姓名__________ 学号__________ 班级__________

密封装订线

西南交通大学 2016—2017 学年第(1)学期考试试卷

课程代码 3121500 课程名称 信号与系统 考试时间 120 分钟

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	总成绩
得分											

阅卷教师签字：________________

一、选择题：（20 分）

本题共 10 个小题，每题回答正确得 2 分，否则得零分。每小题所给答案中只有一个是正确的。

1. $x(n)=e^{j\frac{2}{3}n}+e^{j(\frac{4\pi}{3})n}$，该序列的基波周期是(A)。

A. $N=\infty$ B. $N=3$ C. $N=3/8$ D. $N=24$

2. 一周期信号 $x(t)=\sum\limits_{n=-\infty}^{\infty}\delta(t-5n)$，其傅立叶变换 $X(j\omega)$ 为 （ A ）。

A. $\frac{2\pi}{5}\sum\limits_{k=-\infty}^{\infty}\delta(\omega-\frac{2\pi k}{5})$ B. $\frac{5}{2\pi}\sum\limits_{k=-\infty}^{\infty}\delta(\omega-\frac{2\pi k}{5})$

C. $10\pi\sum\limits_{k=-\infty}^{\infty}\delta(\omega-10\pi k)$ D. $\frac{1}{10\pi}\sum\limits_{k=-\infty}^{\infty}\delta(\omega-\frac{\pi k}{10})$

3. 离散时间信号 $x(n)=\{\overset{\downarrow}{1},2,3,4\}*\{-1,\overset{\downarrow}{1},2\}$，则 $x(1)=$（ D ）

A. 3 B. 0

C. -1 D. 1

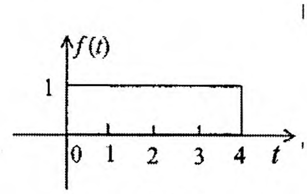
4. 信号 $f(t)$ 如题 4 图所示，其频谱函数 $F(j\omega)$ 为(D)。

A. $2Sa(2\omega)e^{-j\omega}$

B. $2Sa(2\omega)e^{-j2\omega}$

C. $4Sa(2\omega)e^{j2\omega}$

D. $4Sa(2\omega)e^{-j2\omega}$



题 4 图

5. 信号 $f(t)$ 是实偶函数，其傅氏变换一定是（ A ）。

A.实偶函数 B.纯虚函数 C.任意复函数 D.任意实函数

6. 零输入响应是(B)。

A.全部自由响应 B.部分自由响应

C.部分零状态响应 D.全响应与强迫响应之差

7.单边拉氏变换 $F(s)=\dfrac{e^{-(s+3)}}{s+3}$ 的原函数 $f(t)=$（ C ）

A. $e^{-3(t-1)}u(t-1)$　B. $e^{-3(t-3)}u(t-3)$　C. $e^{-3t}u(t-1)$　D. $e^{-3t}u(t-3)$

8. $\int_{-\infty}^{\infty}\delta(-2t-1)\left(t+\dfrac{3}{2}\right)dt=$（ D ）

A. 1　B. $-\dfrac{5}{2}$　C. $\dfrac{5}{2}$　D. $\dfrac{1}{2}$

9.信号 $x(t)$ 的带宽为 20KHz，则信号 $x^2(2t)$ 的奈奎斯特采样频率为(D)。

A. 20KHz　B. 40KHz　C. 80KHz　D. 160KHz

10.若序列 $x(n)$ 的 Z 变换为 $X(z)$，则 $(-0.5)^n x(n)$ 的 Z 变换为（ D ）

A. $2X(2z)$　B. $2X(-2z)$

C. $X(2z)$　D. $X(-2z)$

二、判断题（每题 2 分，共 10 分）

对以下各题的说法，认为对的在括号内填“√”，认为错的在括号内填“×”

