

# XỬ LÝ TIN HIỆU SỐ

## §1 Các khái niệm cơ bản về xử lý tín hiệu số

+) Phân nghĩa cơ bản về xử lý tín hiệu số

- Tin hiệu: dùng để chỉ một đại lượng vật lý mang tính từ. Về mặt toán học ta có thể mô tả tin hiệu như là một hàm theo biến ( $t$ ),  $\theta$  góc hay các biến đối lập  $x$

- Phản hồi

+ Tin hiệu liên tục (tiếng tự)  $\leftarrow$  biến liên tục

biến liên tục

+ Lấy mẫu với chu kỳ  $T$  ( $\rightarrow$  tin hiệu lấy mẫu)

{ Tần số lấy mẫu  $F_s \geq f_{\text{max}}$  ( $\rightarrow$  lý lấy mẫu Nyquist)

(Khi  $F_s = f_{\text{max}}$   $\rightarrow F_s = f_{\text{max}}$ )

( $F_s$ : tần số lấy mẫu)

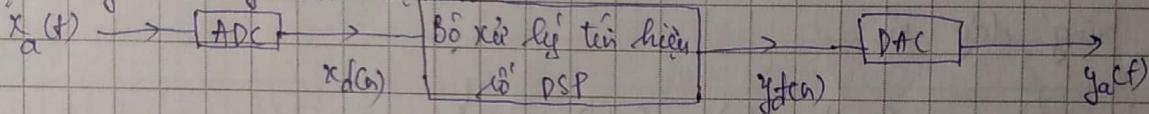
+ Tin hiệu rời rạc ( $x[n]$ ) (n + 1 là nguyên)

+ Chọn các mức lượng tử

+ Tin hiệu số lượng tử hóa

+ Biểu diễn nhị phân cách nhau

- Hệ thống xử lý tín hiệu số



- Bộ xử lý tín hiệu số DSP (Digital Signal Processor) có thể là một mạch logic, một máy tính số hoặc là một bộ vi xử lý lập trình chủ.

\*) Ứng dụng của xử lý tín hiệu số

\*) Xử lý tín hiệu số và tiếng tự

- Ưu điểm: + Tính linh hoạt

+ Tính lập trình

+ Tính lập trình

+ Nền dữ liệu

+ Tính lập đặt

+ Chi phí cho thực hiện thuật toán số nhỏ  
hơn, thuận tiện

tiếng tự

- Nhược điểm: Tuyệt đối xem lý của các biến không rõ thường chiếm thời gian cao, biến không liên tục do bị phân thuộc vào thời điểm của biến số biến đổi A/D & D/A và thời điểm của biến số lý  $\rightarrow$  thông thường của tín hiệu có thời xem lý hỏi cao, biến không rõ thời gian là số vốn lớn so với tín hiệu số lý bởi các biến không rõ thời gian.

\*) Vấn đề thiết kế mạch lọc:

- Mạch lọc tần số là những mạch lọc cho 1 dải động có tần số nằm trong một hay một số khoảng nhất định đã qua (gọi là dải thông) và chặn các dải động có tần số nằm ngoài kia và khoảng còn lại (gọi là dải chia)

- Có 2 kiểu bộ lọc chính

+ Bộ lọc thông tự: là một mạch điện tử thông tự bao gồm: điện trở, tụ điện, bộ khuếch đại, khuếch đại, khuếch đại ghép với nhau theo 1 số đồ họa cụ thể

+ Bộ lọc số: dùng 1 chip DSP để xử lý (cơ may tính). Khi xử lý tín hiệu thì tín hiệu số tin hiệu p đi qua bộ ADC, sau khi xử lý xong đi qua bộ DAC

- Nếu xét về dải ứng rộng xung có thời gian cao, bộ lọc sẽ thành bộ lọc chính là bộ lọc có dải ứng rộng hơn hạn FIR và bộ lọc có dải ứng rộng шир hơn FIR

- Nếu xét về dải ứng tần số biến đổi có thời gian cao sẽ được chia thành 4 loại: bộ lọc thông thấp, thông cao, thông dài, chia dài

## §2. Biểu diễn tín hiệu & hệ thống rời rạc

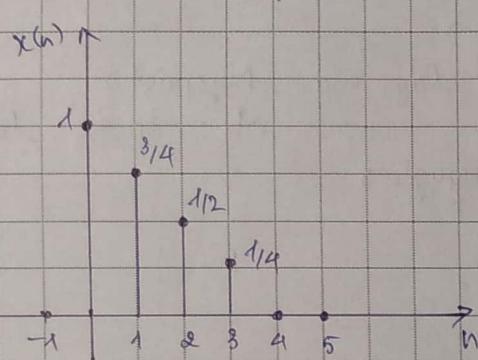
1) Biểu diễn tín hiệu rời rạc

- Biểu diễn = toán học

$$x(n) = \begin{cases} \text{Biểu thức toán} & N_1 \leq n \leq N_2 \\ 0 & n \text{ còn lại} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow x(n) = \begin{cases} 1 - \frac{n}{4} & 0 \leq n \leq 4 \\ 0 & n \text{ còn lại} \end{cases}$$

- Biểu diễn = đồ thị



$$x(n) = \begin{cases} 1 - \frac{n}{4} & 0 \leq n \leq 4 \\ 0 & n \text{ còn lại} \end{cases}$$

- Biểu diễn bằng dãy số

$$x(n) = \left\{ \dots, x(n-1), \underset{n}{x(n)}, x(n+1), \dots \right\}$$

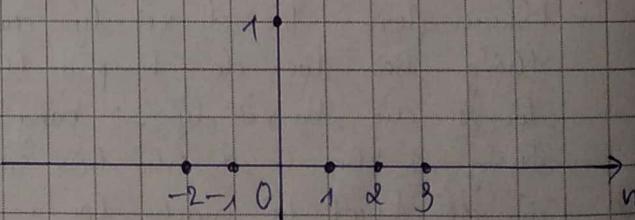
$$x(n) = \left\{ \underset{0}{1}, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4} \right\}$$

2) Các dãy tín hiệu có bản

a) Dãy riêng đơn vị

$$\delta(n) = \begin{cases} 1 & n=0 \\ 0 & n \neq 0 \end{cases}$$

$$\delta(n)$$

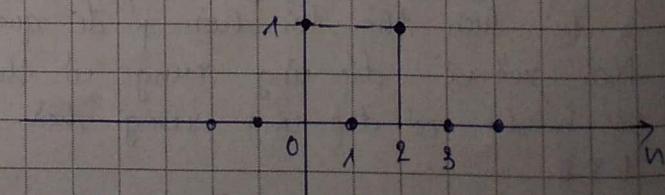


\* Viết biểu thức toán học và vẽ đồ thị của dãy \delta(n-2)

$$\delta(n-2) = \begin{cases} 1 & n-2=0 \\ 0 & n-2 \neq 0 \end{cases}$$

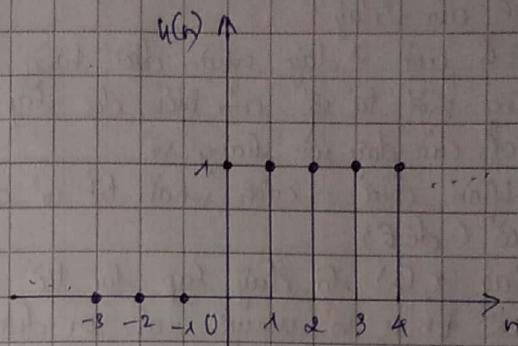
$$= \begin{cases} 1 & n=2 \\ 0 & n \neq 2 \end{cases}$$

$$\delta(n-2)$$



b) Dãy nhảy đơn vị:

$$u(n) = \begin{cases} 1 & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$$

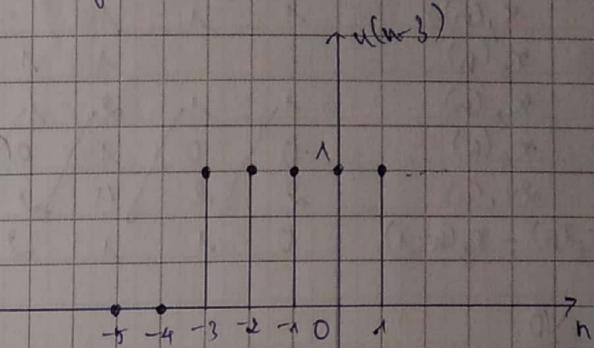


Viết biểu thức toán học và vẽ đồ thị của dãy u(n+3)

$$u(n+3) = \begin{cases} 1 & n+3 \geq 0 \\ 0 & n+3 < 0 \end{cases}$$

$$\leftarrow \begin{cases} 1 & n \geq -3 \\ 0 & n < -3 \end{cases}$$

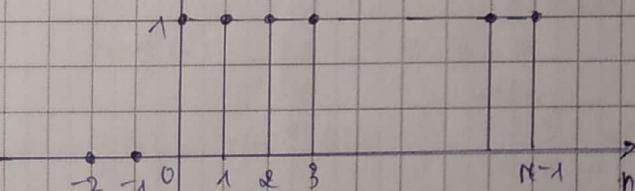
$\xrightarrow{f_1(n)}$   $\xrightarrow{f_2(n)}$   $\xrightarrow{f_3(n)}$



c) Dãy chữ in hoa

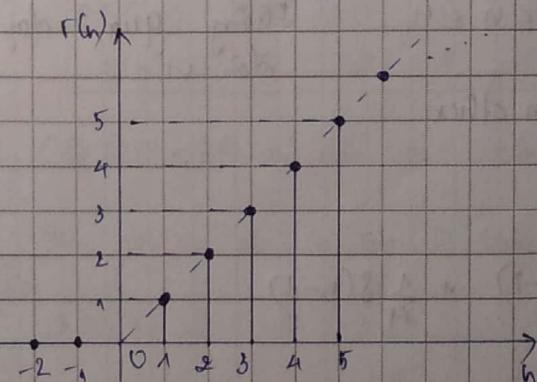
$$\text{rect}_N(n) = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\uparrow \text{rect}_N(n)$$



d) Dãy đơn vị đồng vị

$$r(n) = \begin{cases} n & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$$



Viết biểu thức toán học và vẽ đồ thị của dãy rect\_5(n+1)

$$\text{rect}_5(n+1) = \begin{cases} 1 & 0 \leq n+1 \leq 4 \\ 0 & \text{otherwise} \\ +1 & -5 \leq n \leq 3 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Viết biểu thức toán học và vẽ đồ thị của dãy r(n-2)

$$r(n-2) = \begin{cases} n-2 & n \geq 2 \\ 0 & n \leq 2 \end{cases}$$

3) Các phép toán thuận tiện cho các dãy số rời rạc

a) Tính hai dãy

Tổng của các dãy nhận định bằng cách cộng từng số một cách ghi mảng  
đối với cùng một giá trị của biến số đếm lặp

b) Tích của 2 dãy

Tích của 2 dãy nhận định bằng cách nhân từng phần một cách riêng mảng số

cùng một túi số của biến đổi lặp

c) Tích của dãy với hằng số

Nhân chia = cách nhân hằng số với các phần của dãy n chia bằng số đó

d) Tích (dịch)

Dãy  $x_1(n)$  là dãy lặp lại từ  $x_1(n)$  + nếu ta có  $x_2(n) = x_1(n-a)$   
với  $a \in \mathbb{N}$  và nguyên |a| or dương

VD.

n	0	1	2	3	...
$x_1(n)$	1	1	1		
$x_2(n)$			1	1	...
$x_3(n)$	1	1	2	1	(phép cộng)
$x_4(n)$	0	0	1	0	(phép nhân)
$x_5(n) = x_2(n-1)$	0	1	1	2	1 (phép dịch)

VD.

a) Biểu diễn dãy  $\text{rect}_4(n-1)$  thông qua 2 dãy nhảy chỉ

Dãy nhảy:  $u(n)$

$$u(n-1) = \begin{cases} 1 & n \geq 1 \\ 0 & n < 1 \end{cases}$$

$$\text{rect}_4(n-1) = \begin{cases} 1 & 1 \leq n \leq 4 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$u_x(n) = \begin{cases} 1 & n \geq 0 \\ 0 & n < 0 \end{cases}$$

$$u_x(n-1) = \begin{cases} 1 & n \geq 1 \\ 0 & n < 1 \end{cases}$$

$$u_x(4-n) = \begin{cases} 1 & n \leq 4 \\ 0 & n > 4 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{rect}_4(n-1) = u_x(n-1) \cdot u_x(4-n)$$

$$u_n = u(n-1) - u(n-5)$$

b) Biểu diễn dãy  $x(n) = \begin{cases} 1 - \frac{n}{4} & 0 \leq n \leq 4 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$

thông qua dãy riêng  
đơn vị

$$x(n) = \left\{ 1; \frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{1}{4} \right\}$$

$$x(n) = \delta(n) + \frac{3}{4} \delta(n-1) + \frac{1}{2} \delta(n-2) + \frac{1}{4} \delta(n-3)$$

$$\text{VD} \quad \text{Cho } x_1(n) = -2 \text{rect}_2(-n+1) + \delta(n+1) + \frac{1}{4} \delta(n-3)$$

$$x_2(n) = u(n-1)$$

$$\text{Tính } y_1(n) = x_1(n) * x_2(n)$$

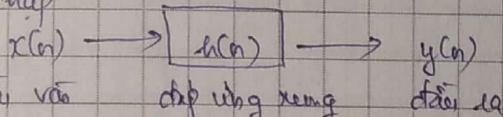
$$y_2(n) = x_1(n) \cdot x_2(n)$$

$$y_3(n) = y_1(n+2)$$

$$y_4(n) = y_3(n-1)$$

n	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	.	.
$x_1(n)$	0	0	-2	-1	-2	-2	0	1	0		
$x_2(n)$	0	0	0	0	0	1	1	1	1		
$y_1(n)$	0	0	-2	-1	-2	-1	1	2	1		
$y_2(n)$	0	0	0	0	0	-2	0	1	0		
$y_3(n)$	-2	-1	-2	-1	1	2	1				
$y_4(n)$				-2	-1	-2	-1	1	2		

a) Tích chập



- Tích chập

$$y(n) = x(n) * h(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k) \cdot h(n-k)$$

VD1 Cho FTTT - BB có đáp ứng xung  $h(n) = \text{rect}_2(n-1)$ . Tính điều ra  $y(n)$  của hệ thống  
không biết điều vào  $x(n) = 2\text{rect}_2(n)$

Ghi:

$$\text{rect}_2(n-1) = \begin{cases} 2 & 0 \leq n-1 \leq 2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} = \begin{cases} 1 & 1 \leq n \leq 3 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$2\text{rect}_2(n) = \begin{cases} 2 & 0 \leq n \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$y(n) = x(n) * h(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(k) \cdot h(n-k) = \sum_{k=0}^1 2h(n-k)$$

$$(x(k) = \begin{cases} 2 & 0 \leq k \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}) \quad = 2h(n) + 2h(n-1)$$

n	0	1	2	3	4	.
$2h(n)$	0	2	2	2	0	.
$2h(n-1)$	0	0	2	2	2	.
$y(n)$	0	2	4	4	2	

$$\text{VD2. Cho FTTT - BB với điều vào } x(n) = \begin{cases} 1 - \frac{n}{4} & 0 \leq n \leq 4 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Tính điều ra  $y(n)$  của hệ thống, không biết đáp ứng xung  $h(n) = 2\delta(n-2) + 3\delta(n)$

Ghi:

$$2\delta(n-2) = \begin{cases} 2 & n=2 \\ 0 & n \neq 2 \end{cases}$$

$$3\delta(n) = \begin{cases} 3 & n=0 \\ 0 & n \neq 0 \end{cases}$$

$$y(n) = x(n) * h(n) = \sum_{k=0}^4 x(k) \cdot h(n-k) = \frac{3}{4}h(n-1) + \frac{1}{2}h(n-2) + \frac{1}{4}h(n-3)$$

$n$	0	1	2	3	4	5
$h(n)$	3	0	2	0	0	0
$\frac{3}{4}h(n-1)$	$\frac{9}{4}$	0	$\frac{6}{4} = \frac{3}{2}$	0	0	
$\frac{3}{8}h(n-2)$		$\frac{3}{2}$	0	1	0	
$\frac{3}{16}h(n-3)$			$\frac{3}{4}$	0	$\frac{1}{2}$	
$y(n)$	3	$\frac{9}{4}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{9}{4}$	1	$\frac{1}{2}$

5) Phép tính sai phân huyền - hệ số hàng

$$\sum_{k=0}^N q_k y(n-k) = \sum_{r=0}^M b_r x(n-r)$$

↓                          ↓  
dấu ra                  dấu vào  
hệ số hàng

N, M: các số nguyên dương  
N là bậc của pt sai phân  
 $q_k, b_r$  là hệ số

VD.  $y(n) - 3y(n-1) = x(n) + b_1x(n-2)$

\*) Giải pt sai phân huyền - hệ số hàng = pt n tổng quát

B1. Tìm n TQ của pt thuận nhất

- pt sai phân thuận nhất có dạng  $\sum_{k=0}^N q_k y(n-k) = 0$  (1)

- Gọi n của pt này là  $y_p(n) = a^n$ . Thay vào pt (1) ta có

$$\sum_{k=0}^N q_k \cdot a^{n-k} = 0 \Leftrightarrow q_0 a^N + q_1 a^{N-1} + \dots + q_N a^{n-N} = 0$$

$$\Leftrightarrow a^{n-N} (q_0 a^N + q_1 a^{N-1} + \dots + q_N) = 0$$

+  
đa thức đặc trưng

$$\Rightarrow pt đặc trưng  $q_0 a^N + q_1 a^{N-1} + \dots + q_N = 0$$$

pt này có N nghiệm  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N$ .

