

דוגמה

* תכנון דיגיטלי

* תכנון אנלוגי

FIR - תצורה סגורה, באורך N

מסנן מסוג LPF

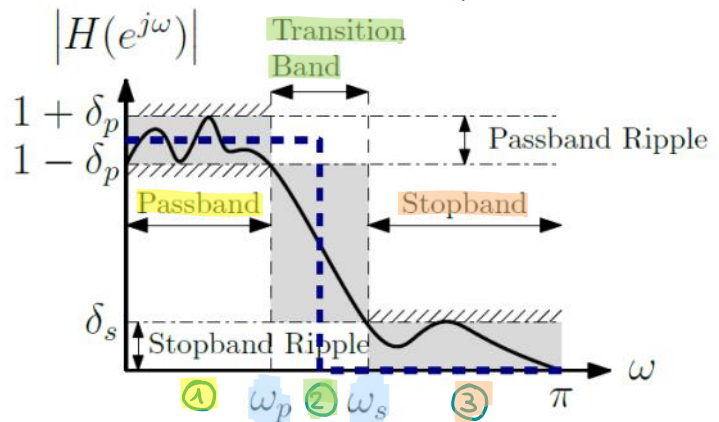
בציר התדר

① מסנן לעבר

③ מסנן חוסם

② איזור "עלול" / ריפל

בציר האמפליטודה

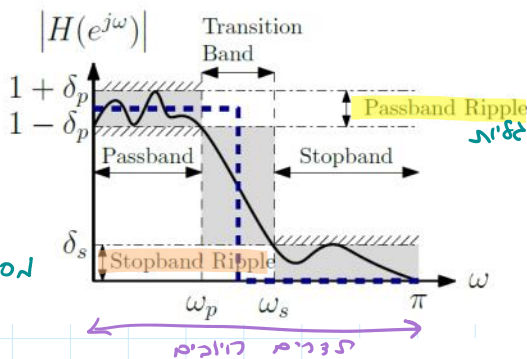


(א) מסנן מעביר נמוכים (LPF).

אבולות של איזורים
 בליטת התדר

מסנן לעבר

מסנן חוסם



$$1 - \delta_p \leq |H(e^{j\omega})| \leq 1 + \delta_p, \quad 0 \leq \omega \leq \omega_p \quad \text{pass}$$

$$|H(e^{j\omega})| \leq \delta_s, \quad \omega_s \leq \omega \leq \pi \quad \text{stop}$$

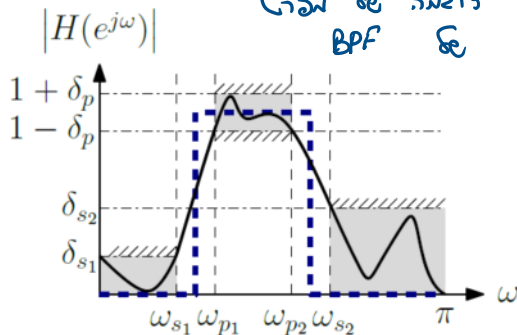
$$A_p = 20 \log_{10} \left(\frac{1 + \delta_p}{1 - \delta_p} \right)$$

$$A_s = -20 \log_{10} (\delta_s)$$

סיכום: $\omega_s - \omega_p$ קצון יתר למסנן
 δ_p, δ_s קטנים יתר טוב יותר

N אדגדג יתר

צוגמה של מסנן BPF



שיטה לדוגמה לתכנון מסננים = שיטת החלוקה

שיטה:

1. חישוב תצורה סגורה של מסנן אידיאלי

2. הכפלה בחלון מדגני

3. הכפלה בחלון על מלגני

4. הצגה ב- M כבי עקב מסנן סגור

$$= \text{חיבור של } 2M+1$$

דגימות מרכזיות

$$w[n] = \begin{cases} 1 & n = -M, \dots, M \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

4. הצבה ב-M כדי לקבל מסנן סיבתי.
 הערה: המסנן המתקבל הוא בעל פאזה ליניארית.
 מדובר במסנן בעל סימטריה $h[n] = h[2M - n]$

