مقرر الإشارات والنظم

قسم هندسة الروبوت والأنظمة الذكية

د. السموءل صالح

م. أوشين داؤد

محاضرة العملي الأسبوع ٦

الفصل الثاني ٢٠٢٢/٢٠٢١

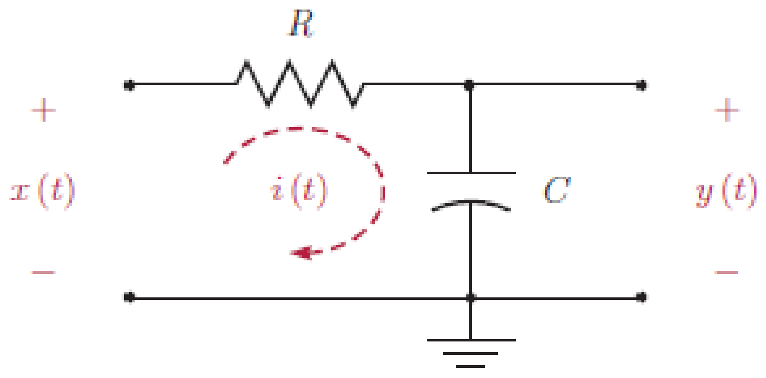
Impulse Response

$$y(t) = Trans\left(u(t)\right) \rightarrow \frac{dy(t)}{dt} = Trans\left(\frac{du(t)}{dt}\right) = Trans(\delta(t)) = h(t)$$

Differentiate the unit-step response of the system to obtain the impulse response, i.e.,

$$h(t) = \frac{dy(t)}{dt} \tag{2.134}$$

Impulse Response



R = 1 Ω and C = 1/4 F

the output at time t = 0 is y (0) = 0

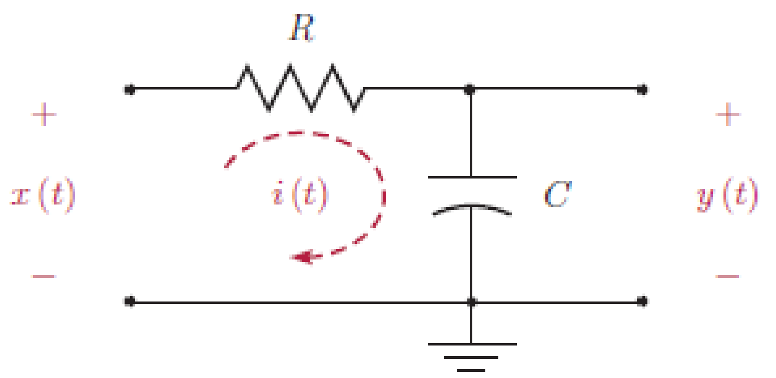
The differential equation

$$\frac{dy(t)}{dt} + \alpha\, y(t) = r(t), \qquad y(t_0):\ \text{specified}$$

is solved as

$$y(t) = e^{-\alpha(t-t_0)}\, y(t_0) + \int_{t_0}^{t} e^{-\alpha(t-\tau)}\, r(\tau)\, d\tau$$

Impulse Response



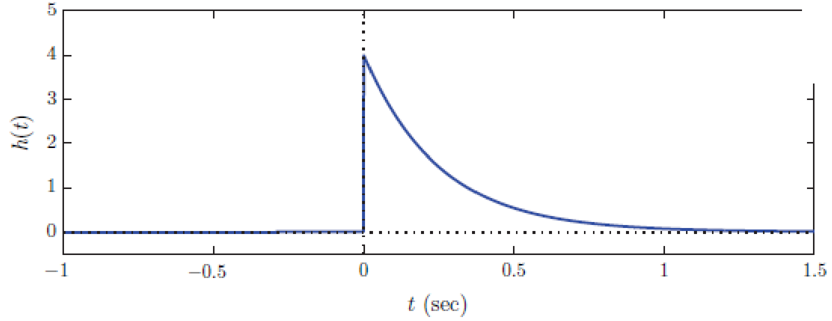
R = 1 Ω and C = 1/4 F

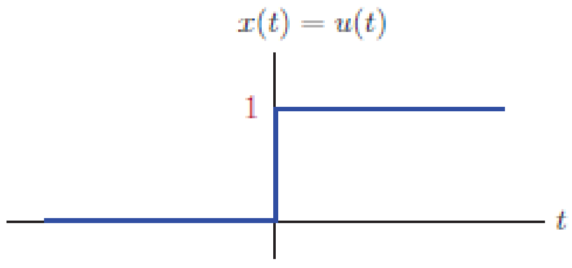
لديك دارة مبينة في الشكل نستخرج استجابتها النبضية بالاعتماد على اشتقاق حل المعادلة التفاضلية :

$$u(t) = \frac{1}{4}\frac{dy(t)}{dt} + y\,(t) \rightarrow 4u(t) = \frac{dy(t)}{dt} + 4y\,(t)$$

$$y(t) = \left(1 - e^{-4(t)}\right)u(t)$$

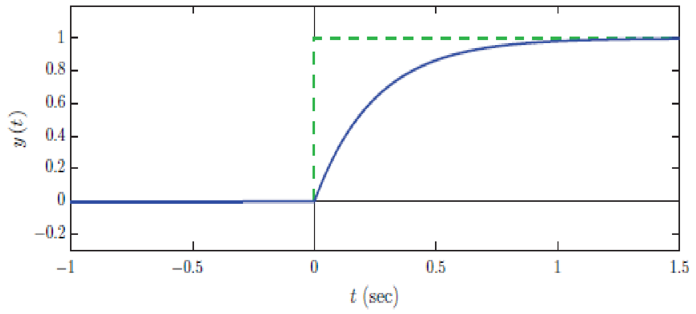
$$\boldsymbol{h(t) = \left(\frac{1}{RC}e^{-\frac{t}{RC}}\right)u(t)}$$





(b)

