

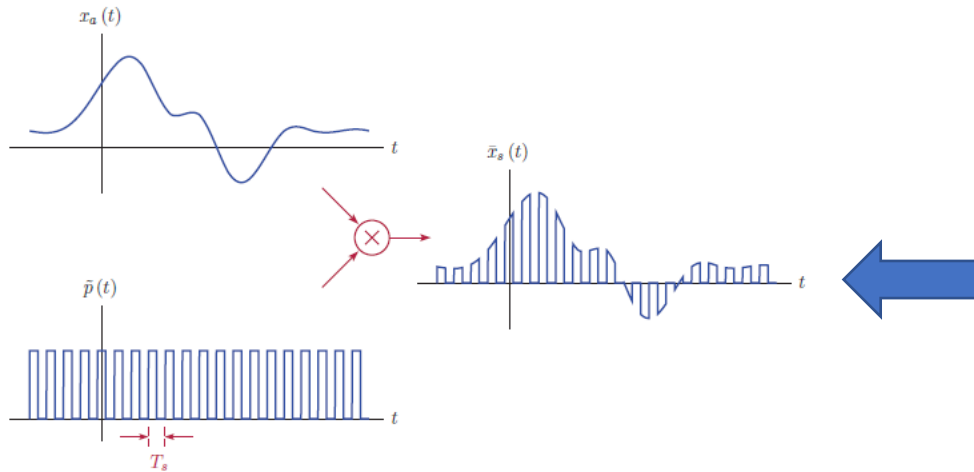


مقرر الإشارات والنظم  
قسم هندسة الروبوت والأنظمة الذكية

د. السموع صالحي  
م. أو شين داود

محاضرة العملي الأسبوع 8  
الفصل الثاني 2021/2022

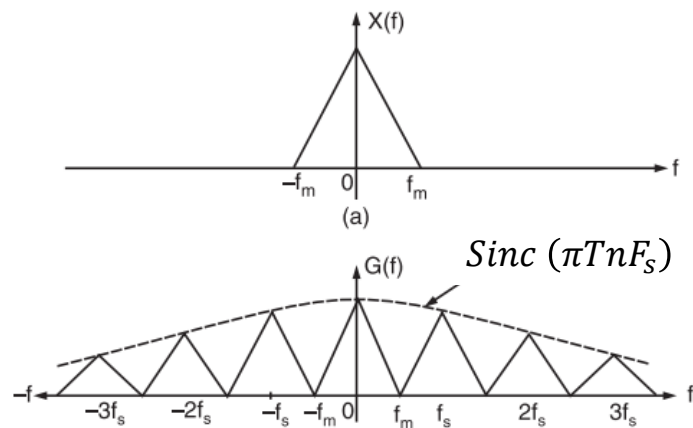
## Practical Sampling



$$x_s(t) = x(t) \cdot \left[ \text{rect} \left( \frac{t}{T} \right) * \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(t - nT_s) \right]$$

$$X_S(f) = X(f) * \left[ T \text{Sinc}(\pi f T) \cdot \frac{1}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \delta(f - nF_s) \right]$$

$$X_S(f) = X(f) * \left[ \frac{T}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \text{Sinc}(\pi n F_s T) \cdot \delta(f - nF_s) \right]$$



$$X_S(f) = \frac{T}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \text{Sinc}(\pi T n F_s) X(f - nF_s)$$

## Practical Sampling in MATLAB

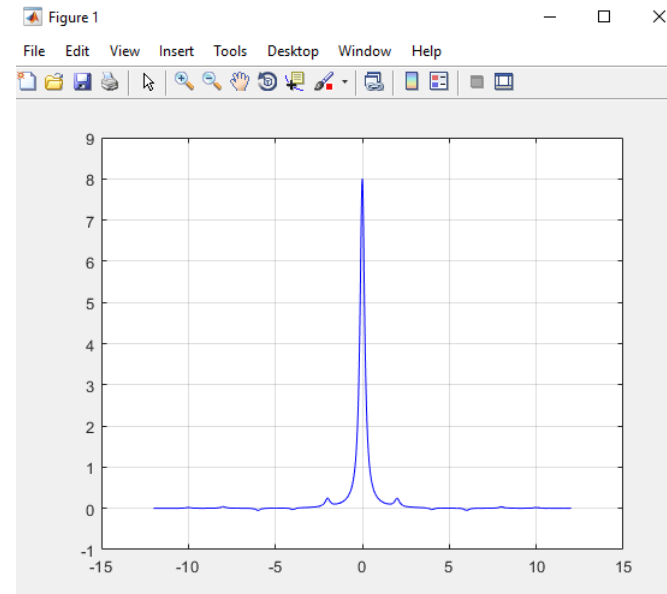
$$x(t) = e^{-|t|} \quad X(f) = \frac{2}{1 + 4\pi^2 f^2}$$

$$X_s(f) = \frac{T}{T_s} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \text{Sinc}(\pi T n F_s) X(f - n F_s)$$

