中国科学院研究生院

2008年招收攻读硕士学位研究生入学统一考试试题

科目名称：信号与系统

考生须知：

1. 本试卷满分为150分，全部考试时间总计180分钟。
2. 所有答案必须写在答题纸上，写在试题纸上或草稿纸上一律无效。

1、判断题（25分，每题5分）

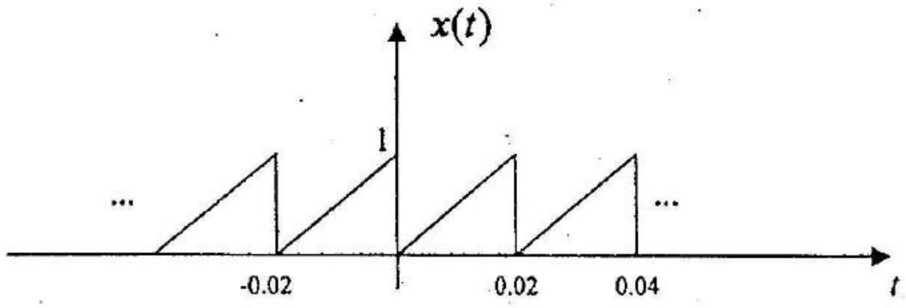
（1） 每个时间连续信号都有拉普拉斯变换和傅立业变换？

对， 错

（2） 如果一个离散时间信号为纯虚数，则其傅立业变换的实部为奇数？

对， 错

（3） 如下所示信号，当它通过一个线性系统后，输出结果可以为$\cos(50\pi t)$？

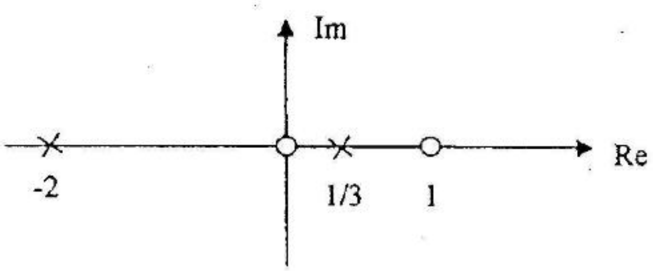


对， 错

（4） 两个离散时间线性系统级连构成一个新系统，如果新系统是因果的，则其中的每个离散时间系统必定是因果的？

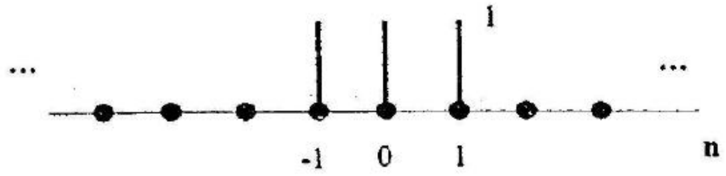
对， 错

（5） 离散时间系统的零极点图如下所示，该系统是因果就不稳定，是稳定就不因果？

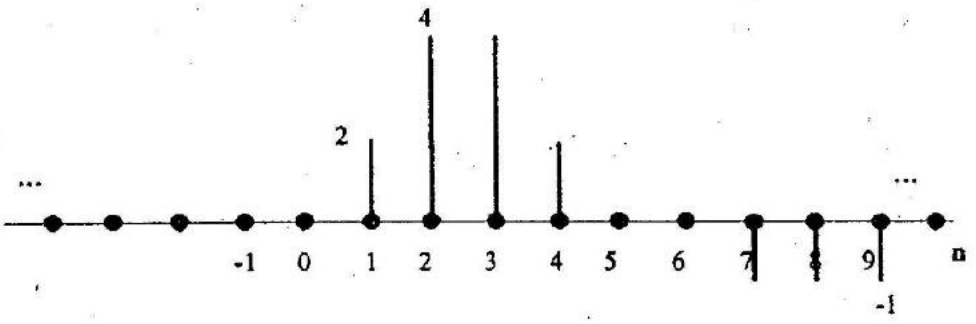


