معالجة الإشارة:

- تصنيف الإشارات:

1- الإشارة مستمرة أو متقطعة بالزمن:

- CT مستمرة: لها عدد لانهائي من القيم
- DT متقطعة: معرفة عند قيم محددة فقط.

2- الإشارة فردية أو زوجية:

- Even زوجية: تناظر بالنسبة للمحور y $\quad x(-t) = x(t)$
- odd فردية: تناظر بالنسبة للمبدأ $\quad x(-t) = -x(t)$

* كل إشارة هي مجموع إشارتين زوجية وفردية: $x(t) = x_e(t) + x_o(t)$

$$\begin{cases} x_e(t) = \frac{1}{2}[x(t) + x(-t)] \\ x_o(t) = \frac{1}{2}[x(t) - x(-t)] \end{cases}$$

- التناظر المرافق: $x(-t) = x^*(t)$
- شرطه: الجزء الحقيقي زوجي و الجزء التخيلي فردي.

$$\left.\begin{aligned} x^*(t) &= a(t) - jb(t) \\ x(t) &= a(t) + jb(t) \end{aligned}\right\}$$

3- الإشارة الدورية والغير دورية:

- $x(t) = x(t+T)$ for all t.
- $x[n] = x[n+N]$

- CT: يعبر عن الدورية بدور الإشارة T و $f = \frac{1}{T}$ و $\omega = 2\pi f$ (Rad/S)
- DT: يعبر عن الدورية بـ N دورة $\Omega = \frac{2\pi}{N}$ (Rad)
- الدور الأساسي: أصغر فترة زمنية تتكرر فيها الإشارة.

4- الإشارة العشوائية والغير عشوائية:

- العشوائية: الإشارة التي لا يمكن معرفتها ولا يمكن التنبؤ بقيمتها لعدم وجود تابع يعبر عنها.
- الغير عشوائية (المحددة): الإشارة التي يمكن معرفتها في أي لحظة زمنية كانت.

5- الإشارات ذات الاستطاعة المحدودة والطاقة المحدودة:

$0 < E < \infty$

$0 < P < \infty$

$E = \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t).dt$	$P = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} x^2(t).dt$
تملك طاقة نهائية	تملك طاقة لا نهائية
غير دورية	دورية
ذات طبيعة محددة (غير عشوائية)	ذات طبيعة عشوائية

* كلما اقتربت الإشارة ستستمر ستكون الإشارة طاقتها غير محدودة وبالتالي هي إشارة استطاعة محدودة.

$0 < p < \infty$

$E = \infty$

$$\left.\begin{aligned} &E = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x^2[n] \\ &P = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} x^2[n] \end{aligned}\right\} D.T$$

العمليات على الإشارات

1) العمليات على المطال : * تغيير مقياس المطال "الضرب بثابت"
* جمع إشارتين / طرح إشارتين
* ضرب إشارتين

2) العمليات على المتغير : * تغيير تدرج الزمن $y(t) = x(at)$ ضغط $a>1$ توسيع $a<1$

الإسحاب الزمني ≃ * التأخير الزمني $y(t) = x(t \mp T)$ أو التقديم (الإسحاب) ⊖ ⊕

* الانعكاس $y(t) = x(-t)$

الإشارات الأساسية :

• الإشارة الأسية : $x(t) = \beta e^{\alpha t}$

مطال الإشارة عند $t=0$

مدى سرعة الإشارة

$\alpha>0$ متصاعدة

$\alpha<0$ متناقصة

وهي التي حالة استقرار النظام

النظام غير مستقر ⟸⟹

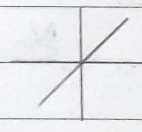
النظام مستقر ⟸⟹

• الإشارة الجيبية : $x(t) = A.\sin(\omega t + \varphi_0)$

• الإشارة القفزة الواحدية : $u(t) = \begin{cases} 1 & t \geq 0 \\ 0 & t<0 \end{cases}$

