Señales y Sistemas - Curso 2024
Práctico N^o 2

Problema N^o 1. Las siguientes son propiedades **útiles para resolver ejercicios del práctico**. Verifiquelas utilizando la operación convolución en el caso continuo o discreto.

$x[n] * \delta[n] = x[n]$	$x(t) * \delta(t) = x(t)$
$x[n] * \delta[n - n_0] = x[n - n_0]$	$x(t) * \delta(t - t_0) = x(t - t_0)$
$x[n] * u[n] = \sum_{k=-\infty}^{n} x[k]$	$x(t) * u(t) = \int_{-\infty}^{t} x(\tau)d\tau$
$x[n] * u[n - n_0] = \sum_{k=-\infty}^{n-n_0} x[k]$	$x(t) * u(t - t_0) = \int_{-\infty}^{t-t_0} x(\tau)d\tau$

Problema N^o 2. Calcule la respuesta al impulso $h[n]$ del sistema LTI cuya relación entrada-salida es

$$y[n] = \frac{1}{3}\left(x[n] + x[n-1] + x[n-2]\right)$$

¿Cómo describiría la acción del sistema en palabras?. Represente $h[n]$ utilizando Matlab. ¿Es causal el sistema?. Generalice el resultado al caso del promediador móvil causal descripto por la relación entrada-salida $y[n] = \frac{1}{M+1}\sum_{k=0}^{M} x[n-k]$.

Problema N^o 3. Utilizando la suma de convolución, calcule la salida de los siguientes sistemas a la señal $x[n] = cos(\pi n)u[n]$:

a) Un retardo unitario.

b) Un acumulador discreto.

Utilizando dconvdemo (GUI de Matlab) visualize el resultado de la aplicación de la operación convolución en cada caso.

Problema N^o 4. Considere el sistema LTI discreto cuya respuesta al impulso es $h[n] = u[n] - u[n-10]$, al cual ingresa un pulso rectangular definido por $x[n] = u[n-2] - u[n-7]$. Realice una gráfica de las señales $h[n]$ y $x[n]$. Utilizando la suma de convolución obtenga la respuesta del sistema. Utilizando dconvdemo de Matlab, obtenga y grafique la respuesta del sistema.

Problema N^o 5. La entrada de un sistema LTI discreto está dada por $x[n] = u[n]$ y su función respuesta al impulso es $h[n] = \alpha^n u[n]$. Calcule la señal de salida haciendo la convolución $h[n] * x[n]$ y compárelo con el resultado obtenido en teoría haciendo la convolución $x[n] * h[n]$. La igualdad de ambos resultados se verifica ya que la convolución es una operación conmutativa.

Problema N^o 6. Calcule la respuesta del sistema en los siguientes casos: a) $x[n] = \alpha^n u[n]$, $h[n] = \beta^n u[n]$, b) $x[n] = \alpha^n u[n]$, $h[n] = \alpha^{-n} u[-n]$ siendo $0 < \alpha < 1$.

Problema N^o 7. Obtenga una expresión para la respuesta al escalón de un sistema LTI, $s[n]$, como función de $h[n]$ mediante la suma de convolución. ¿Cómo se puede expresar $h[n]$ como función de $s[n]$?

Problema N^o 8. Considere el sistema LTI discreto cuya relación entrada-salida está dada por $h[n] = \alpha^n u[n]$. Analizando la respuesta al impulso determine si este sistema es causal y si es BIBO estable. Justifique.

Problema N^o 9. La respuesta de un sistema LTI está dada por $y[n] = \sum_{k=-\infty}^{n} 2^{k-n} x[k+1]$. Obtenga la respuesta al impulso y con ella determine si el sistema es o no causal.

Problema N^o 10. Considere el sistema LTI discreto cuya respuesta al impulso se muestra en la figura figura 1. Encuentre y *represente* la respuesta del sistema a la señal que se muestra en la figura. Indique si el sistema es causal, estable, con o sin memoria, FIR o IIR; justificando en cada caso su afirmación.