1.（×）一个系统的零状态响应就等于它的自由响应。

2.（×）若一个连续 LTI 系统是因果系统，它一定是一个稳定系统。

3.（×）信号 $f(t)$ 和 $y(t)$ 为周期信号，其和 $f(t)+y(t)$ 是周期的。

4.（×）$f(t)\cdot\delta(t-t_0)=f(t_0)$。

5.（√）连续周期信号的频谱是离散的线状谱。

三、填空题：（10 分）5 个小题，每小题 2 分

1.一个连续因果 LTI 系统可由微分方程 $y''(t)+3y'(t)+2y(t)=x'(t)+3x(t)$ 来描述，则该系统的频率响应的表达式 $H(j\omega)=$（ $\dfrac{j\omega+3}{(j\omega)^2+3j\omega+2}$ ）。

2.已知 $X(s)=\dfrac{1}{s+4}+\dfrac{1}{s+5}$，收敛域为 $-5<\mathrm{Re}\{s\}<-4$，则 $X(s)$ 的逆变换为

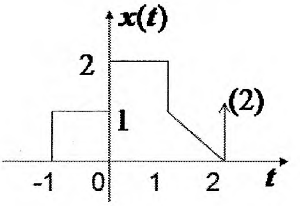
$x(t)=$（ $e^{-5t}u(t)-e^{-4t}u(-t)$ ）。

3. 计算卷积 $u(t)*u(t)=$（ $t\cdot u(t)$ ）。

4.连续时间信号 $x(t)$ 的傅里叶变换为 $\dfrac{1}{j\omega+1}$，则信号 $tx(t)$ 的傅里叶变换为（ $\dfrac{1}{(j\omega+1)^2}$ ）。

5.积分器的频域系统函数$H(j\omega)$＝（ $\frac{1}{j\omega}+\pi\delta(\omega)$ ）。

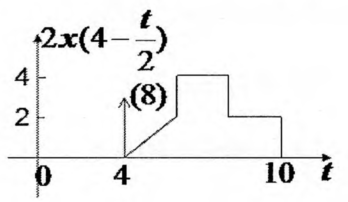
四、（5分）已知一连续时间信号$x(t)$，如下图所示，请画出信号$2x(4-\frac{t}{2})$，给出求解过程；



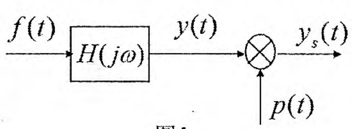
解：先时移：$x(t)\rightarrow x(t+4)$

再尺度扩展：$x(t+4)\rightarrow x(\frac{t}{2}+4)$

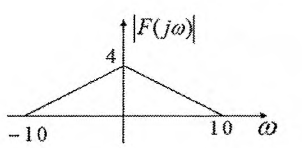
再反转和幅度扩大2倍：$x(\frac{t}{2}+4)\rightarrow 2x(-\frac{t}{2}+4)$



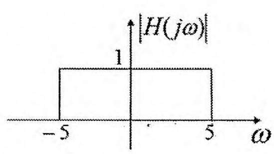
五、**（15分）**已知某系统的结构如图A所示，其频响特性及激励信号的频谱分别如图B和C所示，



图A



图B

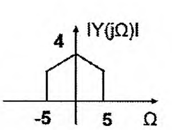


图C

（1）画出$y(t)$的幅度频谱$|Y(j\omega)|$；

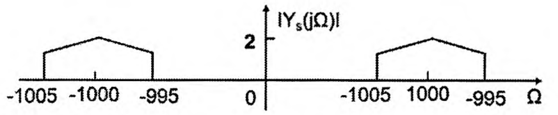
（2）若p(t)=cos(1000t), 写出$y_s(t)$的频谱$Y_s(j\omega)$与$Y(j\omega)$的关系式，并画出幅度频谱$|Y_s(j\omega)|$；

（3）若$p(t)=\sum_{k=-\infty}^{+\infty}\delta(t-\frac{\pi}{30}k)$，画出幅度频谱$|Y_s(j\omega)|$。

