机密★启用前

西南交通大学2013年全日制硕士研究生
招生入学考试试卷

试题代码：924

试题名称：信号与系统二

考试时间：2013年1月

考生请注意：

1. 本试题共7题，共4页，满分150分，请认真检查；
2. 答题时直接将答题内容写在考场提供的答题纸上，答在试卷上的内容无效；
3. 请在答题纸上按要求填写试题代码和试题名称；
4. 试卷不得拆开，否则遗失后果自负。

一、(30分）选择题：

本题共10个小题，每题回答正确得3分，否则得零分。每小题所给答案中只有一个是正确的。(请将答写在考场提供的答题纸上！)

1. 连续周期信号 $f(t)$ 的频谱 F(jw)的特点是（D)。

A、周期、连续频谱；　　B、周期、离散频谱；

C、连续、非周期频谱；　D、离散、非周期频谱；

解析：基本结论:周期信号离散，连续信号非周期，逆命题也成立。

2. 周期矩形脉冲的谱线间隔与（C)。

A、脉冲幅度有关　　B、脉冲宽度有关

C、脉冲周期有关　　D、周期和脉冲宽度有关

解析：由 $\Omega = 2\pi/T$ 可知。

3. 已知 Z 变换 $Z[x(n)] = \dfrac{1}{1-3z^{-1}}$，收敛域 $|z| < 3$，求逆变换的 $x(n)$ 为（D)。

A、$3^n u(n)$　B、$3^{-n} u(-n)$　C、$-3^n u(-n)$　D、$-3^n u(-n-1)$

解析：z变换与收敛域关系：ROC: $|Z| < 3, Z[x(n)] = \dfrac{z}{z-3} \overset{z}{\leftrightarrow} x(n) = -3u(-n-1)$

4. 若对 $f(t)$ 进行理想取样，其奈奎斯特取样频率为 f_s，则对进行取样 $f(\frac{1}{3}t-2)$，其奈奎斯特取样频率为（B）。

A、$3f_s$　　B、$\frac{1}{3}f_s$　　C、$3(f_s-2)$　　D、$\frac{1}{3}(f_s-2)$

解析：(t)$: w_1 = w$, 则f（$\frac{1}{3}t-2$)$: w_2 = \frac{w}{3}, f_s = \frac{2w_1}{2\pi} = \frac{w}{\pi}, f_s^{'} = \frac{2w_2}{2\pi} = \frac{w}{3\pi} = \frac{f_s}{3}$

5. 某系统的系统函数为 $H(s)$，若同时存在频响函数 $H(jw)$，则该系统必须满足条件（C）

A、时不变系统　　B、因果系统　C、稳定系统　　D、线性系统

解析：一个信号的傅里叶变换是拉普拉斯变换沿 jw 轴求值，因此系统函数的收敛域包含 jw 轴，即系统稳定。

6. 理想不失真传输系统的传输函数 $H(jw)$（t_0, w_0, w_c, k 为常数）是（B）。

A、$Ke^{-j\omega_0 t}$ B、$Ke^{-j\omega t_0}$ C、$Ke^{-j\omega t_0}\left[u(w+w_c)-(w-w_0)\right]$ D、$Ke^{-j\omega_0 t_0}$

解析：理想不失真的频域条件是：|H(jw)|=K(K 为常数)，$\varphi(w) = -wt_0$，一条过原点的直线。

7. 已知 $f(t) \leftrightarrow F(j\omega)$，则信号 $y(t) = f(2t)\delta(t-5)$ 的频谱函数 $Y(j\omega)$ 为(A)。

A、$f(10)e^{-j5\omega}$　　B、$\frac{1}{2}F(\frac{jw}{2})e^{-j5\omega}$　　C、$f(10)e^{j5w}$　　D、$\frac{1}{2}F(\frac{jw}{2})e^{j5\omega}$

解析：$y(t) = f(10)\delta(t-5) \overset{jw}{\leftrightarrow} Y(jw) = f(10)e^{-5jw}$。

8. 已知 y(t)=x(t)*h(t)，则 x(t-3)*h(t-4)=(C)。

A、y(t-3)　　B、y(t-4)　　C、y(t-7)　　D、y(t-1)