The input signal

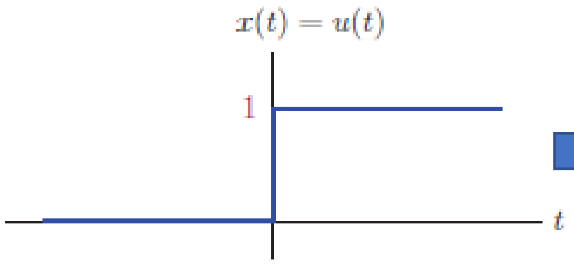


The output signal

$$\boldsymbol{h(t) = \left(4e^{-4(t)}\right)u(t)\text{: } impulse\ response}$$

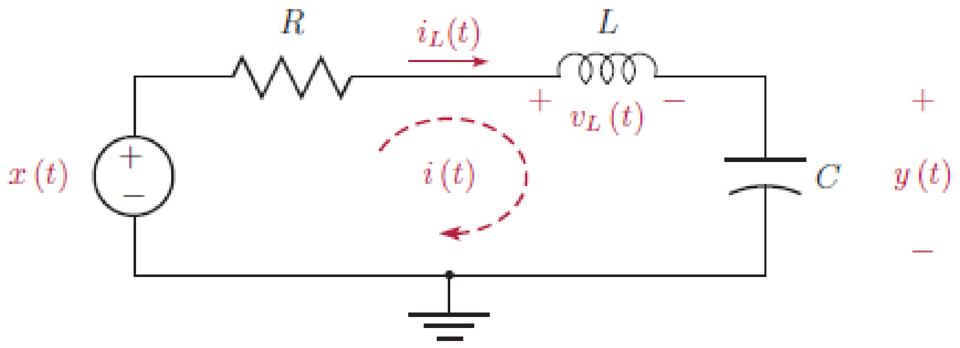
Impulse Response

لديك دارة مبينة في الشكل نستخرج استجابتها النبضية بالاعتماد على اشتقاق حل المعادلة التفاضلية :



(b)

The input signal



Zero input solution + Particular solution

R = 2 Ω, *L* = 1 H and *C* = 1/26 F.

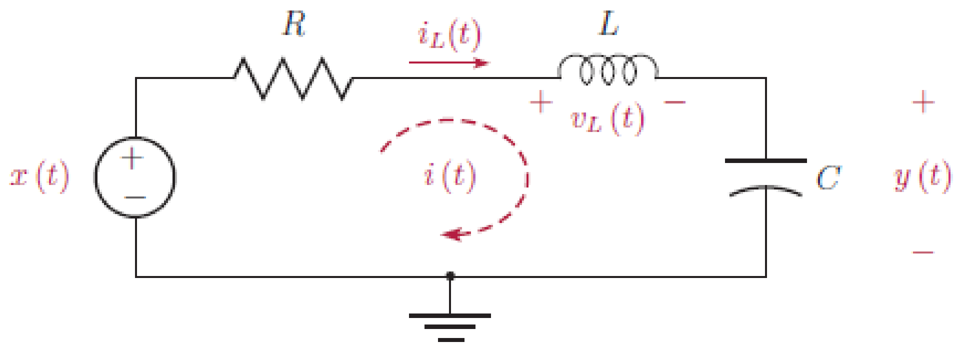
$$y(t) = 2 \mid t = 0$$
$$y'(t) = 13 \mid t = 0$$

Input signal	Particular solution
K (constant)	k_1
$K\,e^{at}$	$k_1\,e^{at}$
$K\ \cos(at)$	$k_1\ \cos(at) + k_2\ \sin(at)$
$K\ \sin(at)$	$k_1\ \cos(at) + k_2\ \sin(at)$
$K\,t^n$	$k_n t^n + k_{n-1} t^{n-1} + \ldots + k_1 t + k_0$

Table 2.1 – Choosing a particular solution for various input signals.

Impulse Response

لديك دارة مبينة في الشكل نستخرج استجابتها النبضية بالاعتماد على اشتقاق حل المعادلة التفاضلية :



$R = 2\ \Omega$, $L = 1$ H and $C = 1/26$ F.

$$y(t) = 2 \,|\, t = 0$$
$$y'(t) = 13 \,|\, t = 0$$

$$x(t) = v_R + v_L + v_C$$

$$x(t) = i(t)R + \frac{Ldi(t)}{dt} + y(t)$$

$$i(t) = C\,\frac{dv_c(t)}{dt} = C\,\frac{dy(t)}{dt}$$

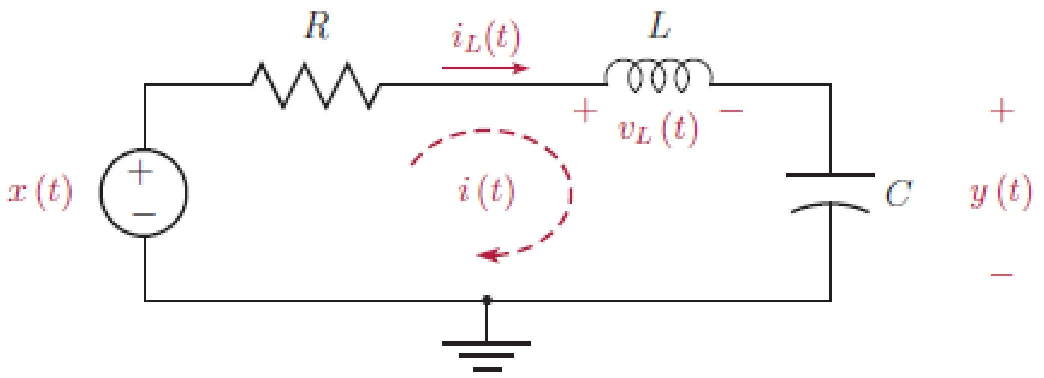
$$x(t) = LC\frac{d^2y(t)}{d^2t} + RC\,\frac{dy(t)}{dt} + y\,(t)$$

$$\frac{1}{LC}x(t) = \frac{d^2y(t)}{d^2t} + \frac{R}{L}\,\frac{dy(t)}{dt} + \frac{1}{LC}y\,(t)$$

$$\boxed{26x(t) = \frac{d^2y(t)}{d^2t} + 2\frac{dy(t)}{dt} + 26y\,(t)}$$

Impulse Response

$$26x(t) = \frac{d^2y(t)}{d^2t} + 2\frac{dy(t)}{dt} + 26y\,(t)$$

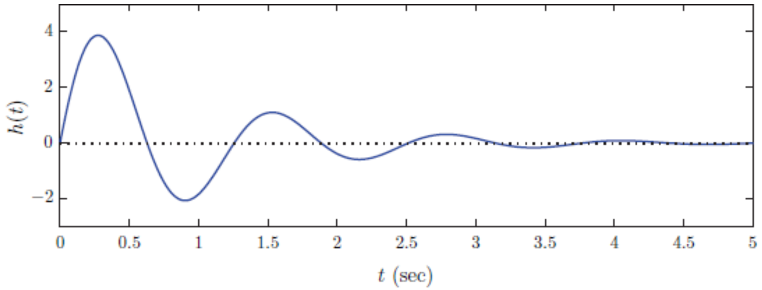


$$y(t) = \underbrace{-e^{-t}\cos(5t) - 0.2e^{-t}\sin(5t)}_{\text{Zero input solution}} + \underbrace{1}_{\text{Particular solution}}$$

$R = 2\ \Omega$, $L = 1$ H and $C = 1/26$ F.

