中山大学考试卷（ **A** 卷）

课程：信号与系统 （闭卷）（2013/06）

专业__________班级________姓名___________学号______________

题号	一（20 分）	二（8 分）	三（12 分）	四（15 分）	五（15 分）	六（12 分）	七（10 分）	八（8 分）	总分
得分									

一. 选择题（每小题 **2** 分，共 **20** 分）

得分	

1. 连续信号 $f(t)$ 与 $\delta(t-t_0)$ 的乘积，即 $f(t)\delta(t-t_0)=$______。

   (a) $f(t_0)\delta(t)$　(b) $f(t-t_0)$　(c) $\delta(t)$　(d) $f(t_0)\delta(t-t_0)$

2. 离散信号 $f(k)$ 与 $\delta(k-k_0)$ 的卷积，即 $f(k)*\delta(k-k_0)=$______。

   (a) $f(k)$　(b) $f(k-k_0)$　(c) $\delta(k)$　(d) $\delta(k-k_0)$

3. 系统无失真传输的条件是 ______。

   (a) 幅频特性等于常数　(b) 相位特性是一通过原点的直线

   (c) 幅频特性等于常数，相位特性是一通过原点的直线

   (d) 幅频特性是一通过原点的直线，相位特性等于常数

4. 已知 $f(t)$ 的傅里叶变换 $F(j\omega)$，则信号 $f(2t-5)$ 的傅里叶变换是 ______。

   (a) $\frac{1}{2}F(\frac{j\omega}{2})e^{-j5\omega}$　(b) $F(\frac{j\omega}{2})e^{-j5\omega}$　(c) $F(\frac{j\omega}{2})e^{-j\frac{5}{2}\omega}$　(d) $\frac{1}{2}F(\frac{j\omega}{2})e^{-j\frac{5}{2}\omega}$

5. 若 Z 变换的收敛域是 $|z|>R_{x1}$ 则该序列是 _______。

   (a) 左边序列　(b)右边序列　(c)双边序列　(d) 有限长序列

6. 已知某系统的系统函数 $H(s)$，唯一决定该系统单位冲激响应 $h(t)$ 函数形式的是_______。

   (a) $H(s)$ 的极点　(b) $H(s)$ 的零点　(c)系统的输入信号　(d) 系统的输入信号与 $H(s)$ 的极点

7. 已知某信号 $f(t)$ 的傅里叶变换为 $F(j\omega)=\frac{2}{j\omega}+2\pi\delta(\omega)$，则该信号的导数 $f'(t)$ 的拉普拉斯变换及其收敛域为 ________。

(a) $2, -\infty<\sigma<\infty$　(b) $\frac{2}{s}+1, \sigma>0$　(c) $\frac{2}{s}, \sigma>0$　(d) $\frac{2}{s^2}, \sigma>0$

8. 若离散时间系统是因果稳定的，则它的系统函数的极点 ________。

(a) 全部落于单位圆外　(b) 全部落于单位圆上

(c) 全部落于单位圆内　(d) 上述三种情况都不对

9. 已知 $F(z)=\frac{z}{z-a}, |z|<a$，其对应的离散时间信号为 ________。

(a) $-a^k\varepsilon(-k)$　(b) $-a^k\varepsilon(-k-1)$　(c) $a^k\varepsilon(-k)$　(d) $a^k\varepsilon(-k-1)$

