2014年期末考试

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．已知输入信号 $x(t)$ 的频带宽度分别为 $3\Delta\omega$，某信号处理系统的带宽为 $2\Delta\omega$，则系统的输出信号 $y(t)=x(t)*h(t)$ 的频带宽度为（ B ）。

(A) $3\Delta\omega$ (B) $2\Delta\omega$ (C) $5\Delta\omega$ (D) $6\Delta\omega$

2． 已知 $y(t)=x(t)*h(t)$，则 $x(t-2)*h(t-3)=$（ C ）。

(A) $y(t-3)$ (B) $y(t-1)$ (C) $y(t-5)$ (D) $y(t-2)$

3.一个因果、稳定的离散时间系统函数 $H\left(z\right)$ 的所有极点必定在z平面的（ D ） 。

(A)单位圆以外 (B)实轴上 (C)左半平面 (D)单位圆以内

4. 离散非周期信号 $\boldsymbol{f}$（$\boldsymbol{n}$）的频谱 $F(e^{j\omega})$ 的特点是（ **A** ）。

（A）周期、连续 （B）周期、离散 （C）连续、非周期 （D）离散、非周期

5. 下列各种滤波器的结构中哪种不是IIR滤波器的基本结构(D)。

(A)直接型 (B)级联型 (C)并联型 (D)频率抽样型

6. 对7点有限长序列［1 2 3 4 5 6 7］进行向右3点圆周移位后得到序列(B)

(A)［4 5 6 7 1 2 3］ (B)［5 6 7 1 2 3 4］

(C)［6 7 5 1 2 3 4］ (D)［7 6 5 1 2 3 4］

7. 用窗函数法设计FIR低通滤波器时，当窗函数类型确定后，窗口长度越长，滤波器的过渡带越（ A ）

(A) 窄 (B) 宽 (C) 不变 (D) 无法确定

8. 序列虚部的傅里叶变换等于序列傅里叶变换的（ B ）分量。

(A)共轭对称 (B)共轭反对称 (C)偶对称 (D)奇对称

9.可以实现低通、高通、带通和带阻滤波器设计的是：（ D ）

(A) $h(n)=-h(N-1-n)$ N为偶数 (B) $h(n)=-h(N-1-n)$ N为奇数

(C) $h(n)=h(N-1-n)$ N为偶数 (D) $h(n)=h(N-1-n)$ N为奇数

10. 下列方程描述的系统中，只有（ B ）才是线性时不变的系统。

(A) $\boldsymbol{y(k)=2^k f(k)}$ (B) $\boldsymbol{y(k)=f(k)+3f(k-1)}$ (C) $\boldsymbol{y(k+3)-ky^2(k)=f(k)}$ (D) $\boldsymbol{y(k)=y(k-1)+kf(k)}$

11. 连续周期信号 $x(t)=2+\cos(\frac{2\pi}{3}t)+3\sin(\frac{5\pi}{3}t)$ 的基波频率**ω₀**等于（ ）。

(A) π/3 (B) 5π/3 (C) 7π/3 (D)**2π**

12. $\int_{-\infty}^{\infty}\delta\left(-2t-4\right)\left(t^2+4t+6\right)dt=$（ A ）；

(A) 1 (B) 0 (C) -1 (D) 8

13. 设某信号 x(t)的有理拉氏变换总共有两个极点在 s=−1 和 s=−3, 若 **g(t)=e^{2t}x(t)**,其傅里叶变换 **G(jω)**收敛。那么 **x(t)**是（ C ）信号。

(A) **左边** (B) 右边 (C) 双边 (D) 离散

奥本海姆 566 页例 10.26

二、(10 分）某因果系统的系统函数为：$H(z)=\dfrac{1-\frac{13}{6}z^{-1}+\frac{1}{3}z^{-2}}{1-\frac{5}{6}z^{-1}+\frac{1}{6}z^{-2}}$