对， 错

2、（20分）某线性系统的冲激响应$h[n]$如下所示：



如果该系统的输出结果$y[n]$如下图所示：

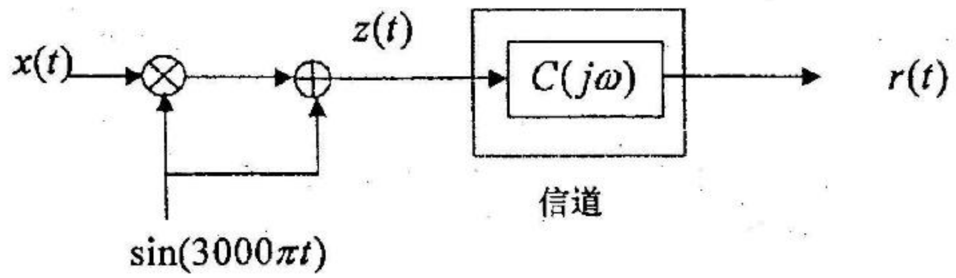


求：

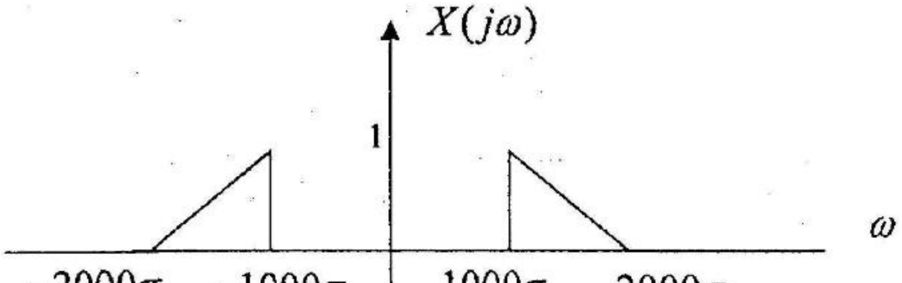
（a）（10分）计算并画出一种可能的输入信号$x1[n]$。

（b）（10分），如果第一问结果正确，计算并画出另一种可能的输入信号$x2[n]$。

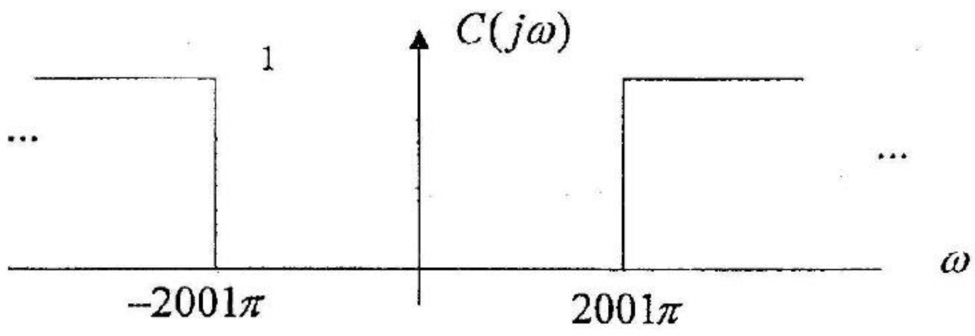
3、（30分）某通信系统的传输部分如下图所示：



其中输入带通信号$x(t)$的频谱如下图所示：



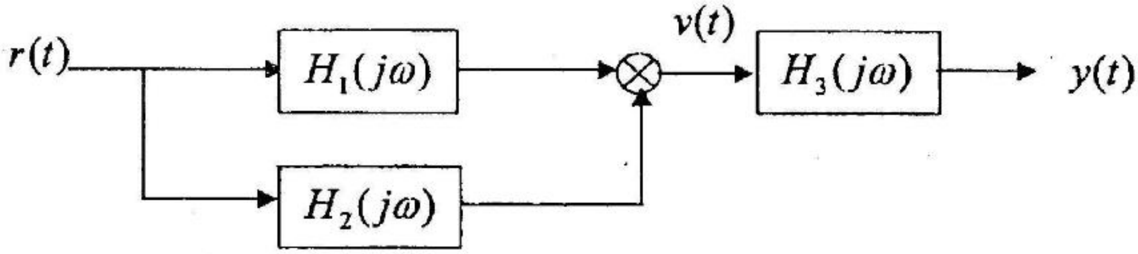
其中，通信信道$C(j\omega)$的特性如下图所示



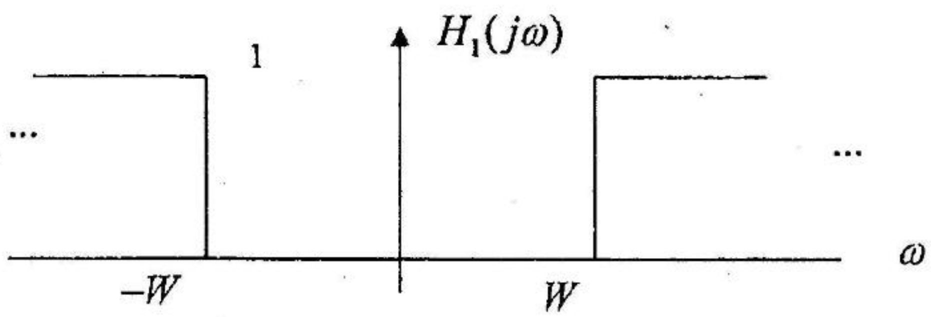
求：

（a）（15 分）分别画出信号$z(t)$和$r(t)$的频谱

如果该通信系统的接收部分如下图所示：



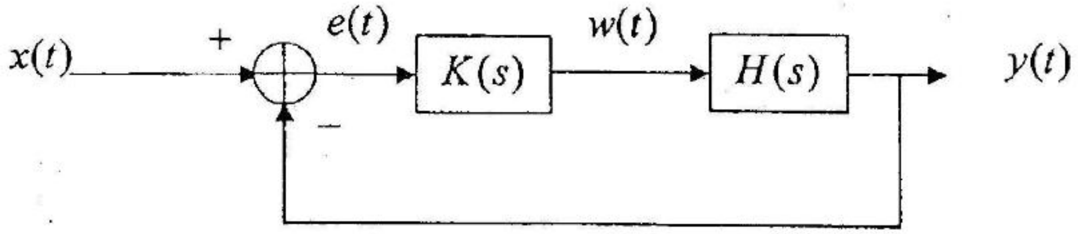
