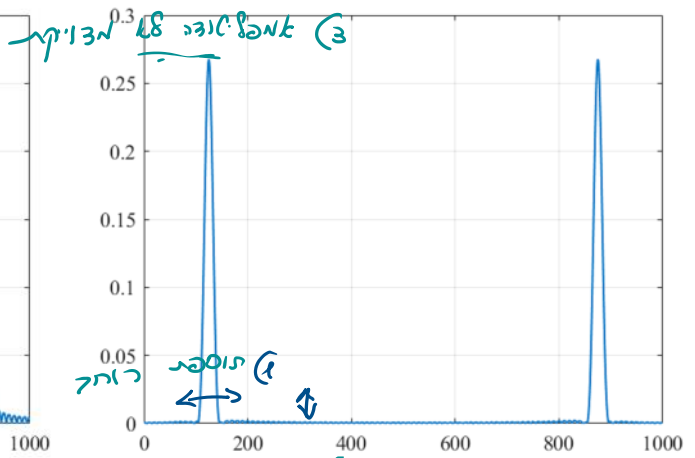
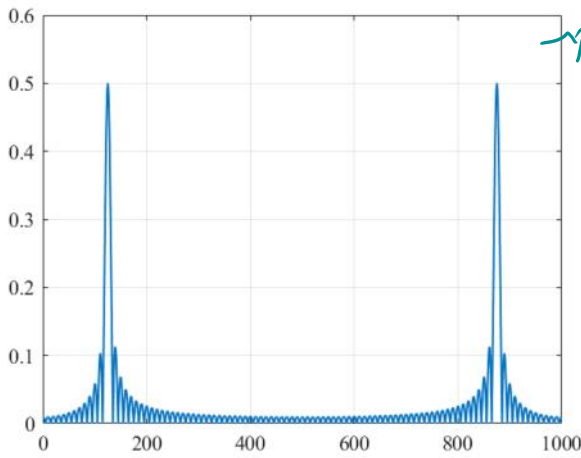
עצם העובדה, שאות סופי זמן, כירוש הכפלה בקלון ניתן להכפיל בחלון מס' 4, בש צורה לא מלבנית

צורה חלון Hamming

$$w[n] = 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi k}{M-1}\right)$$

תעצור: הקטנת דליפה על חשבון הגדלת מריחה פיקים רחבים יותר

צורה מספרית $N=100$ + ריבוע באפסים $x[n] = \cos\left(\frac{\pi}{4}n\right)$



```

N = 100;
n = 0:N-1;
x = cos(pi/4*n);
M = 1000;
%X = fft(x,M);
X = fft(x.*hamming(N)',M);
plot(0:M-1,abs(X)/sum(hamming(N)))

```

הכפלה
בהחזון

Σ חזרת

* ויתור על רוחב ושיפור גליל
* לחזקת במגדלה מוגדל
← על גליל עתה מוגדל

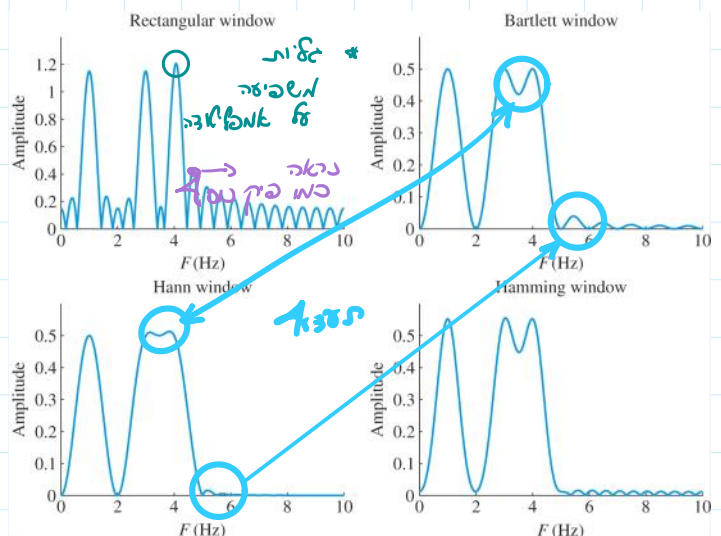
למשל

* ניסן בן עשהתהר ב היתור
למשל נוסף על האל

(3) יתרון ע' הכפלה ב החזון

(1,2) תוצאה של החזון

דוגמה: 3 אמה (cos.)