$$h(t) = \frac{dy(t)}{dt} = 5.2e^{-t}\sin(5t)$$

$$y(t) = 2 \mid t = 0$$
$$y'(t) = 13 \mid t = 0$$

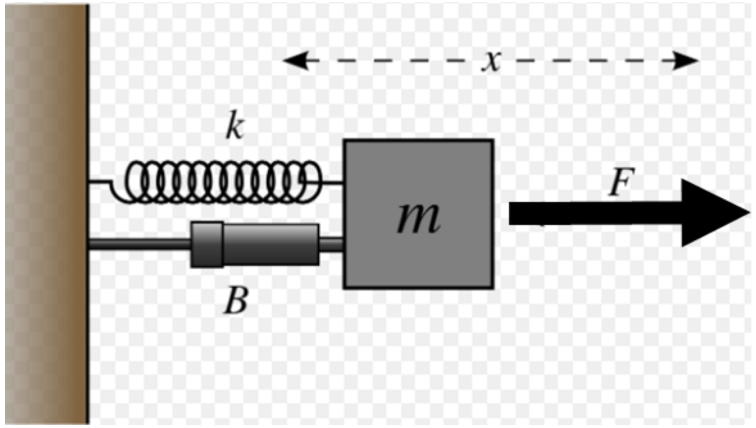


Impulse Response

الجملة الميكانيكية الموضحة بالشكل :

تمثل مكافئاً مكانيكياً لدارة RLC وتوصف بمعادلة تفاضلية من الدرجة الأولى والمرتبة الثانية

ونستطيع الوصول من المعادلة التفاضلية الممثلة لسلوك هذه الدارة الى الاستجابة النبضية بنفس الطريقة السابقة .

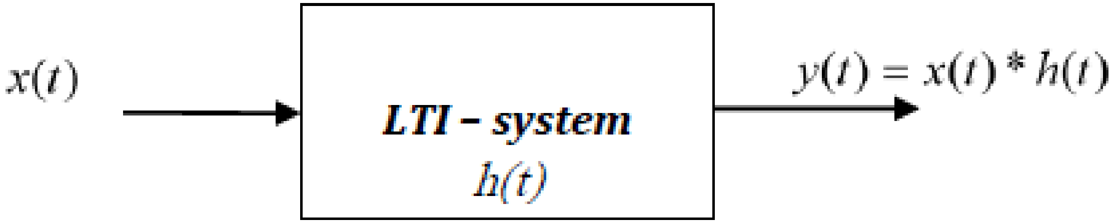


Mass-Spring-Damper (MSD) system

$$f(t) = Ma + Bv + Kx(t) = \frac{Md^2x(t)}{dt^2} + B\frac{dx(t)}{dt} + K\,x(t)$$

التسارع
السرعة
الإزاحة

Convolution product



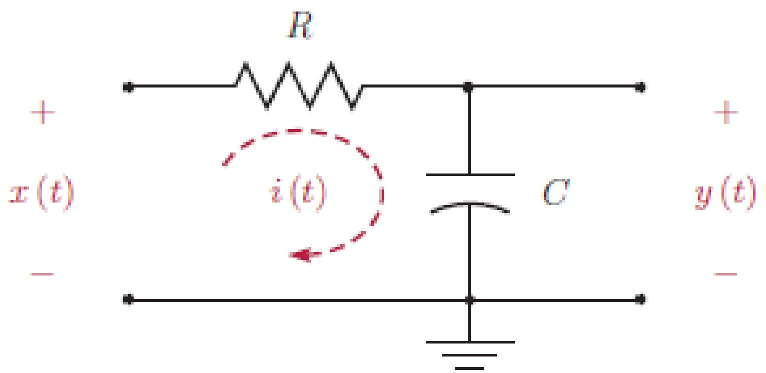
Continuous-time convolution summary:

$$y(t) = x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\lambda)\, h(t-\lambda)\, d\lambda$$

$$= h(t) * x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\lambda)\, x(t-\lambda)\, d\lambda$$

Convolution product

باستخدام جداء الانطواء أوجد خرج الدارة المبينة في الشكل من أجل إشارة الدخل التالية بالاعتماد على استجابتها النبضية المستخرجة سابقاً:



R = 1 Ω and C = 1/4 F

the output at time t = 0 is y (0) = 0

$$x(t) = Arect\,(\frac{t-0.5T}{T})$$

$$h(t) = 4e^{-4t}u(t)$$

$$y(t) = x(t) * h(t)$$

$$y(t) = x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t).\,h(t-\tau)d\tau$$

الحل رياضياً

$$\begin{cases} for\ \ t<0 : y(t) = 0 \\ for\ 0 \le t \le T : y(t) = \int_0^t 4Ae^{-4t}e^{4\tau}d\tau = A(1-e^{-4t}) \\ for\ t>T\ \ : y(t) = \int_0^T 4Ae^{-4t}e^{4\tau}d\tau = Ae^{-4t}(e^{4T}-1) \end{cases}$$

يطلب الحل بالرسم

Convolution product

بالاعتماد على دارة RC المدروسة :
لديك الاستجابة التالية :

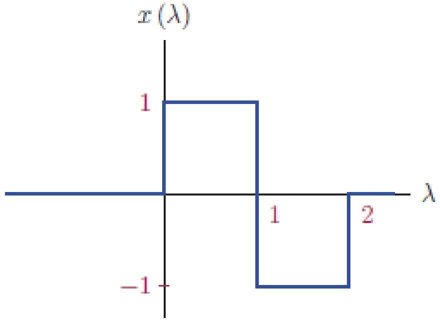
$$h(t) = [\frac{1}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} \ (u(t) - u(t-2))]$$

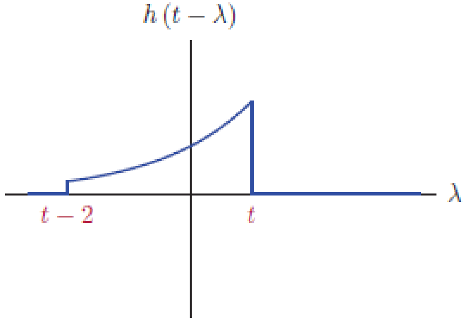
اقترح شكلاً لنظام صندوقي يعطي الاستجابة المفترضة
ثم اوجد الخرج من اجل دخل :

$$x(t) = rect\,(t - 0.5) - rect(t - 1.5)$$

$$S(t) \longrightarrow \boxed{\delta(t - t0)} \longrightarrow S(t\text{-}t0)$$

إزاحة ومضة ديراك





Convolution product

بالاعتماد على دارة RC المدروسة :
لديك الاستجابة التالية :