其中，$H_1(j\omega)$为理想的高通滤波器如下图所示：



求：

（b）（15 分）为了实现$y(t)=x(t)$，计算并画出其它两个滤波器$H_2(j\omega)$和$H_3(j\omega)$的频谱特性，同时计算出高通滤波器$H_1(j\omega)$的截至频率W。

4、（25 分）如小图所示反馈系统：



其中，线性因果系统 $H(s)$ 的特性由下面的偏微分方程决定

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2}+5\frac{dy(t)}{dt}-6y(t)=\frac{dw(t)}{dt}-2w(t)$$

假设 $K(s)=K$，求：

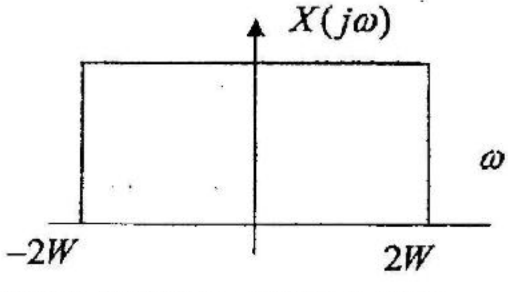
（a）（5 分）确定 K 的取值范围，保证该反馈系统稳定。

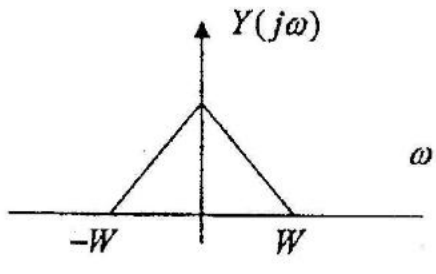
（b）（5 分）当反馈系统的冲激响应具有 $Ate^{-\alpha t}u(t)+Be^{-\alpha t}u(t)$ 形式，其中 $\alpha>0$，求具体 K 和 α 的值。