10. 对信号 $f(t)=\frac{\sin(\pi t)}{\pi t}$ 进行抽样，则其奈奎斯特抽样间隔为 ________。

(a) 1 毫秒　(b) 1 秒　(c) 0.5 秒　(d) 2 秒

得分	

二、（10 分）已知信号 $f(-\frac{1}{2}t+1)$ 的波形如图 1 所示，

画出信号 $f(t)$ 的波形。

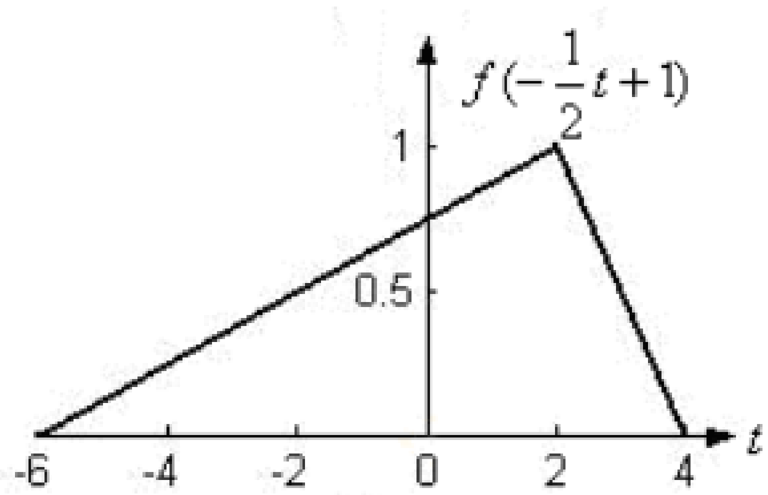
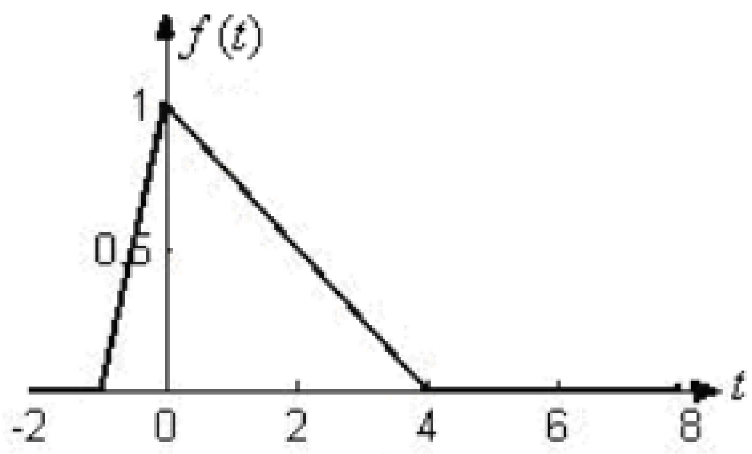


图 1

解：



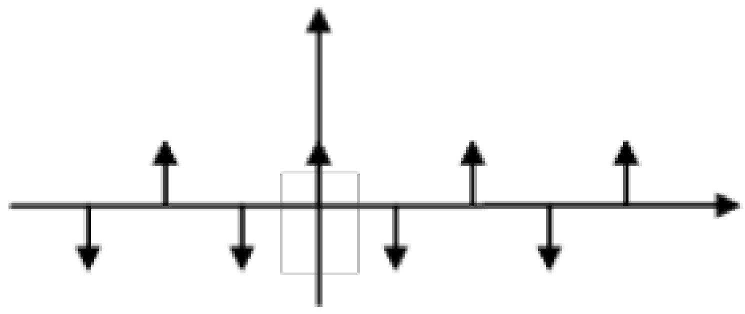
三、（12 分）已知 $f(t)=\sum_{k=-\infty}^{\infty}(-1)^k\delta(t-k)$