（1）求初始松弛条件下的表征该系统的差分方程；

（2）画出系统的零极点分布图，标出 $H(z)$ 的收敛域，并求出其单位脉冲响应 $h[n]$；

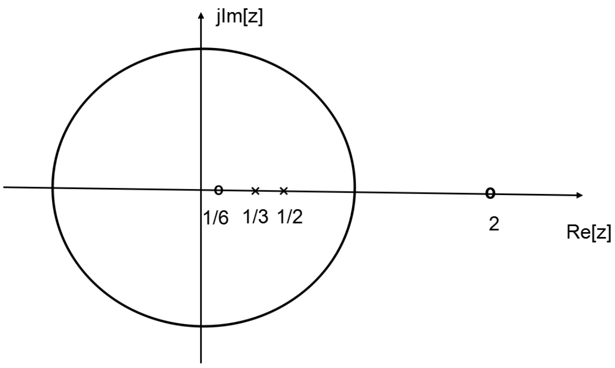
（3）当输入信号 x[n]=(-1)^{n}时，系统的输出响应 y[n]；

解：（1）因为

$$Y(z)-\frac{13}{6}z^{-1}Y(z)+\frac{1}{3}z^{-2}Y(z)=X(z)-\frac{5}{6}z^{-1}X(z)+\frac{1}{6}z^{-2}X(z)$$

由 z 反变换得， $y(n)-\frac{5}{6}y(n-1)+\frac{1}{6}y(n-2)=x(n)-\frac{13}{6}x(n-1)+\frac{1}{3}x(n-2)$

（2）收敛域为$|z|>\frac{1}{2}$， $H(z)=\dfrac{Y(z)}{X(z)}=\dfrac{z^2-\frac{13}{6}z+\frac{1}{3}}{z^2-\frac{5}{6}z+\frac{1}{6}}=\dfrac{(z-2)(z-\frac{1}{6})}{(z-\frac{1}{2})(z-\frac{1}{3})}=2+\dfrac{-6z}{z-\frac{1}{2}}+\dfrac{5z}{z-\frac{1}{3}}$



此时 $h[n]=2\delta(n)-6(\frac{1}{2})^n+5(\frac{1}{3})^n)u[n]$

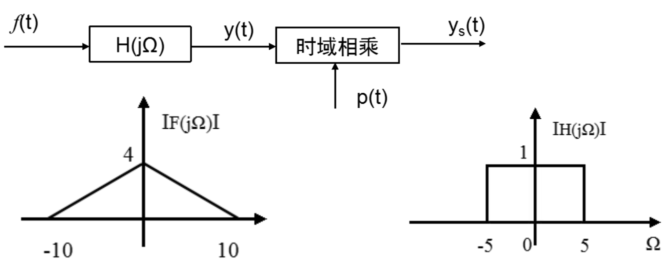
（3）当输入信号 x[n]=(-1)^{n}时，系统的输出响应 y[n]

因为：y(n)=H(z)z^n

所以：当 x[n]=(-1)^{n}时的响应等于(-1)^{n}乘以系统函数 H(z)在 z=-1 时的值，

y(n)=7/4(-1)^n。

三、(15 分）已知某系统的频响特性及激励信号的频谱如图所示,

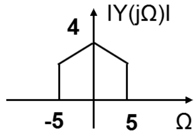


（1）画出 $y(t)$ 的频谱 $Y(j\Omega)$。

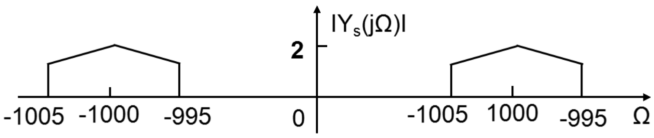
（2）若 $p(t)=\cos(1000t)$, 画出 $ys(t)$的频谱 $Ys(j\Omega)$，并写出 $Ys(j\Omega)$与 $Y(j\Omega)$的关系式

（3）若 $p(t)=\sum_{k=-\infty}^{+\infty}\delta(t-\frac{\pi}{30}k)$ ，画出 $ys(t)$的频谱 $Ys(j\Omega)$, 并写出 $Ys(j\Omega)$与 $Y(j\Omega)$的关系式

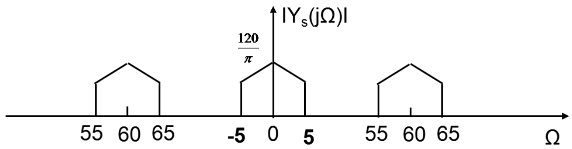
答案：1）



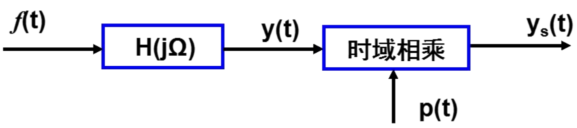
2）$Y_s(j\omega)=\frac{1}{2}\{Y[j(\omega+1000)]+Y[j(\omega-1000)]\}$

