EEL7052-Sistemas Lineares

Avaliação 3 - Semestre 2015/2 - 03/12/2015

Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica - UFSC
Profs. Bartolomeu F. Uchôa Filho e Márcio Holsbach Costa

1) Seja uma associação em cascata de dois sistemas discretos lineares e invariante no tempo, na qual x[n] é o sinal de entrada, w[n] é a saída do primeiro sistema, y[n] é a saída do segundo sistema e $h_1[n]=u[n]-u[n-4]$ e $h_2[n]=u[n+3]-u[n-1]$ são, respectivamente, as respostas ao impulso de cada um dos sistemas (sendo $h_1[n]$ sujeito a x[n]):
   a) Determine se os sistemas $h_1[n]$ e $h_2[n]$ são BIBO estáveis (justifique);
   b) Classifique $h_1[n]$ e $h_2[n]$ quanto à causalidade e memória (justifique);
   c) Determine analiticamente (no tempo discreto) e esboce w[n] para $x[n]=(-1)^n u[n]$;
   d) Esboce a resposta ao impulso do sistema em cascata (justifique);
   e) Determine as funções de transferência $H_1[z]$, $H_2[z]$ e H[z] (associação em cascata) e a região de convergência de cada uma delas, se existirem.

2) Para o sistema $y[n]-(1/2)y[n-1]=x[n]-(1/3)x[n-1]$ para $n\geq 0$, $x[n]=(1/2)^n u[n]$ e $y[-1]=1$, determine a resposta de estado nulo, a resposta de entrada nula e a resposta global.

3) Assumindo que o sistema H(z) é causal: $H(z)=\dfrac{1}{\left(1+\frac{1}{2}z^{-1}\right)(1-2z^{-1})(1+3z^{-1})}$
   a) Apresente o diagrama de polos e zeros (justifique)
   b) Apresente a região de convergência (justifique)
   c) Determine se o sistema é BIBO estável (justifique)
   d) Determine a resposta ao impulso

FORMULÁRIO

Transformadas z e propriedades

$x(n)$	$X(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)z^{-n}$
$\delta(n-m)$	z^{-m}
$u(n)$	$z/(z-1)$ RC: $\|z\|>1$
$n.u(n)$	$z/(z-1)^2$ RC: $\|z\|>1$
$n^2.u(n)$	$z(z+1)/(z-1)^3$
$\gamma^n u(n)$	$z/z-\gamma$ RC: $\|z\|>\|\gamma\|$
$\gamma^n u(-n)$	$\gamma/(\gamma-z)$ RC: $\|z\|<\|\gamma\|$
$\gamma^{n-1}u(n-1)$	$1/(z-\gamma)$
$n.\gamma^n u(n)$	$\gamma z/(z-\gamma)^2$
$\|\gamma\|^n \cos(\beta n).u(n)$	$\dfrac{z(z-\|\gamma\|\cos(\beta))}{z^2-(2\|\gamma\|\cos(\beta))z+\|\gamma\|^2}$
$\|\gamma\|^n \mathrm{sen}(\beta n).u(n)$	$\dfrac{z\|\gamma\|\mathrm{sen}(\beta)}{z^2-(2\|\gamma\|\cos(\beta))z+\|\gamma\|^2}$

Domínio do tempo	Domínio de z
$x(n)$	$X(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)\, z^{-n}$
$x(n-m)$	$z^{-m}X(z)$
$x_1(n)*x_2(n)=\sum_{m=-\infty}^{\infty} x_1(m)x_2(n-m)$	$X_1(z).X_2(z)$
Transformada z unilateral	
$x(n)$	$X_u(z)=\sum_{n=0}^{\infty} x(n)z^{-n}$
$x(n-1)$	$z^{-1}X_u(z)+x(-1)$
$x(n-2)$	$z^{-2}X_u(z)+z^{-1}x(-1)+x(-2)$
Soma dos termos de uma PG	$S_N=\dfrac{a_1(1-q^N)}{1-q}$

Pares de transformadas de Fourier

$x(t)$	$X(j\omega)$
$\delta(t)$	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

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

Expansão em Frações Parciais

$$K_i=\frac{N(z)}{D(z)}(z-p_i)\Big|_{z=pi}$$

$$K_{1r}=\frac{N(z)}{D(z)}(z-p_1)^r\Big|_{z=p_1}$$

$$K_{1\ r-j}=\frac{1}{j!}\frac{d^j}{dz^j}\frac{N(z)}{D(z)}(s-p_1)^r\Big|_{z=p_1}$$

SFTD

$$x[n]=\sum_{r=0}^{N-1}D_r e^{jr\Omega n}$$

$$D_r=\frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}x[n]e^{-jr\Omega n}$$

$$\Omega=2\pi/N$$

TFTD

$$x[n]=\frac{1}{2\pi}\int_{2\pi}X(\Omega)e^{j\Omega n}d\Omega$$

$$X(\Omega)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}x[n]e^{-j\Omega n}$$