3. נצטרך קדם זה

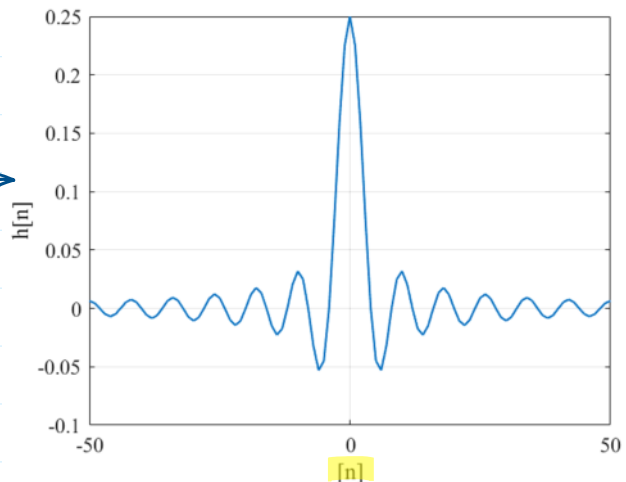
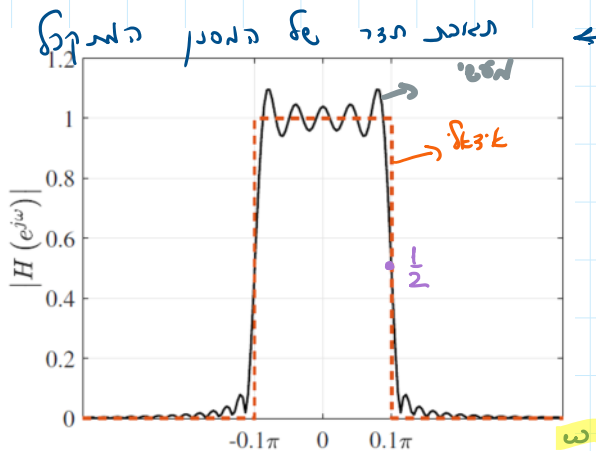
4.

$$H_d(e^{j\omega}) = \begin{cases} 0 & |\omega| < \omega_c \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \iff h_d[n] = \frac{\sin(\omega_c n)}{\pi n}$$

1. $\omega_c = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \frac{\pi}{10}$ LPF

2. $M = 50$

$$h[n] = \begin{cases} h_d[n - 50] & n = 0, \dots, 100 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$



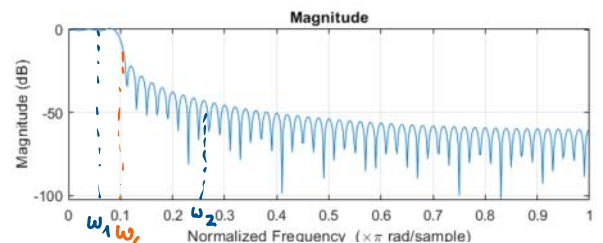
הערה: מכיוון שמסנן FIR פירושו עקב
 בעל מאבקים נדירים

הצגת קוד

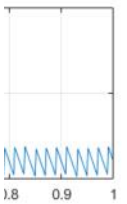
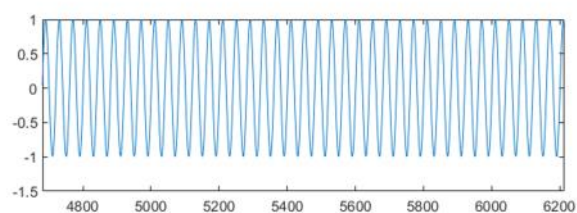
```

N = 101;
w_c = pi/10;
n = (0:N-1) - N/2+1/2; % -50:50
h_d = sin(w_c * n)./(pi*n);
h_d(N/2+1/2) = w_c/pi; % solve the limit problem
    
```