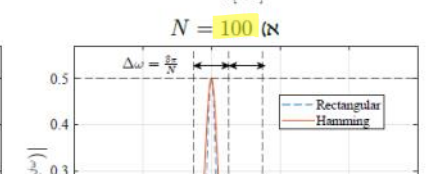
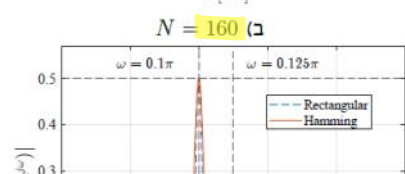
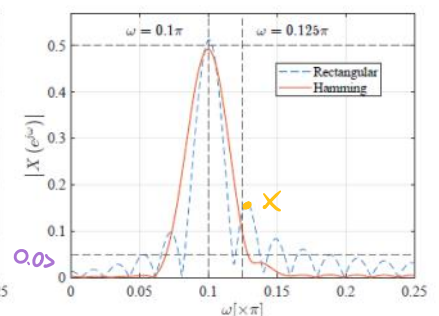
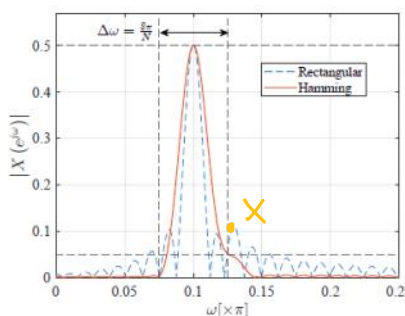


$$x[n] = \cos\left(\frac{\pi}{10}n\right) + 0.1 \cos\left(\frac{\pi}{8}n\right), \quad n = 0, \dots, N-1$$

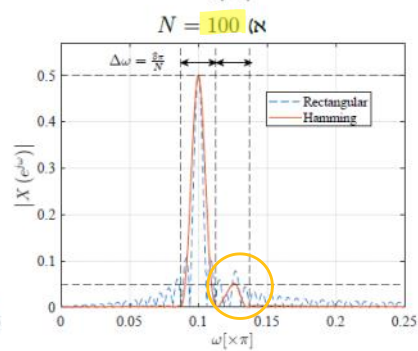
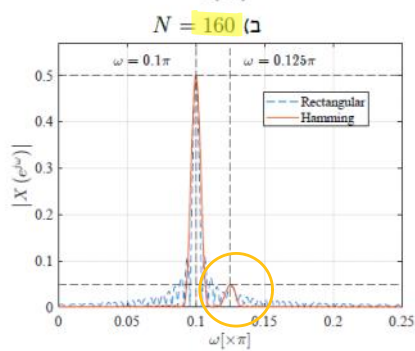
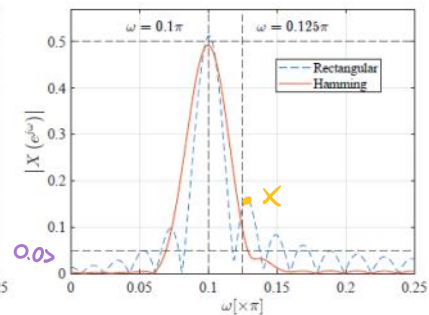
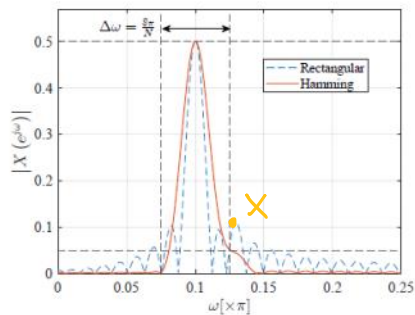
דוגמה:

פתרון לשאלה:

(1) חוסר דגמל
(2) שימוש בחזון



פתרון לשאלה:
 (1) כוסם דג'מא
 (2) ש'מוס בחסון



$N = 450$ (ד)

$N = 320$ (ג)