解析：

y(t)=x(t)*h(t) $\leftrightarrow$ Y(w)=X(w)H(W)

则 x(t-3)*h(t-4) $\leftrightarrow e^{-3jw}X(w)e^{-4jw}H(w) = e^{-7jw}X(w)H(w) \leftrightarrow y(t-7)$

9. $\int_0^{\infty}(t+2)\delta\left(\frac{t}{2}+1\right)dt =$ (A)。

A、0　　B、$-\frac{3}{2}$　　C、$\frac{5}{2}$　　D、$\frac{1}{2}$

解析： 原式只能在 t=-2 时才有值，但积分从 0 开始，取不到-2。

10. 信号 $f(t)=e^{2t}u(t)$ 的拉氏变换及收敛域为（C）。

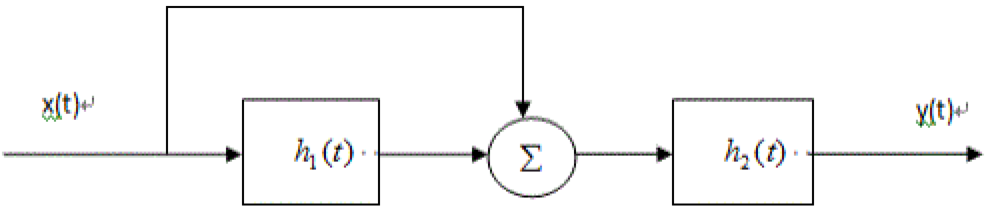
A、$F(s)=\frac{1}{s+2}$, $\mathrm{Re}[s]>-2$　　B、$F(s)=\frac{1}{s-2}$, $\mathrm{Re}[s]<-2$

C、$F(s)=\frac{1}{s-2}$, $\mathrm{Re}[s]>2$　　D、$F(s)=\frac{1}{s+2}$, $\mathrm{Re}[s]<2$

解析：信号为右边信号，收敛域是 s 平面上一条平行于 jw 轴的直线的右侧，且易知其变换。

二、(24 分）如图所示，该 LTI 系统由多个子系统组成，各子系统的冲激响应分别为：

$h_1=u(t-1)-u(t-2), h_2=\delta(t-1)$，求复合系统的冲激响应 $h(t)$。



解：根据 $y(t)=[x(t)+x(t)*h_1(t)]*h_2(t)$

令 $x(t)=\delta(t)$ 得

$$h(t)=[\delta(t)+h_1(t)]*h_2(t)$$

$$=h_2(t)+h_1(t)*h_2(t)$$

$$=\delta(t-1)+u(t-2)-u(t-3)$$

三、(24 分）已知输入 $e(t)=e^{-t}u(t)$，初始条件为 $r(0)=2, r'(0)=1$,系统函数为

$H(s)=\frac{s+1}{s^2+7s+10}$，求系统的响应 r(t)。并标出受迫分量与自然分量；瞬态分量与稳态分量。

解：由题意得

设 $x(t)\leftrightarrow X(s), y_{zs}(t)\leftrightarrow Y_{zs}(s)$ 且 $x(t)=e^{-t}u(t)\leftrightarrow X(s)=\frac{1}{s+1}$

由 $y_{zs}(t)=x(t)*h(t)$ 得 $Y_{zs}(s)=X(s)H(s)$

$$Y_{zs}=X(s)H(s)=\frac{s+1}{(s+2)(s+5)(s+1)}=\frac{\frac{1}{3}}{s+2}-\frac{\frac{1}{3}}{s+5}\qquad \mathrm{Re}[s]>-2$$

则 $y_{zs}(t)=\frac{1}{3}e^{-2t}u(t)-\frac{1}{3}e^{-5t}u(t)=\frac{1}{3}(e^{-2t}-e^{-5t})u(t)$

由 $H(s)=\dfrac{s+1}{s^2+7s+10}$ 得极点 $P_1=-2, P_2=-5$

设零输入响应 $y_{zi}(t)=(c_1e^{-2t}+c_2e^{-5t})u(t)$

$$y(t)=y_{zs}(t)+y_{zi}(y)=\frac{1}{3}(e^{-2t}-e^{-5t})u(t)+(c_1e^{-2t}+c_2e^{-5t})u(t)$$