צוואר מסביר



ω1
 עוקר



$\omega_1 = \frac{\pi}{20} = 0.05\pi$

```

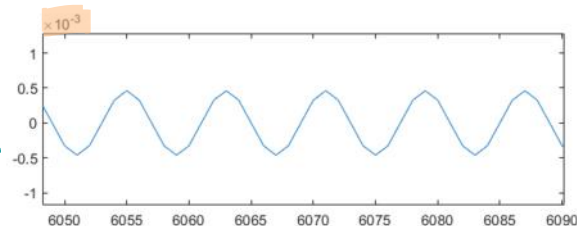
n2 = 0:10000;
x = cos(pi/20*n2);
plot(n2,x)
%%
y = conv(h_d,x);
plot(y)
%%
    
```

$\omega_2 = \frac{\pi}{4} = 0.25\pi$

```

x = cos(pi/4*n2);
y = conv(h_d,x);
plot(y)
    
```

ω2
 נחמס

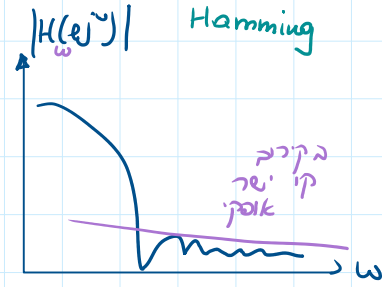
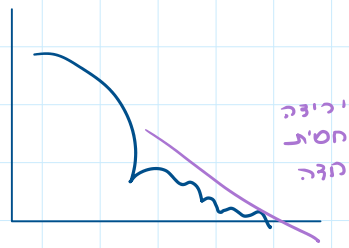