得分	

（1）画出 $f(t)$ 的波形；

（2）求 $f(t)$ 的傅里叶变换 $F(j\omega)$ 并画出其频谱波形。

解：（1） $f(t)$ 为周期信号，周期 $T=2$

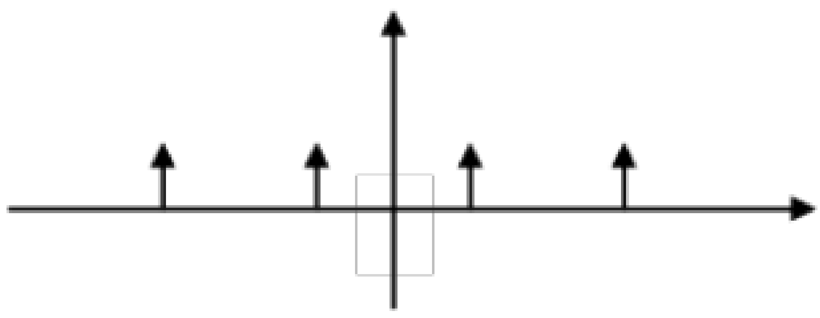


（2） $f(t)$ 的基波频率 $\Omega=\frac{2\pi}{T}=\pi$，其傅里叶级数系数

$$\dot{A}_n=\frac{2}{T}\int_0^2[\delta(t)-\delta(t-1)]e^{-jn\pi t}dt=1-(-1)^n$$

则其傅里叶变换

$$F(j\omega)=\pi\sum_{n=-\infty}^{\infty}\dot{A}_n\delta(\omega-n\Omega)=\pi\sum_{n=-\infty}^{\infty}[1-(-1)^n]\delta(\omega-n\pi)$$



四、（15分）如图 2 所示系统，已知 $f(t)=\frac{\sin 2t}{t}$， $s(t)=\cos 3t$，

得分	

$$H(j\omega)=\begin{cases}1, & |\omega|<3rad/s\\ 0, & |\omega|>3rad/s\end{cases}$$

画出 $f(t), s(t), x(t), y(t)$ 的频谱图，并求系统的输出 $y(t)$。

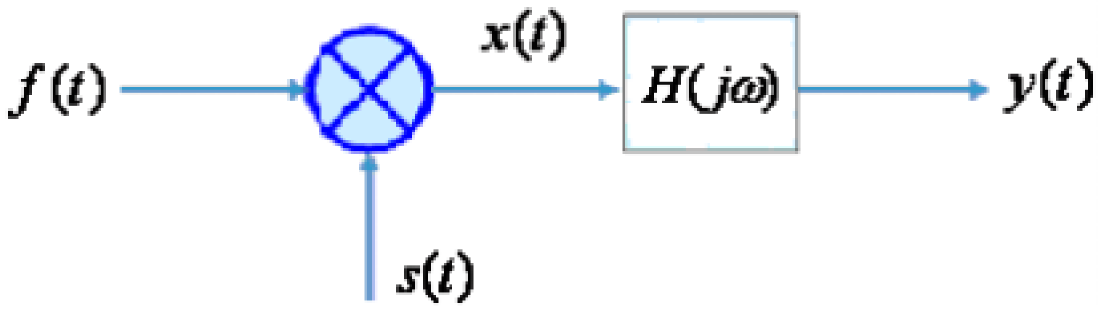


图 2

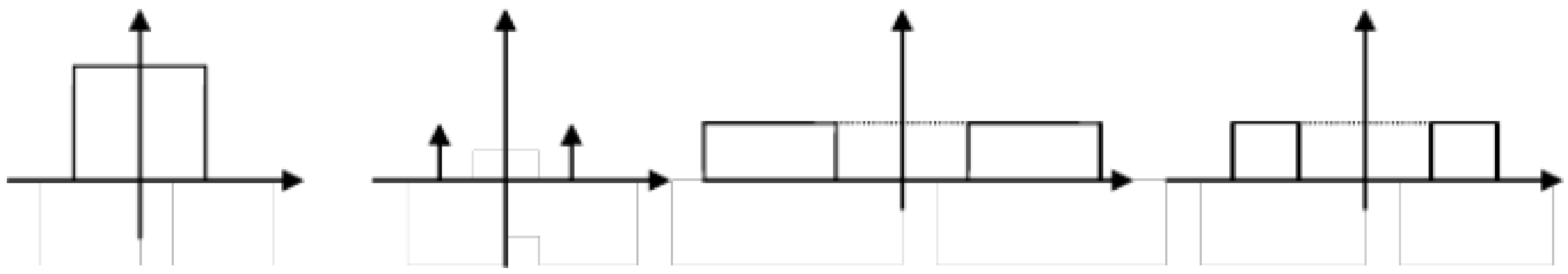
解： $f(t)=\frac{\sin 2t}{t}=2Sa(2t)\leftrightarrow F(j\omega)=\pi G_4(\omega)$

