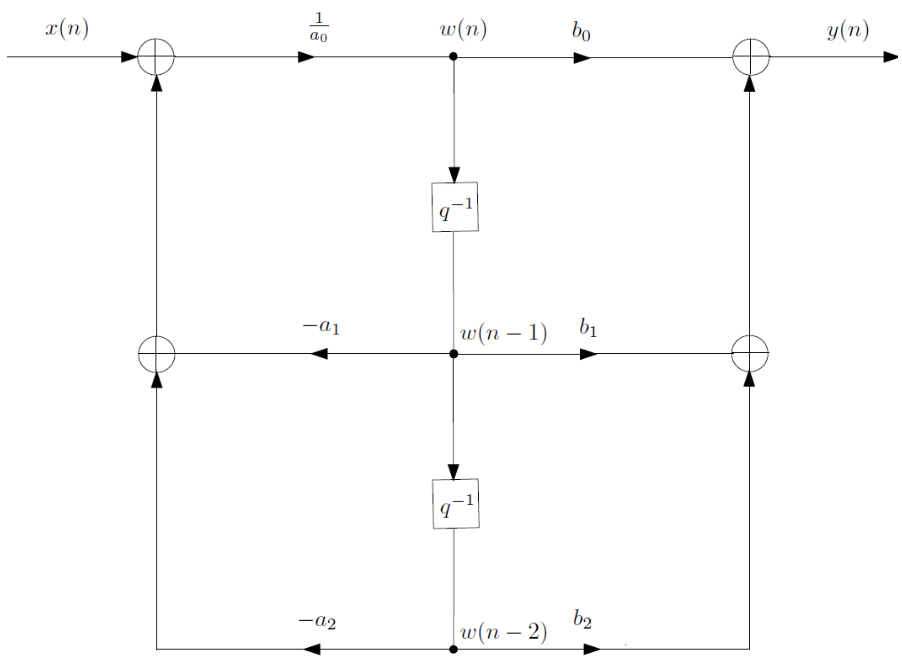
EEL7052-Sistemas Lineares

Recuperação - Semestre 2015/1 - 13/07/2015

Departamento de Engenharia Elétrica - UFSC

Profs. Bartolomeu Uchôa Filho e Márcio Holsbach Costa

1 – Considere o sistema discreto representado pelo circuito abaixo, em que os valores sobre as setas representam ganhos multiplicativos e correspondem a parâmetros do sistema, x(n) e y(n) são os sinais de entrada e saída, respectivamente, e w(n) e suas versões deslocadas, w(n-1) e w(n-2), são sinais auxiliares, definidos apenas para facilitar a análise do circuito. Os círculos representam somadores e q^{-1} um atraso de uma amostra. 1.a) Encontre a função de transferência H(z) seguindo os seguintes passos: 1.a.a) Encontre uma expressão para w(n) e outra para y(n) em função dos parâmetros e dos outros sinais; 1.a.b) Obtenha as transformadas z W(z) e Y(z); 1.a.c) Encontre agora H(z); 1.b) Especifique uma expressão matemática (em função dos parâmetros do sistema) para a faixa de valores de z para os quais H(z) existe (ou seja, determine a sua região de convergência). 1.c) Encontre a equação de diferenças do sistema; 1.d) Especifique uma expressão matemática (em função dos parâmetros do sistema) que represente uma condição para que o sistema seja estável.



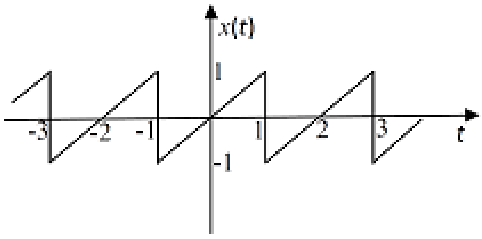
2 – Um sistema contínuo LIT e causal é descrito pela equação diferencial

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + 4\frac{dy(t)}{dt} = 5y(t) + \frac{dx(t)}{dt} + 2x(t)$$

e possui condições iniciais $y(0^-) = 1$ e $dy(t)/dt = 1$ em $t = 0^-$.

a) Encontre a função de transferência, $H(s)$, do sistema. Plote os pólos e os zeros e indique a região de convergência.
b) Indique (com justificativa) se o sistema é estável.
c) Encontre o sinal de saída $y(t)$ quando o sinal de entrada for $x(t) = \delta(t) - 3e^{-2t}u(t)$.
d) Especifique a resposta à entrada zero e a resposta ao estado zero.
e) Especifique a resposta forçada e a resposta natural.

3 – O sinal periódico $x(t)$ mostrado abaixo é a entrada do sistema com resposta ao impulso $h(t) = e^{-3t}u(t)$. Determine uma expressão para o sinal de saída $y(t)$.



4 – Um modulador AM é mostrado na Figura 4.a (onde o círculo representa um multiplicador), na qual W_m é a frequência máxima (a partir da qual o espectro de frequências tem valor zero) do sinal modulador x(t), e $\omega_p = 3W_m$ é a frequência da portadora. O espectro de x(t) é mostrado na Figura 4.b. Esboce o espectro de frequências do sinal modulado y(t). Considere agora o método alternativo mostrado na Figura 4.c para gerar o mesmo sinal y(t). Por este método, você dispõe de um amostrador ideal que amostra o sinal x(t) a uma taxa $1/T_s$ amostras por segundo, e um filtro passa-faixa ideal com ganho K na faixa de passagem, com frequências de corte ω_1 e ω_2 e frequência central ω_c. Indique os valores de T_s, K, ω_1, ω_2 e ω_c de tal modo que o sinal de saída y(t) na Figura 4.c seja igual ao sinal y(t) da Figura 4.a. Todas as respostas deverão ser acompanhadas de justificativa ou demonstração.