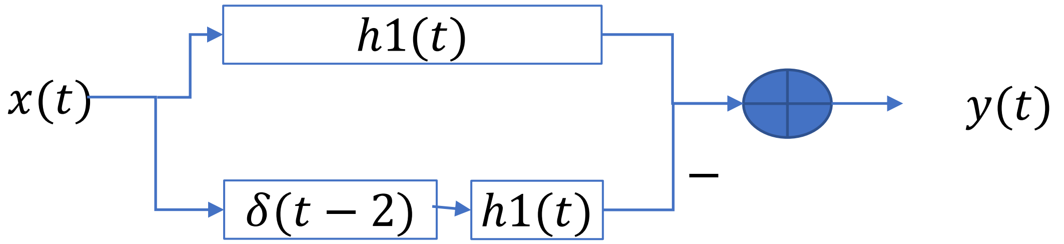
$$h(t) = [\frac{1}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} \ (u(t) - u(t-2))]$$

اقترح مخططاً صندوقياً لنظام يعطي الاستجابة المفترضة
ثم اوجد الخرج من اجل دخل :

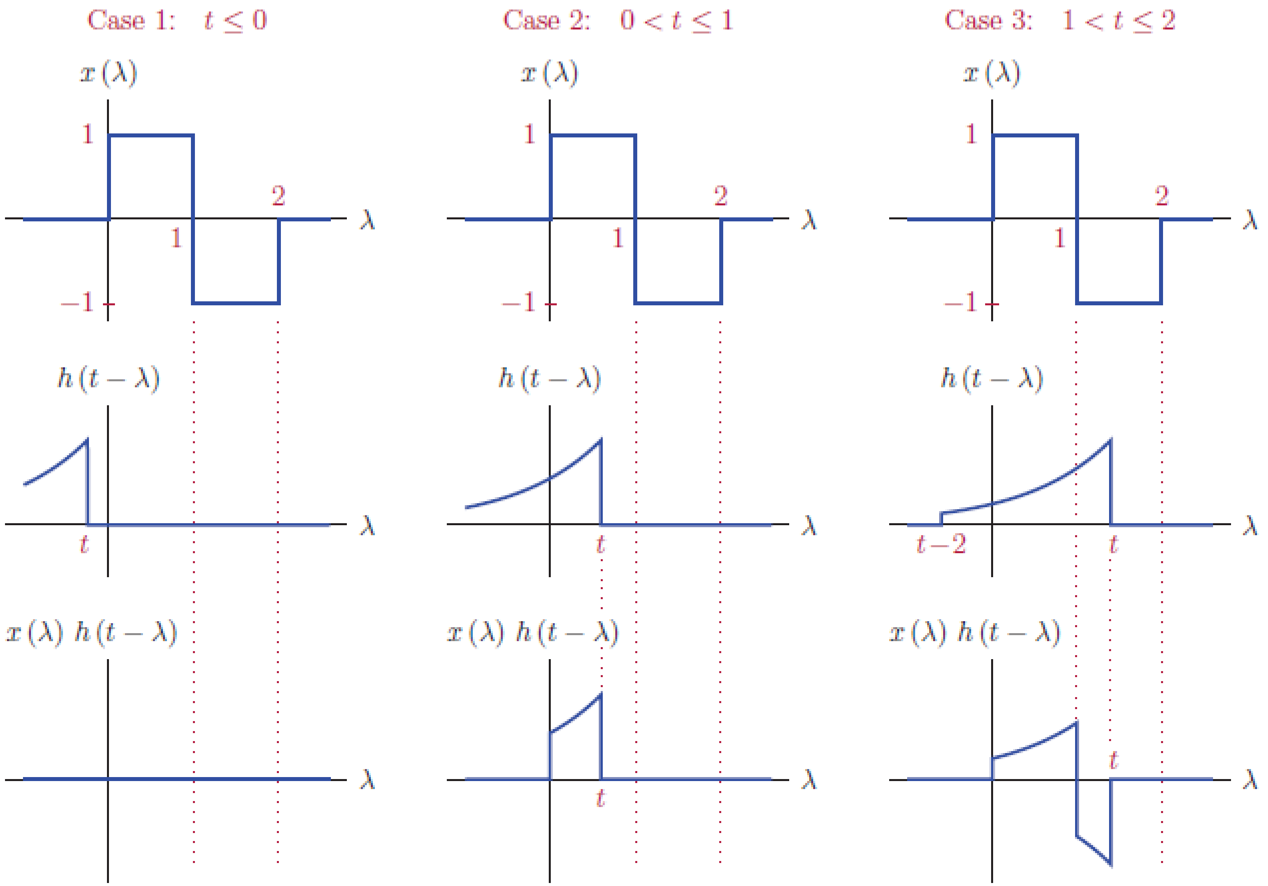
$$x(t) = rect\ (t - 0.5) - rect(t - 1.5)$$

$$y(t) = [\frac{1}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} \ (u(t) - u(t-2))] * x(t)$$

$$y(t) = \frac{1}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} u(t) * x(t) - \ \frac{1}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} u(t) * x(t-2)$$



Convolution product



بالاعتماد على دارة RC المدروسة :
لديك الاستجابة التالية :