• نبضة ديراك : $\delta(t) = \begin{cases} 1 & t=0 \\ 0 & t\neq 0 \end{cases}$

• تابع الانحدار : $r(t) = \begin{cases} t & -T\leq t \leq +T \\ 0 & \end{cases}$



System :

$y(t) = H\{x(t)\}$

processing

$H\{\ \}$ التابع الرياضي هو المعالجة

ملاحظات :

• ضرب أي إشارة بإشارة أسية متناقصة للتي مستقرة والعكس صحيح "غير" متزايدة

• ضرب أي إشارة بإشارة الواحدية (القفزة) لتحول للقسم الموجب فقط

• ضرب أي إشارة مستمرة بديراك لتحول إلى إشارة متقطعة.

• الأعداد الحقيقية لا تقبل الزمن المتقطع. الحمل والضم وفقاً للأعداد الصحيحة

إزاحة ⟵ انعكاس ⟵ تغيير تدرج

• خصائص النظام :

أ- الاستقرار : نقول عن نظام أنه مستقر (دخل محدود ← خرج محدود)

if $\underbrace{|x(t)| \leq M_x < \infty}_{\text{input}}$ then $\underbrace{|y(t)| \leq M_y < \infty}_{\text{output}}$; x, y أعداد حقيقية

مثال : نظام توسيط متحرك .

2- الذاكرة : إذا كان خرج النظام لا يعتمد فقط (القيم المتأخرة أو السابقة) لإشارة دخل

$y(t) = f\{x(t \mp D)\}$

مثال : نظام دون ذاكرة : نظام المقاومة / نظام ذاكرة : مكثف / دلود .

3- السببية : إذا كان الخرج يتعلق بالقيم الحالية و/أو القيم السابقة لإشارة الدخل

$y(t) = f\{x(t) \,/\, x(t-D)\}$

و أو

4- الانعكاس : إذا استطعنا استعادة إشارة الدخل بعد اجراء عملية المعالجة والمعالجة العكسية

$H^{inv}\{y(t)\} = H^{in}\{H\{x(t)\}\}$ ، $\left.\begin{matrix} H\{x(t)\} = y(t) \\ H^{inv}\{y(t)\} = x(t) \end{matrix}\right\}$

• شرط قابلية الانعكاس : $H\{\ \} \cdot H^{inv}\{\ \} = 1$

مثال : FM - AM

5- عدم التغير مع الزمن : إذا كان التأخر أو التقدم الزمني يؤدي إلى نفس إشارة الخرج ولنفس الإزاحة الزمنية .

$y_1 = y_1(t - t_0)$

6- الخطية : عندما تجمع خاصتين $\left\}\begin{matrix} \text{• التراكم} \\ \text{• التجانس} \end{matrix}\right.$

• التراكم : $\left\{\begin{matrix} x_1(t) \to y_1(t) \\ x_2(t) \to y_2(t) \end{matrix}\right.$ $x_1(t) + x_2(t) = y_1(t) + y_2(t)$

• التجانس : $x(t) \to y_1(t)$

$\alpha x(t) \to \alpha y_1(t)$

تعميم :

$x(t) = \sum_{i=1}^{N} \alpha_i \cdot x_i(t) \Leftarrow y(t) = H\{x(t)\} = H\{\sum_{i=1}^{N} \alpha_i x_i(t)\}$

$\Rightarrow y(t) = \sum_{i=1}^{N} \alpha_i H\{x_i(t)\} = \underbrace{\sum_{i=1}^{N} \alpha_i y_i}_{}$ ■

* العودية : القيم الحالية والقيم السابقة لـ $x(t)$ بالإضافة لقيم سابقة للخرج $y(t)$

Scanned by CamScanner

قسم الدكتور طلال:

• الإشارة المقطعة تكتب أن تكتب عن الشكل $\sum_{K=-\infty}^{\infty} x(K).\delta(n-K)$

• **Response of LTi Sys:** $\xrightarrow{x(n)} \boxed{T} \xrightarrow{y(n)}$ $y(n) = T\{x(n)\}$

$$y(n) = \sum_{K}^{\infty} x(K).h(n-K) \simeq x(n) * h(n)$$

والحل عملية تبديلية <= $= \sum_{K}^{\infty} h(K).x(n-K)$

• **Causality of LTi Sys:** يجب تحقق: $h(n) = 0$ for $n<0$

• **Stability of LTi Sys:** $\sum_{K=-\infty}^{\infty} |h(K)| \le \underbrace{S_h}_{\text{قيمة محددة}}$

يجب أن تكون $h(K)$ قابلة للجمع المطلق أي مجموع عينات $h(n)$ تكون محتوى بقيمة معرفة.