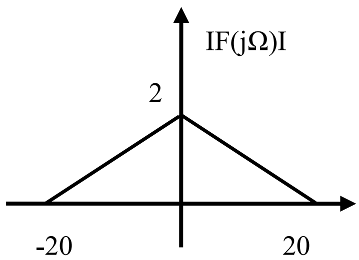


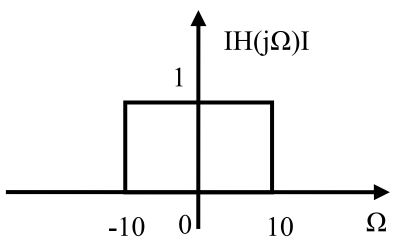
3） $p(t)=\sum_{k=-\infty}^{+\infty}\delta(t-\frac{\pi}{30}k), T_s=\frac{\pi}{30}, \Omega_s=60, Y_s(j\Omega)=\frac{1}{T_s}\sum_{k=-\infty}^{+\infty}Y(j(\Omega-k\Omega_s))$



二、(15 分）已知某系统的频响特性及激励信号的频谱如图所示,





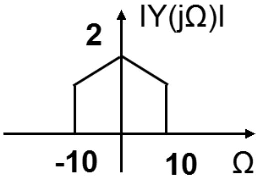


（1）画出 $y(t)$的频谱 $Y(j\Omega)$, 并写出 $Y(j\Omega)$表达式

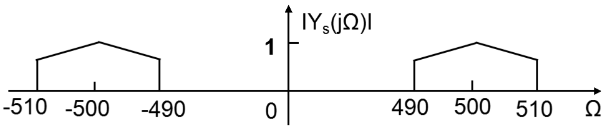
（2）若 $p(t)=\cos(500t)$, 画出 $ys(t)$的频谱 $Ys(j\Omega)$, 并写出 $Ys(j\Omega)$表达式

（3）若 $p(t)=\sum_{k=-\infty}^{+\infty}\delta(t-\frac{\pi}{5}k)$ ，画出 ***ys*(t)的频谱 *Ys*(jΩ), 并写出 Ys(jΩ)表达式**

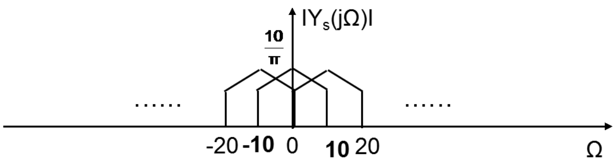
答案：1）



2）$Y_s(j\omega)=\frac{1}{2}\{Y[j(\omega+500)]+Y[j(\omega-500)]\}$



3） $p(\mathrm{t})=\sum_{\mathrm{k}=-\infty}^{+\infty}\delta(\mathrm{t}-\frac{\pi}{5}\mathrm{k}),\mathrm{T_s}=\frac{\pi}{5},\Omega_{\mathrm{s}}=10,Y_s(j\Omega)=\frac{1}{T_s}\sum_{k=-\infty}^{+\infty}Y(j(\Omega-k\Omega_s))$



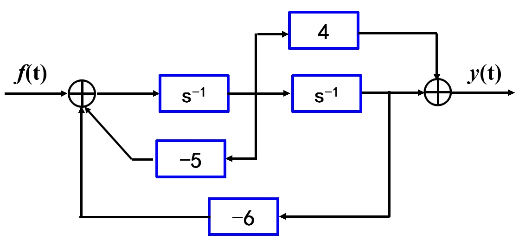
四、（20 分）某因果 LTI 系统框图如图所示，试求：

（1）求系统的系统函数 $H(s)$；

（2）画出零极点图，判断系统是否稳定；

（3）求系统的单位冲激响应 $h(t)$；

（4）若初始状态为：$y(0^-)=1, y'(0^-)=1$，当输入 $f(t)=e^{-t}u(t)$ 时，求系统的全响应 $y(t)$。

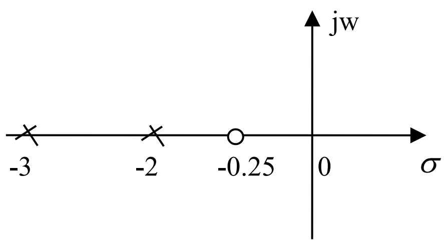


解：

(1) $H(s)=\frac{4s+1}{s^2+5s+6}\qquad \mathrm{Re}[s]>-2$

(2) $H(s)=\frac{4s+1}{s^2+5s+6}=\frac{4s+1}{(s+2)(s+3)}=\frac{-7}{s+2}+\frac{11}{s+3}$