- Gls các n này là n của tần số:  $y_p(n) = A_1 \alpha_1^n + A_2 \alpha_2^n + \dots + A_N \alpha_N^n$

B2. Tìm n riêng  $y_p(n)$  của pt

$$\sum_{k=0}^N q_k y(n-k) = \sum_{r=0}^M b_r x(n-r)$$

Chia dạng của  $y_p(n)$  giống g chia dạng của  $x(n)$

B3. Tìm n TQ của pt sai phân  $y(n) = y_o(n) + y_p(n)$

B4. Rút vào dtk ban đầu để tìm các hệ số.

VD. Giải pt sp huyền - hệ số hàng

$$y(n) + 3y(n-1) = x(n)$$

Và dtk  $y(-1) = 0$ , ban đầu  $x(n) = n$ .

Giải:

$$\begin{aligned}
 \text{B2. Tìm } y_0(n) & \quad y(n) + \alpha y(n-1) = 0 \\
 (\text{Chọn} \quad \text{dạng} \quad n \quad y_0(n) = a^n \Rightarrow a^n + \alpha a^{n-1} = 0 \\
 & \Rightarrow a^{n-1}(a + \alpha) = 0 \\
 & \Rightarrow a = -\alpha \\
 \Rightarrow y_0(n) & = A(-\alpha)^n
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{B2. Tìm } n \text{ liêng } y_p(n) \text{ của pt sai phán } y(n) + \alpha y(n-1) = 0 \\
 (\text{Chọn} \quad \text{dạng} \quad \text{của} \quad y_p(n) \quad \text{giống} \quad \text{dạng} \quad \text{của} \quad x(n) \quad \text{nein} \\
 y_p(n) = Bn + C \Rightarrow Bn + C + \alpha B(n-1) + \alpha C = 0 \\
 \Rightarrow (B\alpha - 1)n + BC - \alpha B = 0 \\
 \Rightarrow \begin{cases} B = \frac{1}{\alpha} \\ C = \frac{\alpha B}{\alpha - 1} \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$\text{B3. Tìm } n \text{ TQ} \text{ của pt sai phán } y(n) = y_0(n) + y_p(n) = A(-2)^n + \frac{1}{3}n + \frac{2}{9}$$

$$\begin{aligned}
 \text{B4. Với } y(-1) = 0 \text{ thay vào tac} \\
 y(n) = A(-2)^{-1} + \frac{1}{3}(-1) + \frac{2}{9} = 0 \Rightarrow A = \frac{2}{9}
 \end{aligned}$$

$$\text{Vậy } y(n) = \frac{2}{9}(-2)^n + \frac{1}{3}n + \frac{2}{9}$$

5) Phân tích tín hiệu và hệ thống với đặc tính mien và vong mien tien so

5.1 Phân tích tín hiệu và hệ thống với đặc tính mien tien.

a) Biến đổi z.

$$- Biến đổi z của phia (ZT) \quad X(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) z^{-n}$$

$$- Biến đổi z của phia Z'(ZT) \quad X'(z) = \sum_{n=0}^{\infty} x(n) z^{-n}$$

- Mien hoi tu cua biến đổi z là tập hợp tất cả các giá trị của z mà tại đó X(z) tồn tại. (còn gọi là RC[X(z)])

VĐ1.

$$x(n) = \text{rect}_4(n+2) = \begin{cases} 1 & -2 \leq n \leq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$X(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) z^{-n} = \sum_{n=-2}^1 z^{-n} = z^2 + z + z^0 + z^{-1}$$

$$X'(z) = \sum_{n=0}^{\infty} x(n) z^{-n} = \sum_{n=0}^1 z^{-n} = z^0 + z^{-1}$$

$$\underline{\text{VĐ2}}. \quad x(n) = (n+3) \text{ rect}_3(n-2)$$

$$x(n) = (n+3) \text{ rect}_3(n-2) = \begin{cases} n+3 & -2 \leq n \leq 4 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 \Rightarrow X(z) - X'(z) & = \sum_{n=2}^4 (n+3) z^{-n} \\
 & = 5 \cdot z^{-2} + 6 \cdot z^{-3} + 7 \cdot z^{-4}
 \end{aligned}$$

b) Phân tích hệ thống với đặc biến z.

Đồng thời muốn:

Mô hình 1

$$x(n) \rightarrow [h(n)] \rightarrow y(n) = x(n)^* h(n)$$

Mô hình 2

$$x(z) \rightarrow [H(z)] \rightarrow Y(z) = X(z) \cdot H(z)$$

$h(n) \stackrel{z^{-1}}{\leftrightarrow} H(z)$  gọi là hàm truyền đặc

$$\Rightarrow H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$$

VD. Cho pt sai phân hàng tim  $H(z)$

$$6y(n) - 5y(n-1) + y(n-2) = x(n) - 2x(n-1)$$

$z^{-1}$  cả về cả pt

$$6Y(z) + 5z^{-1}Y(z) + z^{-2}Y(z) = X(z) - 2z^{-1}X(z)$$

$$Y(z)(6 + 5z^{-1} + z^{-2}) = X(z)(1 - 2z^{-1})$$

$$\Rightarrow H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1 - 2z^{-1}}{6 + 5z^{-1} + z^{-2}} = \frac{z^2 - 2z}{6z^2 + 5z + 1} \quad \begin{aligned} zp_1 &= \frac{1}{3} \\ zp_2 &= -\frac{1}{2} \end{aligned}$$

\* Số ôn định của HTTT BB nhằm qua

Hệ thống tuyến tính,因果系統 nhằm qua sẽ ôn định nếu bết cá các điểm xác của hàm truyền đặc năm đg hàn đri

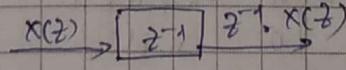
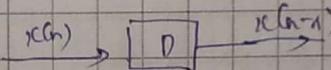
( $X(z)$  |  $y_0$  của mìn)

$$\text{dk} \Leftrightarrow (|z_{p_k}| < 1)$$

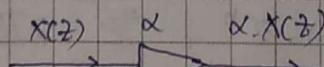
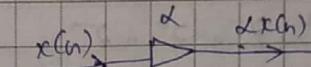
✓ Hệ thống có ôn định  $z_{p_1} = \frac{1}{3}$ ,  $z_{p_2} = -\frac{1}{2}$  nên hệ thống ôn định vĩ cù & d'cù đều mìn cù dk mìn đri

\* Các phần tử thực hiện thông

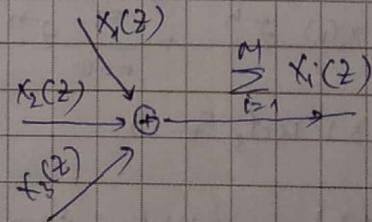
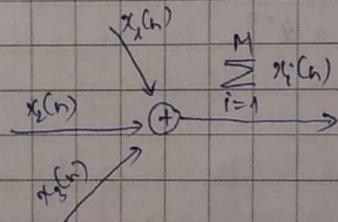
Típ



Nhân v  
hàng số



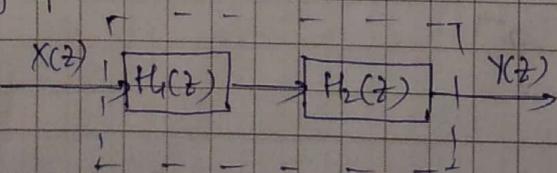
Cộng



muti n

\* Phản hồi hệ thống

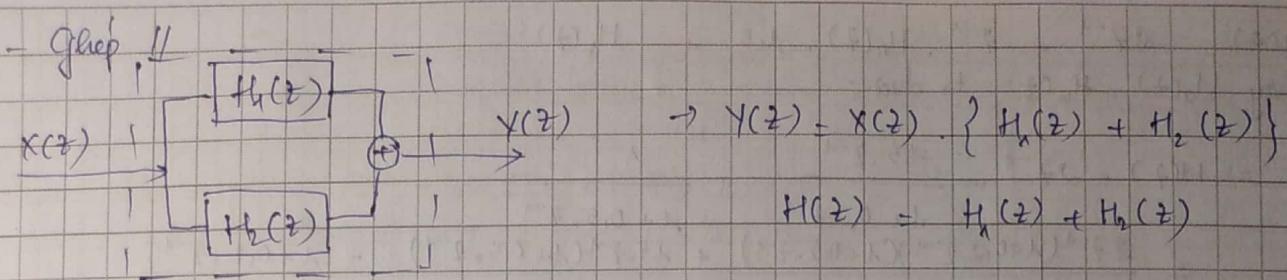
- Ghipt nt



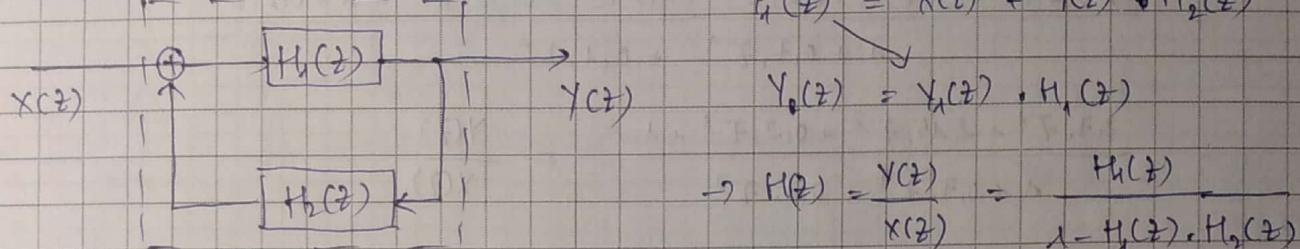
Mô hình 2

$$Y(z) = X(z) \cdot H_1(z) \cdot H_2(z)$$

$$H(z) = H_1(z) \cdot H_2(z)$$



- Ghiệp phair hối



H<sub>2</sub>(?) : khói (khêch dài)

$H_b(z)$ : khái niệm bài

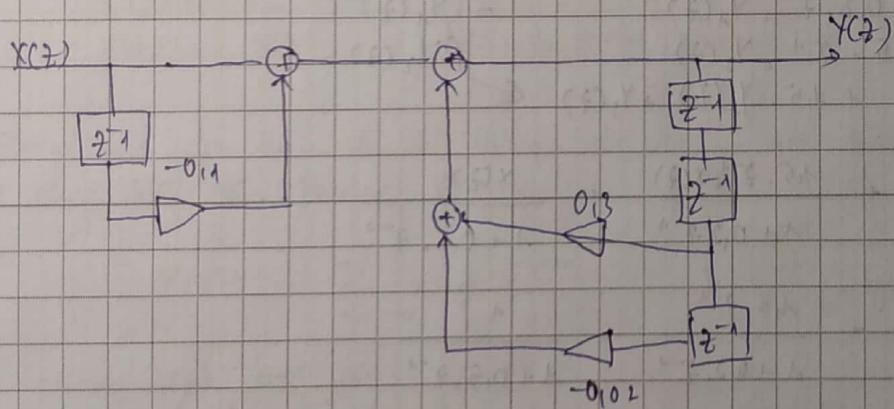
10. Cho  $\Delta ABC$  có  $\hat{c}$  là cạnh huyền,  $H$  là hình chiếu của  $A$  lên  $BC$ . Hãy vẽ  $\Delta$  khác  $\Delta ABC$  sao cho  $\hat{c}$  là cạnh huyền và  $H$  là hình chiếu của  $A$  lên  $BC$ .

$$y(n) \Rightarrow 0.8 y(n-1) + 0.02 y(n-3) = x(n) - 0.1x(n-1)$$

Giáo

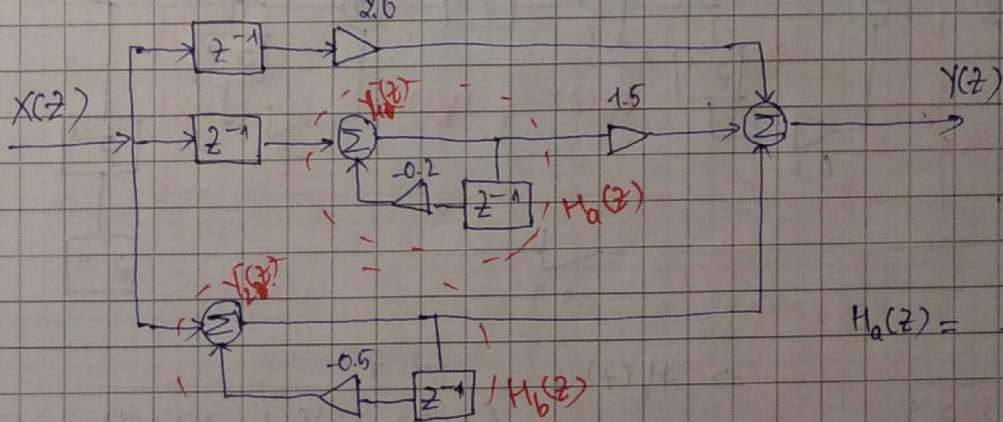
$$y(n) = x(n) - 0,1x(n-1) + 0,3y(n-2) - 0,02y(n-3)$$

$$\Rightarrow y(z) = x(z) - 0,1z^{-1} \cdot x(z) + 0,3 z^{-2} \cdot y(z) - 0,02 z^{-3} \cdot y(z)$$



$\text{(*)}$  Đề bài: Tìm  $f(z) \rightarrow$  pt sai phân

C1. Chia nǎo lúthóng cùa các khái mồi lì, nhí, khái tiếp



$$H_a(z) = \frac{1}{1 + 0.2 \cdot z^{-1}}$$

$$H_b(z) = \frac{1}{1 + 0.5 \cdot z^{-1}}$$

$$\rightarrow H(z) = 2z^{-1} + z^{-1} \cdot H_a(z) \cdot 1,15 + H_b(z)$$

Thay  $H_a(z)$ ,  $H_b(z)$  ta có:

$$\begin{aligned} \Rightarrow H(z) &= 2z^{-1} + \frac{1,15 \cdot z^{-1}}{1+0,2 \cdot z^{-1}} + \frac{1}{1+0,5 \cdot z^{-1}} \\ &= \frac{2 \cdot z^{-1} (1+0,12 \cdot z^{-1}) (1+0,5 \cdot z^{-1})}{(1+0,12 \cdot z^{-1}) (1+0,5 \cdot z^{-1})} + \frac{1,15 \cdot z^{-1} (1+0,5 \cdot z^{-1})}{(1+0,12 \cdot z^{-1}) (1+0,5 \cdot z^{-1})} + \frac{1}{1+0,2 \cdot z^{-1}} \\ &= \frac{2z^{-1} + z^{-2} + 0,14z^{-1} + 0,12 \cdot z^{-3} + 1,15z^{-1} + 0,75 \cdot z^{-2} + 1 + 0,2 \cdot z^{-1}}{1+0,7 \cdot z^{-1} + 0,1 \cdot z^{-2}} \\ &= \frac{3,7 \cdot z^{-1} + 2,15 \cdot z^{-2} + 0,12 \cdot z^{-3} + 1}{1+0,7 \cdot z^{-1} + 0,1 \cdot z^{-2}} = \frac{Y(z)}{X(z)} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow Y(z) = (1+0,7 \cdot z^{-1} + 0,1 \cdot z^{-2}) \cdot X(z) = X(z) \cdot (3,7 \cdot z^{-1} + 2,15 \cdot z^{-2} + 0,12 \cdot z^{-3} + 1)$$

$$( \Leftarrow ) \quad Y(z) + 0,7 \cdot z^{-1} \cdot Y(z) + 0,1 \cdot z^{-2} \cdot Y(z) = 3,7 \cdot z^{-1} \cdot X(z) + 2,15 \cdot z^{-2} \cdot X(z) + 0,12 \cdot z^{-3} \cdot X(z) + X(z)$$

$$( \Leftarrow ) \quad y(n) + 0,7 \cdot y(n-1) + 0,1 \cdot y(n-2) = 3,7 \cdot x(n-1) + 2,15 \cdot x(n-2) + 0,12 \cdot x(n-3) + x(n)$$

Các bước phai (đến sao cuối bộ cộng để 1 biến phai)

$$Y_1(z) = 2z^{-1} \cdot X(z) - 0,2 \cdot z^{-1} \cdot Y_1(z) \Rightarrow (Y_1(z)) =$$