• طرق توصيف النظام:
→ الاستجابة النبضية
→ معادلة الفروق → Direct → تكرارية / حل معادلة → حل متمم / حل خاص
→ InDirect

1) الطريقة التكرارية: $y(n) = -a\,y(n-1) + x(n)$ معادلة الفرق: نعوض بقيم n ينتج:

$$\Rightarrow y(n) = (-a)^{n+1}.y(-1) + \sum_{K=0}^{n} (-a)^{K}.x(n-K)$$

وهي العلاقة العامة لاستجابة النظام بالتكرارية..

إذا كان ← اشارة الدخل صفرية فإن: $y(n) = (-a)^{n+1}.y(-1)$ وسمي y_{Zi} Zero Input
← لا يوجد حالات سابقة: y_{ZS} Zero_State.

2) الحل المتمم:

1- $x(n)=0$ 2- نعوض بدل $y(n)$ بـ λ^n.. وكذا حسب درجتها.

3- نخرج λ^{n-M} أي الحد الذي له أعلى درجة $\lambda^{n-M}\{\ \underline{\qquad}\ \}$ ينتج لدينا معادلة لها جذور بسيطة أو مركبة.

4- نضع: $y_c(n) = C_1\lambda_1^n + C_2\lambda_2^n \ldots C_N\lambda_N^n$

λ_1 الجذر الأول لحل المعادلة

5- نعود للمعادلة الأساسية ونفرض قيم لـ n.. بـ $y(n)$.. وكذلك نعوض قيم n ذاتها في $y_c(n)$.. ومن ثم نطابق المعادلتين عند الـ n ذاتها في كل مرة..

Scanned by CamScanner

3) الحل الخاص :

أ- $x(n)$ تكون معطاة

2- $y(n)$ لها نفس شكل $x(n)$ كالتالي

A	K
$A.M^n$	$K.M^n$
$A.n^M$	$\underbrace{K_0 n^M \text{......} K_M}$
$A^n.n^M$	$A^n[\quad]$

$$y_{Total} = \underbrace{(-a)^{n+1} \cdot y(-1)}_{y_c(n)} + \underbrace{\frac{1}{1+a}}_{y_p(n)}$$

*فكرة: إذا كانت معادلة الفروق معلومة وطلب إيجاد $h(n)$: تكون الحل الخاص معدوم ويكفي إيجاد الحل المتمم

* تمثيل النظم المتقطعة : $\text{form 1} \leftarrow$ ، $\text{form 2} \leftarrow$

form 1 : تنفذ المعادلة المعطاة كمخطط صندوقي كامل.

form 2 ! : مجال طلب أقل عدد ممكن من الذواكر

- تكون الاشارة المتقطعة $\boxed{\text{دورية}}$. اذا كان ترددها كسر بسطه ومقامه عدد صحيح

$$N = \frac{T_0}{T_s} = \frac{f_s}{f_0}$$ عدد العينات (دور الاشارة)

- $$x_a = \sum_{K=0}^{N-1} c[K] . e^{j\omega K t} \Rightarrow x(n) = x_a(t)\Big|_{t=nT_s}$$

- $$x(n) = \sum_{K=0}^{N-1} c[K] . e^{j2\pi \frac{Kn}{N}}$$ سلسلة فورييه

- $$c[K] = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} x(n) . e^{-j2\pi \frac{K}{N} n}$$ سلسلة فورييه العكسية

- $c[K]$ دوماً موجب .

