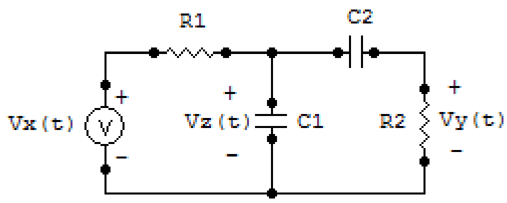
EEL7052-Sistemas Lineares

Avaliação de Recuperação - Semestre 2016/1 - 18/07/2016

Departamento de Engenharia Elétrica e Eletrônica - UFSC

Profs.Bartolomeu F. Uchôa Filho e Márcio Holsbach Costa

1) Para o circuito a seguir, com $V'_z(0)=2V$; $V_z(0)=-3V$ e respectiva equação diferencial



$$\frac{d^2 v_z(t)}{dt^2} + 3\frac{dv_z(t)}{dt} + v_z(t) = \frac{dv_x(t)}{dt} + v_x(t)$$

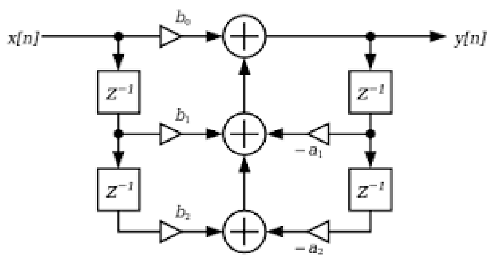
a) Determine a tensão $V_z(t)$ para $V_x(t) = e^{-t}u(t)$, identificando a resposta ao estado nulo e a resposta à entrada nula.

b) Determine a função transferência entre $V_x(t)$ e $V_z(t)$.

c) Determine a resposta ao impulso referente a $V_x(t)$ e $V_z(t)$.

2) Determine a representação de Fourier de uma onda senoidal de amplitude unitária e período de 1 segundo processada por um retificador de onda completa ideal.

3) Considere o sistema discreto causal implementado conforme o circuito abaixo, em que b_0, b_1, b_2, a_1 e a_2 são parâmetros com valores reais. Responda o que se pede abaixo em função desses parâmetros.



a. Escreva a equação de diferenças deste sistema.

b. Obtenha a sua função de sistema (função de transferência), $H(z)$;

c. Determine as faixas de valores dos parâmetros para que o sistema seja BIBO estável.

d. De agora em diante, considere que $b_0 = 0$, $b_1 = 1$, $b_2 = -1$, $a_1 = 3/4$ e $a_2 = 1/8$. Especifique a função de transferência, $H(z)$, e determine e esboce no plano complexo os seus polos (×) e zeros (o). Verifique também a sua estabilidade (justifique).

e. Obtenha a resposta ao impulso do sistema.

f. Obtenha as funções módulo (dB) e fase (radianos) da resposta em frequência do sistema.

g. Identifique se o sistema é um filtro passa-baixas, passa-altas, passa-faixa ou rejeita-faixa (justifique).

4) Considere o sistema LIT contínuo no tempo com função de transferência dada abaixo.

$$H(s) = \frac{10^5 s(s-10)}{(s-1)(s^2+100s+10^4)}$$

a. Obtenha o diagrama de Bode (amplitude apenas). Apresente todos os pontos de quebra que caracterizam a curva.

b. Para o sinal $x(t) = \cos(10^4 t)$ na entrada do sistema, indique o sinal de saída, $y(t)$, aproximado: a) $y(t) = 10\cos(10^4 t - \pi/2)$, b) $y(t) = 10\cos(10^4 t + \pi/2)$, c) $y(t) = 100\cos(10^4 t - \pi/2)$, d) $y(t) = 100\cos(10^4 t + \pi/2)$, e) $y(t) = 10\cos(10t + \pi/2)$. Selecione uma alternativa e justifique sua resposta.