（c）（5 分）当 $K<0$ 时，画出该系统的根轨迹图。

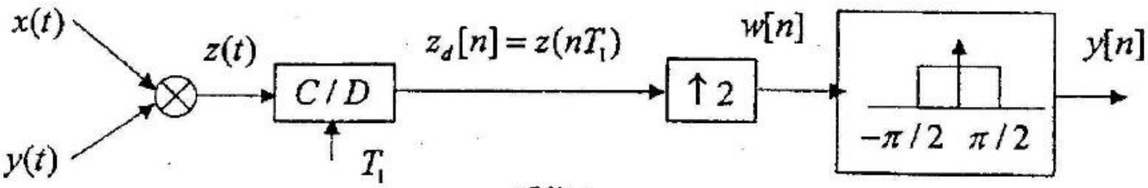
（d）（10 分）当输入信号 $x(t)$ 是单位阶跃信号时，确定系统函数 $K(s)$ 不但能够保证系统稳定而且当时间越近无限大时保证误差信号 $e(t)$ 收敛到零

5、（30 分）已知两个信号 $x(t)$ 和 $y(t)$ 的具有下面的图示：

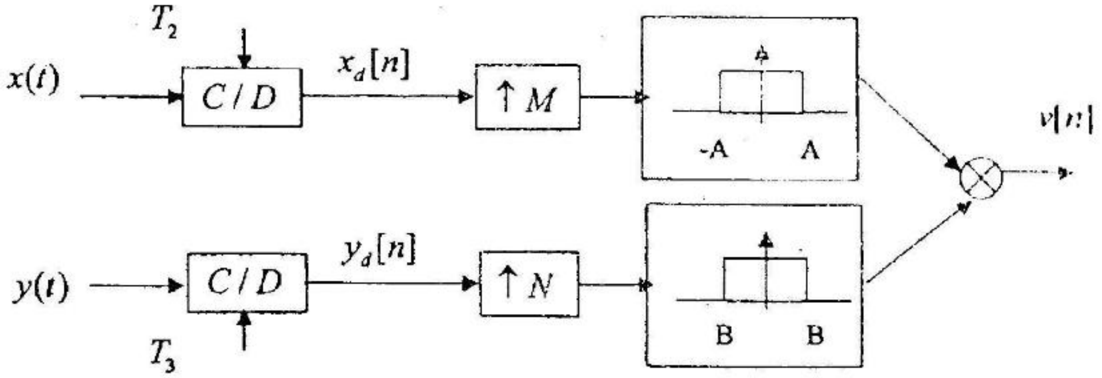




这两个信号通过下面两个系统：



系统 1



系统 2

其中，$\uparrow K$ 为上采样，它在连续两个采样值之间插入 $K-1$ 零，求：

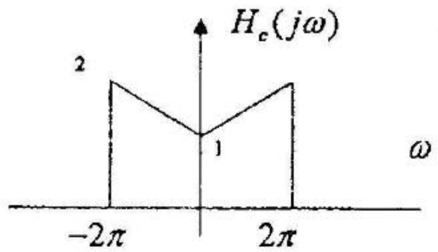
（a）（10 分）在系统 1 中，对于信号 $z(t)$ 确定 ω 的取值范围保证 $Z(j\omega)$ 非零。