又∵ $y(0\ )=2, y^{'}(0)=1$

$$\therefore\begin{cases} c_1+c_2=2 \\ -\frac{2}{3}+\frac{5}{3}-2c_1-5c_2=1 \end{cases}\Rightarrow\begin{cases} c_1=\frac{10}{3} \\ c_2=-\frac{4}{3} \end{cases}$$

$\therefore y_{zi}(t)=(\frac{10}{3}e^{-2t}-\frac{4}{3}e^{-5t})u(t)$

自然分量：$(\frac{11}{3}e^{-2t}-\frac{5}{3}e^{-5t})u(t)$

受迫分量：0

瞬态分量：$(\frac{11}{3}e^{-2t}-\frac{5}{3}e^{-5t})u(t)$

稳态分量：0

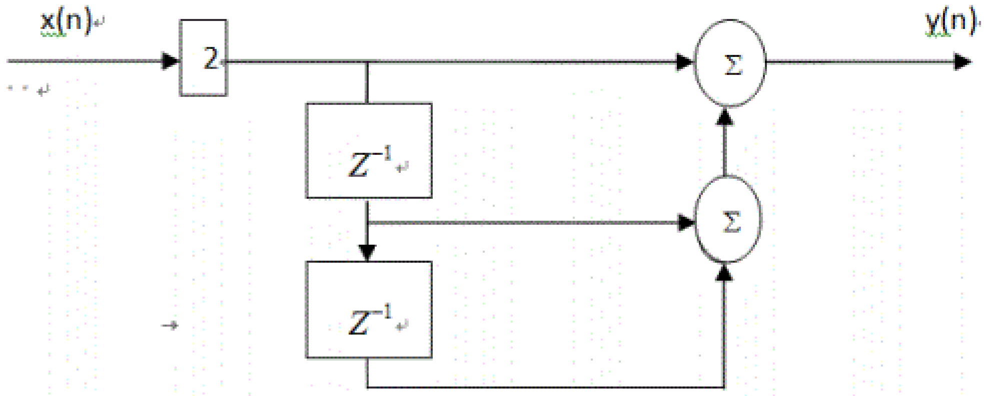
四、(20 分) 已知因果系统框图如下图所示，求：

（1）系统函数 $H(z)$;