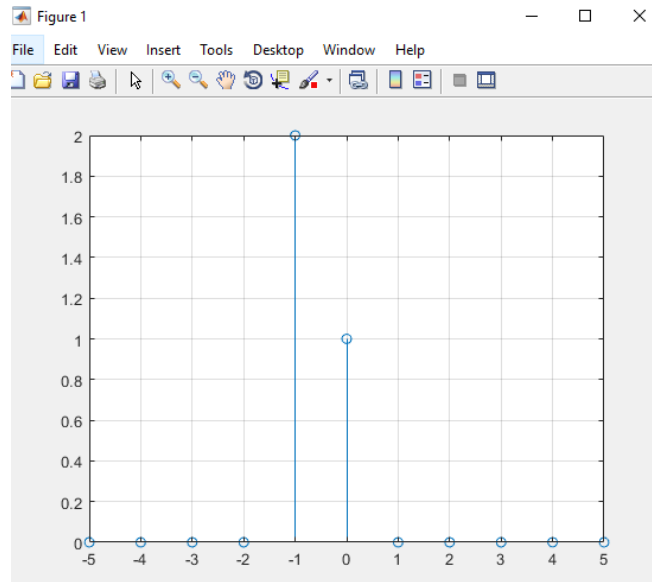
طيف الإشارة  
المقطعة

```
X = @(f) 2./(1+4* pi*pi*f.*f);
f = [ -12:0.01:12];
fs = 2; % Sampling rate.
Ts = 1/fs; % sampling interval.
T = 1; % pulse width
Xs = zeros (size(X));
for n=-5:5
    Xs = Xs+((T/Ts)*sinc(pi*T*n*fs)*X(f-n*fs));
end

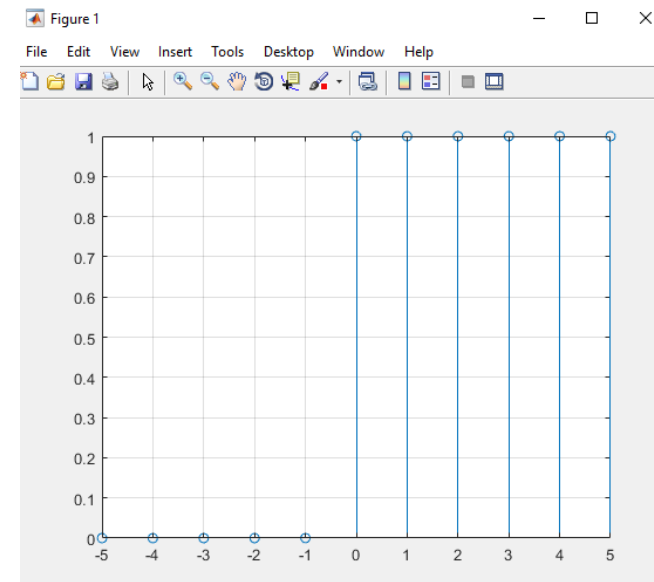
plot (f, Xs , 'b')
grid on
```



## Discrete signals in MATLAB

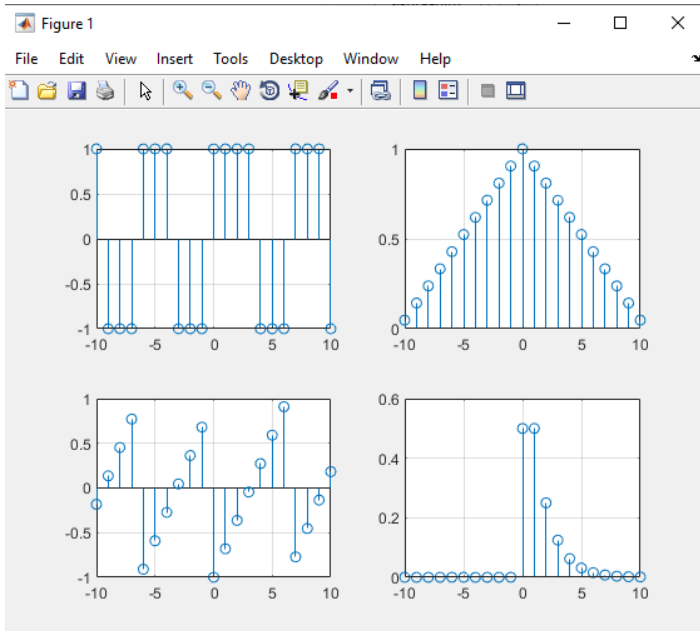


```
n = -5:5;
signal = zeros (1,length (n));
signal(n==0) = 1 ;
signal(n==-1) = 2;
stem (n , signal)
grid on
```

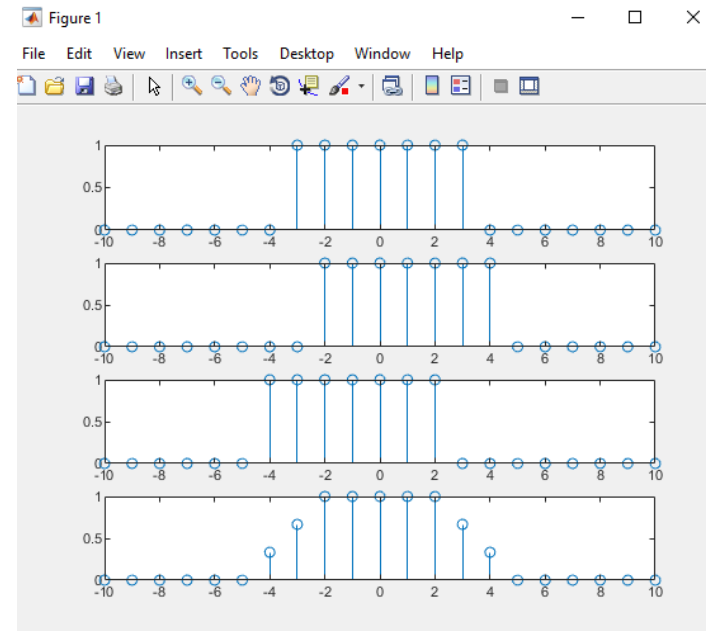


```
n = -5:5;
signal = zeros (1,length (n));
signal(n>=0) = 1;
stem (n , signal)
grid on
```

## Discrete signals in MATLAB



```
n = -10:10
y1 = square (n)
y2 = tripuls (n, 21);
y3 = sawtooth (n)
y4 = (a.^n).*heaviside (n);
subplot (221),stem (n , y1),grid on
subplot (222),stem (n , y2),grid on
subplot (223),stem (n , y3),grid on
subplot (224),stem (n , y4),grid on
```



```
n = -10:10
y1 = rectpuls(n/7);
y2 = rectpuls((n-1)/7);
y3 = rectpuls((n+1)/7);
y4 = 1/3*(y1+y2+y3);
subplot (411),stem (n , y1),grid on
subplot (412),stem (n , y2),grid on
subplot (413),stem (n , y3), grid on
subplot (414),stem (n , y4), grid on
```