③ חלונות נוספים

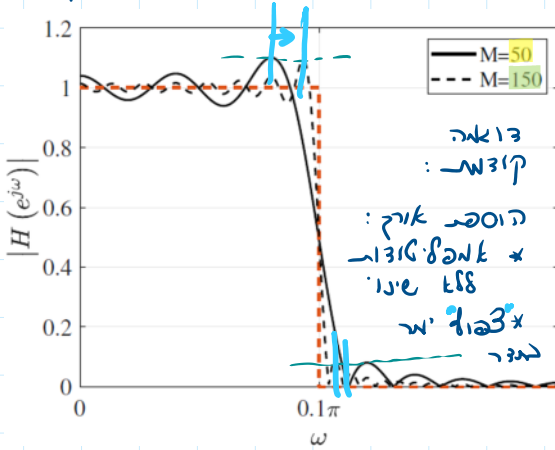
* 2 סוגי חלונות

equi-ripple
Hamming

Hann



* השפעה של אורך החלון

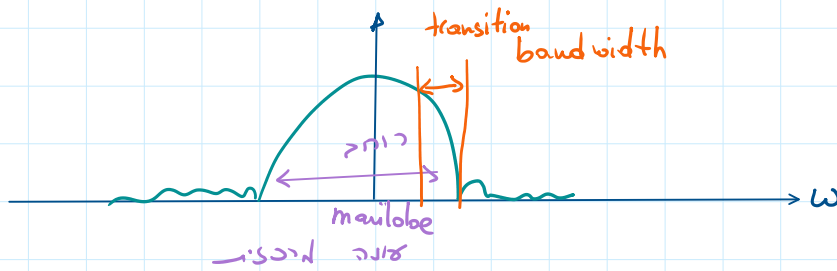


① הנחתה של חלון - תאורה בסוג חלון

הערה: עבור השיטה $\delta_s \approx \delta_p$

צננות: סוג חלון	A_s
לבני	21
Hamming	53
Hann	44

② main lobe, transition band - חלונות בגודל דגמא

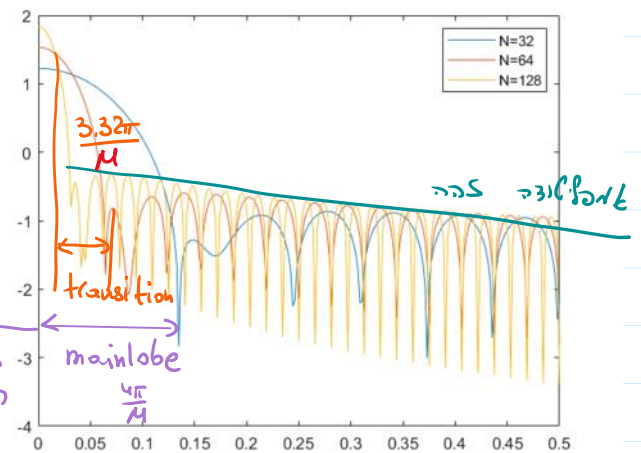


3 חלונות נוספים Hamming

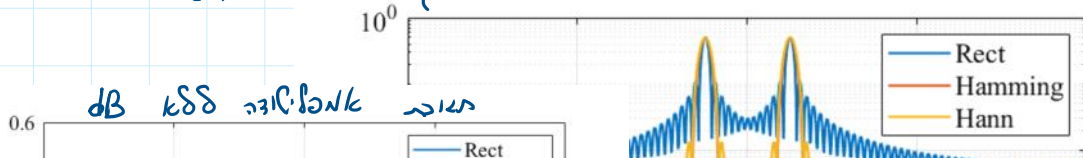
הפרמטרים של החלון קובעים את ביצועי המסנן:

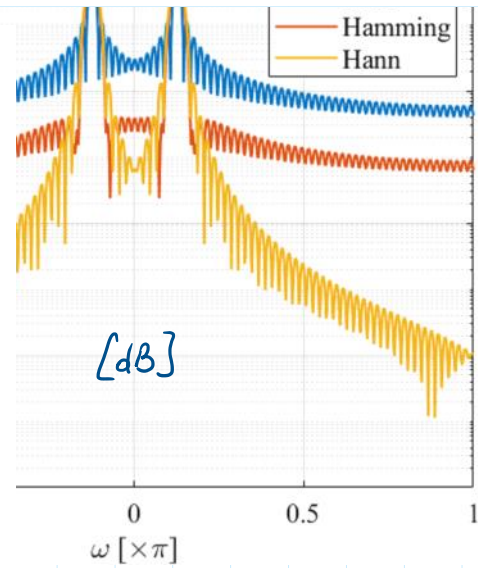
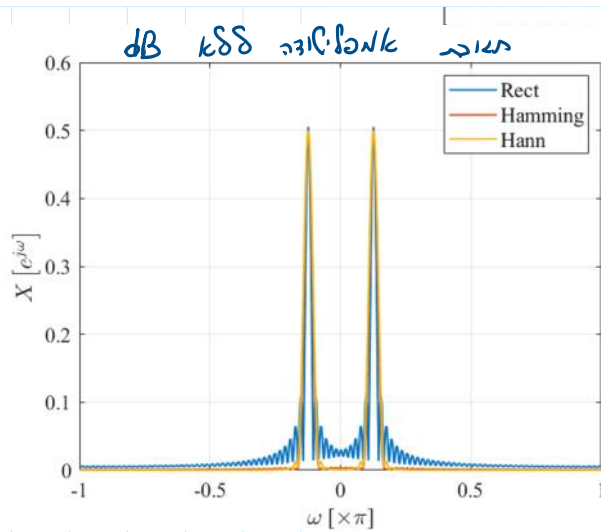
1. הנחתה - ע"י בחירת החלון
2. רוחב פס הקטן - ע"י אורך