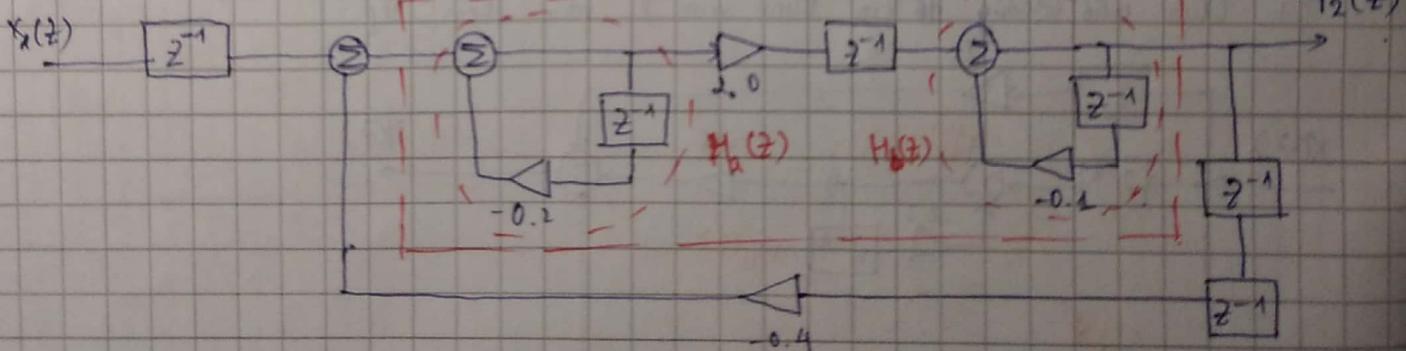
$$Y_2(z) = X(z) - 0,5 \cdot z^{-1} \cdot Y_2(z) \Rightarrow (Y_2(z)) =$$

$$Y(z) = 2 \cdot z^{-1} \cdot X(z) + 1,15 \cdot Y_1(z) + Y_2(z) \leftarrow$$

$$= 2 \cdot z^{-1} \cdot X(z) + \frac{1,15 \cdot z^{-1} \cdot X(z)}{1+0,2 \cdot z^{-1}} + \frac{X(z)}{1+0,5 \cdot z^{-1}}$$

$$\Rightarrow \frac{Y(z)}{X(z)} = 2 \cdot z^{-1} + \frac{1,15 \cdot z^{-1}}{1+0,2 \cdot z^{-1}} + \frac{1}{1+0,5 \cdot z^{-1}}$$

VI. Tóm  $H(z)$  & viết pt sai phân (1) mien v



$$H_a(z) = \frac{1}{1+0,2 \cdot z^{-1}}$$

$$\Rightarrow H_c(z) = \frac{2 \cdot z^{-1}}{(1+0,2 \cdot z^{-1})(1+0,1 \cdot z^{-1})}$$

$$H_b(z) = \frac{1}{1+0,1 \cdot z^{-1}}$$

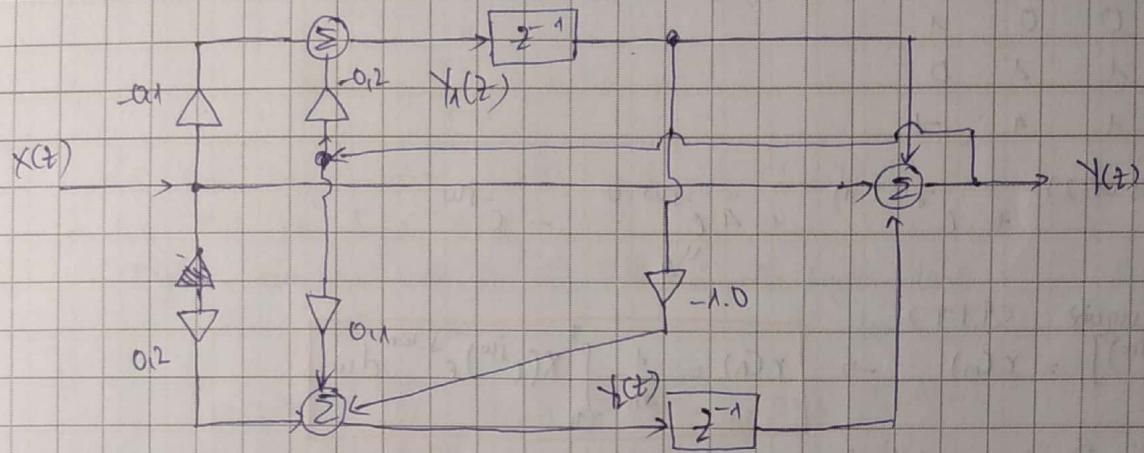
$$= \frac{2z^{-1}}{1+0,3 \cdot z^{-1} + 0,02 \cdot z^{-2}}$$

$$\Rightarrow H(z) = z^{-1} \cdot \frac{H_c(z)}{1 + H_c(z) \cdot z^{-2} \cdot 0.4} = \frac{z \cdot z^{-2}}{1 + 0.3 \cdot z^{-1} + 0.02 \cdot z^{-2} + 0.8 \cdot z^{-3}} \cdot \frac{Y(z)}{X(z)}$$

$$\Rightarrow Y(z) \cdot (1 + 0.3 \cdot z^{-1} + 0.02 \cdot z^{-2} + 0.8 \cdot z^{-3}) = X(z) \cdot z^{-2}$$

$$\Rightarrow y(n) - 0.3y(n-1) - 0.02y(n-2) - 0.8y(n-3) = 2x(n-2)$$

② VD. Tính  $H(z)$



$$Y_1(z) = -0.1 \cdot X(z) - 0.2 Y(z)$$

$$Y_2(z) = 0.1 \cdot X(z) + 0.1 Y(z) - z^{-1} Y_1(z)$$

$$Y(z) = X(z) + z^{-1} Y_1(z) + z^{-1} Y_2(z)$$

5.2. Phân tích tử vi và hệ thống rời rạc với miền tần số

\* FTN phép biến đổi Fourier (FTT)

$$X(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) e^{-j\omega n} \quad j^2 = -1$$

Các phương pháp biến đổi  $X(e^{j\omega})$

- Biến đổi Fourier dạng phân thức & phân đa:  $X(e^{j\omega}) = \text{Re}[X(e^{j\omega})] + j \text{Im}[X(e^{j\omega})]$

- Biến đổi Fourier dạng mẫu & Argument

$$X(e^{j\omega}) = |X(e^{j\omega})| e^{j\arg[X(e^{j\omega})]}$$

- Biến đổi Fourier dạng đồ lịm và pha

$$X(e^{j\omega}) = A(e^{j\omega}) e^{j\theta(\omega)}$$

Đồ lịm  
pha.

- Quan hệ giữa phô biến độ, phô pha vs phân thức, phân cảo như sau

$$|X(e^{j\omega})| = \sqrt{\text{Re}^2[X(e^{j\omega})] + \text{Im}^2[X(e^{j\omega})]}$$

modul (phô biến độ)

$$\arg[X(e^{j\omega})] = \arctg \frac{\text{Im}[X(e^{j\omega})]}{\text{Re}[X(e^{j\omega})]}$$

VD. Biến đổi Fourier của cái dãy a sau

$$x_s(n) = 38(n) - 8(n-1) + \text{rect}_3(n+2)$$

$$\delta(n) = \begin{cases} 1 & n=0 \\ 0 & n \neq 0 \end{cases}$$

$$\delta(n-1) = \begin{cases} 1 & n=1 \\ 0 & n \neq 1 \end{cases}$$

$$\text{rect}_2(n+2) = \begin{cases} 1 & -2 \leq n \leq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

n	-2	-1	0	1
$\delta(n)$	0	0	3	0
$\delta(n-1)$	0	0	0	1
$\text{rect}_2(n+2)$	1	1	1	0
$x(n)$	1	1	4	-1

$$\Rightarrow X(e^{j\omega}) = 1 \cdot e^{-j\omega(-2)} + e^{-j\omega(-1)} + 4e^{-j\omega \cdot 0} - e^{-j\omega}$$

"4"

④ Biến đổi Fourier ngược (IFT)

$$\text{IFT}[X(e^{j\omega})] = x(n) \rightarrow x(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} X(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega$$

\* So sánh biến đổi Fourier và bài 7

$$X(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) z^{-n} \Rightarrow X(z) \quad | \quad z = e^{j\omega} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) e^{-j\omega n} = \text{FT}[x(n)]$$

Như vậy: FT chính là ZT để đánh giá tính ổn định dob vì có mặt phẳng z

Nếu  $\text{RC}[X(z)]$  o chia hết cho  $(z - e^{j\omega})$  o

↓ miêu tả

⑤ Biểu diễn hệ số rác c) miêu tả số liên tục

Miêu n:  $x(n) \xrightarrow{h(n)} y(n) = x(n) * h(n)$

Miêu tên số w  $x(e^{j\omega}) \xrightarrow{H(e^{j\omega})} Y(e^{j\omega}) = X(e^{j\omega}) \cdot H(e^{j\omega})$

$$H(e^{j\omega}) = \frac{Y(e^{j\omega})}{X(e^{j\omega})} \quad H(e^{j\omega}) = |H(e^{j\omega})| \cdot e^{j\varphi(\omega)}$$

$H(e^{j\omega})$ : đáp ứng phản số của hệ thống

$|H(e^{j\omega})|$ : phổ biến độ của hệ thống

$\varphi(\omega)$ : đáp ứng pha của hệ thống

VD. Cho HTT-BB để mô tả bởi phương trình sai phân

$$y(n) - 0,6y(n-1) + 0,9y(n-2) = x(n) + 0,8x(n-1)$$

Tóm: đáp ứng tên số.

Giai:

$$H(e^{j\omega}) = H(z) \Big|_{z=e^{j\omega}} = \frac{Y(e^{j\omega})}{X(e^{j\omega})} = \frac{1 + 0,8e^{-j\omega}}{1 - 0,6e^{-j\omega} + 0,9e^{-j\omega}}$$

or

$$Y(e^{j\omega}) - 0,6e^{-j\omega} Y(e^{j\omega}) + 0,9e^{-j\omega} Y(e^{j\omega}) = X(e^{j\omega}) + 0,8e^{-j\omega} \cdot X(e^{j\omega})$$

$$y(t) \text{ Tín hiệu } y = \alpha \sin(\omega n \frac{f_1}{100t}) + 5 \cos(\omega n \frac{f_2}{300t}) + 4 \sin(\omega n \frac{f_3}{400t})$$

và tần số lặp mui là 1000 Hz

$$f_s \geq f_{\max} = 800$$

## §5. Bộ lọc số đáp ứng xung chiều dài hữu hạn FIR

1. Giới thiệu

- Bộ lọc FIR để mô tả bùn pt sai phân bậc 0 ( $N=0$ )

$$y(n) = \sum_{r=0}^M b_r x(n-r)$$

vô liêm tuyến tính:  $H(z) = b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_M z^{-M}$

\* Lọc FIR pha tuyến tính

- Nghịch đảo của bộ lọc là FIR có pha tuyến tính

$$\theta(\omega) = \beta - \alpha \omega \quad \alpha, \beta \text{ là const}$$

$$H(e^{j\omega}) = \sum_{n=0}^{N-1} h(n) e^{-j\omega n} = A(e^{j\omega}) e^{-j\theta(\omega)}$$

- Có 2 trường hợp bộ lọc FIR pha tuyến tính

$$1. \beta = 0 \Rightarrow \theta(\omega) = -\alpha \omega$$

$$2. \beta \neq 0 \Rightarrow \theta(\omega) = \beta - \alpha \omega$$

- Có 4 loại bộ lọc là FIR pha tuyến tính

Bộ lọc loại 1:  $\beta = 0$ ,  $N$  lẻ,  $h(n)$  đối xứng

$$2. \beta = 0, N$$
 chẵn,  $h(n)$  đối xứng:  $h(n) = h(N-n)$

$$3. \beta = \pm \frac{\pi}{2}, N$$
 lẻ,  $h(n)$  phản đối xứng:  $h(n) = -h(N-d-n)$

$$4. \beta = \pm \frac{\pi}{2}, N$$
 chẵn,  $h(n)$  phản đối xứng

2. Đặc tính của bộ lọc số FIR pha tuyến tính

④ Đặc điểm của bộ lọc số FIR pha tuyến tính

$$H(e^{j\omega}) = \sum_{n=0}^{N-1} h(n) e^{-j\omega n} = A(e^{j\omega}) e^{-j\theta(\omega)}$$

- Đặc tính của biến đổi tần số của bộ lọc FIR pha tuyến tính loại 1

$$|H(e^{j\omega})| = \left| \sum_{n=0}^{\frac{N-1}{2}} a(n) \cos(\omega \cdot n) \right| \quad a(0) = h\left(\frac{N-1}{2}\right)$$

$$a(n) = \frac{1}{2} h\left(\frac{N-1}{2} - n\right)$$

- Đặc tính pha

$$\theta(\omega) = -\alpha \omega = -\left(\frac{N-1}{2}\right) \omega \Rightarrow \alpha = \frac{N-1}{2}$$

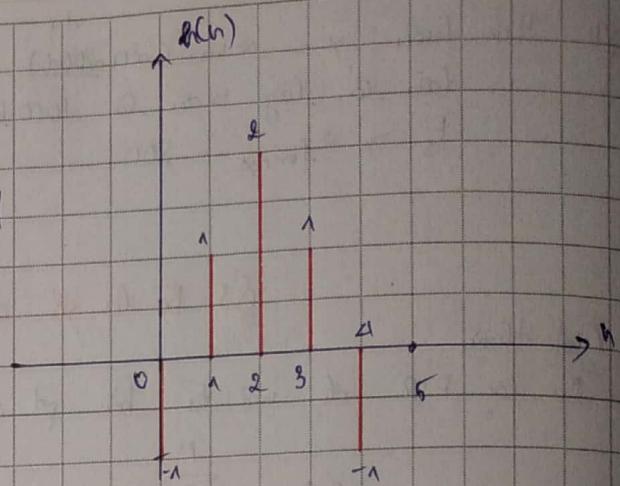
VD Xác định  $\theta(\omega)$  và  $|H(e^{j\omega})|$  của bộ lọc số FIR pha tuyến tính có đáp ứng xung nhìu lát. Về đặc tính biến đổi tần số  $|H(e^{j\omega})|$  của bộ lọc đã cho

Ghi:

- Bộ lọc loại 1 do có độ dài = 5  $\rightarrow N$  lẻ và đối xứng.

$$\alpha = \frac{N-1}{2} = 2 \Rightarrow \theta(\omega) = -\alpha \omega = -2\omega$$

$$\begin{aligned}
 |H(e^{j\omega})| &= \left| \sum_{n=0}^{\infty} a(n) \cos(\omega n) \right| \\
 &= |a(0) \cos 0 + a(1) \cos \omega + a(2) \cos(2\omega)| \\
 &= |a + a \cos \omega - a \cos(2\omega)|
 \end{aligned}$$



\* Đặc điểm cuối ... loại 1.

$$H(e^{j\omega}) = \sum_{n=0}^{N-1} h(n) e^{-j\omega n} = A(e^{j\omega}) \cdot e^{-j\omega n}$$

- Đặc tính biến độ tần số

$$|H(e^{j\omega})| = \left| \sum_{n=1}^{N/2} b(n) \cos \left[ \frac{\omega}{2} (2n-1) \right] \right| \quad \text{vs } b(n) = 2h\left(\frac{N}{2} - n\right)$$

- Đặc tính pha

$$\theta(\omega) = -\omega n = -\left(\frac{N-1}{2}\right)\omega \Rightarrow \alpha = \frac{N-1}{2}$$

\* Đặc điểm cuối ... loại 3

$$H(e^{j\omega}) = \sum_{n=0}^{N-1} h(n) e^{-j\omega n} = A(e^{j\omega}) e^{j(\beta - \omega n)}$$

- Đặc tính biến độ tần số

$$|H(e^{j\omega})| = \left| \sum_{n=1}^{N-1} c(n) \sin(\omega n) \right| \quad \text{vs } c(n) = \omega h\left(\frac{N-1}{2} - n\right) = \omega h(\alpha - n)$$

- Đặc tính pha

$$\theta(\omega) = \beta - \omega n = \frac{\pi}{2} - \left(\frac{N-1}{2}\right)\omega$$

\* Đặc tính cuối ... loại 4

$$H(e^{j\omega}) = \sum_{n=0}^{N-1} h(n) e^{-j\omega n} = A(e^{j\omega}) e^{j(\beta - \omega n)}$$

- Đặc tính biến độ tần số

$$|H(e^{j\omega})| = \left| \sum_{n=1}^{N/2} d(n) \sin \left[ \frac{\omega}{2} (2n-1) \right] \right| \quad \text{vs } d(n) = \omega h\left(\frac{N}{2} - n\right)$$

- Đặc tính pha

$$\theta(\omega) = \beta - \omega n = \frac{\pi}{2} - \left(\frac{N-1}{2}\right)\omega$$

VD xét các đặc tính tần số  $H(e^{j\omega})$  &  $|H(e^{j\omega})|$ , biêt lọc lõi FIR pha tuyến tính

Giai:

Đo có độ dài  $N = 4$

$h(n)$  là xìng

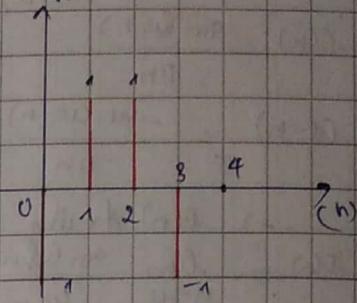
$\Rightarrow$  là bộ lọc lõi

$$\Rightarrow \alpha = \frac{N-1}{2} = \frac{3}{2} \Rightarrow H(0) = -1,5$$

$$|H(e^{j\omega})| = \sum_{n=1}^2 b(n) \cos\left[\frac{\omega}{2}(2n-1)\right]$$

$$b(1) = \alpha h(1) = 2$$

$$b(2) = \alpha h(0) = -2$$



3 Phết bộ lọc FIR

3.1 Các bộ lọc lõi thường

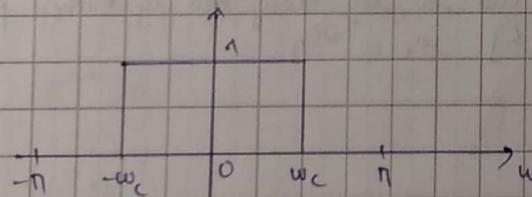
a) Bộ lọc số thông thấp lõi thường

- đáp ứng biến đổi của bộ lọc thông thấp lõi thường dưới đây

$$|H(e^{j\omega})| = \begin{cases} 1 & -\omega_c \leq \omega \leq \omega_c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}, \quad (-\pi \leq \omega \leq \pi)$$

$$\text{tần số thấp } |Y| = |X| \quad (H=1)$$

$$\text{tần số cao } Y = 0 \quad (H=0)$$



F3/Q.