（2）写出系统的差分方程；

（3）求系统单位脉冲响应 h(n)；

（4）已知系统的输入 $x(n)=2^n u(n)$, 求系统输出 y(n)。



解：设 $x(n) \leftrightarrow X[z], y(n) \leftrightarrow Y[z]$

由 $2X[z]+2Z^{-1}X[z]+2Z^{-2}X[z]=Y[z]$ 得

$$\mathrm{H}(z)=\frac{Y[z]}{X[z]}=2+2Z^{-1}+2Z^{-2}$$

（2）由（1）可知，描述系统的差分方程为

$$y[n]=2x[n]+2x[x-1]+2x[n-2]$$

（3）单位冲激响应为 $h(n)=2\delta(n)+2\delta(n-1)+2\delta(n-2)$

（4） $y(n)=x(n)*h(n)=2^{n}u(n)*2[\delta(n)+\delta(n-1)+\delta(n-2)]$

$$=2[2^{n}u(n)+2^{n-1}u(n-1)+2^{n-2}u(n-2)]$$

$$=2^{n+1}u(n)+2^{n}u(n-1)+2^{n-1}u(n-2)$$

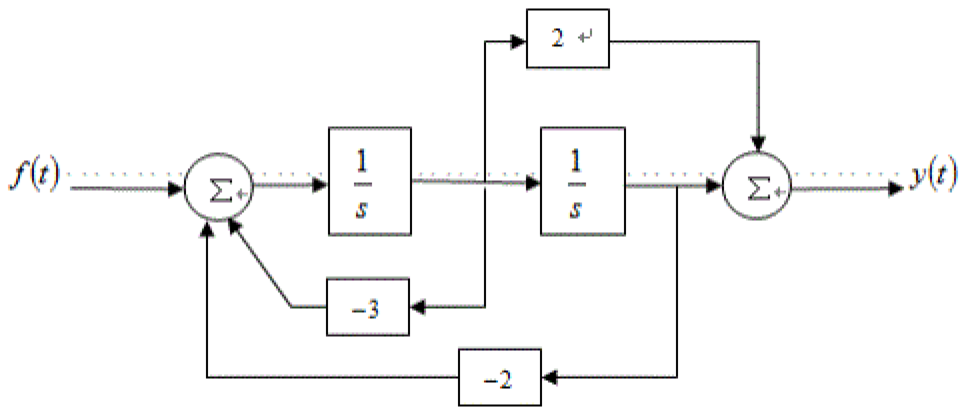
五、系统框图如图所示，试求：

（1）系统的系统函数 $H(s)$；

（2）系统的单位冲激响应 $h(t)$；

（3）写出描述系统输入输出关系的微分方程；

（4）画出零极点图，判断系统是否稳定。



解：由题意可得：

（1） H(s)可看成是有三个子系统 $H_1(s), H_2(s), H_3(s)$ 组成

$$H_1(s)=\frac{\frac{1}{s}}{1+\frac{3}{s}}=\frac{1}{s+3}$$

$$H_2(s)=\frac{\frac{H_1(s)}{s}}{1+\frac{2H_1(s)}{s}}=\frac{1}{s^2+3s+2}$$

$$H_3(s)=\frac{2s}{s^2+3s+2}$$

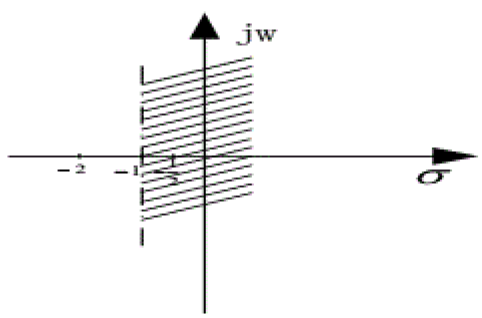
$$\therefore H(s)=H_2(s)+H_3(s)=\frac{2s+1}{s^2+3s+2}$$

(2)由（1）得 $H(s)=\dfrac{3}{s+2}-\dfrac{1}{s+1}\xleftrightarrow{s} h(t)=(3e^{-2t}-e^{-t})u(t)$

(3)由 $Y(s)=H(s)F(s)$ 且 $\mathrm{H}(s)=\dfrac{2s+1}{s^2+3s+2}$ 得

$$y^{''}(t)+3y^{'}(t)+2y(t)=2f^{'}(t)+f(t)$$

(4)由 H(s)得零点 $\mathrm{Z}_1=-\dfrac{1}{2}$，极点 $\mathrm{P}_1=-1$，$\mathrm{P}_2=-2$



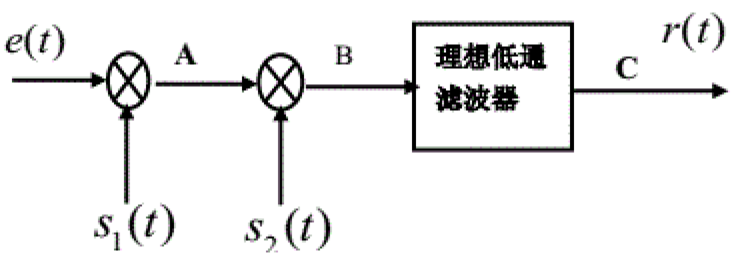
由图知，收敛域包括 jw 轴，系统稳定。

六、图（a）所示系统中$e(t)=\dfrac{\sin 2000\pi t}{\pi t}$， $s_1(t)=\sin(2000\pi t)$,

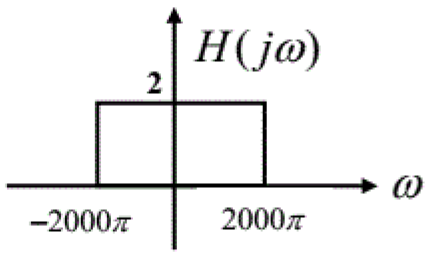
$s_2(t)=\cos(2000\pi t),\ -\infty<t<\infty$。理想低通滤波器的传输函数如图（b）所示。