(3) $h(t)=\left(11e^{-3t}-7e^{-2t}\right)u(t)$



$$H(s)=\frac{4s+1}{s^2+5s+6}=\frac{Y(s)}{X(s)},(s^2+5s+6)Y(s)=(4s+1)X(s)$$

$$y''(t)+5y'(t)+6y(t)=4x'(t)+x(t)$$

收敛域包含虚轴，系统稳定。或者极点都位于 s 平面左边所以系统稳定。

(4) 解法 1：

由微分方程得：

$$s^2Y(s)-sy(0^-)-y'(0^-)+5sY(s)-5y(0^-)+6Y(s)=4sX(s)+X(s)$$

$$Y(s)=\frac{4s+1}{s^2+5s+6}\cdot X(s)+\frac{(s+5)y(0^-)+y'(0^-)}{s^2+5s+6}\quad , \quad X(s)=\frac{1}{s+1}$$

$$Y_{zs}(s)=\frac{4s+1}{(s+2)(s+3)}\frac{1}{s+1}=\frac{7}{s+2}\ \frac{11}{2}\frac{1}{s+3}\ \frac{3}{2}\frac{1}{s+1}$$

$$y_{zs}(t)=\left(-\frac{11}{2}e^{-3t}+7e^{-2t}-\frac{3}{2}e^{-t}\right)u(t)$$

$$Y_{zi}(s)=\frac{(s+5)y(0^-)+y'(0^-)}{s^2+5s+6}=\frac{s+6}{(s+2)(s+3)}=\frac{4}{s+2}-\frac{3}{s+3}$$

$$y_{zi}(t)=4e^{-2t}u(t)-3e^{-3t}u(t)$$

$$y(t)=(11e^{-2t}-\frac{17}{2}e^{-3t}-\frac{3}{2}e^{-t})u(t)$$

解法二：

$$Y_{zs}(s)=H(s)\cdot X(s)=\frac{4s+1}{(s+2)(s+3)}\frac{1}{s+1}=\frac{7}{s+2}-\frac{11}{2}\frac{1}{s+3}-\frac{3}{2}\frac{1}{s+1}$$

$$y_{zs}(t)=\left(-\frac{11}{2}e^{-3t}+7e^{-2t}-\frac{3}{2}e^{-t}\right)u(t)$$

$$y_{zi}(t)=k_1e^{-2t}u(t)+k_2e^{-3t}u(t)$$

$$\begin{cases}k_1+k_2=1\\-2k_1-3k_2=1\end{cases}\Rightarrow k_1=4,k_2=-3$$

$$y_{zi}(t)=4e^{-2t}u(t)-3e^{-3t}u(t)$$

$$y(t)=(11e^{-2t}-\frac{17}{2}e^{-3t}-\frac{3}{2}e^{-t})u(t)$$

六、（15 分）假设 LTI 系统单位脉冲响应 $h(n)$ 和输入信号 $x(n)$ 分别用下式表示：

$x(n)=2\delta(n)+2\delta(n-1)+2\delta(n-2)+2\delta(n-3)$ ， $h(n)=2\delta(n)+2\delta(n-1)+2\delta(n-2)+2\delta(n-3)$ ，

系统的输出为 $y(n)$ 。

（1）求系统函数 $H(z)$

（2）求系统的输出 $y(n)$ 。要求写出 $y(n)$ 的表达式，并画出 $y(n)$ 的波形。

解：（1） $h(n)=2\delta(n)+2\delta(n-1)+2\delta(n-2)+2\delta(n-3)$ ， $H(z)=2+2z^{-1}+2z^{-2}+2z^{-3}$

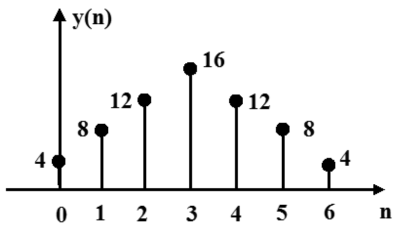
（2） $x(n)=2\delta(n)+2\delta(n-1)+2\delta(n-2)+2\delta(n-3)$ ， $X(z)=2+2z^{-1}+2z^{-2}+2z^{-3}$

$$Y(z)=X(z)\cdot H(z)=(2+2z^{-1}+2z^{-2}+2z^{-3})(2+2z^{-1}+2z^{-2}+2z^{-3})$$
$$=4+8z^{-1}+12z^{-2}+16z^{-3}+12z^{-4}+8z^{-5}+4z^{-6}$$

$$y(n)=4\delta(n)+8\delta(n-1)+12\delta(n-2)+16\delta(n-3)+12\delta(n-4)+8\delta(n-5)+4\delta(n-6)$$