* للاشارات $\boxed{\text{الغير دورية}}$ نستخدم تحويل فورييه :

- $$X(\pi) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) . e^{-j\pi n}$$

- $$x(n) = \frac{1}{2\pi}\int X(\pi) . e^{j\pi n} . d\pi$$ فورييه العكسي

* دراسة تحويل فورييه المتقطع :

$$\underset{\text{مجال الزمن}}{h(n)} \xrightarrow[\text{فورييه}]{\text{تحويل}} \underset{\text{مجال التردد}}{H(\pi)}$$

استجابة نبضية — استجابة ترددية

الاستجابة الترددية هي كمية عقدية لها مطال وطور
من المهم معرفة مطالها وعلى حسب المطال نحدد عمل المرشح

* المطال الكبير <=> الاستجابة الترددية عالية <=> الترددات عند هذه القيمة تستطيع المرور .

* خطوات رسم المطال والطور : ((لكتابة المطال والطور كتابعين للتردد π))

- تحديد نقاط الانعدام لـ $|X(\pi)|$:

$|X(\pi)| = 0 \Rightarrow$ المطال (صفة) $= 0$

πK نعوض قيم لـ K حتى نحصل على تردد أكبر من π ونتوقف .

- نوجد نقاط مساعدة عند ترددات مختلفة

• عند نقاط الانعدام .. أي عند تردد ما .. كان المطال يساوي الصفر => إذاً الطور غير معرّف .. لرسم الطور في هذه الحالة .. نأخذ قيم الطور عند تردد قريب من هذا التردد .. تردد قبله وتردد بعده .. ونحسب علاقة الطور ..

تحويل Z :

• العلاقة بين التحويلين فورييه و Z :

$$X(\pi) = \sum_{n=\infty}^{\infty} x(n) \cdot e^{-j\pi n} \quad \underset{Z = e^{j\pi}}{\Longleftrightarrow} \quad X(Z) = \sum_{n=\infty}^{\infty} x(n) \cdot Z^{-n}$$

فورييه   Z

• كل تردد في فورييه تقابله زاوية في Z .

• أصفار تابع التحويل هي الترددات المراد منعها.

• منطقة التقارب (ROC) : هي مجموعة قيم Z التي تجعل التابع $H(Z)$ قيمة محددة أي معرّفة وأصغر من ∞.

• الإشارة السببية : تكون منطقة التقارب خارج الدائرة

• الإشارة الغير سببية : تكون منطقة التقارب داخل الدائرة

• إشارة سببية وغير سببية : تكون منطقة التقارب هي تقاطع منطقتي التقارب للإشارتين.

* عند إعطاء معادلة الفروقات .. وطلب الاستجابة النبضية $h(n)$!:

طريقتين للحل : 1- طريقة أولى : Direct : إيجاد y_p , y_c

2- الطريقة الثانية : الانتقال من معادلة الفروقات لإيجاد $H(Z)$ ومن ثم لتحويل Z العكسي لإيجاد $h(n)$:

* إيجاد تحويل Z العكسي :

• إذا كان درجة المقام > درجة البسط .. نوجد Z العكسي بتفريق الكسور

• إذا كان درجة المقام < درجة البسط .. نوجد Z العكسي بالقسمة البسط على المقام .

...ظام السببي في مستوى Z :

يكفي أن تكون منطقة تقاربه خارج دائرة نصف قطرها r / حيث r لها قيمة محدودة ولا تساوي ∞ أي $|z| > r$ $r < \infty$

• النظام المستقر في مستوى Z : يجب أن تتضمن منطقة تقاربه الدائرة الواحدية وأن تتوضع أقطابه ضمن الدائرة الواحدية

⟸ حتى يكون مستقر وسببي : يجب أن تكون ~~...~~ .. (التقاطع الشرطين السابقين)

$r < 1$

• الأقطاب والأصفار :

$$G_0 \cdot Z^{-M+N} \cdot \frac{\prod_{k=1}^{M} (Z - Z_k)}{\prod_{k=1}^{N} (Z - P_k)}$$

Pole : N

Zero : M

• الحالات :

$N > M$ $|N - M|$ Zeros

$M > N$ $|N - M|$ Poles

• الأقطاب والأصفار العقدية تأتي بشكل أزواج مترافقة .