## Discrete signals

حدد الإشارة  $y(n)$  في كل مما يلي علماً أن  $s(n)$  هي :

$$s(n) = |n|rect(n/7)$$

$$y(n) = s(n - 1)$$

$$y(n) = s(n + 1)$$

$$y(n) = \frac{1}{3}[s(n + 1) + s(n) + s(n - 1)]$$

$$y(n) = \max\{s(n + 1), s(n), s(n - 1)\}$$

## Discrete signals

حدد الإشارة  $y(n)$  في كل مما يلي علماً ان  $s(n)$  هي :

$$s(n) = |n|rect(n/7)$$

$$y(n) = s(n - 1)$$

$$y(n) = s(n + 1)$$

$$y(n) = \frac{1}{3} [s(n + 1) + s(n) + s(n - 1)]$$

$$y(n) = \max\{s(n + 1) + s(n) + s(n - 1)\}$$

n	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
S(n)	0	3	2	1	0	1	2	3	0
S(n-1)	0	0	3	2	1	0	1	2	3
S(n+1)	3	2	1	0	1	2	3	0	0
sum	3	5	6	3	2	3	6	5	3
1/3y(n)	1	5/3	2	1	2/3	1	2	5/3	1
max	3	3	3	2	1	2	3	3	3

## Discrete signals

اختبر الجملة التالية من حيث الثبات مع الزمن:

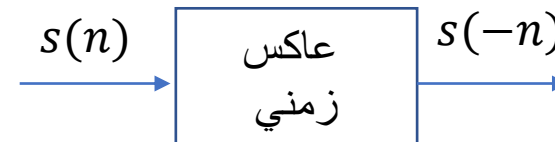
اختبر الجملة التالية من حيث الخطية:

$$y(n) = ns(n) + b$$

$$\begin{aligned} TR\{a_1s_1(n) + a_2s_2(n)\} \\ = a_1TR\{s_1(n)\} + a_2TR\{s_2(n)\} \end{aligned}$$

$$TR\{a_1s_1(n) + a_2s_2(n)\} = n(a_1s_1(n) + a_2s_2(n)) + b$$

$$\begin{aligned} a_1TR\{s_1(n)\} + a_2TR\{s_2(n)\} \\ = na_1s_1(n) + b + na_2s_2(n) + b \end{aligned}$$



$$y(n) = TR\{s(n)\}$$

$$y(n - k) = TR\{s(n - k)\}$$

$$TR\{s(n - k)\} = s(-(n - k))$$

$$y(n - k) = s(-n - k)$$



## Discrete signals

اختبر هل الإشارة التالية طاقة ام استطاعة:

$$x(n) = \begin{cases} 0.5^n, & n \geq 0 \\ 3^n, & n < 0 \end{cases}$$

$$E = \sum_{n=0}^{\infty} (0.5^n)^2 + \sum_{n=-\infty}^{-1} (3^n)^2 +$$

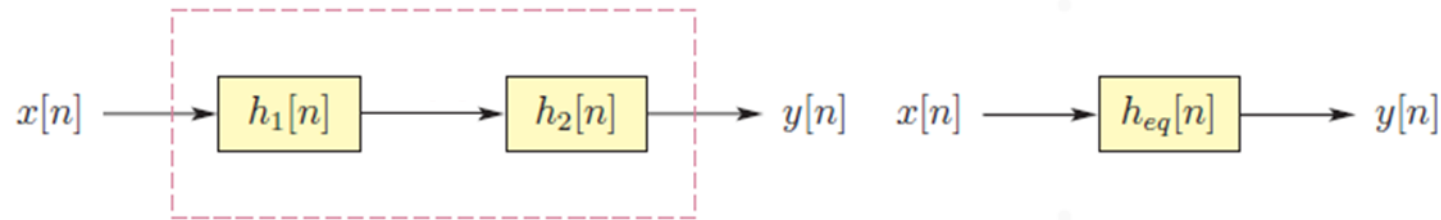
$$E = \sum_{n=0}^{\infty} (0.5)^{2n} + \sum_{n=1}^{\infty} (1/3)^{2n}$$

$$E = \sum_{n=0}^{\infty} (1/4)^n + \sum_{n=1}^{\infty} (1/9)^n \quad \longrightarrow$$

$$E = \frac{1}{1 - \frac{1}{4}} + \frac{\frac{1}{9}}{1 - \frac{1}{9}} = \frac{35}{24} < \infty: \text{ energy signal}$$

سلسلتان هندسيتان أساسهما 1/4, 1/9

## Discrete signals



$$h_1(n) = h_2(n) = u(n) - u(n-5) \quad \longrightarrow \quad h_{eq}(n) = h_1(n) * h_2(n)$$

$$h_1(n) = h_2(n) = \delta(n) + \delta(n-1) + \delta(n-2) + \delta(n-3) + \delta(n-4)$$

$$h_1(n) * h_2(n) = \{\delta(n) + \delta(n-1) + \delta(n-2) + \delta(n-3) + \delta(n-4)\} * \{\delta(n) + \delta(n-1) + \delta(n-2) + \delta(n-3) + \delta(n-4)\}$$

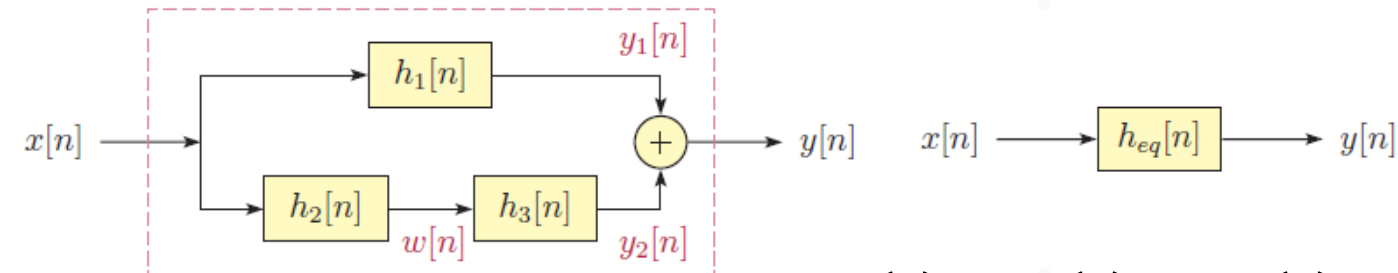
$$h_{eq}(n) = h_1(n) * h_2(n) = \{1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 2, 1\}$$

$$x(n) = u(n) \quad \longrightarrow \quad \begin{aligned} y(n) &= x(n) * h_{eq}(n) \\ &= u(n) * (\delta(n) + 2\delta(n-1) + 3\delta(n-2) \\ &\quad + 4\delta(n-3) + 5\delta(n-4) + 4\delta(n-5) \\ &\quad + 3\delta(n-6) + 2\delta(n-7) + \delta(n-8)) \end{aligned} \quad \longrightarrow \quad y(n) = \{1, 3, 6, 10, 15, \dots\}$$