Problema N^o 11. Encuentre y grafique la respuesta al impulso de un sistema LTI cuya relación entrada-salida está dada por

$$y(t) = \mathcal{T}\{x(t)\} = \frac{1}{T}\int_{-T/2}^{T/2} x(t-\tau)d\tau$$

¿Cómo describiría la acción del sistema en palabras? ¿Es causal el sistema? ¿Cómo modificaría esta relación entrada salida para que el sistema fuera causal?

Problema N^o 12. Considere el sistema LTI continuo definido por $h(t) = 1$ para $0 < t < 1$ y $h(t) = 0$ en cualquier otro caso. Encuentre la respuesta del sistema al pulso cuadrado definido por $x(t) = 3$ para $0 < t < 2$, mediante la operación convolución utilizando un método: a) analítico, b) gráfico utilizando cconvdemo de Matlab.

Problema N^o 13. Calcule la respuesta del sistema LTI continuo definido por $h(t) = e^{-\alpha t}u(t)$, a la señal $x(t) = e^{\alpha t}u(-t)$ con $\alpha > 0$.

Problema N^o 14. Considere el sistema LTI que posee la función respuesta al impulso mostrada en la figura 3. Se define como *tren de impulsos* a la señal $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$, la cual se muestra en la figura 3-b. Determine y grafique la respuesta del sistema al tren de impulsos para los siguientes valores de T: a) $T = 3$, b) $T = 2$, c) $T = 1{,}5$.

Problema N^o 15. Obtenga la expresión para la respuesta al escalón $s(t)$ como función de $h(t)$ mediante la integral de convolución. ¿Cómo se puede expresar $h(t)$ como función de $s(t)$?

Problema N^o 16. Considerar un sistema LTI continuo cuya respuesta al escalón está dada por $s(t) = e^{-t}u(t)$. Encuentre la respuesta del sistema a un pulso cuadrado definido por $x(t) = 1$ para $-1 < t < 1$.

Problema N^o 17. Considere dos sistemas LTI cuyas funciones respuesta al impulso son $h_1(t) = e^{-2t}u(t)$ y $h_2(t) = 2e^{-t}u(t)$. Encuentre la función respuesta al impulso del sistema en que ambos están conectados en paralelo. Encuentre la función respuesta al impulso del sistema en que ambos están conectados en serie. ¿Es causal el sistema en cascada? ¿Es BIBO estable?

Problema N^o 18. Considerar el sistema LTI **causal** cuya relación entrada-salida está dada por:

$$\frac{dy}{dt} + 2y(t) = x(t)$$

donde $x(t) = 0$ para $t < 0$. a) Determine la respuesta del sistema a la entrada $x(t) = e^{3t}u(t)$. b) Represente el sistema mediante diagrama de bloques.

Problema N^o 19. Considere un circuito RC serie conectado a una fuente de tensión, suponga que la constante de tiempo del circuito es RC=1 s. La tensión de la fuente es la señal de entrada $x(t)$, y tensión en el capacitor, la salida $y(t)$. Utilizando la respuesta al impulso, determine la señal de salida, resultado de un tensión de entrada que en volts está dada por $x(t) = e^{-3t}\,(u(t) - u(t-2))$.

Problema N^o 20. Considerar el circuito RL mostrado en la figura 2. a) Encuentre la relación entrada-salida siendo la entrada la tensión en la fuente y la salida la tensión en la resistencia. b) Encuentre la respuesta al impulso del sistema. c) Encuentre la respuesta al escalón. d) Represente el sistema mediante diagrama de bloques. Considere que las condiciones iniciales son compatibles con las de un sistema causal.

Problema N^o 21. Represente mediante un diagrama de bloques, el sistema LTI en reposo inicial descripto por

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

(utilice integradores).

Problema N^o 22. Escriba la relación entrada-salida para los sistemas LTI continuos y discrectos representados en la figura 4.

Problema N^o 23. Considerar el sistema LTI discreto cuya relación entrada-salida está dada por $y[n] - ay[n-1] = x[n]$, siendo la señal de entrada $x[n] = b^n u[n]$ y con la condición auxiliar $y[-1] = K$. a) Encuentre la respuesta del sistema a esta señal de entrada utilizando la ecuación recursiva. b) ¿Qué condición debe cumplir K para que el sistema sea causal?