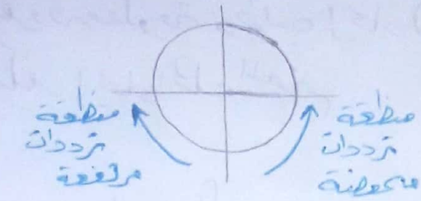
• اذا كان صفر = قطب (له نفس المطال والطور) ملغيان لبعضهما البعض .

• فكرة هامة : زوايا الأصفار في مستوي Z هي الترددات الممنوعة من المرور وهي تكافئ الانعدامات في مطال الاستجابة الترددية في مستوي فورييه .

• $y(n) = x(n) \cdot H(\pi)$ ؛ $H(\pi)$ هي الاستجابة الترددية عند التردد الذي يحمله $x(n)$

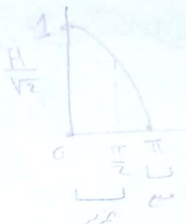
• قوانين :

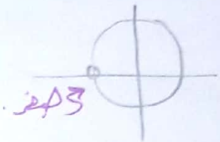
		ROC
$\delta(n)$	$\xrightarrow{Z} 1$	$\forall Z$
$u(n)$	$\Rightarrow \dfrac{Z}{Z-1}$	$\lvert Z\rvert > 1$; $u(n-n_0) \leftrightarrow \dfrac{Z^{-n_0}}{1-Z^{-1}}$
$-u(-n-1)$	$\Rightarrow \dfrac{Z}{Z-1}$	$\lvert Z\rvert < 1$
$a^n . u(n)$	$\Rightarrow \dfrac{Z}{Z-a}$	$\lvert Z\rvert > a$
$-b^n(-n-1)$	$\Rightarrow \dfrac{Z}{Z-b}$	$\lvert Z\rvert < b$



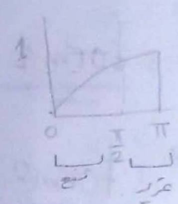
• المرشحات :

• Lpf تمرير الترددات المنخفضة ومنع الترددات العالية

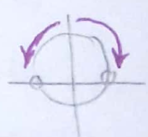


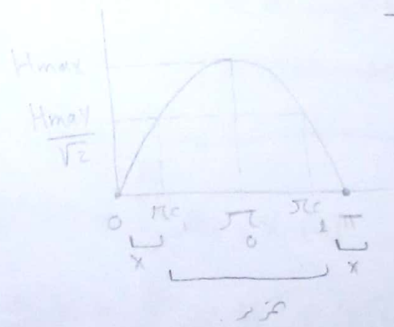


• Hpf تمرير الترددات المرتفعة ومنع الترددات المنخفضة

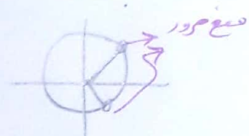


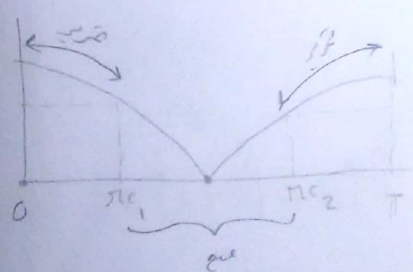
• Bpf تحذف الترددات العالي والمنخفض
مرشح تمرير حزمة وتمرير الحزمة التي بينهما





• BSF مرشح منع حزمة لمنع حزمة معينة من العبور





Linear phase Digital Filter with FIR:

المرشح متناظر $h(n) = h(N-n)$

(1) N زوجي — $|H(\pi)| = 0$ *

(2) N فردي // لا يصلح Hpf <= فوراً مرشح Lpf

المرشح غير متناظر $h(n) = -h(N-n)$

(3) N زوجي // يصلح Bpf — $H(0) = H(\pi) = 0$ *

(4) N فردي // لا يصلح Lpf <= فوراً مرشح Hpf — $|H(0)| = 0$ *

N درجة المرشح

$N+1 = L$ ← طول المرشح.