- Áp dụng đáp ứng biến đổi của bộ lọc số thông thấp lõi thường

vn Cho đáp ứng tần số của bộ lọc thông thấp lõi thường pha 0°

$$H(e^{j\omega}) = \begin{cases} 1 & -\omega_c \leq \omega \leq \omega_c \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}, \quad -\pi \leq \omega \leq \pi$$

Nên đáp ứng xung của bộ lọc

Giai:

Theo C<sup>ô</sup> b<sup>t</sup> Fourier ngược.

$$h(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{j\omega n} d\omega = \frac{1}{2\pi j n} [e^{j\omega n}]_{-\omega_c}^{\omega_c}$$

$$= \frac{1}{2\pi j n} (e^{j\omega_c n} - e^{-j\omega_c n})$$

$$= \frac{1}{\pi n} \sin \omega_c n$$

$$\begin{aligned} e^{j\omega n} &= \cos \omega n + j \sin \omega n \\ e^{-j\omega n} &= \cos \omega n - j \sin \omega n \end{aligned}$$

VĐ xét đặc tính xung hüp(hn) của bộ lọc lõi thông thấp pha 0 có tần số cắt

$$h(n) = \frac{\sin(\omega_c n)}{\pi n}$$

$$h(-n) = \frac{-\sin(\omega_c n)}{-\pi n} = h(n)$$

$$h(0) = \lim_{n \rightarrow 0} \frac{\sin(\omega_c n)}{\omega_c n} \cdot \frac{\omega_c}{\pi} = \frac{\omega_c}{\pi}$$

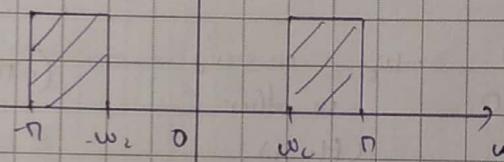
$$h_{AP}(n) = \frac{\sin(\omega_c n)}{\pi n}$$

$$\begin{array}{cccccccccc} n & 0 & \pm 1 & \pm 2 & \pm 3 & \pm 4 & \pm 5 & \pm 6 & \pm 7 & \pm 8 \\ h_{AP}(n) & 0,33 & 0,28 & 0,14 & 0 & -0,07 & -0,05 & 0 & 0,04 & 0,03 \end{array}$$

b) Bộ lọc thông cao lõi hướng

AM.

$$|H(e^{jw})| = \begin{cases} 1 & \left\{ \begin{array}{l} -\pi \leq w \leq -\omega_c \\ \omega_c \leq w \leq \pi \end{array} \right. \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad -\pi \leq w \leq \pi$$



Bài tập: Vẽ đồ thị đáp ứng biến đổi

Tìm pha đáp ứng xung của bộ lọc thông cao lõi hướng pha 0

Tìm  $h(n)$  vs  $n \in [-5, 5]$   $\omega_c = \alpha\pi/3$

Giai:

Theo CT Fourier ngược.

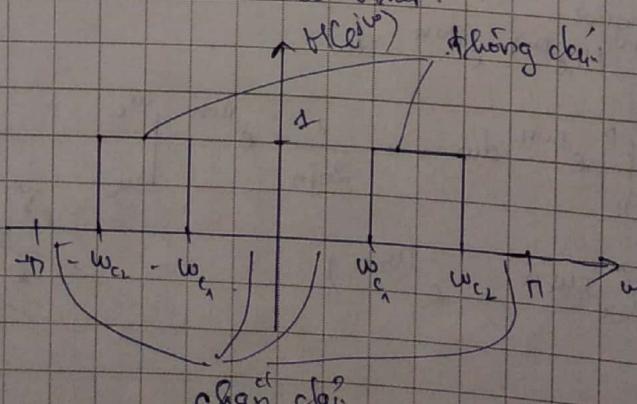
$$h(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H(e^{jw}) e^{jwn} dw = \frac{1}{2\pi} \left( \int_{-\pi}^{-\omega_c} e^{jwn} dw - \int_{\omega_c}^{\pi} e^{jwn} dw \right)$$

$$= \frac{\sin(\pi n)}{\pi n} - \frac{\sin(\omega_c n)}{\pi n}$$

c) Bộ lọc thông cao lõi thường

- đáp ứng biến đổi của bộ lọc thông cao lõi thường chất dinh ngựa.

$$|H(e^{jw})| = \begin{cases} 1 & \left\{ \begin{array}{l} -\omega_{c_2} \leq w \leq -\omega_{c_1} \\ \omega_{c_1} \leq w \leq \omega_{c_2} \end{array} \right. \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (-\pi \leq w \leq \pi)$$



Bài tập: Tìm đáp ứng xung của bộ lọc thông cao lâyANDING phia  $\omega$   $|H(e^{j\omega})|$   
 Tùm  $h(n)$  vs  $n \in [-5, 5]$   $w_1 = \frac{\pi}{3}$   $w_{c_1} = \frac{2\pi}{3}$

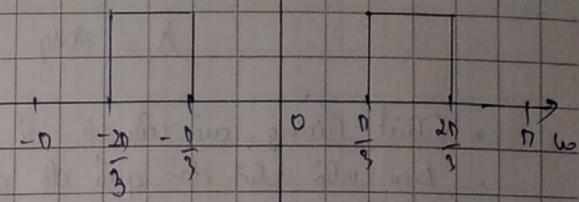
Giai:  

$$h(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega$$

$$= \frac{1}{2\pi} \left( \int_{-\frac{2\pi}{3}}^{\frac{\pi}{3}} e^{j\omega n} d\omega - \int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} e^{j\omega n} d\omega \right)$$

$$= \frac{\sin \frac{\pi n}{3}}{\pi n} - \frac{\sin \frac{2\pi n}{3}}{\pi n}$$

$n$	0	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 4$	$\pm 5$
$h(n)$	$\frac{1}{3}$	0	-0,28	0,14	0,14	0



ol) bộ lọc số phản hồi lây truying.

dây vùng biến số cần bộ lọc phản hồi lây truying được định nghĩa.

$$|H(e^{j\omega})| = \begin{cases} 1 & \begin{cases} -\pi \leq \omega \leq -w_{c_1} \\ -w_{c_1} \leq \omega \leq w_{c_1} \\ w_{c_1} \leq \omega \leq \pi \end{cases} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (-\pi \leq \omega \leq \pi)$$

Bài tập: Tìm đáp ứng xung của bộ lọc thông cao lâyANDING phia  $\omega$

Để đổi đổi dây vùng biến đổi

Tùm  $h(n)$  vs  $n \in [-5, 5]$   $w_1 = \frac{\pi}{2}$   $w_{c_1} = \frac{5\pi}{4}$ .

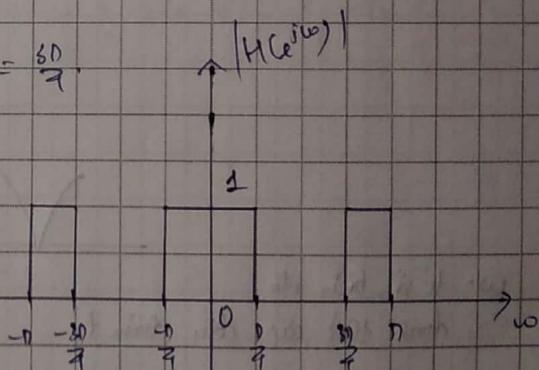
Giai:

$$h(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega$$

$$= \frac{1}{2\pi} \left( \int_{-\pi}^0 e^{j\omega n} d\omega - \int_{-\frac{5\pi}{4}}^{-\frac{\pi}{2}} e^{j\omega n} d\omega + \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} e^{j\omega n} d\omega \right)$$

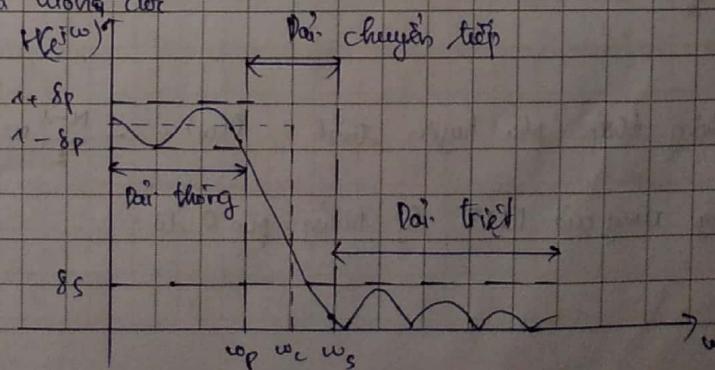
$$= \frac{\sin 0n}{\pi n} - \frac{\sin \frac{5\pi n}{4}}{\pi n} + \frac{\sin \frac{\pi n}{2}}{\pi n}$$

$n$	0	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 4$	$\pm 5$
$h(n)$	0,15	0	0,32	0	0	0



\*) Cái bộ lọc thực tế.

Để tính biến đổi tần số của bộ lọc số thực tế thường có độ nhấp nhô c) chí thường  
 , độ chấn vs 2 bước, bộ vùng đổi



### 3.2. Thiết kế bộ lọc số FIR theo phuật pháp cửa sổ.

- Cố ý tham số đánh giá

+ Bé rộng tinh trung tâm  $Dw$

+ Tỷ số giữa biên độ định thời cấp  $N$  trên biên độ định trung tâm

$$\lambda = \arg \frac{|W(e^{j\omega_s})|}{|W(e^{j0})|}$$

- Chất lượng của cửa sổ sẽ chịu đánh giá là tốt nếu cố gắng  $\lambda$  và  $Dw$  là càng nhỏ
- $Dw$  nhỏ thì dài quá độ giữa dải thông, dải chối có thể lọc sẽ nhỏ, ngược lại
- $\lambda$  nhỏ dàn đều gom sang  $\delta_p, \delta_s$  nhỏ
- Nhỏ dày là cố gắng khác nhau,  $Dw$  mìn nhỏ thì  $\lambda$  sẽ lớn + ngược lại
- Vay duy nhất dải ban trung chung ta sẽ chia ra các tròn chuẩn. Kỹ thuật riêng để chọn loại cửa sổ

a) Phuật pháp cửa sổ chia nhặt

- Trong miền  $w$ , cửa sổ chia nhặt được là

$$W_R(n) = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0 & n \neq \text{other} \end{cases}$$

- Trong miền  $w$ , đáp ứng tần số cửa sổ chia nhặt

$$W_R(e^{j\omega}) = \frac{\sin \frac{N\omega}{2}}{\sin \frac{\omega}{2}} \cdot e^{-j\omega \cdot \frac{N-1}{2}}$$

$$(A_R(e^{j\omega}))$$

$w$ : tần số

định thời cấp định tần số

$$Dw = \frac{2\pi}{N}$$

- Áp dụng cho banch chia nhặt ta có:

$$+ Bé rộng tinh trung tâm  $Dw_R = \frac{\pi}{N}$$$

+ Tỷ số giữa biên độ định thời cấp  $N$  trên biên độ định trung tâm

$$\lambda_R = \arg \frac{|W_R(e^{j\omega_s})|}{|W_R(e^{j0})|} \quad (\text{dB} \approx -13 \text{dB})$$

VD. Thiết kế BLS thông thấp FIR pha-đuyển linh động p<sup>2</sup> cõi là chia nhặt

$$w_c = \frac{\pi}{2}, N=7$$

Gọi:

$$\text{BLS thông thấp pha huyễn tính } \theta(w) = -\frac{N-1}{2}w = -\frac{\pi}{2}w$$

- Dáp ứng rung của BLSII là tần số 0 là:

$$h(n) = \frac{1}{\pi n} \int_{-\pi}^{\pi} H(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega = \frac{1}{\pi n} \int_{-\omega_c}^{\omega_c} e^{j\omega n} d\omega$$

$$= \frac{1}{\pi n} (e^{j\omega_c n} - e^{-j\omega_c n}) \Rightarrow \frac{1}{\pi n} \cdot \sin \omega_c n$$

Tập ứng xung của BLSIFF là tổng pha huyền tính

$$h_{LT}(n) = \frac{\sin \frac{\pi}{2}(n-3)}{\pi(n-3)}$$

Hàm điều số chia nhất là  $w_R(n)_7 \Rightarrow \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq 6 \\ 0 & n \text{ other} \end{cases}$

Ta có bảng sau:

$n$	0	1	2	3	4	5	6
$h_{LT}(n)$	$\frac{-1}{3n}$	0	$\frac{1}{\pi}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\pi}$	0	$\frac{-1}{8n}$
$w_R(n)_7$	1	1	1	1	1	1	1
$h(n)$	$\frac{-1}{3n}$	0	$\frac{1}{\pi}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\pi}$	0	$\frac{-1}{8n}$

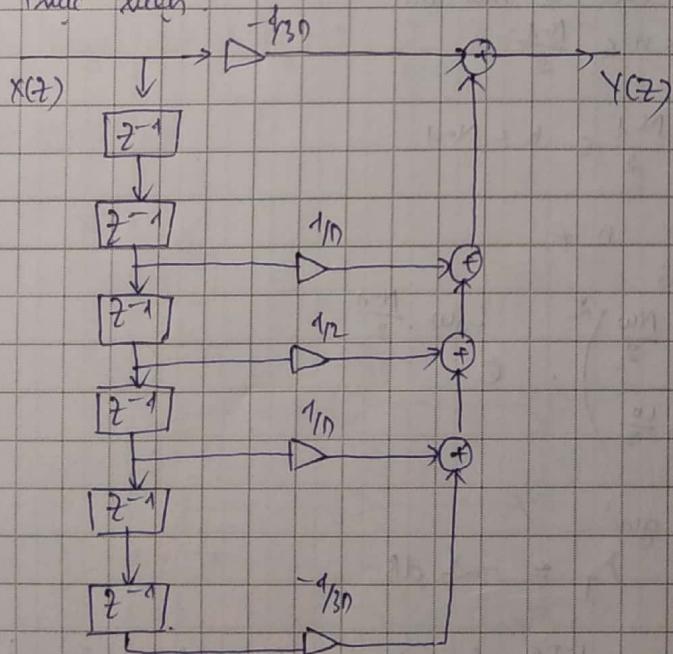
Hàm truyền đạt qua bộ lọc

$$h_d(z) = \sum_{n=0}^6 h(n) z^{-n} = \frac{-1}{3n} + \frac{1}{\pi} z^{-2} + \frac{1}{2} z^{-3} + \frac{1}{\pi} z^{-4} + \frac{-1}{8n} z^{-6}$$

$$\rightarrow pt sai pham y(n) = \frac{-1}{3n} x(n) + \frac{1}{\pi} x(n-2) + \frac{1}{2} x(n-3) + \frac{1}{\pi} x(n-4) - \frac{1}{8n} x(n-6)$$

dữ liệu  
vết

Số tử thuyết:



Bài tập: Thiết kế BLS thông cao FIR pha huyền tính đồng pha với số khai nhất

$$\omega_c = \frac{2\pi}{5}, N=9$$

Ghi:

$$\text{BLS thông cao pha huyền tính } \omega = -\Delta\omega = -\frac{N-1}{2} \omega = -4\omega$$

Tập ứng xung của BLS thông cao pha khung là

$$\begin{aligned}
 h(n) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H(e^{j\omega}) \cdot e^{j\omega n} d\omega \\
 &= \frac{1}{2\pi} \left( \int_{-\pi}^{\pi} j\omega n d\omega - \int_{-\pi}^{\pi} \omega_n e^{j\omega n} d\omega \right) \\
 &= \frac{\sin \pi n}{\pi n} - \frac{\sin \omega_n n}{\pi n}
 \end{aligned}$$

Tập ứng xung của BLS窶鳴 pha tuyến tính là

$$h_{TF}(n) = + \frac{\sin \pi (n-4)}{\pi (n-4)} - \frac{\sin \frac{2\pi}{3} (n-4)}{\pi (n-4)}$$

tham chiếu với chất lượng

$$W_R(n)_g = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq 8 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Ma trận hàng