（1） 画出 A、B、C 处的频谱图。

（2） 求输出信号 $r(t)$ 。



图



图

解：设 A 处输入为 $r_A(t), B处为 r_B(t)$, 由图知 C 处为 $r(t)$，且有

$$e(t)\overset{FT}{\leftrightarrow}E(jw), s_1(t)\overset{FT}{\leftrightarrow}S_1(jw), r_A(t)\overset{FT}{\leftrightarrow}R_A(jw), s_2(t)\overset{FT}{\leftrightarrow}S_2(jw), r_B(t)\overset{FT}{\leftrightarrow}R_B(jw), r(t)\overset{FT}{\leftrightarrow}R(\mathrm{jw})$$

则

$$e(t)=\frac{\sin(2000\pi t)}{\pi t}=2000sa(2000\pi t)\overset{FT}{\leftrightarrow}E(jw)=2000\frac{\pi}{2000\pi}G_{4000\pi}(w)=G_{4000\pi}(w)$$

$$s_1(t)=\sin(2000\pi t)\leftrightarrow S_1(jw)=j\pi[\delta(w+2000\pi)-\delta（w-2000\pi)]$$

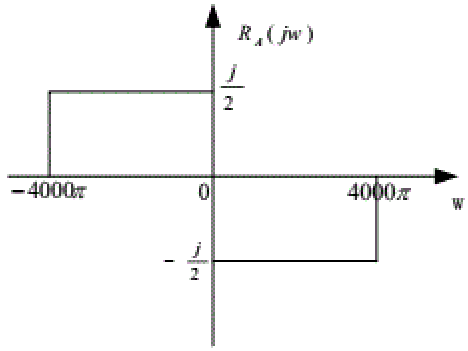
$$s_2(t)=\cos(2000\pi t)\leftrightarrow S_2(jw)=\pi[\delta(w+2000\pi)+\delta(w-2000\pi)]$$

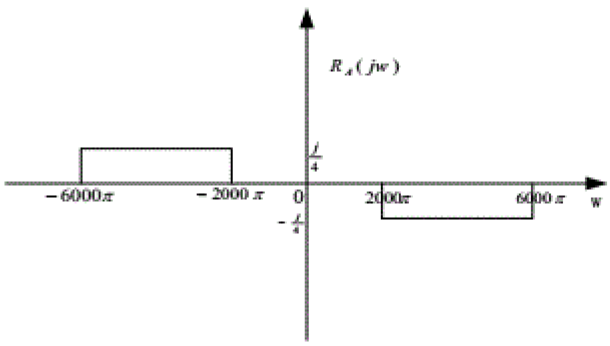
$$r_A(t)=e(t)\cdot s_1(t)\leftrightarrow R_A(jw)=\frac{1}{2\pi}E(jw)*S_1(jw)=\frac{j}{2}[G_{4000\pi}(w+2000\pi)-G_{4000\pi}(w-2000\pi)]$$

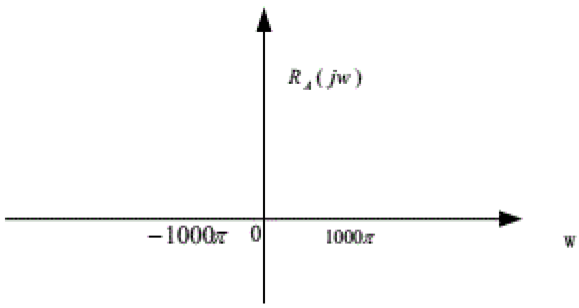
$$r_B(t)=r_A(t)\cdot s_2(t)\leftrightarrow R_B(jw)=\frac{1}{2\pi}R_A(jw)*S_2(jw)=\frac{j}{4}[G_{4000\pi}(w+4000\pi)-\mathrm{G}_{4000\pi}（w-4000\pi)]$$

$$r(t)=r_B(t)*h(t)\leftrightarrow R(jw)=R_B(jw)H(jw)=0$$

则 A、B、C 处的频谱图如下所示：


$R_A(jw)$
$\frac{j}{2}$
-4000π
0
4000π
w
$-\frac{j}{2}$


$R_A(jw)$
$\frac{j}{4}$
-6000π
-2000π
0
2000π
6000π
w
$-\frac{j}{4}$


$R_A(jw)$
-1000π
0
1000π
w

（2）由图知：r(t)=0