北京邮电大学 2015——2016 学年第 1 学期

《信号与系统》期末试题答案及评分标准（4 学分，电子）

一、 填空题（每空 2 分，共 20 分）

1. 低通，否； 2. $e^{-t}u(t)$ 3. −2

4. $0<|z|<\infty$， $\delta(n+10)+3\delta(n)+2\delta(n-1)$ 或 $x(n)=\{1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,\underset{\uparrow}{3},2\}_{n=0}$

5. 否

6. $\dfrac{2\pi E\tau}{T}\sum_{-\infty}^{\infty}\mathrm{Sa}\left(\dfrac{n\pi\tau}{T}\right)\delta\left(\omega-n\dfrac{2\pi}{T}\right)$ 或 $E\tau\omega_1\sum_{-\infty}^{\infty}\mathrm{Sa}\left(\dfrac{n\omega_1\tau}{2}\right)\delta(\omega-n\omega_1)$，（$\omega_1=\dfrac{2\pi}{T}$）

7. $\dfrac{1-\mathrm{e}^{-2\pi(s+1)}}{s+1}$ 8. $\sin(\omega_0 t)$

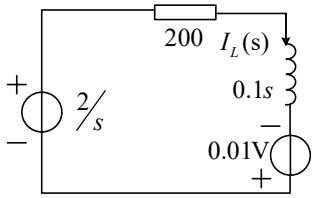
二 （12 分）

1．(6 分)

$w(\omega)$ 带宽为 200 3 分

最低抽样频率为 2×200=400rad/s 3 分

2．(6 分)



电源、电感及附加电压源每个 2 分

三（12 分）

1．（6 分）

（1）$\left(\dfrac{1}{2}\right)^n u(n)\longleftrightarrow\dfrac{z}{z-\dfrac{1}{2}}$，收敛域是 $|z|>\dfrac{1}{2}$

由 z 域微分性质可得

$$w(n)=n\left(\frac{1}{2}\right)^n u(n)\longleftrightarrow W(z)=-z\frac{d}{dz}\left(\frac{z}{z-\frac{1}{2}}\right)=-z\left(\frac{z-\frac{1}{2}-z}{\left(z-\frac{1}{2}\right)^2}\right)=\frac{\frac{1}{2}z}{\left(z-\frac{1}{2}\right)^2}$$

收敛域是$|z|>\frac{1}{2}$ 2分

（2）$f(n)\longleftrightarrow\frac{z}{z-4}$，收敛域是$|z|<4$ 2分

（3）利用卷积特性，可得

$$x(n)=w(n)*f(n)\xleftrightarrow{z}X(z)=W(z)F(z)=\frac{\frac{1}{2}z}{\left(z-\frac{1}{2}\right)^2}\frac{z}{z-4}==\frac{\frac{1}{2}z^2}{z^3-5z^2+\frac{1}{4}z-1}$$

收敛域是$\frac{1}{2}<|z|<4$ 2分

2.（6分）

取积分器的输出为状态变量，由图可得状态方程为

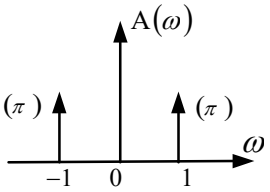
$$\begin{cases}\dot{\lambda}_1(t)=-3\lambda_1(t)+8e_1(t)+7e_2(t)\\ \dot{\lambda}_2(t)=2\lambda_1(t)-\lambda_2(t)+4e_1(t)+e_2(t)\end{cases}$$

4分

输出方程为:$r(t)=2\lambda_1(t)+3\lambda_2(t)$ 2分

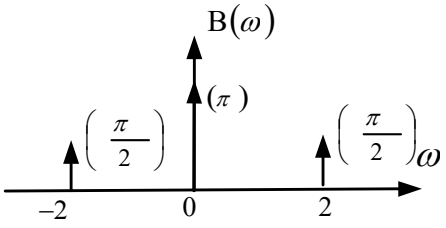
四（10分）

A点频谱图为：



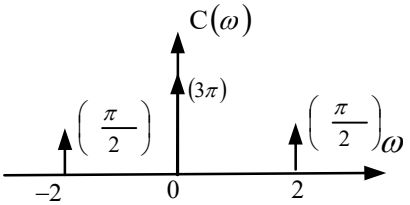
2分

B点频谱图为:



3分

C点频谱图为:



3分

$\because Y(\omega)=\frac{\pi}{2}[\delta(\omega+2)+\delta(\omega-2)]+3\pi\delta(\omega)\quad \therefore y(t)=\frac{3}{2}+\frac{1}{2}\cos 2t=1+\cos^2 t$　　2 分

注意：如果图中的“（π）”等没有加“（）”，超过两个只扣 1 分。

五（8 分）

（1）

$|H(j\omega)|=\frac{\sqrt{4+\omega^2}}{\sqrt{4+\omega^2}}=1$　　不会引起幅度失真　　2 分（判断条件和结论各 1 分）

$\varphi(\omega)=2\arctan\left(-\frac{\omega}{2}\right)$　　不会引起相位失真　　2 分（判断条件和结论各 1 分）