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$h_{TF}(n)$	$\frac{\sqrt{3}}{8}\pi$	0	$-\frac{\sqrt{3}}{4}\pi$	$\frac{\sqrt{3}}{2}\pi$	$\frac{1}{3}\pi$	$\frac{\sqrt{3}}{2}\pi$	$-\frac{\sqrt{3}}{4}\pi$	0	$\frac{\sqrt{3}}{8}\pi$
$W_R(n)_g$	1	1	1	1	1	1	1	1	1

n	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
$h(n)$	$-\frac{\sqrt{3}}{8}\pi$	0	$\frac{\sqrt{3}}{4}\pi$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}\pi$	$\frac{1}{3}\pi$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}\pi$	$\frac{\sqrt{3}}{4}\pi$	0	$-\frac{\sqrt{3}}{8}\pi$

b) Phép lặp của cò' Bartlett (sum grac)

- Dùng mảng n, cò' cò' Bartlett như sau:

$$w_T(n)_N = \begin{cases} \frac{2n}{N-1} & 0 \leq n \leq \frac{N-1}{2} \\ 2 - \frac{2n}{N-1} & \frac{N-1}{2} \leq n \leq N-1 \\ 0 & n \neq \end{cases}$$

- Dùng mảng w, díp ứng tên s

$$w_T(e^{j\omega}) = \frac{1}{N} \left( \frac{\sin \frac{N\omega}{2}}{\sin \frac{\omega}{2}} \right)^2 \cdot e^{-j\omega \cdot \frac{N-1}{2}}$$

- Các tham số cò' cò' sum grac.

$$\Delta w_T = \frac{81}{N} \quad \approx -26 \text{ dB}$$

VII. Hãy viết thiết kế BLS thông cao FIR pha tuyến tính dùng p<sup>2</sup> cò' cò' Bartlett với  $\omega = \frac{\pi}{2}$ ,  $N=7$

Gợi:

BLS tuyến tính thông cao pha tuyến tính

$$\theta\omega = -\omega_0 = -\frac{N-1}{2} \quad \omega = -\omega_0$$

Tập ứng xung của BLS thông cao pha 0 là

$$\begin{aligned}
 h(n) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega \\
 &= \frac{1}{2\pi} \left( \int_{-\pi}^{\pi} e^{j\omega n} d\omega - \int_{-\pi}^{\omega_c} e^{j\omega n} d\omega \right) \\
 &= \frac{\sin \omega_c n}{\pi n} - \frac{\sin \frac{\pi}{2} (n-3)}{\pi (n-3)}
 \end{aligned}$$

Tập ứng xung của BLS lõi đứng pha, truyền tính là

$$h_T(n) = \frac{\sin \pi (n-3)}{\pi (n-3)} - \frac{\sin \frac{\pi}{2} (n-3)}{\pi (n-3)}$$

Hàm của vò Bartlett là

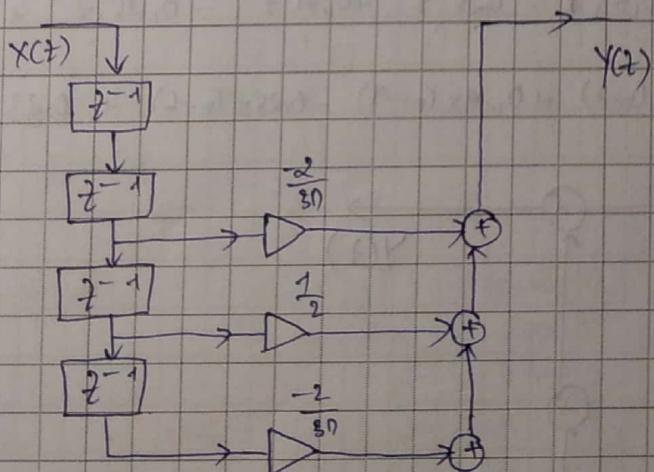
$$w_T(n) = \begin{cases} \frac{n}{3} & 0 \leq n \leq 3 \\ 2 - \frac{n}{3} & 3 \leq n \leq 6 \\ 0 & n \text{ other} \end{cases}$$

Taco bảng

n	0	1	2	3	4	5	6
$h_T(n)$	$\frac{1}{3}$	0	$-\frac{1}{3}$	0,5	-0,32	0	$\frac{1}{3}$
$w_T(n)$	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	0
$h(n)$	0	0	$-\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$-\frac{2}{3}$	0	0

Hàm truyền đặc:  $H_d(z) = \sum_{n=0}^6 h_d(n) z^n = \frac{-2}{3} z^{-2} + \frac{1}{2} z^{-3} - \frac{2}{3} z^{-4}$

Số Zô X(z)



Bản tap VN Thiết kế mạch của BLS thông dân FIR pha huyền tính dùng pô cát cát  
Bartlett vs  $\omega_{c_1} = \frac{\pi}{3}$   $\omega_{c_2} = \frac{2\pi}{3}$  N = 9

Graj

BLS thông dân pha huyền tính  $\omega = -\alpha\omega - \frac{N-1}{2}\omega = -4\omega$

Tập ứng xung của BLS thông dân pha là

$$\begin{aligned}
 h(n) &= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} H(e^{j\omega}) e^{j\omega n} d\omega \\
 &\Rightarrow \frac{1}{2\pi} \left( \int_{-\omega_{C_2}}^{-\omega_{C_1}} e^{j\omega n} d\omega - \int_{\omega_{C_1}}^{\omega_{C_2}} e^{j\omega n} d\omega \right) \\
 &= \frac{\sin(\omega_{C_2}n)}{\pi n} - \frac{\sin(\omega_{C_1}n)}{\pi n} \\
 &= \frac{\sin \frac{\pi}{3}n}{\pi n} - \frac{\sin \frac{\pi}{8}n}{\pi n}
 \end{aligned}$$

Đáp ứng zung của BLS là tần số phụ thuộc vào.

$$h_T(n) = \frac{\sin \frac{\pi}{3}(n-4)}{\pi(n-4)} - \frac{\sin \frac{\pi}{8}(n-4)}{\pi(n-4)}$$

Hàm của số Part Left là

$$w_T(n)_g = \begin{cases} \frac{n}{4} & 0 \leq n \leq 4 \\ \frac{16-n}{4} & 4 \leq n \leq 8 \\ 0 & n \text{ other} \end{cases}$$

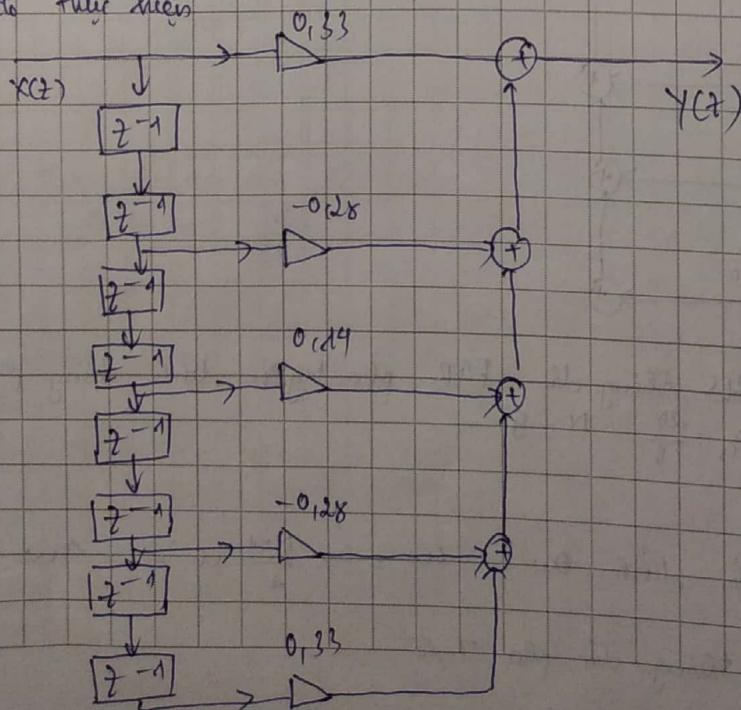
Tabel bảng

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$h_T(n)$	0,14	0	-0,28	0	0,83	0	-0,28	0	0,14
$w_T(n)_g$	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	0
$x(n)$	0,33	0	-0,28	0	0,14	0	-0,28	0	0,33

→ Hàm tuyen

$$H_d(z) = \sum_{n=0}^8 h_d(n) z^n = 0,33z + 0,28z^2 + 0,14z^3 + 0,83z^4 - 0,28z^5 + 0,33z^6$$

ptsp  $y(n) = 0,33x(n) + 0,28x(n-1) + 0,14x(n-2) + 0,83x(n-3) - 0,28x(n-4) + 0,33x(n-5)$   
số ct số phu hieu



c) Cùa só hanning, hamming

Tổng mức v.v có số flanning, flanning etc. đều nghĩa như sau:

$$W_{\text{f}}(n) = \begin{cases} \frac{\alpha(d-\alpha)}{N-d} \cos \frac{2\pi n}{N-d}, & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$\alpha = 0.5$  : cerca 50' Hanning

$\alpha = 0,45$  : cca 50 Hamming

- Cad' tham v̄l c̄c b̄i l̄c Planning . Dew plan =  $\frac{80}{N}$

$$Scu_{Han} = \frac{y_D}{N}$$

Các pham vò cùa fo doc flannung

$$Bw_{\text{team}} = \frac{80}{D}$$

$$A_{Thm} = -43 \text{ dB}$$

(b) Cess 18' Blackman

Đóng mìn h và cả sô Blackman dc, định nghĩa như sau

$$W_B(n) = \left\{ \sum_{m=0}^{N-1} (-1)^m a_m \cos \frac{2\pi}{N-1} m n \right\}_{0 \leq n \leq N-1}$$

( )

$a \neq$

$$B \sum_{m=0}^{N-1} a_m = 1$$

- Các tham số của�다  $\vec{v}$ :  $A_b = -57 \text{ dB}$
  - Độ phanh  $v$  không cần có là  $\frac{d(2N)}{B \log_{10} n_m}$

$$w_B(n) = \begin{cases} 0.42 - 0.5 \cos \frac{\pi n}{N-1} + 0.08 \cos \frac{4\pi n}{N-1} & 0 \leq n \leq N-1 \\ 0 & n \neq \end{cases}$$

④ Các biến số lượng có thể là FIR giao p với vò

B1. Rich & Df

$$f_C \leftarrow \frac{1}{2} (f_S + f_P)$$

fān sòu cǎi

tên số giờ  
lần格外

đến rồi giờ,  
hay qua  
thông

$$\Delta f = (g - g_0)$$

daiqua  
để đỡ  
chuyển tiếp

$\vec{F}_s \rightarrow$  lực số lượng làf mìn

82. *Pent Sp*, 85

đè gòn song  
dai thuong

$$Ap = 20 \lg \left( \frac{d + 8p}{d - 8p} \right)$$

$$As = -20 \lg S_s$$

$$c_A \quad s_p = \frac{10 \frac{4}{20} - 1}{10 \frac{4}{20} + 1}$$

$$\delta_c = 10 \cdot \frac{A_5}{20}$$

B3: Tính  $\delta = \min(\delta_p, \delta_s)$  &  $A = -20 \log \log \delta$

B4: Xét cát lõi lọc theo bảng

A

cát lõi (CN)

Chất nhôm 24

1,8π / Δω

Đam gramic 25

6,1π / Δω

flanning 24

6,2π / Δω

flamming 53

6,6π / Δω

Blackman 75,8

11π / Δω

B5: Xét đáp ứng xung của bộ lọc ly tách  $h_d(n)$

B6: Tóm tắt đáp ứng xung của bộ lọc thực  $h_p$

$$h_p(n) = h_d(n) \cdot w(n)$$

B7: Lộn lõi có thể thông rõ để bùn chép ra nếu o filter pass bằng cát lõi  
và rò rỉ 3dB

VD: Khi  $\delta$  là lọc thông thấp có  $F_s = 20 \text{ kHz}$ ,  $f_p = 4 \text{ kHz}$ ,  $f_s = 5 \text{ kHz}$ ,  $A_p = 0 \text{ dB}$

$A_p \approx 80 \text{ dB}$  số của số Kaiser.

\* CP cát lõi số Kaiser.

$$\alpha = 0,4102(A - 8,7)$$

$$N = \frac{DF_s}{\alpha f} + 1$$

$$D = \frac{A - 7,95}{14,36}$$

$$M = \frac{N-1}{2}$$

Giai:

$$\Delta f = f_{stop} - f_{pass} = 1 \text{ kHz}$$

$$f_c = \frac{1}{2}(f_p + f_s) = 4,5 \text{ kHz}$$

$$w_c = \frac{\alpha f_c}{F_s} = 0,45 \pi$$

$$\delta_p = \frac{10^{\frac{0,1}{20}} - 1}{10^{\frac{0,1}{20}} + 1} = 0,0058$$

$$\delta_s = 10^{-\frac{80}{20}} = 0,0001$$

$$\delta = \min(\delta_p, \delta_s) = \delta_s = 0,0001$$

$$\rightarrow A = -20 \log 0,0001 = 80 \text{ dB}$$

$$\alpha = 0,4102(A - 8,7) = 0,4102(80 - 8,7) = 7,857$$

$$D = \frac{A - 7,95}{14,36} = 5,017$$

$$N = \frac{DF_s}{\alpha f} + 1 = 102,35 \rightarrow N = 103$$

$$M = 51$$

(N: bộ lọc lõi)

$$h(n) = h_d(n) \cdot w(n)$$

$$= \frac{I_0(7,857 \cdot \sqrt{\ln(102-n)} (5,1))}{I_0(7,857)} \cdot \frac{\sin(0,45 \pi (n-51))}{(n-51) \pi}$$

\*) Thiết kế bộ lọc FIR thông thoáng có độ trễ tối thiểu  $f_p = 4\text{kHz}$ ,  $f_s = 8\text{kHz}$ ,

$$A_p = 20\text{dB}, A_s = 40\text{dB}, R_s = 20\text{dBf/Hz}$$

Giai:

$$\Delta f = |f_s - f_p| = 4\text{kHz}$$

$$f_c = \frac{1}{2} (f_s + f_p) = 6\text{kHz}$$

$$w_c = \frac{\omega_0 f_c}{R_s} = 0,3\pi$$

$$\delta_p = \frac{10^{\frac{A_p}{20}} - 1}{10^{\frac{A_s}{20}} + 1} = 0,115$$

$$\delta_s = 10^{-\frac{A_s}{20}} = 0,01$$

$$\Rightarrow \delta = \min(\delta_p, \delta_s) = \delta_s = 0,01 \Rightarrow A = 20 \lg 0,01 = 40$$

$$N = \frac{61,27}{\Delta w} = 84. \quad (\Delta w = 0,2\pi)$$

\*\*) Thiết kế bộ lọc thông thoáng có  $R_s = 20\text{kHz}$ ,  $f_{s1} = 3\text{kHz}$ ,  $f_{p1} = 4\text{kHz}$ ,  $f_{p2} = 6\text{kHz}$ ,  $f_{s2} = 8\text{kHz}$ ,  $A_p = 0,1\text{dB}$ ,  $A_s = 80\text{dB}$  sao cho số Kaiser.