① מאים של החלון מסדר מספרות: הכפלה בחלון > זמן פירושה קונבולוציה בתנאי

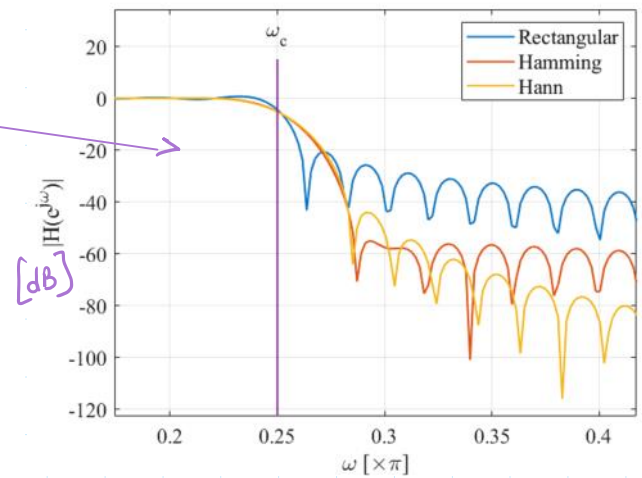
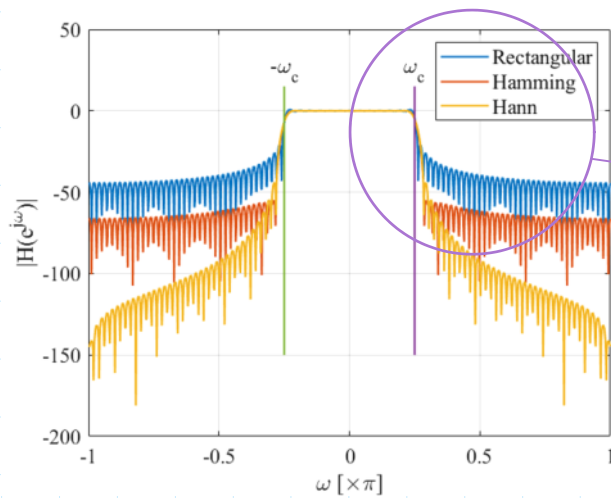


צואה: סוגי חלונות שונים בעל את אורך כפול $\cos(\frac{\pi}{8})$





מסנן עם 3 סוגי חלונות



סיכום:

□ תכנון מבוסס ביטוי אנליטי של תגובה להלם.

□ ביצועים מושפעים מאורך וסוג החלון.

□ ישנו תעדוף (trade-off) בין אורך המסנן וביצועים

* אין קשר ברור לאמברג בלישור הנזר קט, ט, ס

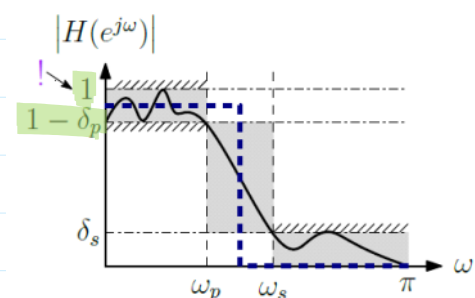
מפרט מסנני IIR

$$1 - \delta_p \leq |H(e^{j\omega})| \leq 1, \quad 0 \leq |\omega| \leq \omega_p$$

$$|H(e^{j\omega})| \leq \delta_s, \quad \omega_s \leq |\omega| \leq \pi$$

$$A_p = -20 \log_{10} (1 - \delta_p)$$

$$A_s = -20 \log_{10} (\delta_s)$$

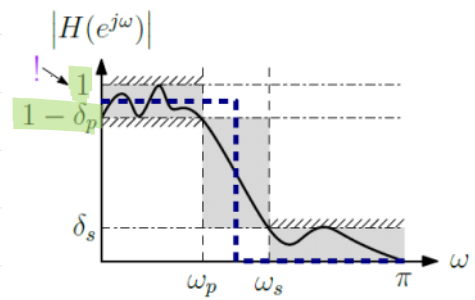


$$1 - \delta_p \leq |H(e^{j\omega})| \leq 1, \quad 0 \leq |\omega| \leq \omega_p$$

$$|H(e^{j\omega})| \leq \delta_s, \quad \omega_s \leq |\omega| \leq \pi$$

$$A_p = -20 \log_{10}(1 - \delta_p)$$

$$A_s = -20 \log_{10}(\delta_s)$$



שיטות תכנון מסנני IIR

★ Butterworth מסננים בשיטה זאת הן חלקות (ללא גליות) לאורך כל תחום התדרים.

✗ I Type Chebyshev מסנן עם גליות אחידה בתחום העברה. (passband) פחות סיביות ממסנן Butterworth מסוג

★ II Type Chebyshev מסנן עם גליות אחידה בתחום חסימה. (stopband).

✗ Elliptic מסנן עם גליות אחידה בתחום חסימה (stopband) ובתחום העברה. (passband) פחות סיביות ממסננים מסוג Chebyshev

✗ שיטות מתקדמות מסוג