لديك المخطط الصندوقي المبين  
في الشكل :  
حدد كل من الاستجابة الكلية  
والخرج من أجل إشارة الدخل  
المفترضة

## Discrete signals

لديك المخطط الصندوقي المبين في الشكل :  
حدد كل من الاستجابة الكلية  $h_{eq}(n)$   
وأوجد الإشارات  
 $w(n), y_1(n), y_2(n), y(n)$



$$h_1(n) = e^{-0.1n}u(n)$$

$$h_2(n) = \delta(n - 2)$$

$$h_3(n) = e^{-0.2n}u(n)$$

$$x(n) = u(n)$$

$$h_{eq}(n) = h_1(n) + (h_2(n) * h_3(n))$$

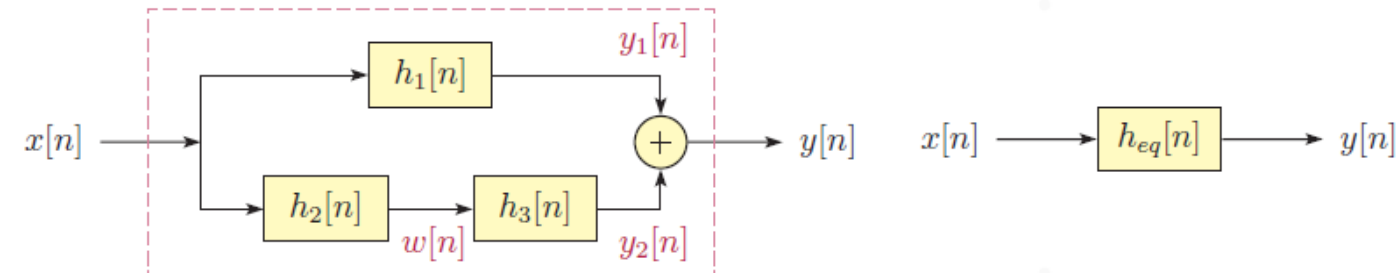
$$h_{eq}(n) = e^{-0.1n}u(n) + e^{-0.2(n-2)}u(n-2)$$

$$w(n) = x(n) * h_2(n) = u(n-2)$$

$$y_1(n) = x(n) * h_1(n) = u(n) * e^{-0.1n}u(n) \quad : \quad n \geq 0$$

$$= \sum_{k=-\infty}^{+\infty} u(n-k) \cdot e^{-0.1k}u(k) = \sum_{k=0}^n e^{-0.1k} = \frac{1 - e^{-0.1(n+1)}}{1 - e^{-0.1}}$$

## Discrete signals



$$h_1(n) = e^{-0.1n}u(n)$$

$$h_2(n) = \delta(n - 2)$$

$$h_3(n) = e^{-0.2n}u(n)$$

$$x(n) = u(n)$$

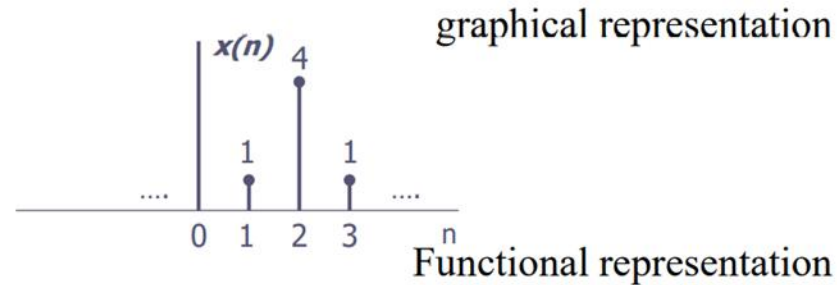
$$y_2(n) = w(n) * h_3(n) = u(n - 2) * e^{-0.2n}u(n) : n \geq 2$$

$$= \sum_{k=-\infty}^{+\infty} u(n - k - 2) \cdot e^{-0.2k} u(k)$$

$$= \sum_{k=0}^{n-2} e^{-0.2k} = \frac{1 - e^{-0.2(n-1)}}{1 - e^{-0.2}}$$

$$y(n) = y_1(n) + y_2(n) = \frac{1 - e^{-0.1(n+1)}}{1 - e^{-0.1}} u(n) + \frac{1 - e^{-0.2(n-1)}}{1 - e^{-0.2}} u(n - 2)$$

## Discrete Signals



$$x(n) = \begin{cases} 1, & \text{for } n = 1, 3 \\ 4, & \text{for } n = 2 \\ 0, & \text{elsewhere} \end{cases}$$

Tabular representation

$n$	...	-2	-1	0	1	2	3	4	5	...
$x(n)$	...	0	0	0	1	4	1	0	0	...

Sequence representation

$$x(n) = \{\dots 0, 0, 1, 4, 1, 0, 0, \dots\} \quad x(n) = \{0, 1, 4, 1, 0, 0, \dots\} \quad x(n) = \{0, 1, 4, 1\}$$

Delta function representation :

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

## Discrete Signals

```
n1 = -4 : 2 ;
s1 = zeros(1 , length (n1));
s1(n== -4) = -3 ;
s1(n == 2) = 2 ;
s1(n == -1) = -1 ;
subplot (311)
stem (n1 , s1, 'r');
title('s(n)')
n2 = -1 : 5 ; % n-3
s2 = zeros(1 , length (n2));
s2(n == -1) = -3 ;
s2(n == 5) = 2 ;
s2(n == 2) = -1 ;
subplot (312)
stem (n2, s2, 'r');
title('s(n-3)')
```

```
n3 = -7 : -1 ; % n+3
s3 = zeros(1 , length (n3));
s3(n == -7) = -3 ;
s3(n == -1) = 2 ;
s3(n == -4) = -1 ;
subplot (313)
stem (n3 , s3, 'r');
title('s(n+3)')
```

لديك التالي  $s(n)$  المعطى بدلالة تتابع نبضات ديراك كما يلي :

$$s(n) = -\delta(n + 1) + 2\delta(n - 2) - 3\delta(n + 4)$$

حدد :

1. قيم  $s(n)$  وارسمها

2. اوجد  $s(n-3)$  و  $s(n+3)$

الحل :

$$n = \{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2\}$$

$S(n) = \{-3, 0, 0, -1, 0, 0, 2\}$  (انتبه الى العينات ذات المطالات الصفرية)

لإيجاد  $s(n-3)$  نستبدل  $n$  ب  $n-3$  :

$$-4 \leq n - 3 \leq 2$$

$$-1 \leq n \leq 5$$

نلاحظ انها نسخة مؤخرة من  $s(n)$  بمقدار 3 عينات.