$s(t)=\cos 3t\leftrightarrow S(j\omega)=\pi[\delta(\omega+3)+\delta(\omega-$

$$x(t)=f(t)s(t)=f(t)\cos 3t \leftrightarrow X(j\omega)=\frac{1}{2}F(j\omega+j3)+\frac{1}{2}F(j\omega-j3)$$

$$X(j\omega)=\frac{\pi}{2}G_4(\omega+3)+\frac{\pi}{2}G_4(\omega-3)$$

$$Y(j\omega)=X(j\omega)H(j\omega)=\frac{\pi}{2}G_2(\omega+2)+\frac{\pi}{2}G_2(\omega-2)$$



$$\because Sa(t)=\frac{\sin t}{t}\leftrightarrow \pi G_2(\omega)$$

$$Y(j\omega)=\frac{\pi G_2(\omega) * \pi[\delta(\omega+2)+\delta(\omega-2)]}{2\pi}$$

$$\therefore y(t)=\frac{\sin t}{t}\cos 2t$$

五、（15 分）某线性时不变系统如图 3 所示，已知当 $e(t)=\varepsilon(t)$ 时，全响应

得分	

$$r(t)=(\frac{1}{4}-\frac{1}{2}e^{-2t}-\frac{5}{6}te^{-2t})\varepsilon(t)$$

（1）求系统的输入输出方程；

（2）求单位冲激响应 $h(t)$；

（3）求零输入响应 $r_{zi}(t)$ 和零状态响应 $r_{zs}(t)$。

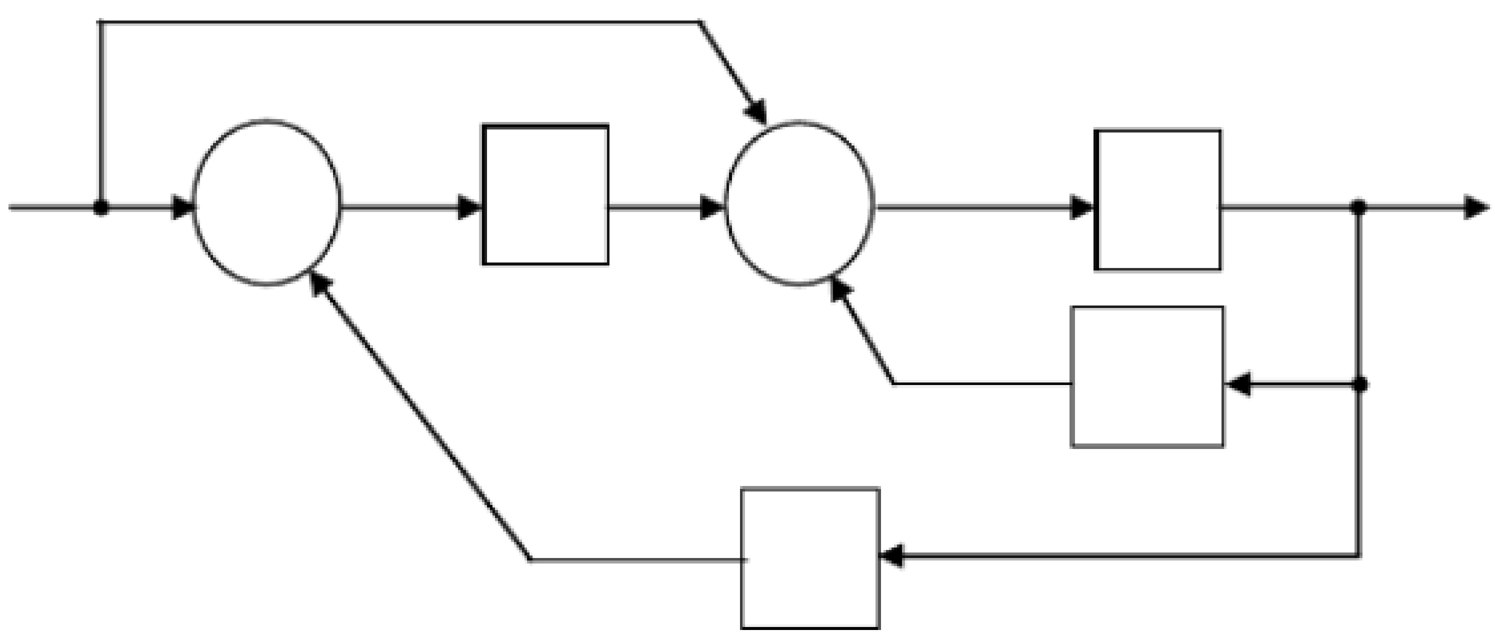


图 3