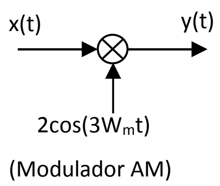


Figura 4.a

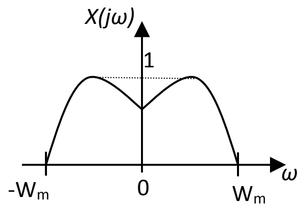


Figura 4.b

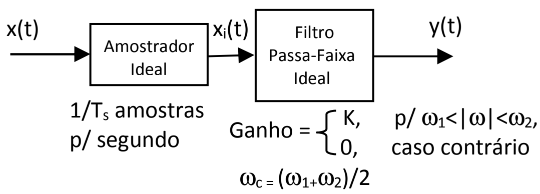


Figura 4.c

FORMULÁRIO

Transformadas z e propriedades

X(n)	X(z)
$\delta(n-m)$	z^{-m}
$u(n)$	$z/(z-1)$
$n.u(n)$	$z/(z-1)^2$
$n^2.u(n)$	$z(z+1)/(z-1)^3$
$\gamma^n u(n)$	$z/z-\gamma$
$\gamma^{n-1}u(n-1)$	$1/z-\gamma$
$n.\gamma^n u(n)$	$\gamma\, z/(z-\gamma)^2$
$\lvert\gamma\rvert^n \cos(\beta n).u(n)$	$\dfrac{z(z-\lvert\gamma\rvert\cos(\beta))}{z^2-(2\lvert\gamma\rvert\cos(\beta))z+\lvert\gamma\rvert^2}$
$\lvert\gamma\rvert^n \mathrm{sen}(\beta n).u(n)$	$\dfrac{z\lvert\gamma\rvert\mathrm{sen}(\beta)}{z^2-(2\lvert\gamma\rvert\cos(\beta))z+\lvert\gamma\rvert^2}$

Domínio do tempo	Domínio de z
$x(n)$	$X(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)\, z^{-n}$
$x(n-m)$	$z^{-m} X(z)$
$x_1(n) * x_2(n) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x_1(m)x_2(n-m)$	$X_1(z).X_2(z)$
Transf. z unilateral:	
$x(n)$	$X(z)=\sum_{n=0}^{\infty} x(n)\, z^{-n}$
$x(n-1)$	$z^{-1} X(z) + x(-1)$
$x(n-2)$	$z^{-2} X(z) + z^{-1}x(-1) + x(-2)$

Pares de transformadas de Fourier

x(t)	X(jω)
$\delta(t)$	1
1	$2\pi\delta(\omega)$
$u(t)$	$\pi\delta(\omega) + 1/(j\omega)$
$\cos(\omega_0 t)$	$\pi[\delta(\omega+\omega_0)+ \delta(\omega-\omega_0)]$
$\mathrm{sen}(\omega_0 t)$	$j\pi[\delta(\omega+\omega_0)- \delta(\omega-\omega_0)]$
$\mathrm{ret}(t/\tau)$	$\tau.\mathrm{sinc}(\omega\tau/2)$
$(W/\pi).\mathrm{sinc}(Wt)$	$\mathrm{ret}(\omega/2W)$
$e^{-at}\, u(t),\ a>0$	$1/(a+j\omega)$
$\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-nT)$	$\omega_0 \sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(\omega-n\omega_0),\quad \omega_0=\dfrac{2\pi}{T}$

Propriedades da transformada de Fourier

x(t)	X(jω)
$y(t)$	$Y(j\omega)$
$a.x(t)+b.y(t)$	$a.X(j\omega)+ b.Y(j\omega)$
$x(t-\tau)$	$e^{-j\omega\tau}.X(j\omega)$
$e^{jWt}.x(t)$	$X(j(\omega-W))$
$x^*(t)$	$X^*(-j\omega)$
$x(at)$	$\dfrac{1}{\lvert a\rvert} X\left(\dfrac{\omega}{a}\right)$
$x(t)*y(t)$	$X(j\omega).Y(j\omega)$
$x(t).y(t)$	$(1/2\pi).X(j\omega)*Y(j\omega)$
$\dfrac{d}{dt}x(t)$	$j\omega.X(j\omega)$
$\int_{-\infty}^{t} x(\tau)d\tau$	$\dfrac{1}{j\omega}X(j\omega)+ \pi X(0)\delta(\omega)$

Transformadas de Laplace

f(t)	F(s)
$\delta(t)$	1
$u(t)$	$1/s$
$t.u(t)$	$1/s^2$
$e^{-at}u(t)$	$1/s+a$, RC: $Re\{s\} \geq -a$
$-e^{-at}u(-t)$	$1/s+a$, RC: $Re\{s\} \leq -a$
$\mathrm{sen}(bt)u(t)$	b/s^2+b^2
$\cos(bt)u(t)$	s/s^2+b^2
$r.e^{-at}\cos(bt+\theta).u(t)$	$\dfrac{0{,}5re^{j\theta}}{s+a-jb}+\dfrac{0{,}5re^{-j\theta}}{s+a+jb}$

Domínio do tempo	Domínio de s
$f(t)$	$F(s)$
$\dfrac{df(t)}{dt}$	$sF(s) - f(0^-)$
$\dfrac{d^2f(t)}{dt^2}$	$s^2F(s) - sf(0^-) - \dfrac{df(0^-)}{dt}$
$e^{-at}f(t)$	$F(s+a)$
$f_1(t)*f_2(t)$	$F_1(s).F_2(s)$
$f(t-a)u(t-a),\ a\geq 0$	$e^{-as}F(s)$
$f(at)$	$1/a.\ F(s/a)$
$t.f(t)$	$\dfrac{-dF(s)}{ds}$