وبنفس الطريقة يمكننا إيجاد  $s(n+3)$

والكود المجاور يمثل الإشارات الثلاثة

## Discrete Signals

لديك التتالي  $s(n)$  المعطى بدلالة التابع الرياضي التالي

$$s(n) = \begin{cases} |n - 2|, & -5 < n \leq 2 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

1. قيم  $n$

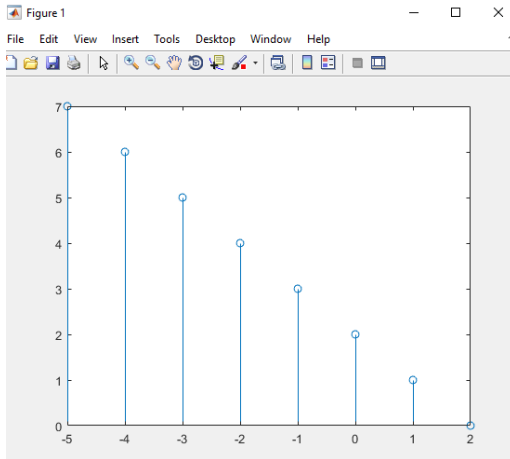
2. قيم  $s(n)$  وارسمها

3. اوجد  $s(n-1)$

الحل:

$$n = \{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2\}$$

حساب قيم  $s(n)$



```
n = -5:2 ;
s = abs(n-2) ;
stem (n,s)
```

n	S(n-1)
-3	6
-2	5
-1	4
0	3
1	2
2	1
3	0

لإيجاد الإشارة  $s(n-1)$ :

نستبدل كل  $n$  ب  $n-1$ :

$$-5 < n - 1 \leq 2$$

بنقل 3 الى طرفي المتراجحة فتصبح:

$$-4 < n \leq 3$$

حساب قيم  $s(n-1)$

نعوض كل  $n$  في التابع الرياضي ب  $n-1$

فيصبح التابع الرياضي:

$$s(n-1) = \begin{cases} |n - 3|, & -4 < n \leq 3 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

n	S(n)
-4	6
-3	5
-2	4
-1	3
0	2
1	1
2	0

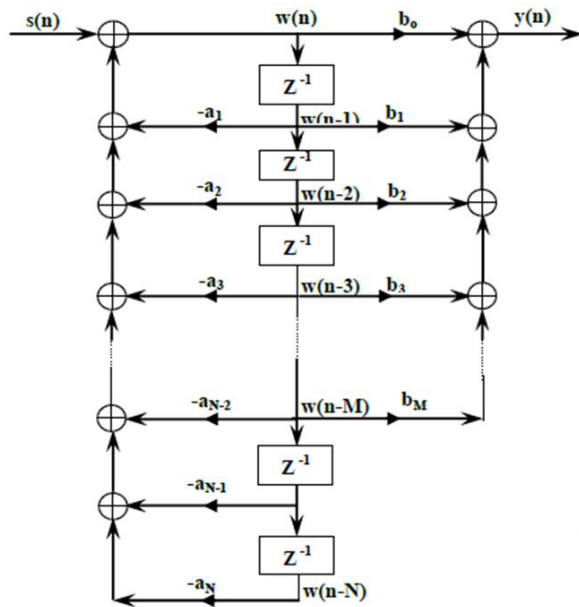
## بنی تحقيق الجمل LTI

Constant-coefficient linear  
difference equation

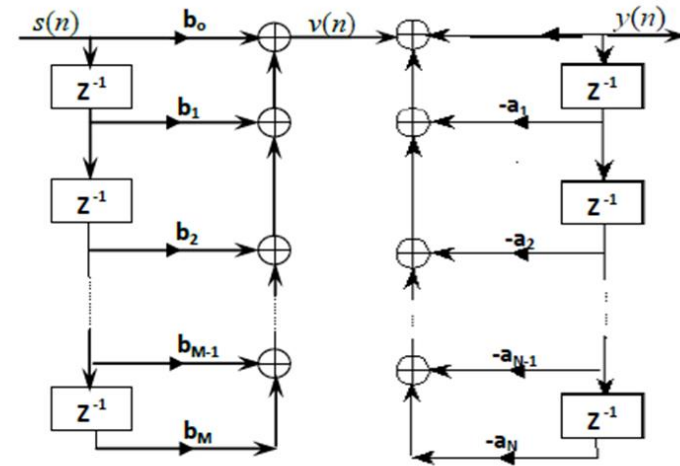
$$\sum_{k=0}^N a_k y[n - k] = \sum_{k=0}^M b_k x[n - k]$$