Problema N^o 24. Considerar el sistema LTI discreto del problema anterior. a) Encuentre su respuesta al impulso. b) Encuentre su respuesta al escalón.

Problema N^o 25. Represente la $h[n]$ de los siguientes sistemas y clasifíquelos según sean FIR o IIR. a) $y[n] = x[n] - 2x[n-2] + x[n-3]$. b) $y[n] + 2y[n-1] = x[n] + x[n-1]$. c) $y[n] - \frac{1}{2} = 2x[n] - x[n-2]$.

Problema N^o 26. Represente los siguientes sistemas LTI mediante diagrama de bloques: a) $y[n] = \frac{1}{3}y[n-1] + \frac{1}{2}x[n]$, b) $y[n] = \frac{1}{3}y[n-1] + x[n-1]$.

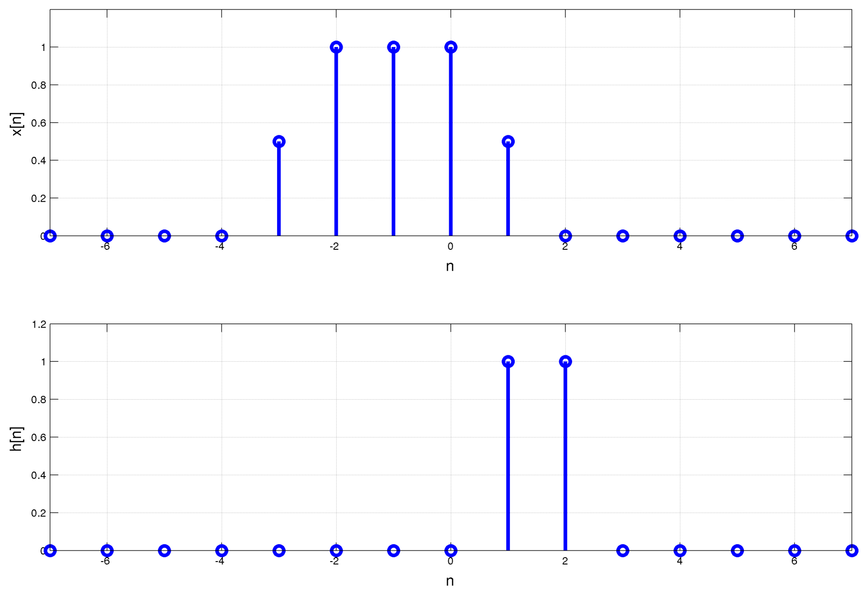

Figura 1

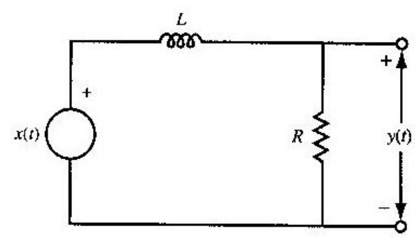

Figura 2

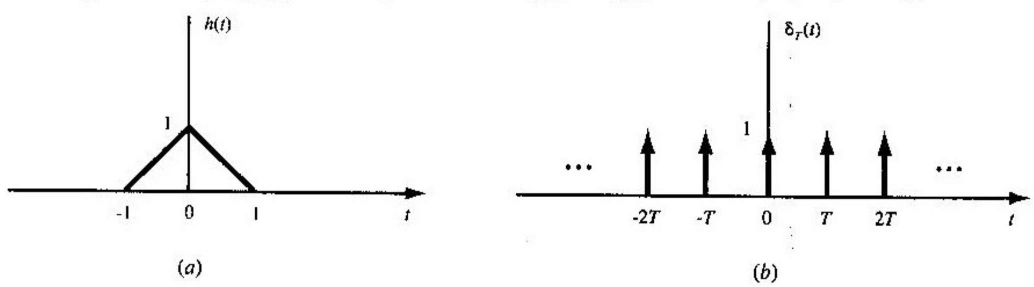

Figura 3

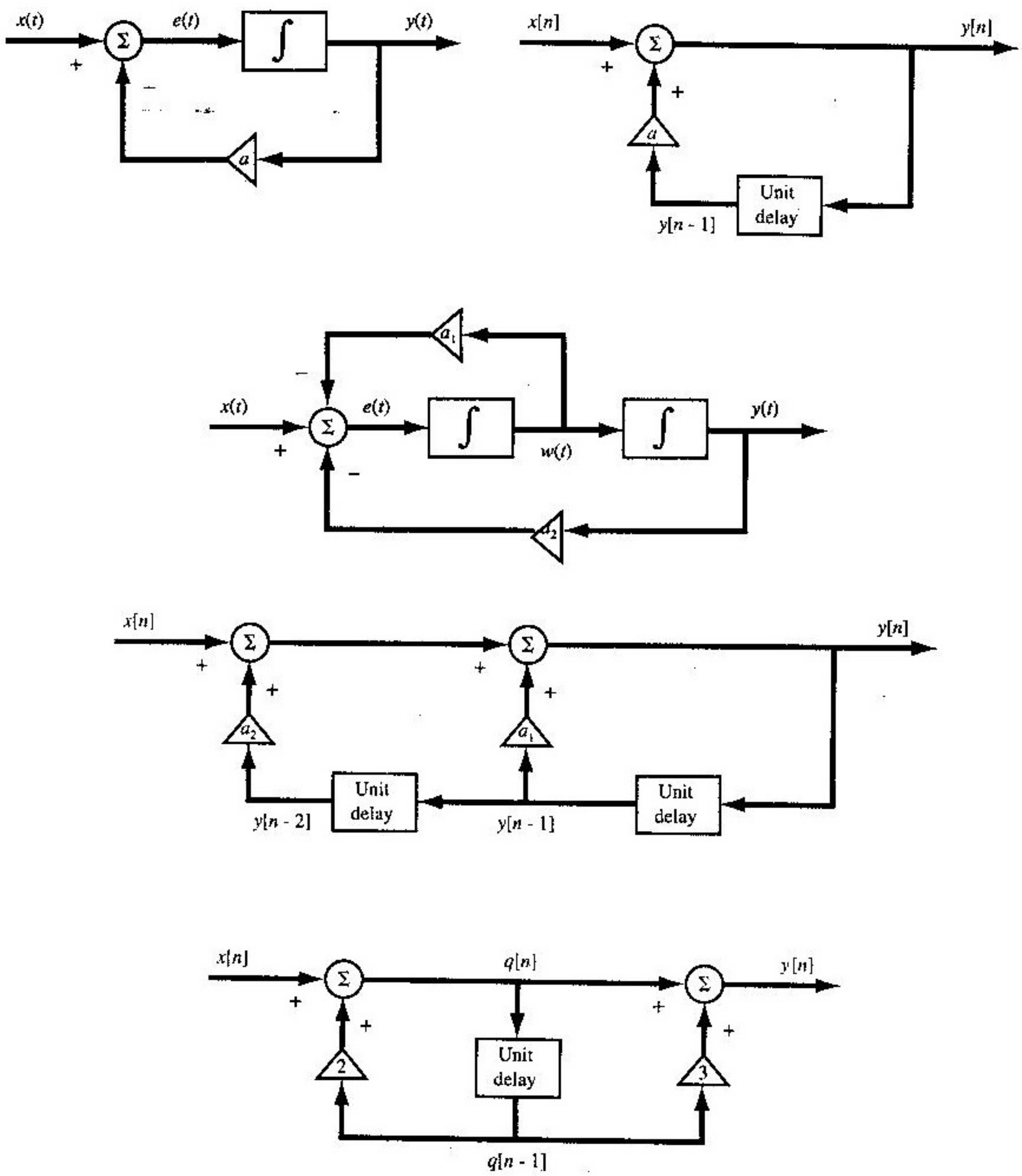
x(t)
e(t)
y(t)
+
−
a
x[n]
y[n]
+
+
a
Unit delay
y[n - 1]
a1
−
x(t)
e(t)
y(t)
w(t)
+
−
a2
x[n]
y[n]
+
+
+
+
a2
a1
Unit delay
Unit delay
y[n - 2]
y[n - 1]
x[n]
q[n]
y[n]
+
+
+
+
2
3
Unit delay
q[n - 1]

Figura 4