type 1: $$\tilde{H}(\Omega) = h\left(\frac{N}{2}\right) + 2\sum_{n=1}^{N/2} h\left(\frac{N}{2} - n\right) \cdot \cos n\Omega$$

type 2: $$\tilde{H}(\Omega) = 2\sum_{n=1}^{\frac{N+1}{2}} h\left(\frac{N+1}{2} - n\right) \cdot \cos\left(n - \frac{1}{2}\right)\Omega$$

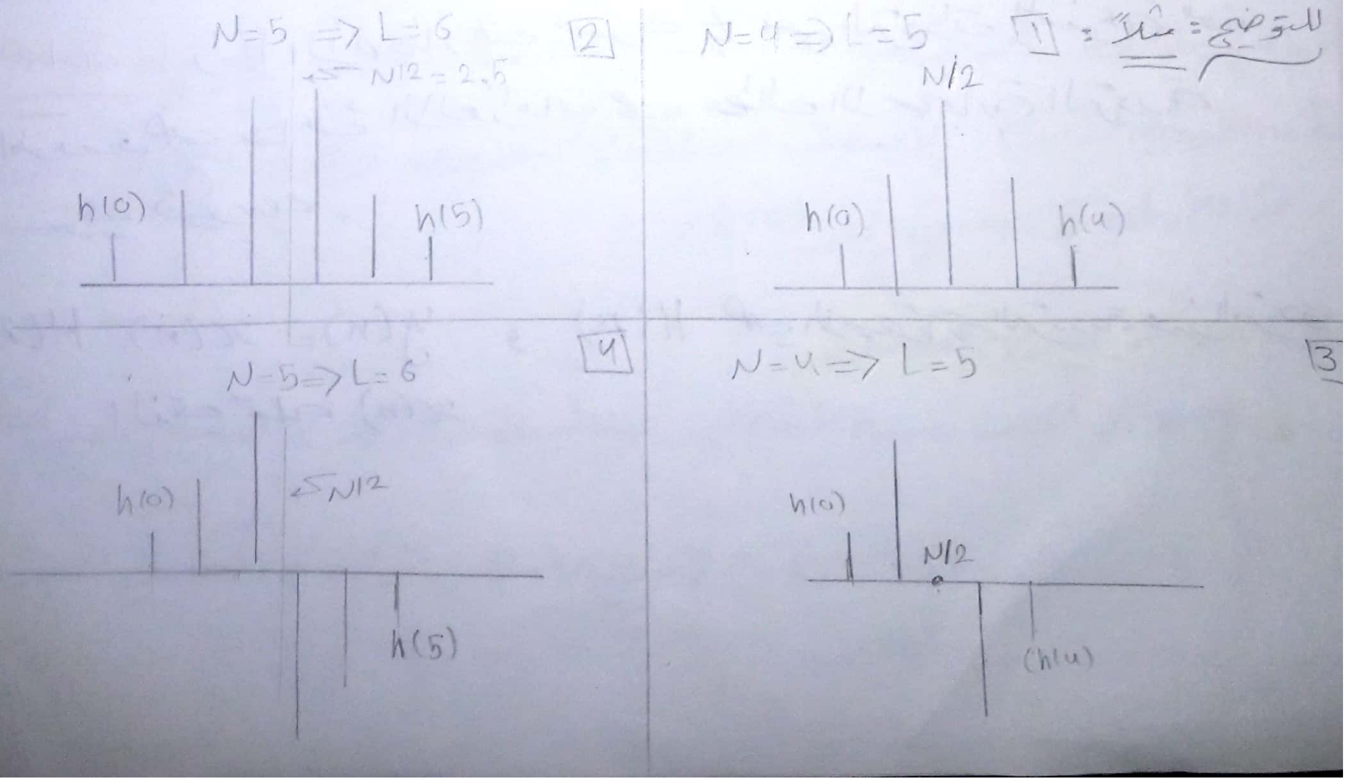
(1), (2) $\boxed{H(z) = z^{-N} \cdot H(z^{-1})}$

type 3: $$\tilde{H}(\Omega) = 2\sum_{n=1}^{N/2} h\left(\frac{N}{2} - n\right) \cdot \sin n\Omega$$

type 4: $$\tilde{H}(\Omega) = 2\sum_{n=1}^{N+1/2} h\left(\frac{N+1}{2} - n\right) \cdot \sin\left(n - \frac{1}{2}\right)\Omega$$