$$y(n) = -\sum_{k=1}^N a_k \cdot y(n - k) + \sum_{k=0}^M b_k \cdot s(n - k)$$



الشكل المباشر II



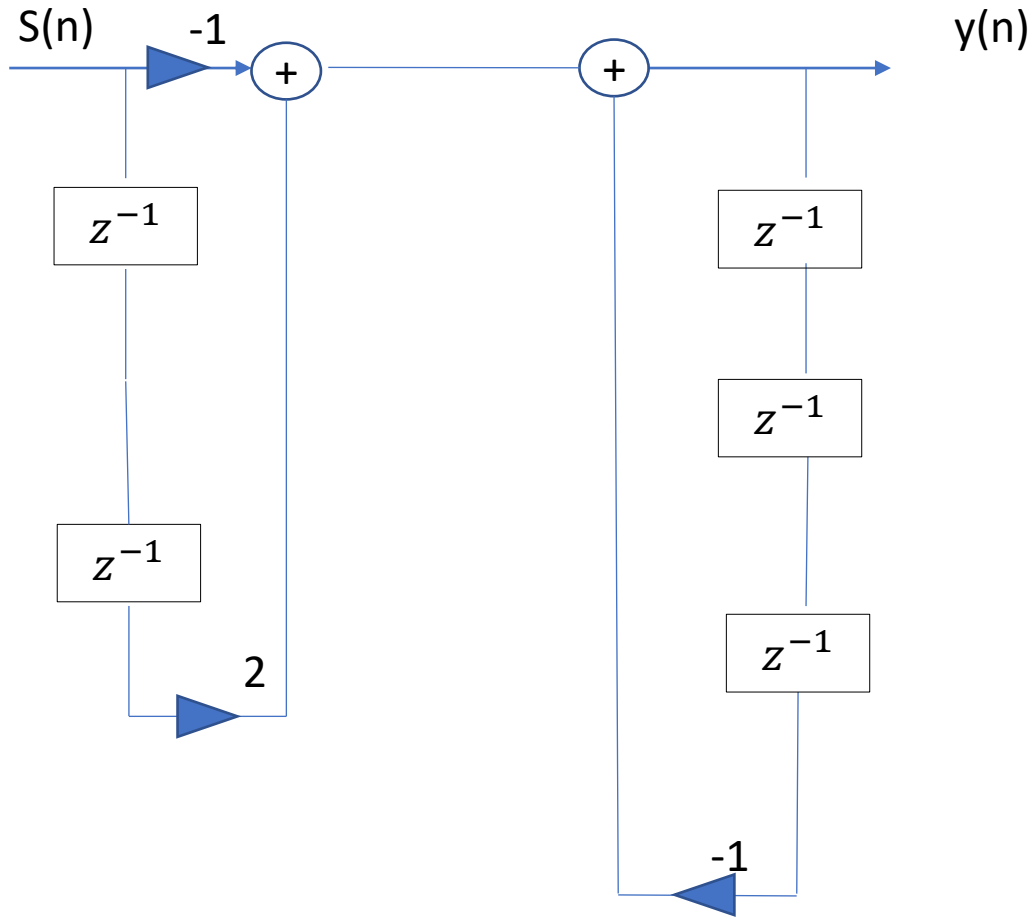
الشكل المباشر I



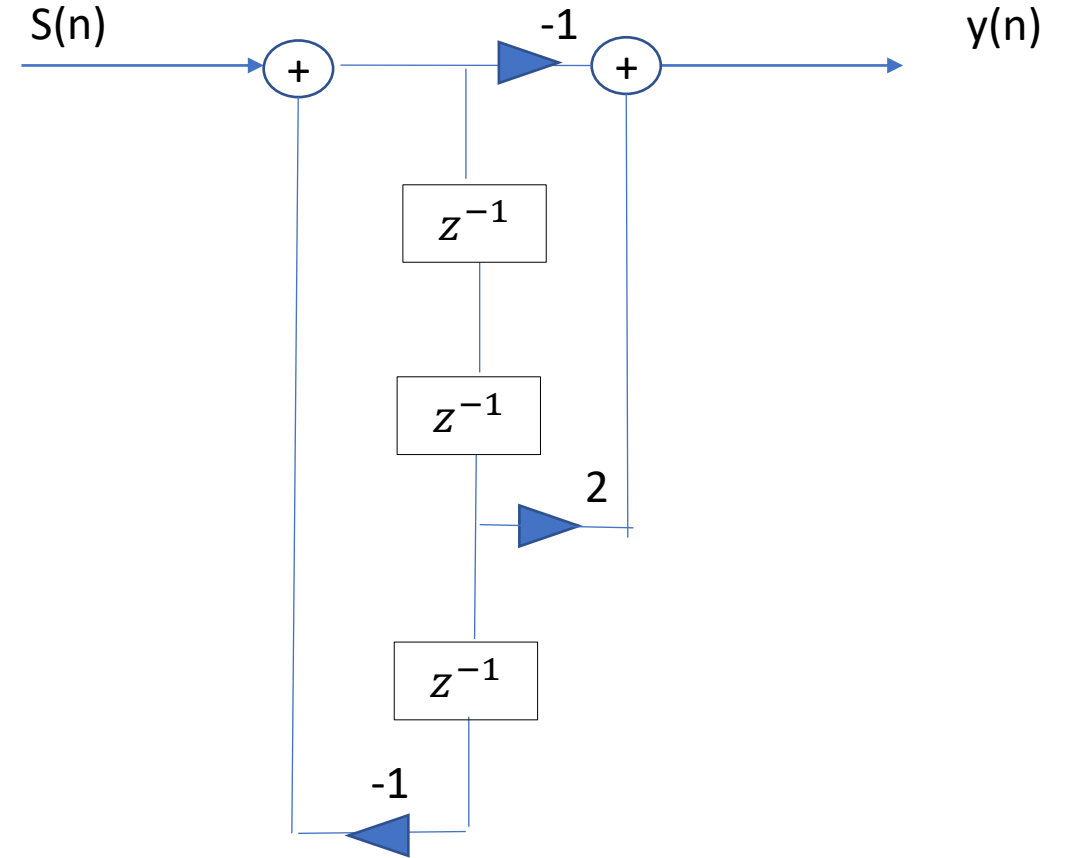
### المخططات الصندوقية :

لديك الجملة الممثلة بالمعادلة التالية:  $y(n) = -s(n) + 2s(n-2) - y(n-3)$  مثلها بالشكلين المباشر الأول والمباشر الثاني واحسب عدد عناصر الجداء والتأخير في كل شكل .