$$h(t) = [\frac{1}{RC} e^{-\frac{t}{RC}} \ (u(t) - u(t-2))]$$

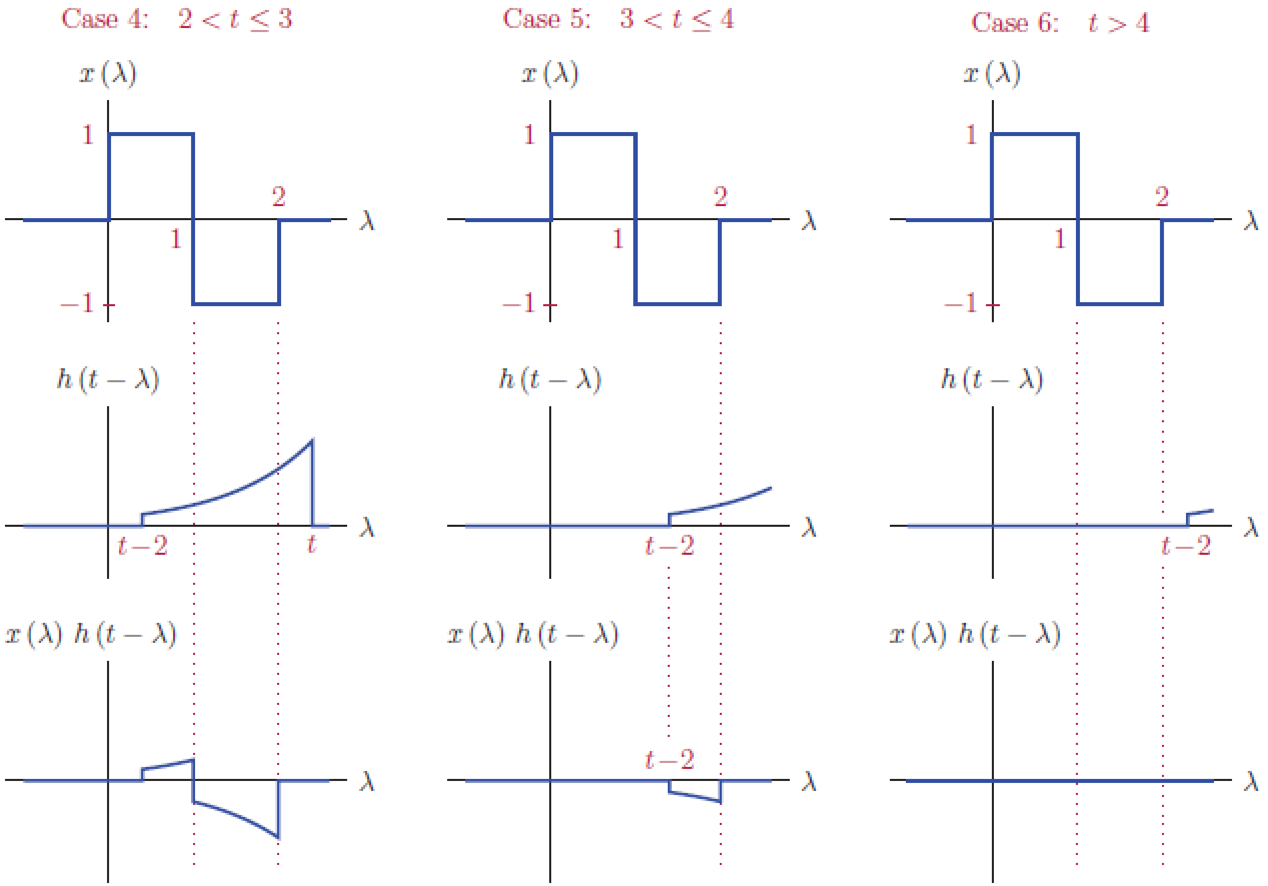
اقترح شكلاً لنظام صندوقي يعطي الاستجابة المفترضة
ثم اوجد الخرج من اجل دخل :

$$x(t) = rect\ (t - 0.5) - rect(t - 1.5)$$

-

الحل بالرسم

Convolution product



Convolution product

الحل رياضياً

$$y(t) = 0\,, \quad \text{for} \quad t \le 0$$

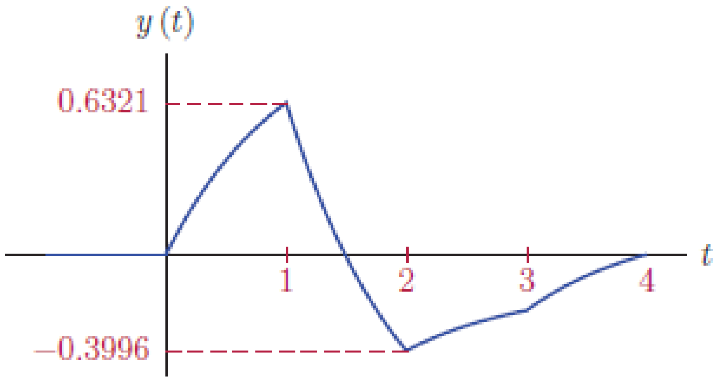
$$y(t) = \int_0^t (1)\, e^{-(t-\lambda)}\, d\lambda$$
$$= 1 - e^{-t}\,, \quad \text{for} \quad 0 < t \le 1$$

$$y(t) = \int_0^1 (1)\, e^{-(t-\lambda)}\, d\lambda + \int_1^t (-1)\, e^{-(t-\lambda)}\, d\lambda$$
$$= -\,1 + 4.4366\, e^{-t}\,, \quad \text{for} \quad 1 < t \le 2$$

$$y(t) = \int_{t-2}^1 (1)\, e^{-(t-\lambda)}\, d\lambda + \int_1^2 (-1)\, e^{-(t-\lambda)}\, d\lambda$$
$$= -\,0.1353 - 1.9525\, e^{-t}\,, \quad \text{for} \quad 2 < t \le 3$$

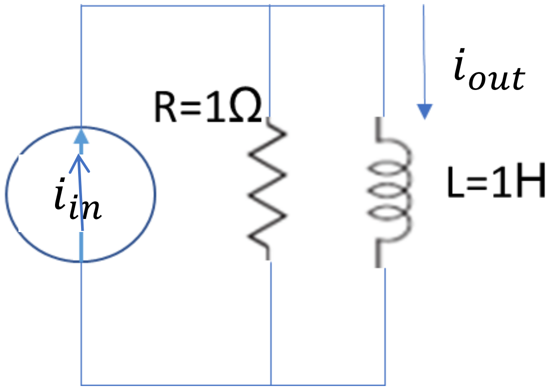
$$y(t) = \int_{t-2}^2 (-1)\, e^{-(t-\lambda)}\, d\lambda$$
$$= 0.1353 - 7.3891\, e^{-t}\,, \quad \text{for} \quad 3 < t \le 4$$

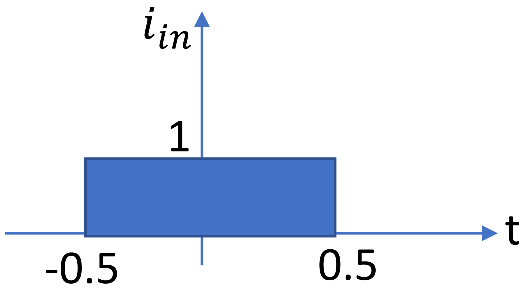
$$y(t) = 0\,, \quad \text{for} \quad t > 4$$