(3), (4) $\boxed{H(z) = -z^{-N} \cdot H(z^{-1})}$

للتوضيح : مثلاً :



FIR . أصفار فقط بدون أقطاب.

• Lpf : مانو ممرر الترددات المنخفضة - ويمنع العالية => معناها عندي

صفر عند (1-) =>

$$H(Z) = G.\frac{Z-(-1)}{\cancel{Z}} = G\frac{Z+1}{\cancel{Z}}$$

شرط التمرير $H(0) = 1$

$$\boxed{H(Z) = G.(Z+1)}$$

• Hpf : ممرر الترددات العالية - يمنع المنخفضة => معناها عندي صفر عند

(1) =>

$$H(z) = \frac{Z-(1)}{\cancel{Z}}$$

شرط التمرير $H(\pi) = 1$

$$\boxed{H(Z) = G.(Z-1)}$$

• Bpf : يحذف الترددين العالي والمنخفض ويمرر ما بينهما => معناها عندي

صفرين عند (1) و (1-).

شرط التمرير $H(\frac{\pi}{2}) = 1$ (الطاقة العظمى عند التردد المركزي).

$$\boxed{H(Z) = G\,(Z-1)(Z+1)}$$

• Bsf : يمنع الترددين ω_0 ومرافقه ω_0.

لا يوجد شرط للتمرير.

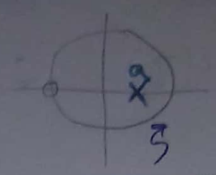
$$\boxed{H(Z) = G.\frac{(Z-e^{j\omega_0})(Z-e^{-j\omega_0})}{\cancel{Z}}}$$

Scanned by CamScanner

I: أصفار وأقطاب.

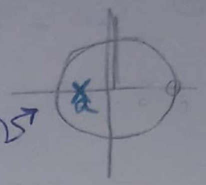
: Lpf

$H(z) = G\frac{(z+1)}{z-a}$; a يحدد مطال القطب ويتحكم بمجال التمرير من خلال علاقتها مع تردد القطع



$\cos \pi_c = \frac{2a}{1+a^2}$

: Hpf



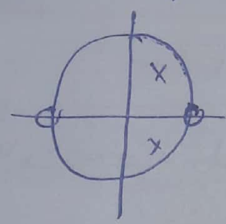
$H(z) = G\frac{z-1}{z+a}$

$\cos \pi_c = \frac{-2a}{1+a^2}$

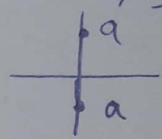
: Bpf — القطب حسب وين التردد المركزي:

$H(z) = G\frac{(z-1)(z+1)}{(z-ae^{-j\pi})(z-ae^{+j\pi})}$

$\cos 2\pi_c = \frac{-2a^2}{1+a^4}$

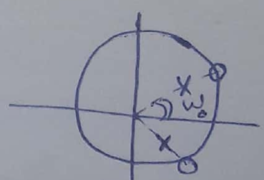


مثلاً لو كانت $f_0 = \frac{\pi}{2}$ ؛ منعوض $a\,e^{+j\frac{\pi}{2}}$ مطالها a، زاويتها $\frac{\pi}{2}$



: Bsf

$H(z) = G\frac{(z-e^{j\pi})(z-e^{-j\pi})}{(z-re^{j\pi})(z-re^{-j\pi})}$



($w_0 = \pi$) المرجوعة عندها الاقطاب والاصفار

^^