الشكل المباشر الاول



الشكل المباشر الثاني

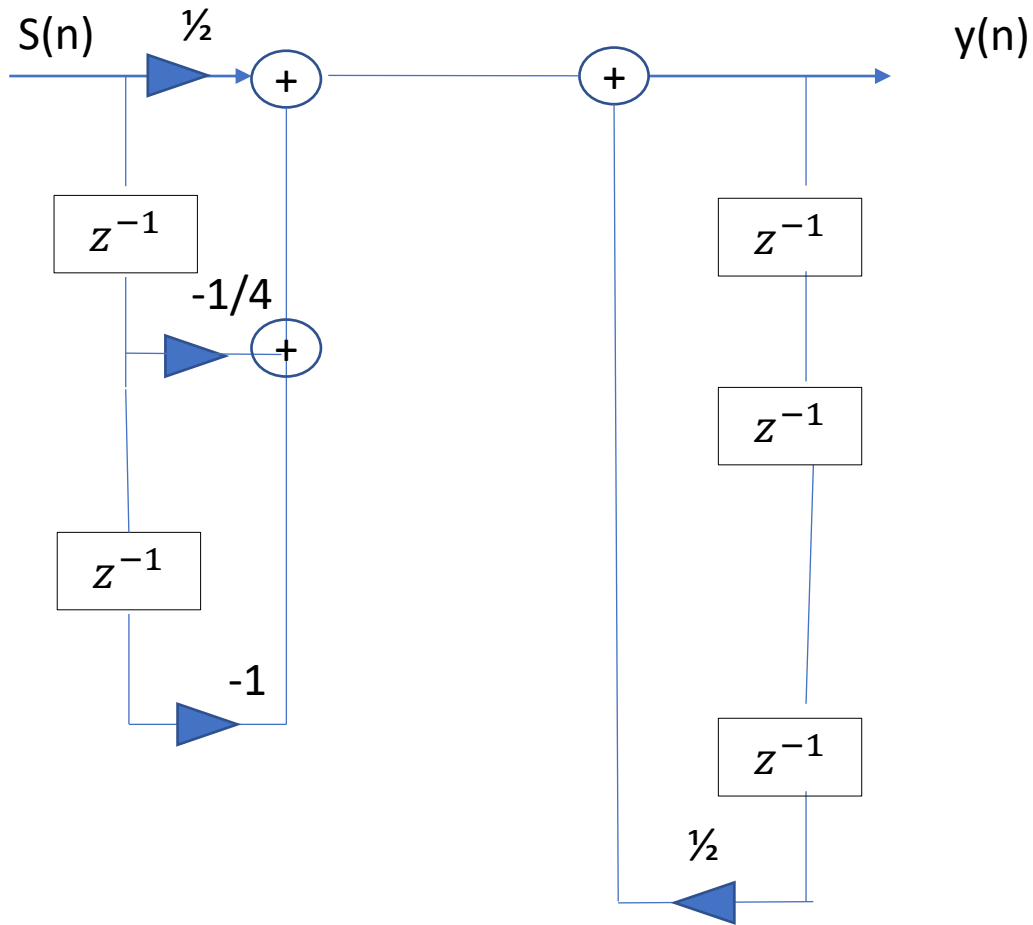


عدد عناصر الجداء 3 و عدد عناصر الجمع 2 و عدد عناصر التأخير 5

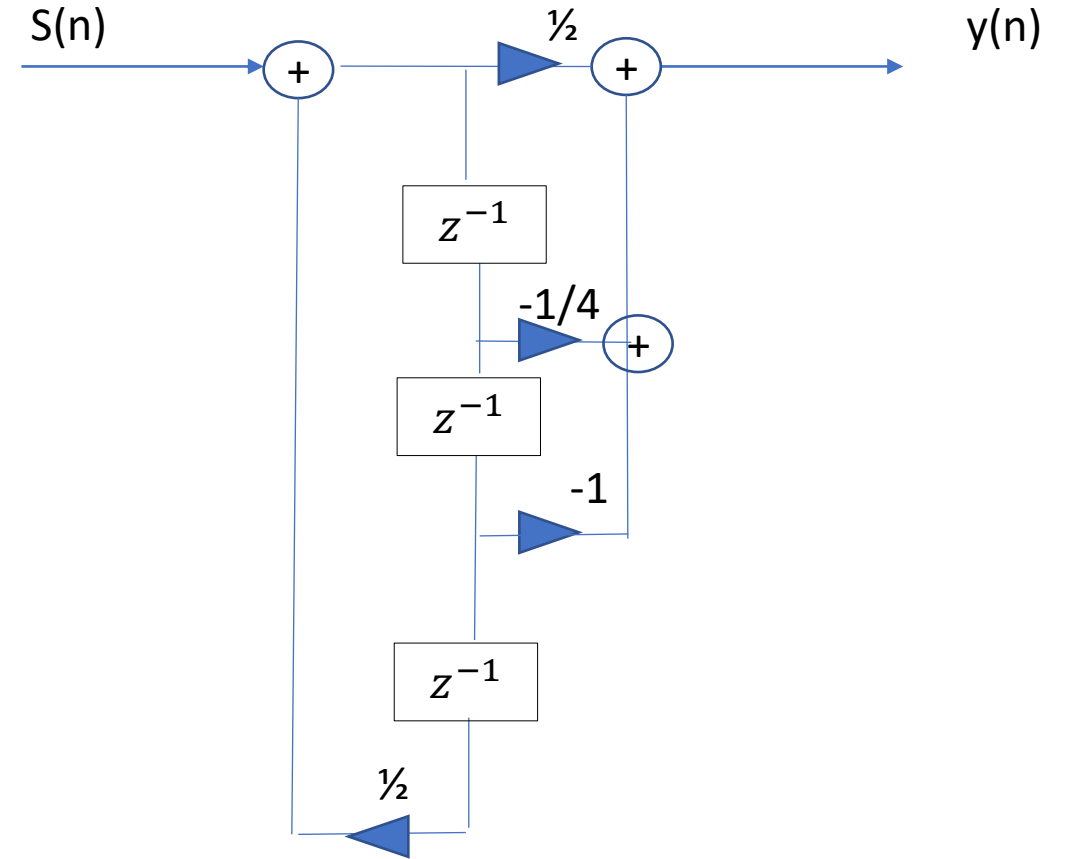
عدد عناصر الجداء 3 و عدد عناصر الجمع 2 و عدد عناصر التأخير 3

المخططات الصندوقية :