Convolution product

لديك الدارة المجاورة أوجد تابع الاستجابة النبضية لها ثم ارسم إشارة تيار الخرج علماً أن إشارة تيار الدخل هي :
يعطى تيار الخرج بالعلاقة :





$$I_{out} = I_{in}\frac{R}{R+jwL} = I_{in}.\left(\frac{1}{1+\frac{jwL}{R}}\right)$$

$$\frac{I_{out}}{I_{in}} = H(w) = \left(\frac{1}{1+\frac{jwL}{R}}\right)$$

$$h(t) = IFT\{H(w)\} = IFT\left\{\left(\frac{1}{1+\frac{jwL}{R}}\right)\right\} = \frac{1}{\frac{L}{R}}e^{-\frac{t}{\frac{L}{R}}}u(t)$$

$$h(t) = e^{-t}u(t)$$

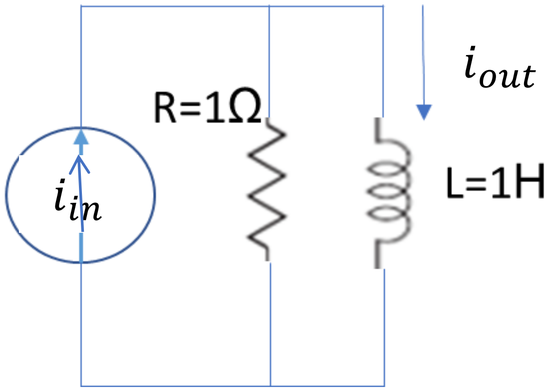
$$y(t) = h(t) * i_{in}$$

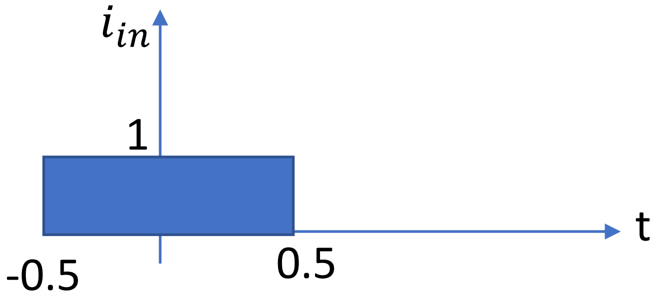
$$h(t) = \frac{1}{T}e^{-\frac{t}{T}}u(t)$$

$$H(w) = \frac{1}{1+j2\pi fT}$$

Convolution product

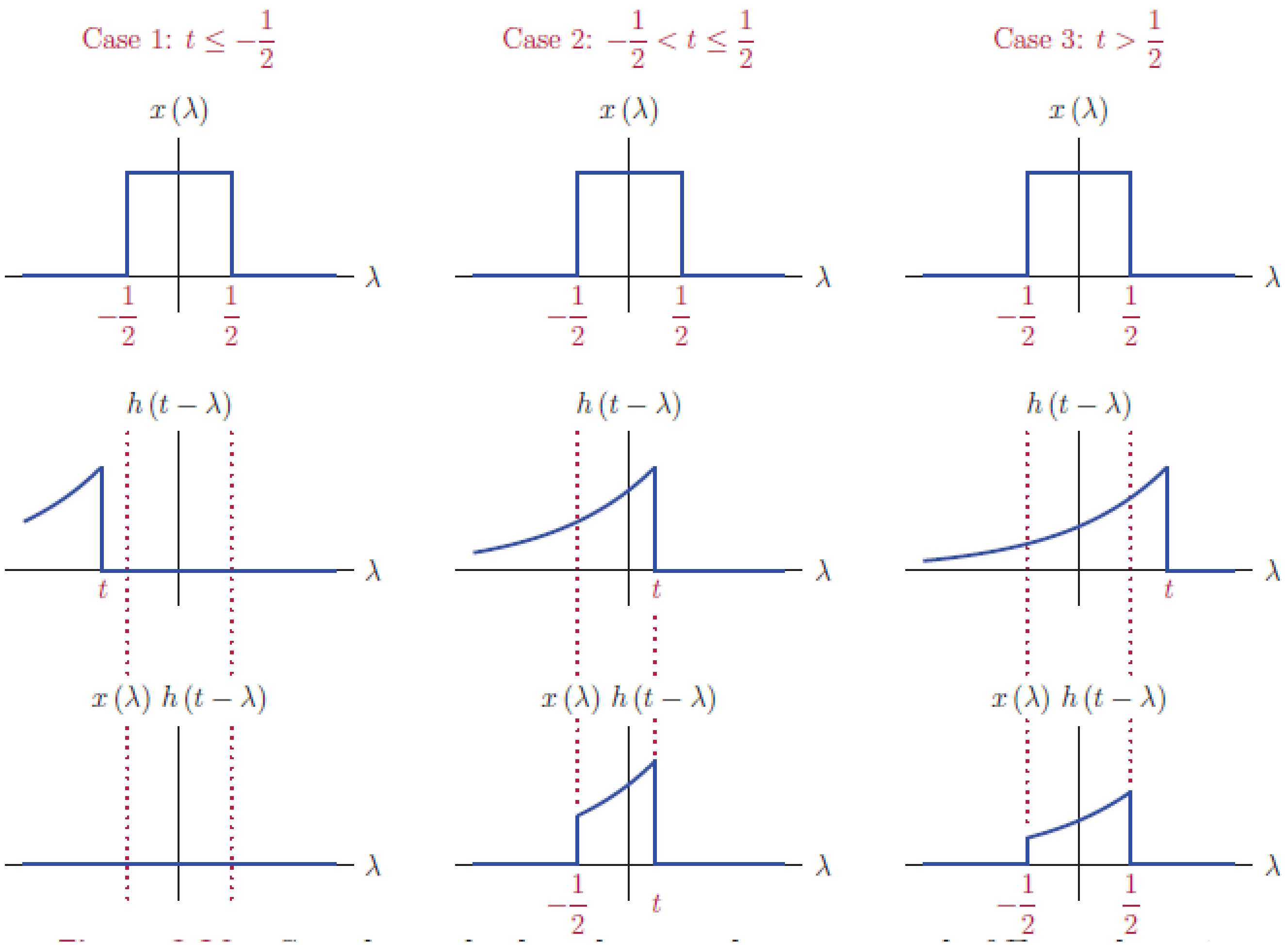
الحل بالرسم





$$h(t) = e^{-t}u(t)$$

$$x(t) = rect\ (t)$$



Convolution product

الحل رياضياً

$$y(t) = 0\,, \quad \text{for} \quad t \leq -\frac{1}{2}$$

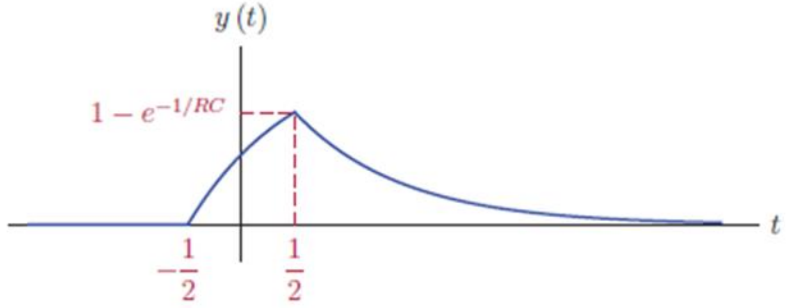
$$y(t) = \int_{-1/2}^{t} \frac{1}{RC}\, e^{-(t-\lambda)/RC}\, d\lambda$$