（2）

$\omega=1$ 时，　$|H(j\omega)|=1$，　$\varphi(\omega)=2\arctan\left(-\frac{1}{2}\right)=-53°$　　1 分

$\omega=2$ 时，　$|H(j\omega)|=1$，　$\varphi(\omega)=2\arctan(-1)=-90°$　　1 分

$\therefore e(t)=\sin(t-53°)+\cos(2t-90°)=\sin(t-53°)+\sin 2t$　　2 分

（有个别同学利用单边拉氏解题，得出正确的响应解析式得 3 分，得到稳态响应得 1 分。）

六（8 分）

（1）$H(s)=\frac{\frac{1}{s+1}}{1+\frac{1}{s+1}}\cdot\frac{1}{s+1}=\frac{1}{(s+2)(s+1)}$　　4 分

（2）系统函数的极点 $p_1=-1,\ \ p_2=-2$，均在 s 的左半平面，所以系统稳定。 4 分

七（8 分）

（1）$F(s)=\frac{1}{s+2}$，因为极点为-2，在 s 的左半平面，所以

$F(\omega)=F(s)|_{s=j\omega}=\frac{1}{j\omega+2}$　　4 分

（2）$\varepsilon(\omega)=|F(\omega)|^2=\left|\frac{1}{j\omega+2}\right|^2=\frac{1}{\omega^2+4}$　　4 分

八（8 分）

（1）对输入信号和响应信号求 z 变换

$$F_1(z)=\frac{z}{z-1} \qquad Y_1(z)=\frac{2z}{z-1}$$

$$F_2(z)=\frac{1}{2}\frac{z}{(z-1)^2} \qquad Y_2(z)=\frac{-z^2+2z}{(z-1)^2}$$ 2 分

可知：$Y_1(z)-Y_2(z)=H(z)[F_1-F_2(z)]$ 2 分

代入得：

$$\frac{2z}{z-1}-\frac{2z-z^2}{(z-1)^2}=H(z)[\frac{2z}{z-1}-\frac{1}{2}\frac{z}{(z-1)^2}]\Rightarrow\frac{3z^2-4z}{(z-1)^2}=H(z)\cdot\frac{z^2-\frac{3}{2}z}{(z-1)^2}$$

$$\therefore H(z)=\frac{3z^2-4z}{z^2-\frac{3}{2}z}=\frac{6z^2-8z}{2z^2-3z}=\frac{6z-8}{2z-3}$$ 1 分

（2）

$$F_3(z)=\frac{z}{z-\frac{1}{2}} \qquad Y_{zs}(z)=H(z)\cdot F_3(z)=\frac{6z-8}{2z-3}\cdot\frac{z}{z-\frac{1}{2}}=\frac{3z-4}{z-\frac{3}{2}}\cdot\frac{z}{z-\frac{1}{2}}$$

$$\frac{Y_{zs}(z)}{z}=\frac{3z-4}{z-\frac{3}{2}}\cdot\frac{1}{z-\frac{1}{2}}=\frac{k_1}{z-\frac{3}{2}}+\frac{k_2}{z-\frac{1}{2}}$$ 2 分

$$k_1=(\frac{3z-4}{z-\frac{3}{2}}\cdot\frac{1}{z-\frac{1}{2}})(z-\frac{3}{2})\Big|_{z=\frac{3}{2}}=\frac{1}{2}$$

$$k_2=(\frac{3z-4}{z-\frac{3}{2}}\cdot\frac{1}{z-\frac{1}{2}})(z-\frac{1}{2})\Big|_{z=\frac{1}{2}}=\frac{5}{2}$$

$$Y_{zs}(z)=\frac{1}{2}\frac{z}{z-\frac{3}{2}}+\frac{5}{2}\frac{z}{z-\frac{1}{2}}$$ 2 分

$$y_3(n)=\frac{1}{2}(\frac{3}{2})^n u(n)+\frac{5}{2}(\frac{1}{2})^n u(n)$$ 1 分

九(12 分)

（1）$Y(z)=0.5X(z)+z^{-1}X(z)+z^{-2}0.5X(z)$ 1 分

$$H(z)=\frac{Y(z)}{X(z)}=0.5+z^{-1}+0.5z^{-2},\quad |z|>0$$ 2 分

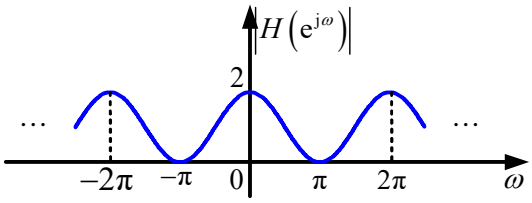
（2）$h(n)=0.5\delta(n)+\delta(n-1)+0.5\delta(n-2)$ 3 分

（3）该系统的频率响应特性为: $H(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})=H(z)\big|_{z=\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega}}=0.5+\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega}+0.5\mathrm{e}^{-2\mathrm{j}\omega}$

或 $H(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})=\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\omega}(1+\cos\omega)$ 2 分

（4）系统的幅频特性可表示为 $|H(\mathrm{e}^{\mathrm{j}\omega})|=|1+\cos\omega|=1+\cos\omega$

其幅频特性曲线如下图所示。



2 分

该系统具有低通滤波特性。 2 分