لديك الجملة الممثلة بالمعادلة التالية:  $2y(n) + \frac{1}{2}s(n-1) - s(n) + 2s(n-2) - y(n-3) = 0$   
 يجب تعديل شكل المعادلة لتصبح من الشكل:  $y(n) = -\frac{1}{4}s(n-1) + \frac{1}{2}s(n) - s(n-2) + \frac{1}{2}y(n-3)$

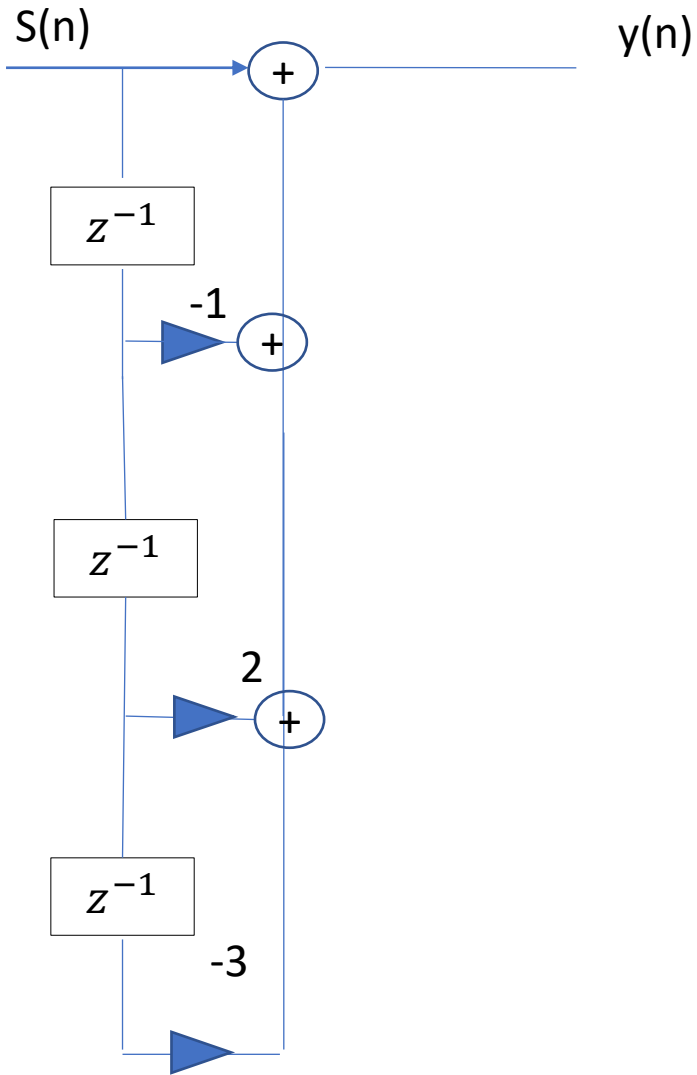


الشكل المباشر الاول

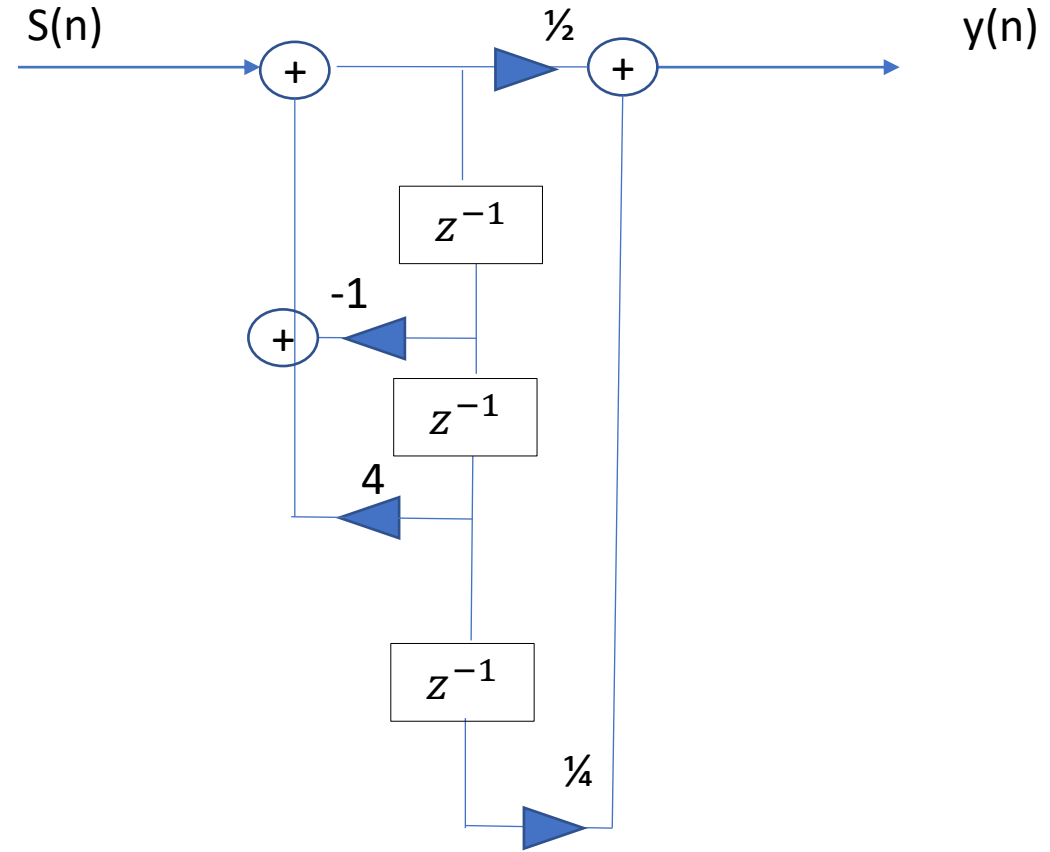


الشكل المباشر الثاني

المخططات الصندوقية : لديك المخططات الصندوقية التالية استخرج المعادلات المميزة لها



$$y(n) = s(n) - s(n - 1) + 2s(n - 2) - 3s(n - 3)$$



$$y(n) = \frac{1}{2}s(n) + \frac{1}{4}s(n - 3) - y(n - 1) - 4y(n - 2)$$



**The End**