$$= \left(1 - e^{-(t+1/2)/RC}\right), \quad \text{for} \quad -\frac{1}{2} < t \leq \frac{1}{2}$$

$$y(t) = \int_{-1/2}^{1/2} \frac{1}{RC}\, e^{-(t-\lambda)/RC}\, d\lambda$$

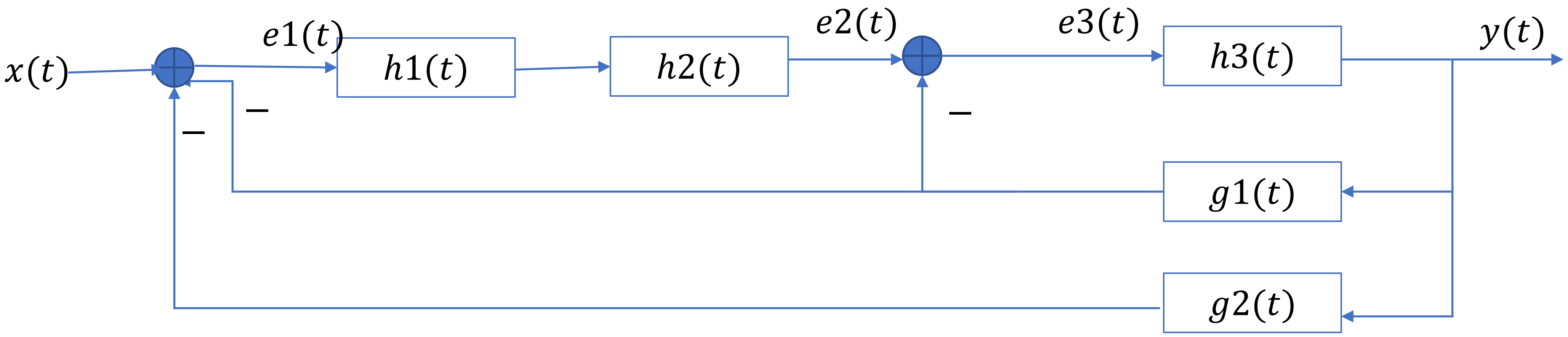
$$= e^{-t/RC}\left(e^{1/2RC} - e^{-1/2RC}\right), \quad \text{for} \quad t > \frac{1}{2}$$

$$y(t) = \begin{cases} 0\,, & t \leq -\frac{1}{2} \\ \left(1 - e^{-(t+1/2)/RC}\right), & -\frac{1}{2} < t \leq \frac{1}{2} \\ e^{-t/RC}\left(e^{1/2RC} - e^{-1/2RC}\right), & t > \frac{1}{2} \end{cases}$$



Convolution product

لديك المخطط الصندوقي التالي الممثل لنظام تحكم ذو تغذية عكسية أوجد تابع النقل لهذا النظام



$$y(t) = (((x(t) - y(t) * (g2(t) + g1(t))) * h1\,(t) * h2(t)) - y\,(t) * g1(t)) * h3(t)$$

$$e2(t) = e1(t) * h1\,(t) * h2(t)$$

$$e3(t) = e2(t) - y\,(t) * g1(t)$$

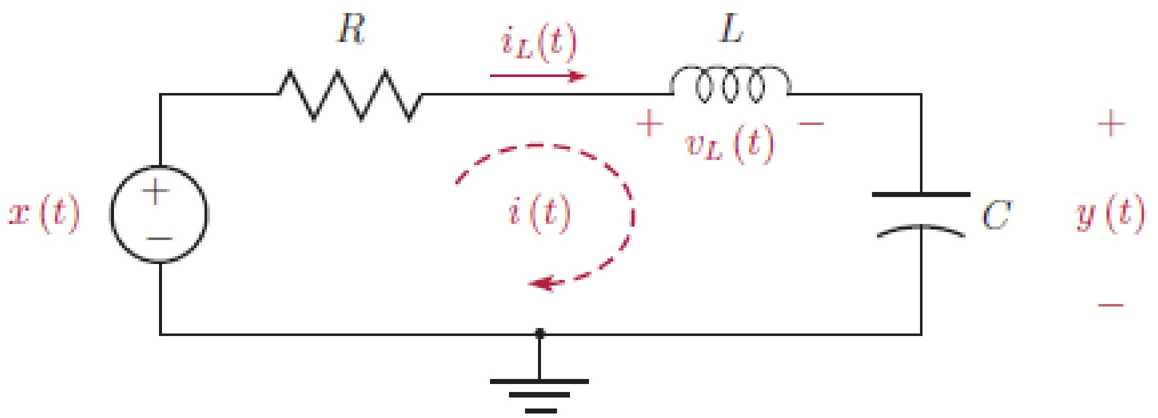
$$e1(t) = x(t) - y(t) * (g2(t) + g1(t))$$

$$y(t) = e3(t) * h3(t)$$

$$h(t) = \frac{h1(t) * h2(t) * h3(t)}{1 + g1(t) * h3(t) + \big(g1(t) + g2(t)\big) * h1(t) * h2(t) * h3(t)}$$

$$\boxed{H(w) = \frac{H1(w)H2(w)H3(w)}{1 + G1(w)H3(w) + \big(G1(w) + G2(w)\big)H1(w)H2(w)H3(w)}}$$

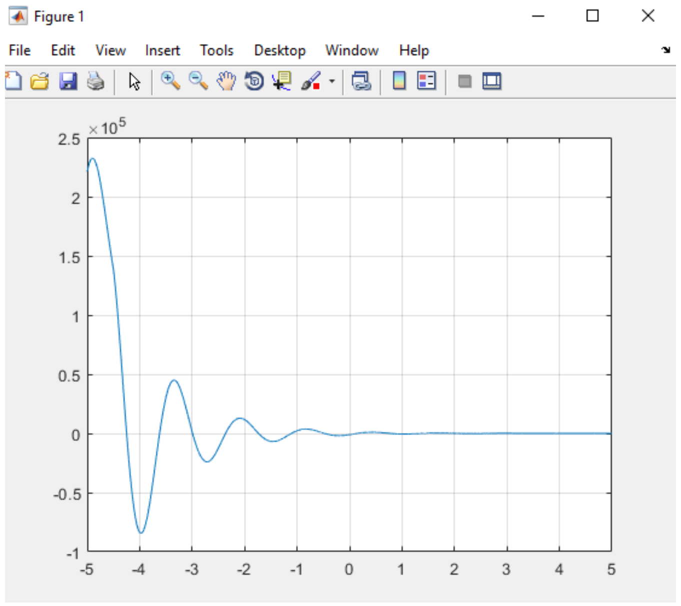
Convolution in MATLAB



$$h(t) = 5.2e^{-t}\sin(5t)$$

$$x(t) = rect\ (t)$$

```
t = -5:0.001:5;
h = 5.2*exp(-t).*sin(5*t);
x = rectpuls(t)
y =conv(h,x,'same');
plot (t,y)
grid on
```