Giai:

$$\Delta f_{p1} = 1\text{kHz}$$

$$\Delta f_{p2} = 2\text{kHz}$$

$$\rightarrow \Delta f = \min(\Delta f_{p1}, \Delta f_{p2}) = 1\text{kHz}$$

$$\delta_p = \frac{10^{\frac{A_p}{20}} - 1}{10^{\frac{A_s}{20}} + 1} = 0,0058 \quad \delta_s = 10^{-\frac{A_s}{20}} = 0,0001$$

$$\rightarrow \delta = \min(\delta_p, \delta_s) = 0,0001$$

$$\rightarrow A = -20 \lg 0,0001 = 80\text{dB}$$

$$\rightarrow X = 0,1102 (A - \delta_{1,2}) = 7,1857$$

$$D = \frac{A - 7,1857}{14,36} = 5,017$$

$$N = \frac{DF_s}{\Delta f} = 101,34 \rightarrow N = 103$$

$$M = 51$$

$$w_{c1} = \frac{\omega_0 f_{c1}}{R_s} = 0,35$$

$$w_{c2} = \frac{\omega_0 f_{c2}}{R_s} = 0,65$$

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{c1} = f_{s1} + \frac{\Delta f}{2} = 5,5\text{kHz} \\ f_{c2} = f_{s2} - \frac{\Delta f}{2} = 7,5\text{kHz} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} f_{c1} = f_{s1} + \frac{\Delta f}{2} = 5,5\text{kHz} \\ f_{c2} = f_{s2} - \frac{\Delta f}{2} = 7,5\text{kHz} \end{array} \right.$$

\*\*) Thiết kế bộ lọc chia đôi có  $R_s = 20\text{kHz}$ ,  $f_{p1} = 3\text{kHz}$ ,  $f_{s1} = 4\text{kHz}$ ,  $f_{s2} = 7\text{kHz}$ ,  $f_{p2} = 7,5\text{kHz}$ ,  $A_p = 0,1\text{dB}$ ,  $A_s = 60\text{dB}$

Giai:

$$\Delta f_{p1} = 1\text{kHz}$$

$$\Delta f_{p2} = 0,5\text{kHz}$$

$$\rightarrow \Delta f = \min(\Delta f_{p1}, \Delta f_{p2}) = 0,5\text{kHz}$$

$$\delta_p = \frac{10^{\frac{A_p}{20}} - 1}{10^{\frac{A_s}{20}} + 1} = 0,0058$$

$$\delta_s = 10^{-\frac{A_s}{20}} = 0,001$$

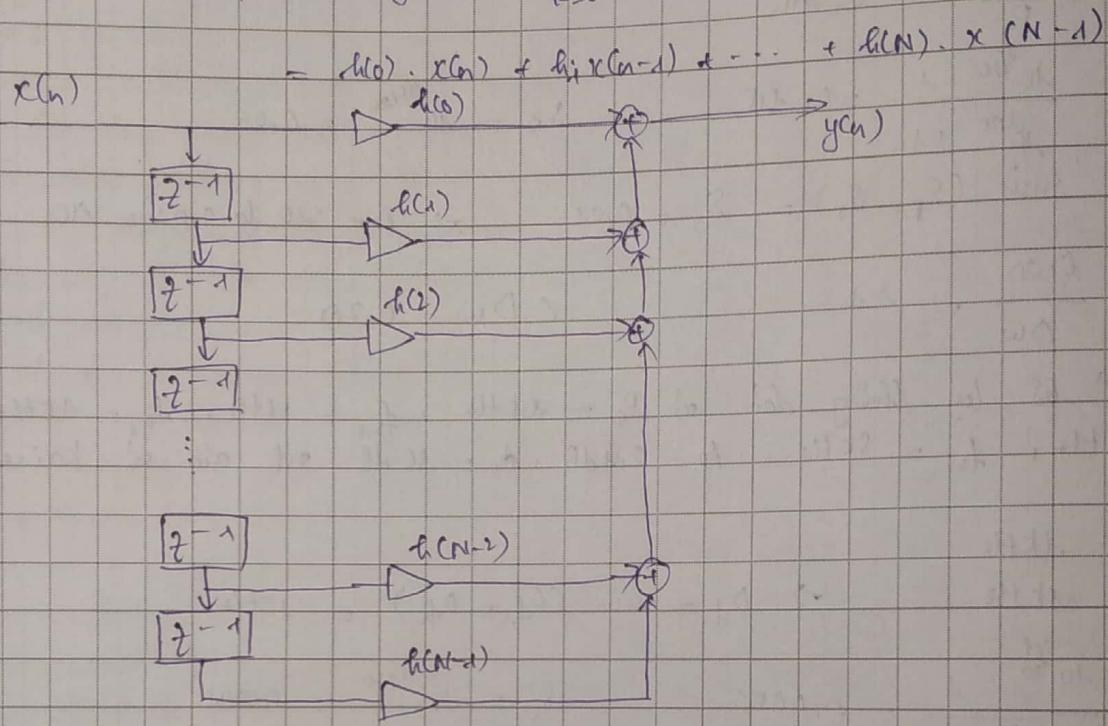
$$\Rightarrow \delta_{\text{khối}} = \min(\delta_p, \delta_s) = 0,001$$

$$\rightarrow A = -20 \lg \delta_{\text{khối}} = 60$$

Chọn cửa sổ blackman  $A_1 = \frac{M\pi}{Dw} = 210 \Rightarrow N=221$

④ Cấu trúc bộ lọc FIR

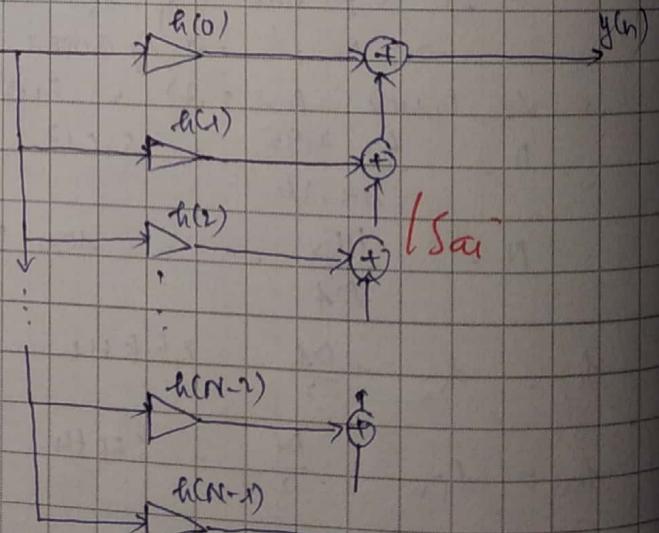
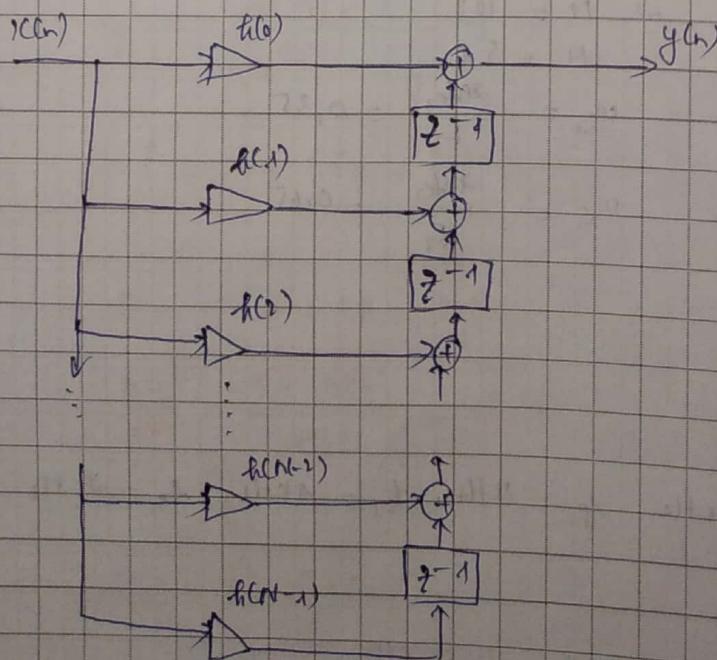
Cấu trúc tuần tiếp:  $y(n) = \sum_{k=0}^{N-1} h(k) x(n-k)$



- Cấu trúc chuyển vị tuần tiếp

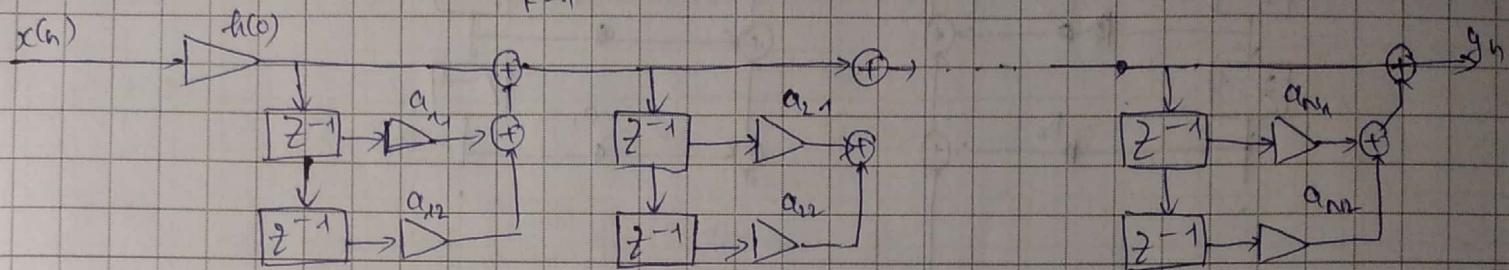
+ Cấu trúc chuyển vị tuần tiếp tg đường.

với cấu trúc tuần tiếp. Chỗ gác có  
số pô tần số e pô tần số nhán  
gống nhau.



- Cấu trúc Cascade

$$H(z) = h(0) \cdot \prod_{k=1}^M (1 + a_{k1} z^{-1} + a_{k2} z^{-2})$$



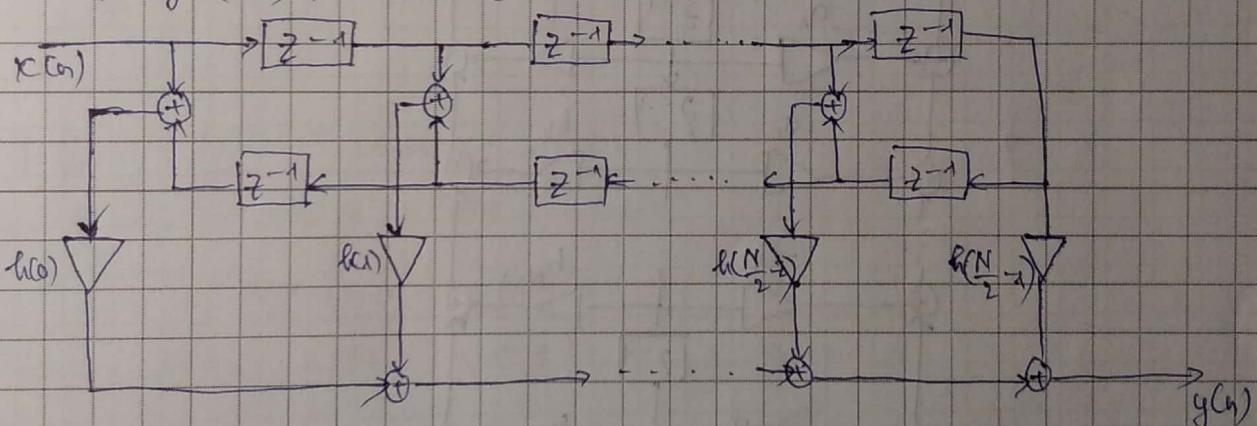
- Cấu trúc đối称 hóa

+ Cấu trúc đối称 hóa có thể nhân ít hơn. Cấu trúc này sẽ sử dụng nhân chia để thực hiện p nhân các số lọc FIR và vì vậy giảm phép nhân (và qua đó tăng tốc độ chấp nhận lọc màu)

+ Khi BLS FIR là pha truyền tĩnh,  $h(n)$  có thể được viết dưới dạng

$$h(n) = \pm h(N-1-n)$$

Đối với  $g$  để minимизировать số phép nhân sẽ cần đến từ  $N$  xuống  $\frac{N}{2}$  và  $N$  chia ván xuong  $(N-1)/2$  và  $N/2$



### §8. Bộ lọc số đáp ứng xung riêng cùi dài và ban FIR

1. Giải thích

- Bộ lọc FIR dc mô tả bởi ptsp bậc N ( $N > 0$ )

$$\sum_{k=0}^N a_k y(n-k) = \sum_{r=0}^M b_r x(n-r)$$

có  $M$  khán truyền đặt

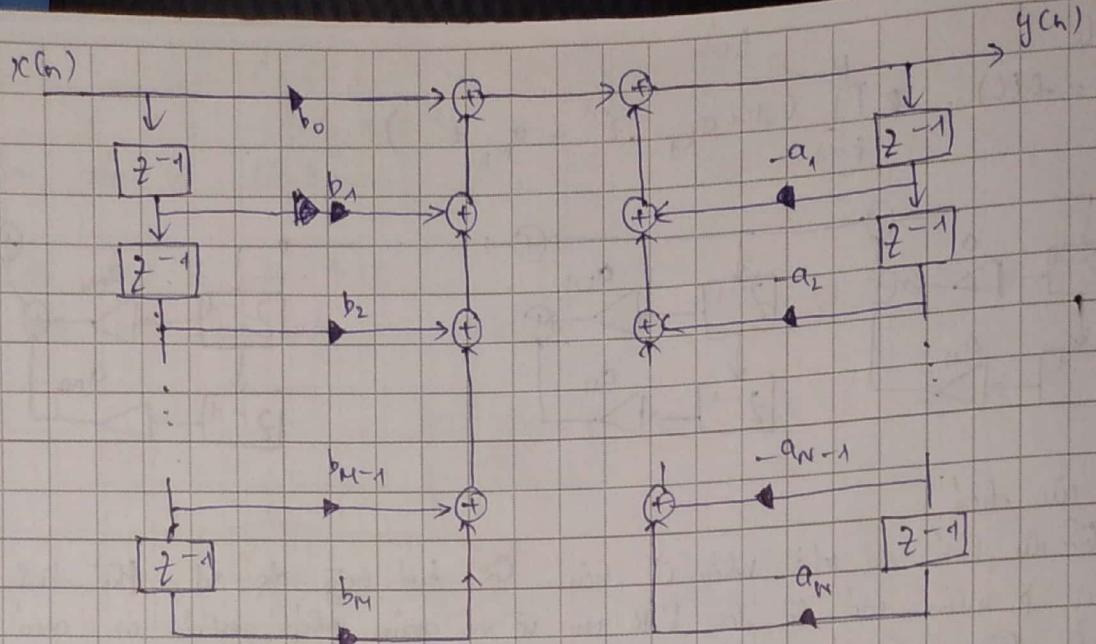
$$H(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + \dots + b_M z^{-M}}{a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_N z^{-N}}$$

2. Cấu trúc của bộ lọc số FIR

\* Cấu trúc trực tiếp loại 1

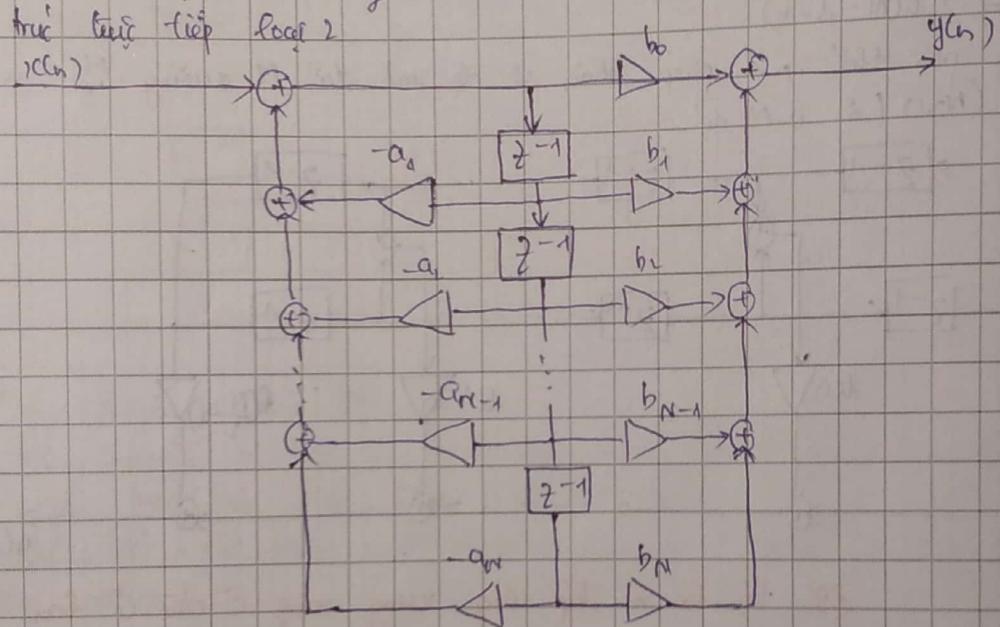
- Hỗn loạn  $k^{\circ}$ : nội song song

- Hỗn loạn  $a^{\circ}$ : nội hồi tiếp



Hệ tuần thuong

\* Cấu trúc trực tiếp loại 2



Hệ tuần cuối

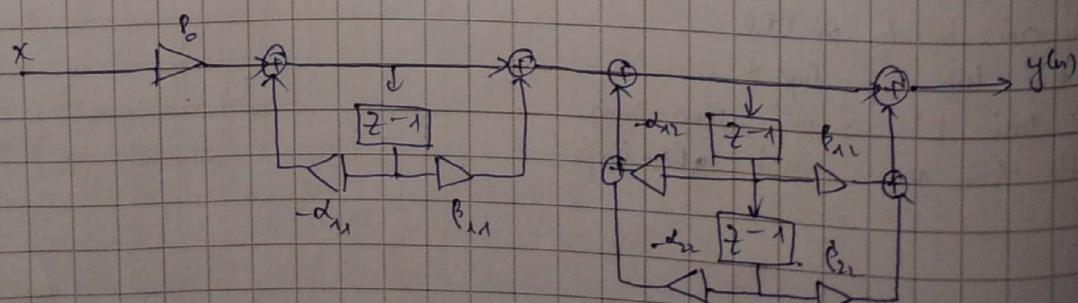
\* Cấu trúc ghép tầng (Cascade)

$$H(z) = H_1(z) \cdot H_2(z) \cdot H_3(z) \cdots H_k(z)$$

$$H(z) = P_0 \prod_{k=1}^K \left( \frac{1 + \beta_{1k} z^{-1} + \beta_{2k} z^{-2}}{1 + \alpha_{1k} z^{-1} + \alpha_{2k} z^{-2}} \right)$$