（b）（10 分）对于连续离散变换 C/D 在两个系统中确定保证不混叠的最大采样间隔 T_1,T_2,T_3。

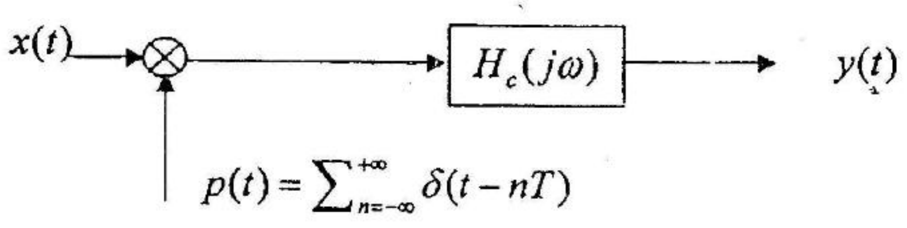
（c）（10 分）确定系统 1 和系统 2 中的参数 M,N,A,B 使得两个系统的输出 $y[n]$ 和 $v[n]$ 成正比。

6、（10 分）已知某滤波器如下图所示：

$$H_c(j\omega)=\begin{cases}1+\dfrac{|\omega|}{2\pi} & |\omega|<2\pi \\ 0 & |\omega|>2\pi\end{cases}$$



当存在下面系统



对于 $T=1$，$x(t)=\sin(3\pi t/2)$，确定输出信号 $y(t)$

7、（10 分）已知某离散系统的输入信号 $x[n]$ 和输出信号 $y[n]$ 分别为：

$$x[n]=\delta[n]+A\delta[n-1]-\frac{1}{8}\delta[n-2]$$

$$y[n]=B\delta[n+1]+16\delta[n]+C\delta[n-1]$$

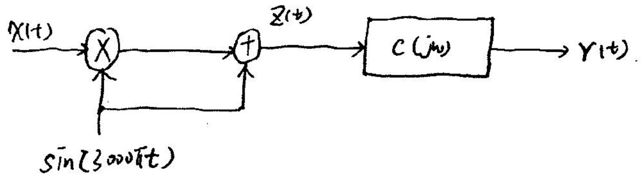
求该离散系统的差分方程，可以包含系数 A,B,C 。

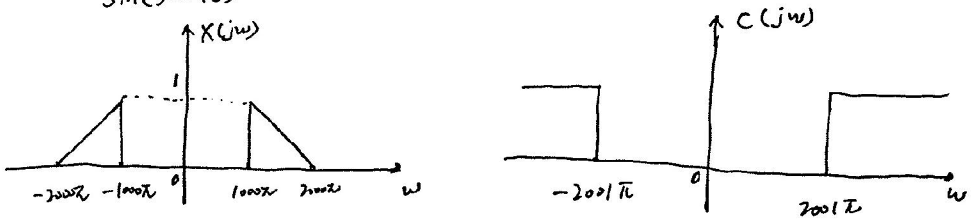
859 . 2008年答案

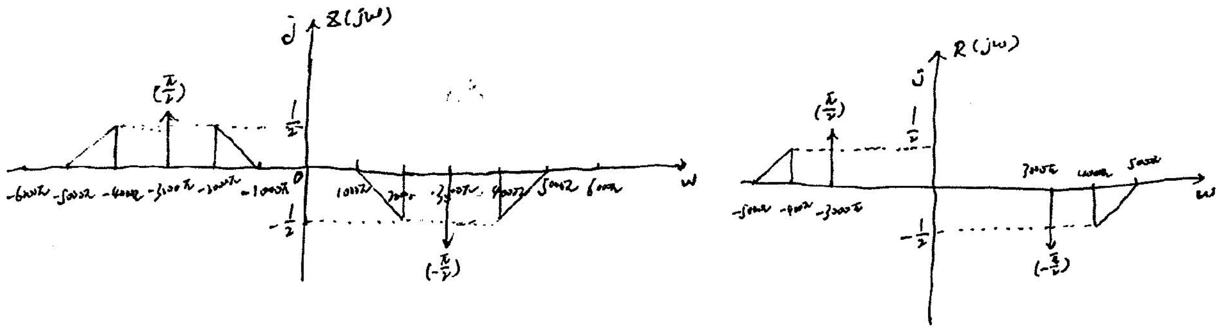
一. 判断题 (略).