解：（1）由框图可得： $H(s)=\dfrac{s+1}{s^2+4s+4}$

则系统的输入输出方程为： $r''(t)+4r'(t)+4r(t)=e'(t)+e(t)$

（2）因为 $H(s)=\dfrac{s+1}{(s+2)^2}=\dfrac{1}{s+2}-\dfrac{1}{(s+2)^2}$

所以 $h(t)=(1-t)e^{-2t}\varepsilon(t)$

（3）由于 $E(s)=\dfrac{1}{s}$

$$R_{zs}(s)=H(s)E(s)=\frac{s+1}{s(s+2)^2}=\frac{\frac{1}{4}}{s}-\frac{\frac{1}{4}}{s+2}+\frac{\frac{1}{2}}{(s+2)^2}$$

故 $r_{zs}(t)=\dfrac{1}{4}(1-e^{-2t}+2te^{-2t})\varepsilon(t)$

则 $r_{zi}(t)=r(t)-r_{zs}(t)=-(\dfrac{1}{4}+\dfrac{4}{3}t)e^{-2t}\varepsilon(t)$

六、（12 分）反馈系统如图 4 所示,

得分	

（1）求系统函数 $H(s)=\dfrac{R(s)}{E(s)}$ ；

（2）求使系统稳定的 K 值范围；

（3）求系统处于临界稳定时的阶跃响应 $r_{\varepsilon}(t)$，并指出其中的强迫响应分量和自然响应分量。

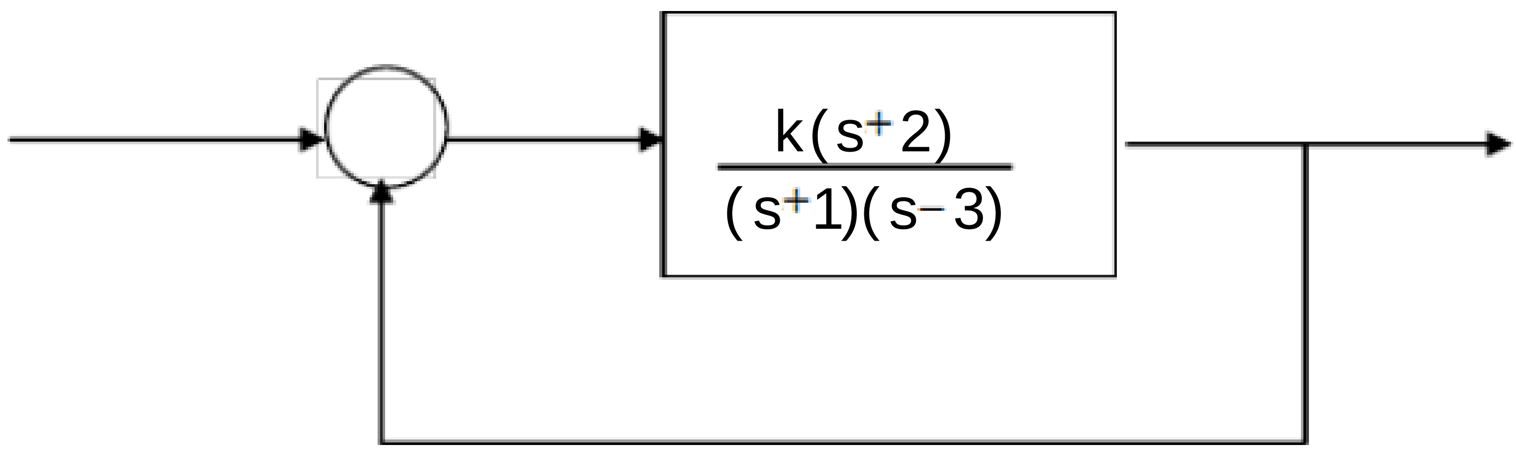


图 4

解：（1） $H(s)=\dfrac{R(s)}{E(s)}=\dfrac{\dfrac{k(s+2)}{(s+1)(s-3)}}{1+\dfrac{k(s+2)}{(s+1)(s-3)}}=\dfrac{k(s+2)}{s^2+(k-2)s+2k-3}$