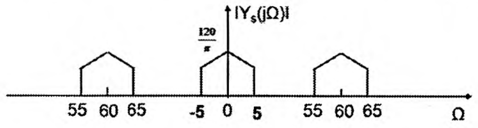


答案：1）

2）$Y_s(j\omega)=\frac{1}{2}\{Y[j(\omega+1000)]+Y[j(\omega-1000)]\}$



3） $p(t)=\sum_{k=-\infty}^{+\infty}\delta(t-\frac{\pi}{30}k),T_s=\frac{\pi}{30},\Omega_s=60,Y_s(j\Omega)=\frac{1}{T_s}\sum_{k=-\infty}^{+\infty}Y(j(\Omega-k\Omega_s))$



六、（20 分）一连续时间 LTI 系统的输入和输出，由下列微分方程表征：

$$\frac{dy^2(t)}{dt^2}-\frac{dy(t)}{dt}-2y(t)=x(t)$$

（1） 求该系统的系统函数 $H(s)$，并画出 $H(s)$ 的零极点图；

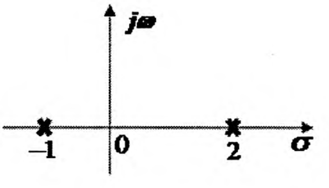
（2） 求系统是稳定的情况下，系统的单位冲激响应 $h(t)$；

（3） 求系统是因果的情况下，系统的单位冲激响应 $h(t)$；

（4）画出系统直接型实现的模拟框图。

解：

(1) $H(s)=\frac{1}{s^2-s-2}=\frac{1/3}{s-2}-\frac{1/3}{s+1}$，极点－1,2

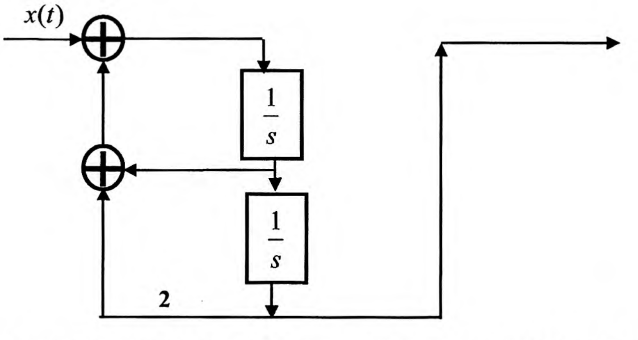


(2)若系统稳定，则$-1<\mathrm{Re}\{s\}<2$，$h(t)=-\frac{1}{3}e^{2t}u(-t)-\frac{1}{3}e^{-t}u(t)$

(3)若系统因果，则$\mathrm{Re}\{s\}>2$，$h(t)=\frac{1}{3}e^{2t}u(t)-\frac{1}{3}e^{-t}u(t)$

（4）

$$H(s)=\frac{s^{-2}}{1-s^{-1}-2s^{-2}}$$



七、（10 分）已知某连续时间 LTI 系统，满足以下条件：系统是因果的；系统是有理的，且仅有两个极点 $s=-2,s=-3$；有一个一阶零点，但具体值未知；当输入信号 $f(t)=1,(-\infty<t<+\infty)$ 时，系

统输出 $y(t)=\frac{1}{3}$；系统的单位冲激响应 $h(t)$ 在 $t=0^+$ 时的值为 2。试确定系统函数 $H(s)$ 及其收敛域。

解：（1）由于系统是有理的，且只有两个极点，一个零点，所以设 $H(s)=\frac{as+b}{(s+2)(s+3)}$

（2）信号 $e^{s_0 t}$ 是系统的特征函数，因此有 $y(t)=H(s_0)e^{s_0 t}$，而输入信号 $f(t)=1$ 可以看做 $f(t)=e^{s_0 t}\Big|_{s_0=0}=1$，并且系统是因果的，收敛域应为 $\mathrm{Re}[s]>-2$，则 $s_0=0$ 在系统函数的收敛域内，