或者

$$y(n)=x(n)*h(n)=4\delta(n)+8\delta(n-1)+12\delta(n-2)+16\delta(n-3)+12\delta(n-4)+8\delta(n-5)+4\delta(n-6)$$



9．3 2 一个冲激响应为 $h(t)$ 的因果 LTI 系统有下列性质：

(1)当系统的输入为 $x(t)=e^{2t}$，对所有的 t ,其输出对全部 t 是 $y(t)=(1/6)e^{2t}$。

(2)单位冲激响应 $h(t)$ 满足下列微分方程：

$$\frac{dh(t)}{dt}+2h(t)=(e^{-4t})u(t)+bu(t)$$

这里 b 是未知常数。

求：

1) 利用已知的性质确定该系统的系统函数；注意答案中不能有 b.

2) 画出零极点分布图，判定系统的稳定性

3) 求当 $x(t)=e^{-5t}$ 时的系统响应 y(t)

解：1）根据已知的 2 个性质求得系统函数为

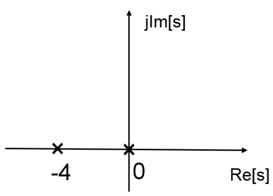
$$sH(s)+2H(s)=\frac{1}{s+4}+\frac{b}{s}=\frac{s(1+b)+4b}{(s+4)s}$$

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

$$H(2)=\frac{2(1+b)+4b}{2(2+2)(2+4)}=\frac{2+6b}{48}=\frac{1}{6}\Rightarrow b=1$$

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

2）有限 s 平面没有零点,极点为 s=0,s=−4。



因为只有一个极点在 s 平面左边，所以系统稳定。

3) 当 $x(t)=e^{-5t}$（$-\infty<t<\infty$）时的系统响应 $y(t)=(2/5)e^{5t}$

4) 当 $x(t)=e^{-5t}u(t)$时的系统响应

$$X(s)=\frac{1}{s+5}$$

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

$$y(t)=(\frac{1}{10}-\frac{1}{2}e^{-4t}+\frac{2}{5}e^{-5t})u(t)$$

Ｐ５２７，９．４０

考虑由下列为微分方程表征的系统 S：

$$\frac{d^3y(t)}{dt}+6\frac{d^2y(t)}{dt}+11\frac{d\ \ y(t)}{dt}+6y(t)=x(t)$$

a. 当输入 $x(t)=e^{-4t}u(t)$时，求系统的零状态响应；

b. 已知 $y(0^-)=1, y'(0^-)=-1, y''(0^-)=1$，求 $t>0^-$系统的零输入响应；

c. 当输入 $x(t)=e^{-4t}u(t)$时，初始条件与（b）相同时，求系统 S 的输出。

解：

$$s^3Y(s)+6s^2y(s)+11y(s)+6y(s)=X(s)$$

1) $$H(s)=\frac{1}{s^3+6s^2+11s+6}=\frac{1}{s^3+s^2+5s^2+5s+6s+6}$$

$$=\frac{1}{(s+1)(s^2+5s+6)}=\frac{1}{(s+1)(s+2)(s+3)}$$

$$X(s)=\frac{1}{s+4}$$

$$y(s)=X(s)H(s)=\frac{1}{(s+1)(s+2)(s+3)(s+4)}$$

$$=\frac{\frac{1}{6}}{s+1}-\frac{2}{s+2}+\frac{2}{s+3}-\frac{6}{s+4}$$

$$y_{zs}(t)=(\frac{1}{6}e^{-t}-2e^{-2t}+2e^{-3t}-6e^{-4t})u(t)$$

2）系统的特征根是 s=-1,s=-2,s=-3;

所以零输入响应的一般形式为：

$$y_{zi}(t)=(Ae^{-t}+Be^{-2t}+Ce^{-3t})u(t)$$

$$\begin{cases} y(0^-)=A+B+C=1 \\ y'(0^-)=-A-2B-3C=-1 \\ y''(0^-)=A+4B+9C=1 \end{cases}$$

$$A=1, B=C=0;$$

$$y_{zi}(t)=e^{-t}$$

3） $y(t)=y_{zs}(t)+y_{zi}(t)=\frac{7}{6}e^{-t}-2e^{-2t}+2e^{-3t}-6e^{-4t}$