（2）当 $\begin{cases}k-2>0\\2k-3>0\end{cases}$，即 $k>2$ 时系统稳定。

（3）当 $k=2$ 时，系统处于临界稳定，此时 $H(s)=\dfrac{2s+4}{s^2+1}$

$$R_\varepsilon(s)=\frac{1}{s}H(s)=\frac{2s+4}{s(s^2+1)}=\frac{4}{s}-\frac{4s}{s^2+1}+\frac{2}{s^2+1}$$

$$r_\varepsilon(t)=\underbrace{4\varepsilon(t)}_{\text{强迫响应分量}}\underbrace{-4\cos(t)\varepsilon(t)+2\sin(t)\varepsilon(t)}_{\text{自由响应分量}}$$

七、（10 分）已知某因果离散系统的系统函数 $H(z)$ 的极零图如图 5 所示，且系统单位函数响应 $h(k)$ 的初值 $h(0)=2$。

（1）确定该系统的系统函数 $H(z)$ 及其收敛域；

（2）求单位函数响应 $h(k)$，并说明系统的稳定性。

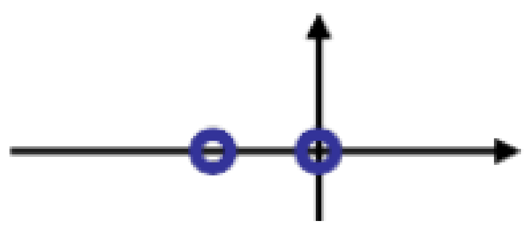


图 5

解：（1） $H(z)=H_0\dfrac{(z+1)z}{(z+3)(z-1)}$

$$h(0)=\lim_{z\to\infty}H_0\frac{(z+1)z}{(z+3)(z-1)}=H_0\lim_{z\to\infty}\frac{z(z+1)}{(z+3)(z-1)}=H_0=2$$

$$\therefore H(z)=\frac{2z(z+1)}{(z+3)(z-1)}=\frac{2z^2+2z}{z^2+2z-3},\ ROC:|z|>3$$

（2） $H(z)=\dfrac{z}{z+3}+\dfrac{z}{z-1}$

$h(k)=[(-3)^k+1]\varepsilon(k)$

该系统不稳定。

八、（8 分）已知某稳定的离散系统的差分方程为

$$y(k-1)-\frac{10}{3}y(k)+y(k+1)=x(k),$$

（1）求系统的单位函数响应 $h(k)$；

(2) 说明系统的因果性；

(3) 给定初始条件 $y(0)=1, y(1)=2$，求零输入响应 $y_{zi}(k)$.

解: (1) $H(z)=\dfrac{z}{z^2-\dfrac{10}{3}z+1}=\dfrac{3}{8}\left[\dfrac{z}{z-3}-\dfrac{z}{z-\dfrac{1}{3}}\right],\ \dfrac{1}{3}<|z|<3$

故 $h(k)=-\dfrac{3}{8}\left[3^k\varepsilon(-k-1)+3^{-k}\varepsilon(k)\right]$

(2) 系统是非因果的。

(3) 设 $y_{zi}(k)=c_1 3^k\varepsilon(k)+c_2 3^{-k}\varepsilon(k)$

则有 $\begin{cases} c_1+c_2=1 \\ 3c_1+\dfrac{1}{3}c_2=2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c_1=\dfrac{5}{8} \\ c_2=\dfrac{3}{8} \end{cases}$

于是 $y_{zi}(k)=\dfrac{5}{8}3^k\varepsilon(k)+\dfrac{3}{8}3^{-k}\varepsilon(k)$