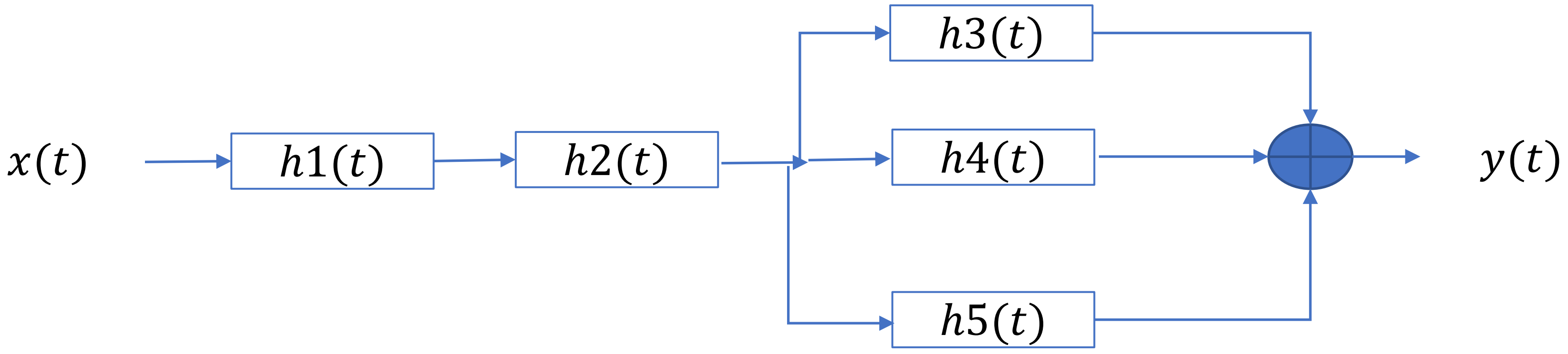


Convolution product

لديك المخطط الصندوقي يمثل جملاً مربوطة ربطاً تفرعياً وتسلسلياً:

١- الاستجابة النبضية الكلية بالحل الرياضي

٢- إشارة الخرج باستخدام ماتلاب عندما يكون الدخل هو :



$$x(t) = rect\left(\frac{t}{3T}\right)$$

$$h1(t) = h4(t) = \delta(t)$$

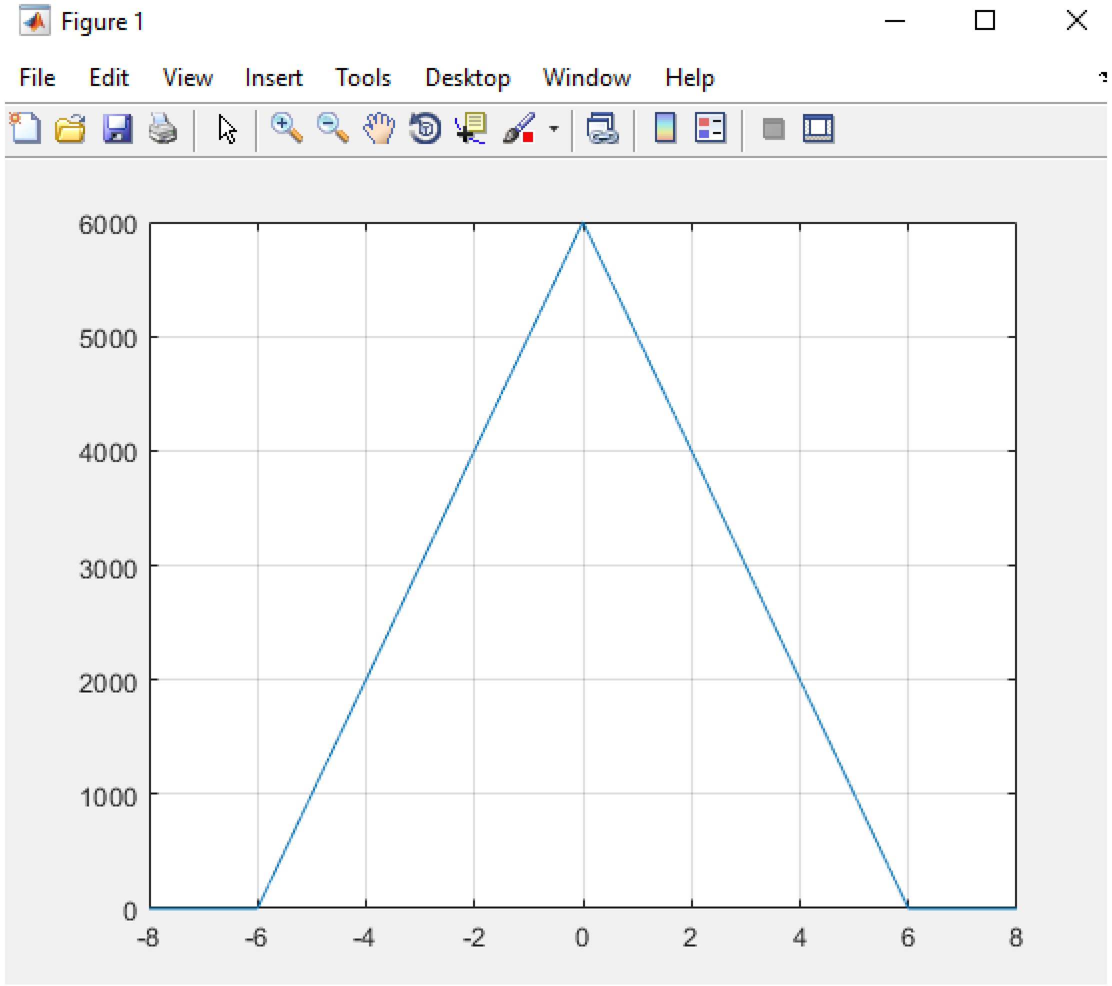
$$h3(t) = \delta(t-T)$$

$$h5(t) = \delta(t+T)$$

$$h2(t) = rect\left(\frac{t}{T}\right)$$

يطلب الحل ضمن الجلسة

```
t= -8:0.001:8;
h2_1 = rectpuls(t-2, 2);
h2 = rectpuls (t,2);
h2_2 = rectpuls(t+2, 2);
h_total = h2_1+h2 +h2_2;
x = rectpuls(t, 6);
y = conv (x,h_total, 'same' );
plot (t ,y )
grid on
```



The End