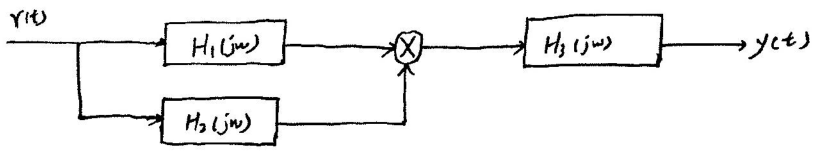
二. $x[n] = 2\delta[n-2] + 2\delta[n-3] - \delta[n-8]$.

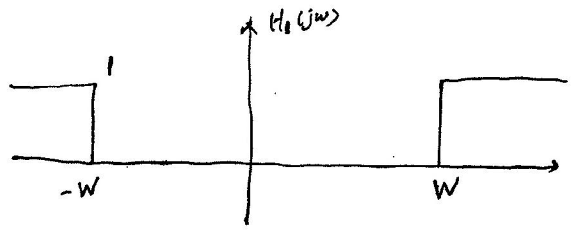
三.



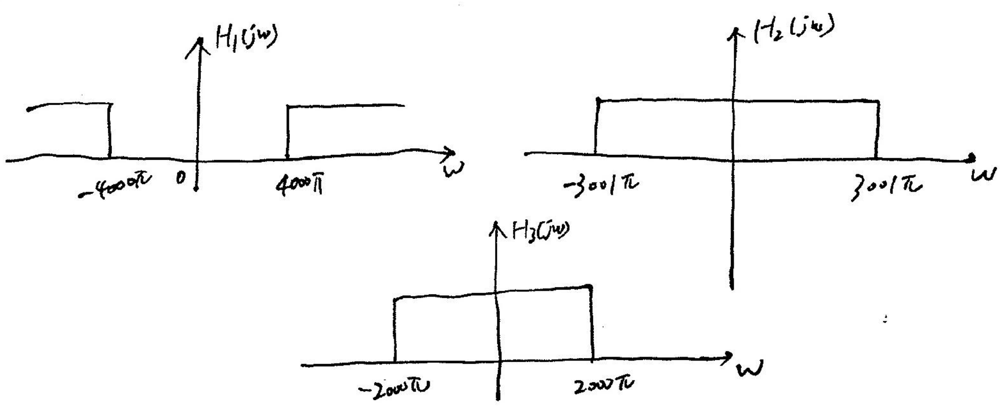




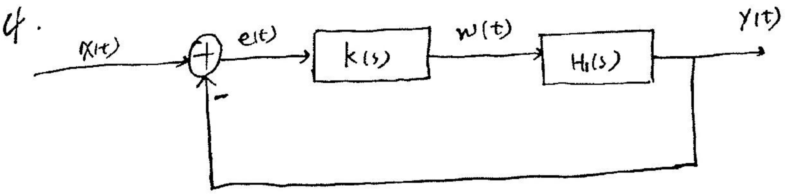




为保证 $y(t) = x(t)$, 则有:



4.



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

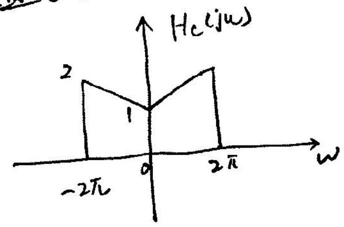
$$H(s)=\frac{K(s-2)}{s^2+(5+K)s-(6+2K)}$$ 欲使系统稳定 $\Rightarrow \begin{cases}5+K>0\\ 6+2K<0\end{cases} \Rightarrow -5<K<-3$

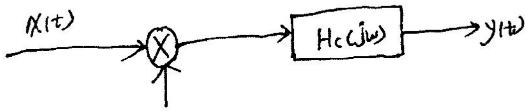
当反馈系统的冲激响应具有: $Ate^{-at}u(t)+Be^{-at}u(t)$ 的形式时.

$$\begin{cases}K=4\sqrt{2}-9\\ a=2\sqrt{2}-2\end{cases}$$

不存在 $K(s)$ 使得系统保证系统稳定且 $e(t)$ 收敛到零.