所以有 $y(t)=H(s_0)e^{s_0 t}=\frac{as_0+b}{(s_0+2)(s_0+3)}=\frac{1}{3}$，因此有 $b=2$。

（3）根据初值定理，有 $h(0^+)=\lim\limits_{s\to\infty}sH(s)$ 有

$$\lim_{s\to\infty}sH(s)=\frac{as^2+2}{(s+2)(s+3)}=2 \text{ 得出 } a=2$$

所以 $H(s)=\frac{2s+2}{(s+2)(s+3)}$， $\mathrm{Re}[s]>-2$

解法 2：（1）由于系统是有理的，且只有两个极点，一个零点，所以设 $H(s)=\frac{as+b}{(s+2)(s+3)}$

则微分方程为：$\boldsymbol{y''(t)+5y'(t)+6y(t)=af'(t)+bf(t)}$

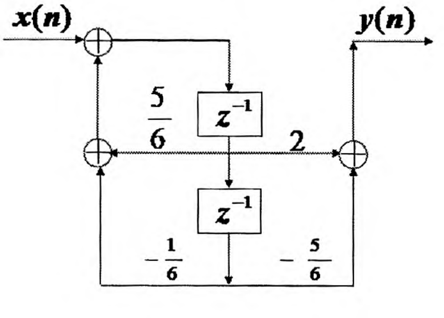
将输入信号 $f(t)=1$，系统输出 $y(t)=\frac{1}{3}$ 代入微分方程，得 $\boldsymbol{b}=2$。

（2）根据初值定理，有 $h(0^+)=\lim\limits_{s\to\infty}sH(s)$ 有

$$\lim_{s\to\infty}sH(s)=\frac{as^2+2}{(s+2)(s+3)}=2 \text{ 得出 } a=2$$

所以 $H(s)=\frac{2s+2}{(s+2)(s+3)}$， $\mathrm{Re}[s]>-2$

八、（10 分）已知离散因果系统的模拟框图如下，试求



（1） 系统函数 $H(z)$，并判断稳定性；

（2） 写出差分方程；

（3） 求单位函数响应 $h(n)$。

解：（1） $H(z)=\dfrac{2z^{-1}-\frac{5}{6}z^{-2}}{1-\frac{5}{6}z^{-1}+\frac{1}{6}z^{-2}}$ $H(z)=\dfrac{2z-\frac{5}{6}}{z^2-\frac{5}{6}z+\frac{1}{6}}=\dfrac{2z-\frac{5}{6}}{(z-\frac{1}{2})(z-\frac{1}{3})}$，

两个极点： $z_1=\dfrac{1}{2},z_2=\dfrac{1}{3}$，**极点在单位圆内，系统稳定。**

（2） $H(z)=\dfrac{2z^{-1}-\frac{5}{6}z^{-2}}{1-\frac{5}{6}z^{-1}+\frac{1}{6}z^{-2}}=\dfrac{Y(z)}{X(z)}$，$Y(z)-\dfrac{5}{6}z^{-1}Y(z)+\dfrac{1}{6}z^{-2}Y(z)=2z^{-1}X(z)-\dfrac{5}{6}z^{-2}X(z)$

所以 $y(n)-\dfrac{5}{6}y(n-1)+\dfrac{1}{6}y(n-2)=2x(n-1)-\dfrac{5}{6}x(n-2)$

（3） $H(z)=\dfrac{2z-\frac{5}{6}}{(z-\frac{1}{2})(z-\frac{1}{3})}=\dfrac{1}{z-\frac{1}{2}}+\dfrac{1}{z-\frac{1}{3}}$，**系统因果，则**

$h(n)=\left(\dfrac{1}{2}\right)^{n-1}u(n-1)+\left(\dfrac{1}{3}\right)^{n-1}u(n-1)$

或者 $H(z)=-5+\dfrac{-\frac{13}{6}z^{-1}+5}{(1-\frac{1}{2}z^{-1})(1-\frac{1}{3}z^{-1})}=-5+\dfrac{2}{1-\frac{1}{2}z^{-1}}+\dfrac{3}{1-\frac{1}{3}z^{-1}}$，

$\boldsymbol{h(n)=3\left(\dfrac{1}{3}\right)^{n}u(n)+2\left(\dfrac{1}{2}\right)^{n}u(n)-5\delta(n)}$