Transformadas

Transformada de Laplace	$X(s) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-st}dt$	$x(t) = \frac{1}{2\pi j}\int_{c-j\infty}^{c+j\infty} X(s)e^{st}ds$
Série de Fourier em tempo contínuo	$x(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\omega_o t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \operatorname{sen}(n\omega_o t)$	$a_0 = \frac{1}{T_o}\int_{T_o} x(t)dt$ $a_n = \frac{2}{T_o}\int_{T_o} x(t)\cos(n\omega_o t)dt$ $b_n = \frac{2}{T_o}\int_{T_o} x(t)\operatorname{sen}(n\omega_o t)dt$
	$x(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} D_n e^{jn\omega_o t}$	$D_n = \frac{1}{T_o}\int_{T_o} x(t)e^{-jn\omega_o t}dt$
Transformada de Fourier em tempo contínuo	$x_{T_o}(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} D_n e^{jn\omega_o t}$	$D_n = \frac{1}{T_o}\int_{-T_o/2}^{T_o/2} x_{T_o}(t)e^{-jn\omega_o t}dt$
Série de Fourier em tempo discreto ($\Omega_o=2\pi/N_o$)	$x[n] = \sum_{r=0}^{N-1} D_r e^{jr\Omega_o n}$	$D_r = \frac{1}{N_o}\sum_{n=0}^{N_o-1} x[n]e^{-jr\Omega_o n}$
Transformada de Fourier em tempo discreto	$x_{N_o}[n] = \sum_{r=<N_o>} D_r e^{jr\Omega_o n}$	$D_r = \frac{1}{N_o}\sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]e^{-jr\Omega_o n}$
Transformada z	$X[z] = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x[n]z^{-n}$	$x[n] = \frac{1}{2\pi j}\oint X[z]z^{n-1}dz$

$\int e^{ax}dx = \frac{e^{ax}}{a}$ $\int xe^{ax}dx = \frac{e^{ax}}{a}\left(x - \frac{1}{a}\right)$ $\int \mathrm{sen}(ax)dx = -\frac{1}{a}\cos(ax)$ $\int \cos(ax)dx = \frac{1}{a}\mathrm{sen}(ax)$ $\int x \cdot \mathrm{sen}(ax)dx = \frac{1}{a^2}[\mathrm{sen}(ax) - ax\cos(ax)]$ $\int x \cdot \cos(ax)dx = \frac{1}{a^2}[\cos(ax) + ax\mathrm{sen}(ax)]$ $\int e^{ax} \cdot \mathrm{sen}(bx)dx = \frac{e^{ax}[a\mathrm{sen}(bx) - b\cos(bx)]}{a^2+b^2}$ $\int e^{ax} \cdot \cos(bx)dx = \frac{e^{ax}[a\cos(bx) + b\mathrm{sen}(bx)]}{a^2+b^2}$	$\int \frac{du}{u} = \ln(u)$ $\int a^u du = \frac{a^u}{\ln(u)}$ $\int udv = uv - \int vdu$ $\int \mathrm{sen}(px)\cos(qx)dx = -\frac{\cos([p-q]x)}{2(p-q)} + \frac{\cos([p+q]x)}{2(p+q)}$ $\int \mathrm{sen}(px)\mathrm{sen}(qx)dx = \frac{\mathrm{sen}([p-q]x)}{2(p-q)} - \frac{\mathrm{sen}([p+q]x)}{2(p+q)}$

FORMULÁRIO

Transformada z e propriedades

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

Domínio do tempo	Domínio de z
$x(n)$	$X(z)=\sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n)\, z^{-n}$
$x(n-m)$	$z^{-m} X(z)$
$x_1(n) * x_2(n) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} x_1(m)x_2(n-m)$	$X_1(z).X_2(z)$
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)
δ(t)	1
1	2πδ(ω)
u(t)	πδ(ω) + 1/(jω)
$\cos(\omega_0 t)$	$\pi[\delta(\omega+\omega_0)+\delta(\omega-\omega_0)]$
$\text{sen}(\omega_0 t)$	$j\pi[\delta(\omega+\omega_0)-\delta(\omega-\omega_0)]$
ret(t/τ)	τ.sinc(ωτ/2)
(W/π).sinc(Wt)	ret(ω/2W)
e^{-at} u(t), a>0	1/(a+jω)
$\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-nT)$	$\omega_0\sum_{n=-\infty}^{\infty}\delta(\omega-n\omega_0), \quad \omega_0 =$

Propriedades da transformada de Fourier

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

Transformada de Laplace

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

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