Cấu trúc bậc 3

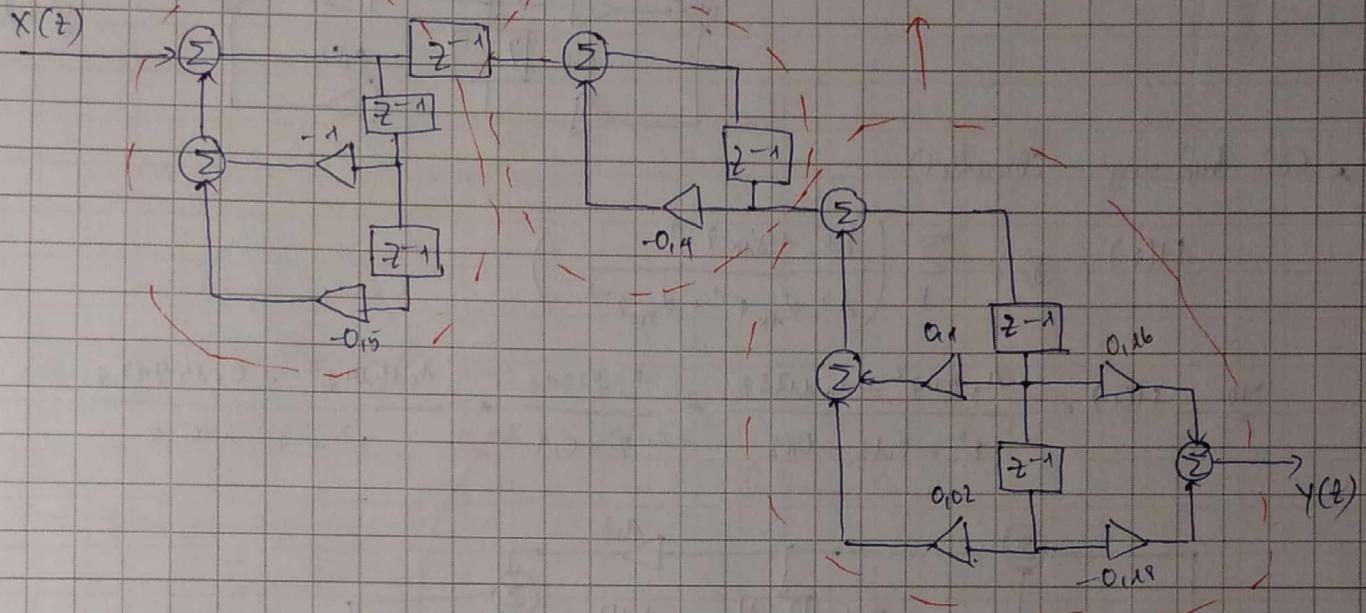
$$H(z) = P_0 \cdot \frac{1 + \beta_{11} z^{-1}}{1 + \alpha_{11} z^{-1}} \cdot \frac{1 + \beta_{12} z^{-1} + \beta_{22} z^{-2}}{1 + \alpha_{12} z^{-1} + \alpha_{22} z^{-2}}$$



YD

$$H(z) = \frac{z(0,16z - 0,18)}{(z - 0,2)(z + 0,1z)(z + 0,4)(z^2 + z + 0,5)}$$

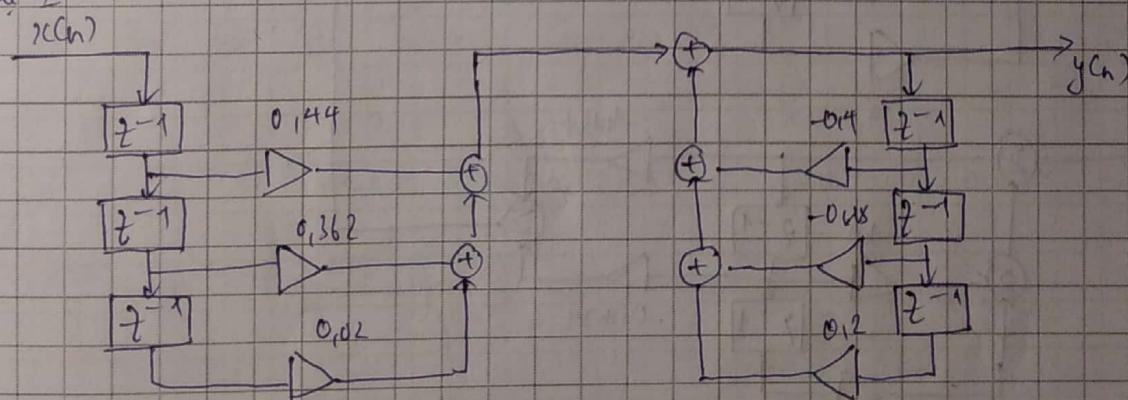
$$\Rightarrow H(z) = \frac{z^{-1}}{1 + z^{-1} + 0,5z^{-2}} \cdot \frac{z^{-1}}{1 + 0,9z^{-1}} \cdot \frac{0,16z^{-1} - 0,18z^{-2}}{1 - 0,1z^{-1} - 0,02z^{-2}}$$



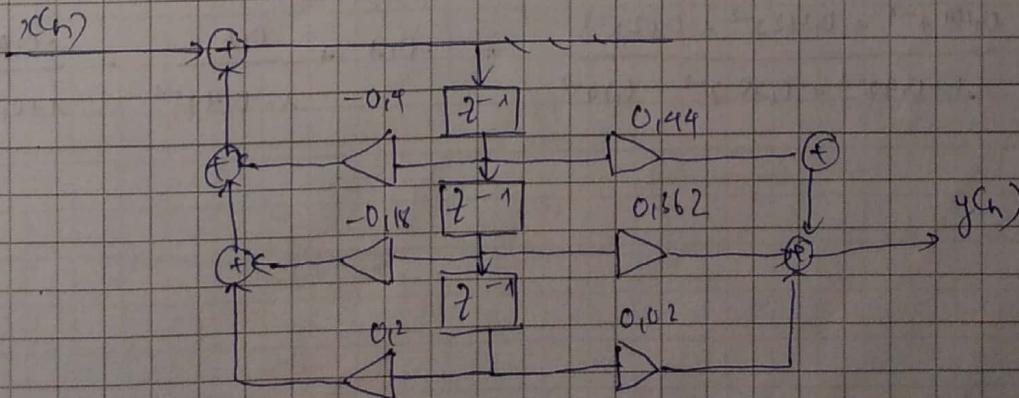
VD  $H(z) = \frac{0,44z^{-1} + 0,1362z^{-2} + 0,02z^{-3}}{1 + 0,4z^{-1} + 0,18z^{-2} - 0,2z^{-3}}$

$$= \left( \frac{0,44 + 0,1362z^{-1} + 0,02z^{-2}}{1 + 0,18z^{-1} + 0,5z^{-2}} \right) \cdot \left( \frac{z^{-1}}{1 - 0,4z^{-1}} \right)$$

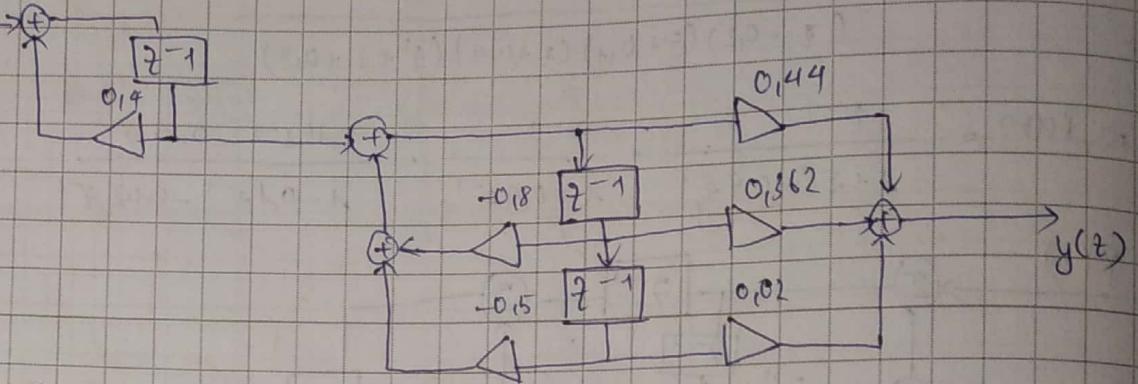
Locai 1



Locai 2



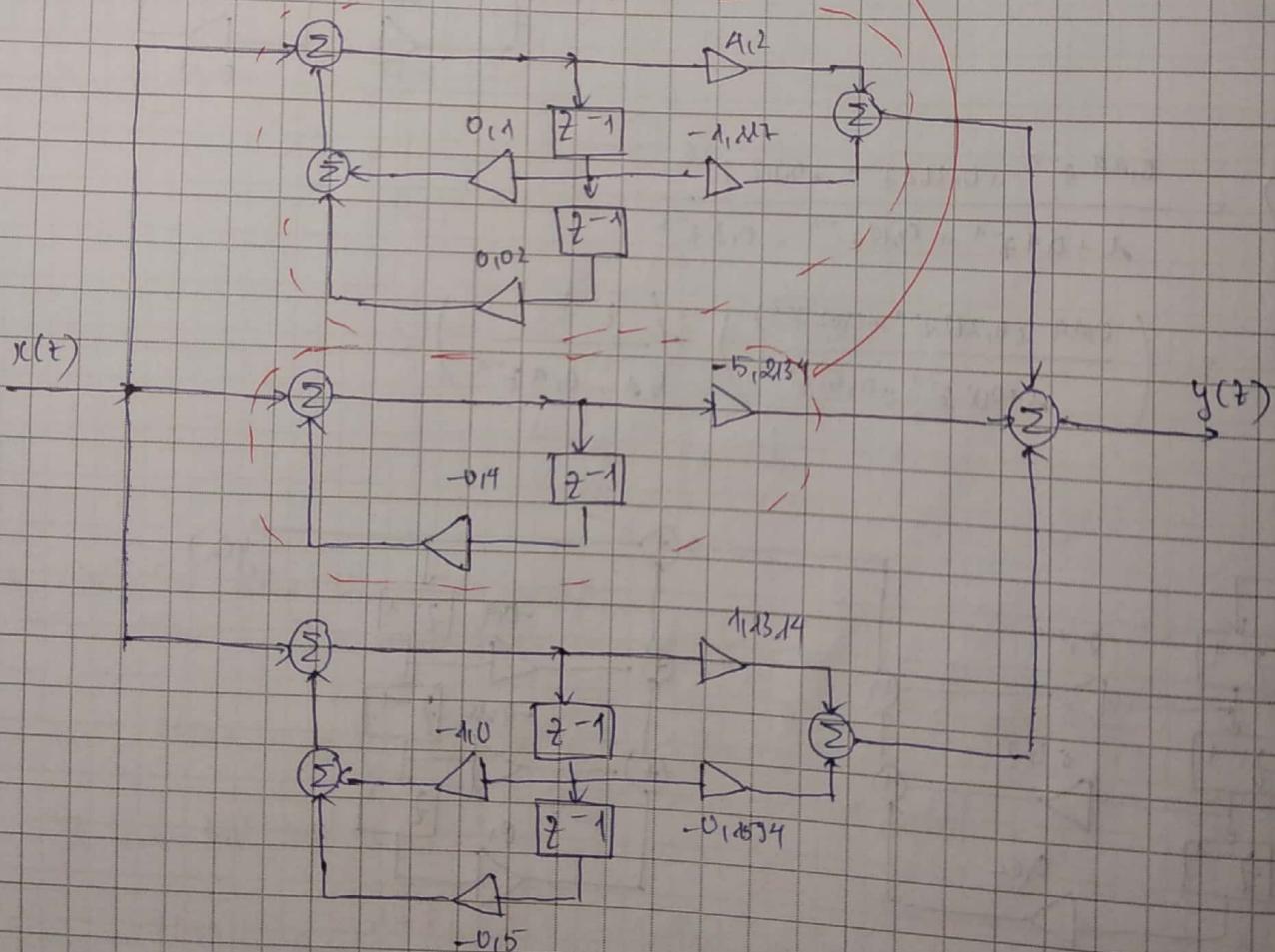
lوار Cascade  
 $x(t)$



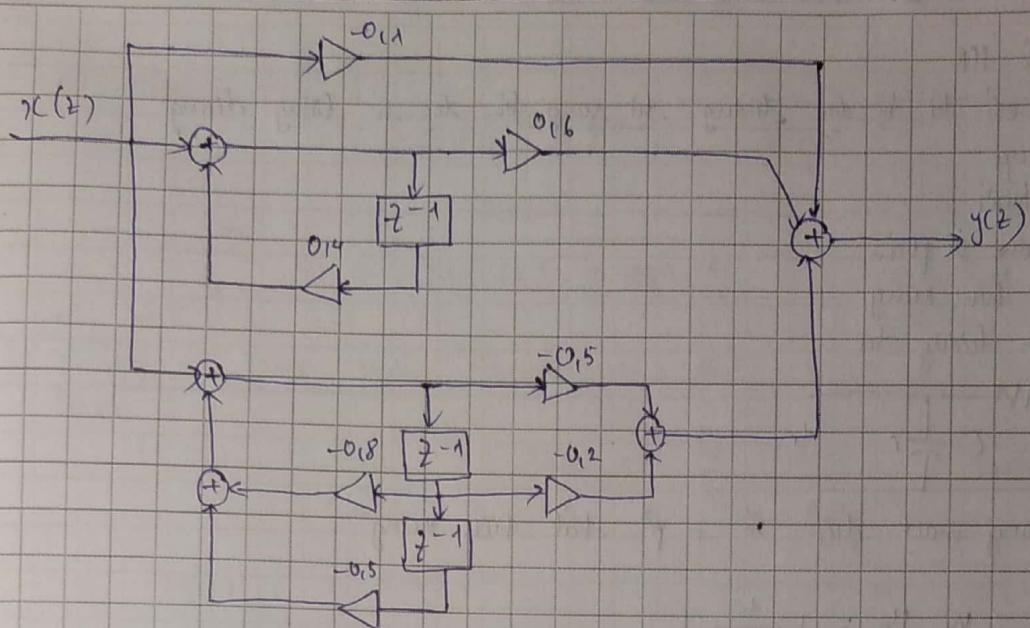
Cấu trúc song song (Parallel)

$$H(z) = y_0 + \sum_k \left( \frac{y_{0k} + y_{1k}z^{-1}}{1 + \alpha_{1k}z^{-1} + \alpha_{2k}z^{-2}} \right)$$

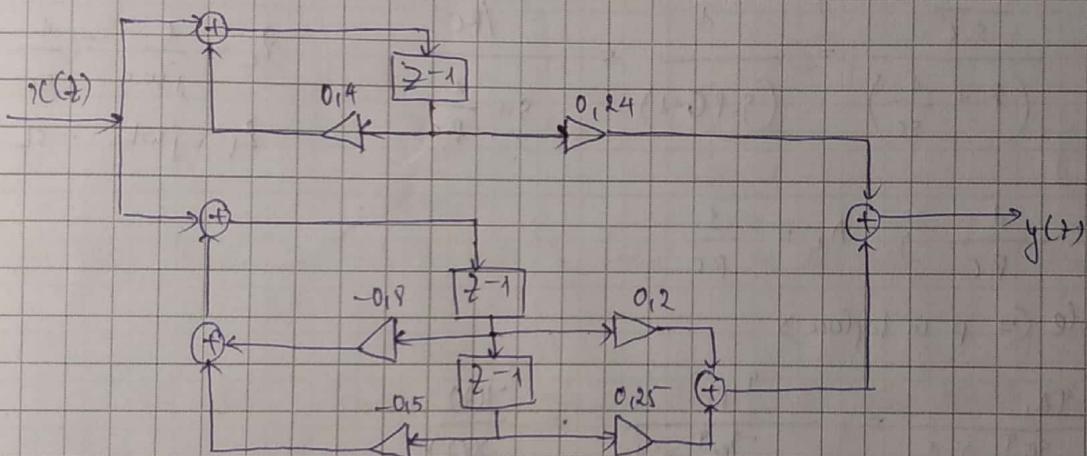
VD.  $H(z) = \frac{4,200z^2 - 1,173z}{z^2 - 0.1z - 0.02} = \frac{5,2134z}{z + 0.4} + \frac{1,1814z^2 - 0,1594z}{z^2 + z + 0.15}$



VD.  $H(z) = \frac{0.14z^{-1} + 0.362z^{-2} + 0.102z^{-3}}{1 + 0.4z^{-1} + 0.18z^{-2} - 0.12z^{-3}} = \frac{-0.1}{1 - 0.4z^{-1}} + \frac{0.6}{1 - 0.14z^{-1}} + \frac{-0.15 - 0.12z^{-1}}{1 + 0.18z^{-1} + 0.5z^{-2}}$



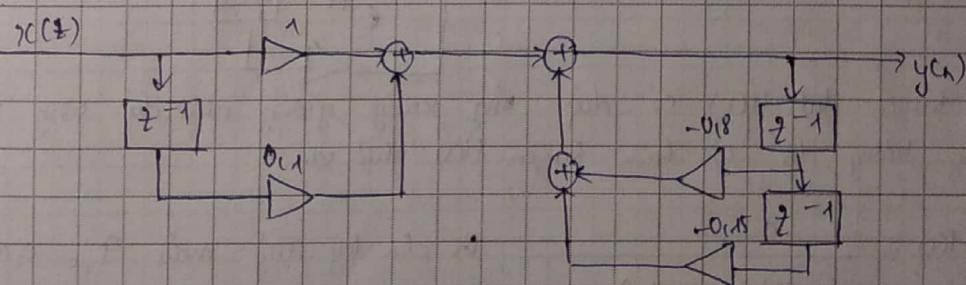
$$ND \quad H(z) = \frac{0.14z^{-1}}{1 - 0.14z^{-1}} \quad \frac{0.2z^{-1} + 0.25z^{-2}}{1 + 0.8z^{-1} + 0.5z^{-2}}$$



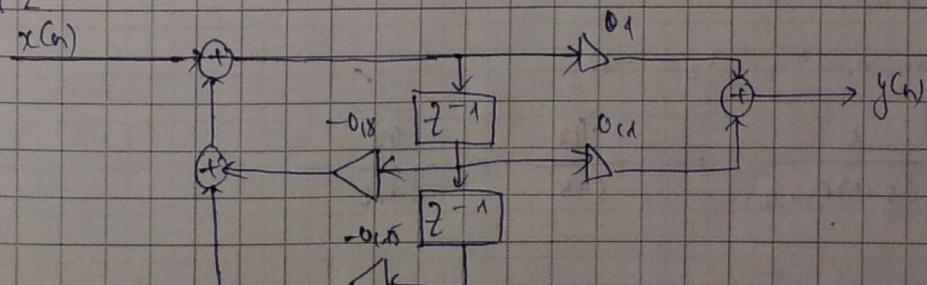
Vẽ cầu trục trực tiếp loại 1,2, Cascade & II

$$H(z) = \frac{1 + 0.1z^{-1}}{(1 + 0.3z^{-1})(1 + 0.5z^{-1})} = \frac{1 + 0.1z^{-1}}{1 + 0.8z^{-1} + 0.15z^{-2}}$$

Lưu 1



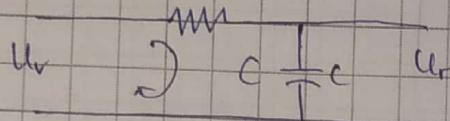
Lưu 2



Do H(z) hoặc cầu nhân là 1  $\rightarrow$  cầu trục Cascade & II chia để cầu ... Lưu 2

④ Tống hợp hồi lai là IIR

- Có 3 pt chuẩn để chỉ từ hồi lai tống hợp đi sang bộ lọc lõi không đường
- +  $p^1$  bát biến xung
- +  $p^2$  hút sóng huyền
- +  $p^3$  không đường vi phẩn
- a) Phương pháp bát biến xung  
VD cho mạch điện tống lai



Hay chuyển sang mạch điện  $\Rightarrow p^2$  bát biến xung

Giai:

$$H_a(s) = \frac{U_{ra}}{U_{ri}} \quad \text{và } U_{ra} = i \frac{1}{s \cdot C}$$

Laplace

$$U_{ra} = i \left( R + \frac{1}{s \cdot C} \right)$$

$$(p = s = j\omega : \text{toán tử Laplace})$$

$$H_a(s) = \frac{\frac{1}{s \cdot C}}{\left( R + \frac{1}{s \cdot C} \right)} = \frac{1}{(s \cdot R \cdot C + 1)} = \frac{1}{s + \frac{1}{R \cdot C}}$$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{s \cdot C}$$

$$Z_L = j\omega L = sL$$

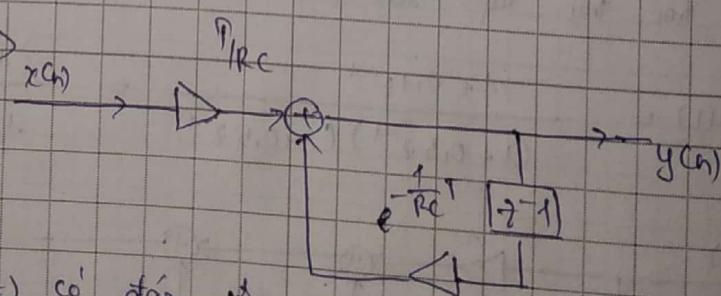
Aiems cũ

$$S_p = -\frac{1}{R \cdot C} ; A_1 = \frac{1}{R \cdot C}$$

$H(s) \downarrow$  pole ( $\Leftrightarrow p$  in Laplace)

$$H(t) = \frac{T A_1}{1 - e^{S_p T} \cdot t^{-1}} = \frac{T / R \cdot C}{1 - e^{-T / R \cdot C} \cdot t^{-1}} = \frac{Y(t)}{X(t)}$$

(T. chu kỳ lấy mẫu)



❷. Xét hệ truyền đạt  $H(t)$  có đáp ứng xung giống như đáp ứng xung của một hệ không đường lai có hệ truyền  $H(s)$  như sau:

$$H(s) = \frac{1}{(s+5)(s+12)}$$

VS chu kỳ lấy mẫu  $T_s = 0,05s$

Giai:

$$H(s) \propto \infty \text{ khi } s_1 = -5, s_2 = -12$$

No đó

$$H(s) = \frac{1}{(s+5)(s+12)} = \frac{1/7}{s+5} - \frac{1/7}{s+12}$$

$$\Rightarrow H(z) = \frac{0,05}{z} \left[ \frac{1}{1 - e^{(-5)(0,05)} z^{-1}} - \frac{1}{1 - e^{(-12)(0,05)} z^{-1}} \right]$$

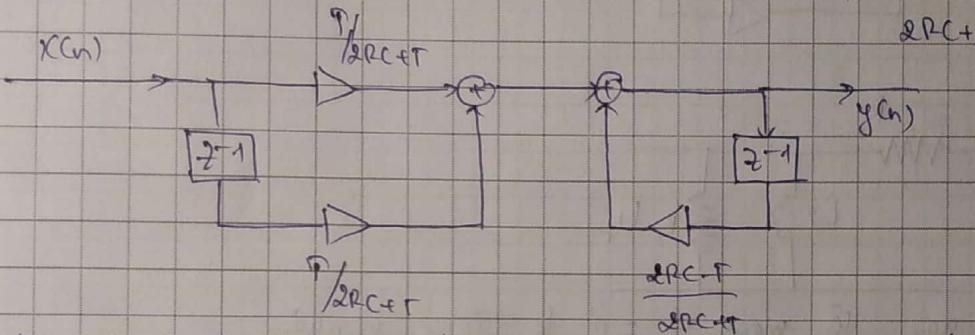
$$= \frac{0,0164}{1 - 0,8276 z^{-1} + 0,4271 z^{-2}}$$

$\Rightarrow$  Sđ dt.

b) p<sup>2</sup> bốn chíi song tuyen (máy grating phím a)  
Tính

$$H_a(s) = \frac{1}{1 + RCs} \quad \text{Thay } s = \frac{z}{\tau} \cdot \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}} \quad \text{Tachit.}$$

$$H(z) = \frac{\tau + \tau \cdot z^{-1}}{2RC + \tau + (\tau - 2RC) z^{-1}} = \frac{\tau}{2RC + \tau} + \frac{\tau \cdot z^{-1}}{2RC + \tau} \cdot \frac{(\tau - 2RC)}{1 + \frac{(\tau - 2RC)}{2RC + \tau} \cdot z^{-1}}$$



Vì. Hán truyền đặt cùn s thôif hì phuc vụ 1 hệ thống dt' heding tự có clang nhusau

$$H(s) = \frac{s^2}{(s+1)(s+2)}$$

nhénh hán truyền H(z) của hệ thống biết rằng tần số lây mâu là 10 Hz.

Giai

$$\text{Thay } s = \frac{z}{\tau} \cdot \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}$$

$$AC f. = 10Hz \rightarrow \tau = 0,1(s)$$

$$H(z) = \frac{z}{s+1} \times \frac{z^2}{s+2}$$

$$\rightarrow H(z) = \frac{2}{z} \left[ \frac{\frac{0,1}{2 \cdot 1 + 0,1}}{1 + \frac{0,1 - z^{-1}}{2 + 0,1} \cdot z^{-1}} + \frac{\frac{0,1}{2 \cdot 2 + 0,1}}{1 + \frac{0,1 - z^{-1}}{2 \cdot 2 + 0,1} \cdot z^{-1}} \right] / \text{Sai}$$

$$= 2 \cdot \left( \frac{0,047 + 0,047 \cdot z^{-1}}{1 - 0,904 z^{-1}} \right) \cdot \left( \frac{0,02 + 0,02 z^{-1}}{1 - 0,95 z^{-1}} \right)$$

$$\rightarrow H(z) = \left( \frac{2}{0,1} \cdot \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}} + 1 \right) \circ \left( \frac{2}{0,1} \cdot \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}} + 2 \right)$$

$$= \frac{2(1 - z^{-1})^2}{(21 - 19z^{-1})(22 - 18z^{-1})} = 0,0048 \cdot \frac{(1 - z^{-1})^2}{1 + 1,23z^{-1} + 0,79z^{-2}}$$

$\Rightarrow$  Sđ dt'

c)  $\rho^+$  là đường đi phẳng (mạch grating  $\bar{p}^+$ )

$\bar{p}_{ac0}$

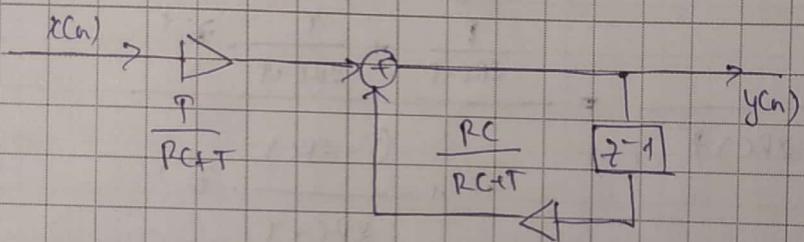
$$H_a(s) = \frac{1}{1+RCs}$$

Play

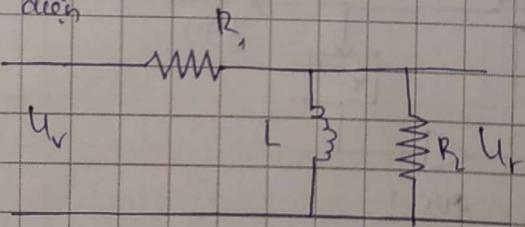
$$s = \frac{1-z^{-1}}{T} \text{ ta có}$$

$$H(z) = \frac{T}{RC + T - RCz^{-1}}$$

$$\frac{\frac{T}{RC+T}}{1 - \frac{RC}{RC+T} z^{-1}}$$



⇒ Cho mạch điện



Hay nhì mạch này là mạch  $\bar{p}^+$  tg đường vi phẳng

Gọi:  
 $\bar{p}_{ac0}$

$$L \parallel R_2 \rightarrow z = \frac{z_L \cdot R_2}{z_L + R_2} = \frac{SL \cdot R_2}{SL + R_2}$$

$$H_a(z) =$$

② a) Mạch lọc thấp thông thấp có đặc pha

Tín hiệu N:

$$I_1 = I_2$$

$$\frac{U_N - U_R}{R_1} = \frac{U_R - U_P}{R_2 || \frac{1}{j\omega C}}$$

mà  $U_N = U_P = 0$  (do tần số thấp)

$$\Rightarrow k_u = \frac{U_R}{U_N} = \frac{R_2 || \frac{1}{j\omega C}}{R_1} = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{(R_2 + \frac{1}{j\omega C}) R_1} = \frac{R_2 / R_1}{1 + j\omega R_2 C}$$

⇒ ch sang mạc  $\tilde{s}' = p^2$ , tần số cao vi phẩn  
Tính tỷ phẩn trên

$$k_u = \frac{-R_2 / R_1}{1 + j\omega R_2 C}$$

$$H(s) = \frac{-10}{1 + s \cdot 10^{-3}}$$

Thay  $s = \frac{1 - z^{-1}}{T}$ , ta được

$$H(z) = \frac{-10}{1 + 10^{-3} \cdot \frac{1 - z^{-1}}{T}} = \frac{-10}{1 + 1 - z^{-1}} = \frac{-10}{2 - z^{-1}}$$

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{-10}{2 - z^{-1}} \rightarrow (2 - z^{-1})Y(z) = -10X(z)$$

→ pt sai phân

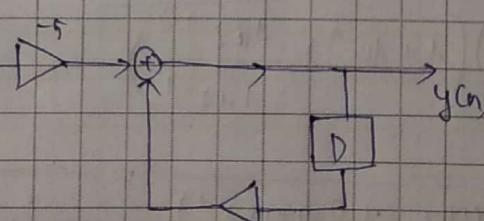
$$\Delta y(n) - y(n-1) = -10x(n)$$

$$\Rightarrow y(n) = \frac{1}{2}y(n-1) - 5x(n)$$

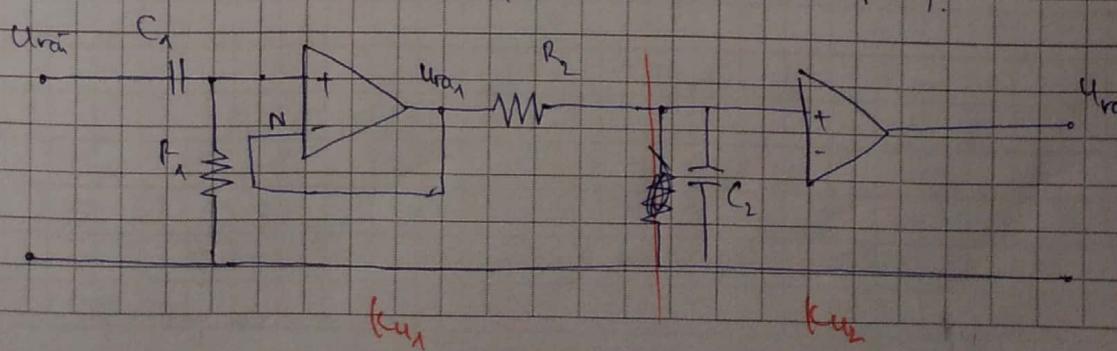
Đotted

80 dots

y(n)

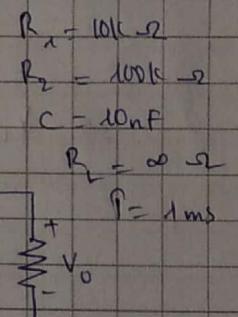


vi. Chuyển sang mạc  $\tilde{s}'$  theo  $\frac{1}{2}$  đổi sang tần số  $\omega = \frac{2\pi}{T} = 1 \text{ rad/s}$   
 $R_1 = 10\text{k}\Omega$ ,  $R_2 = 1\text{k}\Omega$ ,  $C_1 = 0.1\mu\text{F}$ ,  $C_2 = 100\text{pF}$ .



k<sub>u1</sub>

k<sub>u2</sub>



$R_1 = 10\text{k}\Omega$   
 $R_2 = 100\text{k}\Omega$   
 $C = 10\text{nF}$   
 $R_3 = \infty \Omega$   
 $T = 1\text{ms}$

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{\omega C}$$

\* Kết thúc và đổi ý ghi chú  
Pascal

$$H(z) = \frac{-10}{2 - z^{-1}} = \frac{-10z}{2z - 1}$$

$$\text{Kết quả: } 2z-1=0 \Rightarrow z = \frac{1}{2}$$

"Đây" là thông số biến nhúng quay lặp  
định nếu fit cd các dc cũ nằm bên trong  
chỉ đường tròn tròn

$$|2z| < 1$$

⇒ hệ thống ổn định  
các ván ⇒ thời gian

Với OA<sub>1</sub>

$$U_{r_1} = U_{N_1} = U_{P_1} = \frac{U_{vao} \cdot R_1}{R_1 + \frac{1}{2C_1 \cdot j\omega}}$$

$$\Rightarrow k_{U_1} = \frac{U_{r_1}}{U_v} = \frac{R_1}{R_1 + \frac{1}{2C_1 \cdot j\omega}}$$

Với OA<sub>2</sub>

$$U_{r_2} = U_{N_2} = U_{P_2} = \frac{U_{r_1} \cdot 2C_2}{R_2 + 2C_2}$$

$$\Rightarrow k_{U_2} = \frac{U_{r_2}}{U_{r_1}} = \frac{2C_2}{R_2 + 2C_2}$$

$$\Rightarrow k_u = k_{U_1} \cdot k_{U_2} = \frac{R_1}{R_1 + 2C_1} \cdot \frac{2C_2}{R_2 + 2C_2}$$

$$= \frac{R_1 \cdot j\omega C_1}{1 + j\omega R_1 C_1} \cdot \frac{1}{1 + j\omega R_2 C_2}$$

$$\Rightarrow k_u = \frac{10^{-3} - j\omega}{1 + j\omega \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{1}{1 + j\omega \cdot 10^{-2}}$$

$$\Rightarrow H(s) = \frac{10^{-3}s}{(1 + 10^{-3}s)(1 + 10^7s)}$$

$$\text{Thay } s = \frac{2}{10^{-3}} \cdot \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}} \text{ ta được}$$

$$H(z) = 2 \cdot \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}$$

$$H(z) = \frac{\left(1 + 2 \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}\right) \left(1 + 10^{-4} \cdot 2 \cdot \frac{1 - z^{-1}}{1 + z^{-1}}\right)}{(3 - z^{-1}) (1,0002 + 0,9998z^{-1})}$$

$$H(z) = \frac{2(1 - z^{-1})}{3,0006 + 1,9992z^{-1} - 0,9998z^{-2}}$$