5. $H_c(j\omega)=\begin{cases}1+\frac{|\omega|}{2\pi}, & |\omega|<2\pi\\ 0, & |\omega|>2\pi\end{cases}$.





$p(t)=\sum_{k=-\infty}^{\infty}\delta(t-kT)$

对于 $T=1$, $x(t)=\sin(\frac{3\pi}{2}t)$, 确定输出信号 $y(t)$.

解: $X(j\omega)=j\pi[\delta(\omega+\frac{3}{2}\pi)-\delta(\omega-\frac{3}{2}\pi)]$

$P(j\omega)=\sum_{k=-\infty}^{\infty}\frac{1}{T}\cdot 2\pi\cdot\delta(\omega-k\frac{2\pi}{T})=\sum_{k=-\infty}^{\infty}2\pi\delta(\omega-k2\pi)$

$x_s(t)=x(t)\cdot\sum_{k=-\infty}^{\infty}\delta(t-kT)\longrightarrow\sum_{k=-\infty}^{\infty}j\pi\{[\delta(\omega-k2\pi)+\frac{3}{2}\pi]-\delta[(\omega-k2\pi)-\frac{3}{2}\pi]\}$

$=\sum_{k=-\infty}^{\infty}j\pi[\delta(\omega+\frac{3}{2}\pi-k2\pi)-\delta(\omega-\frac{3}{2}\pi-k2\pi)]$

$X_s(j\omega)$ 通过 $H_c(j\omega)$ 后所剩余的信号为:

当 $k=0$ 时. $\delta(\omega+\frac{3}{2}\pi)-\delta(\omega-\frac{3}{2}\pi)$

当 $k=1$ 时. $\delta(\omega-\frac{\pi}{2})$

当 $k=-1$ 时. $-\delta(\omega+\frac{\pi}{2})$

由于 $\begin{cases}|H(j\frac{3}{2}\pi)|=\frac{7}{4}\\ |H(j\frac{\pi}{2})|=\frac{5}{4}\end{cases}$

$Y(j\omega)=j\pi\{\frac{7}{4}[\delta(\omega+\frac{3}{2}\pi)-\delta(\omega-\frac{3}{2}\pi)]-\frac{5}{4}[\delta(\omega+\frac{\pi}{2})-\delta(\omega-\frac{\pi}{2})]\}$

$y(t)=\frac{7}{4}\sin\frac{3}{2}\pi t-\frac{5}{4}\sin\frac{\pi}{2}t$.

6. 已知 $x(n) = \delta[n] + A\delta[n-1] - \frac{1}{8}\delta[n-2]$

$y[n] = B\delta[n+1] + 16\delta[n] + C\delta[n-1]$.

$$X(z) = 1 + Az^{-1} - \frac{1}{8}z^{-2}$$

$$Y(z) = Bz + 16 + Cz^{-1}$$

$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1+Az^{-1}-\frac{1}{8}z^{-2}}{Bz+16+Cz^{-1}} = \frac{z^{-1}+Az^{-2}-\frac{1}{8}z^{-3}}{B+16z^{-1}+Cz^{-2}}.$$

$$By[n] + 16y[n-1] + cy[n-2] = x[n-1] + Ax[n-2] - \frac{1}{8}x(n-3]$$

859. 2009年答案.

一. 简题(略)

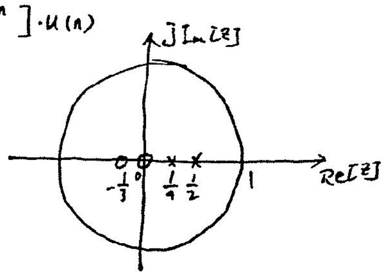
二. 见"电子所2009年答案"第三大题.

三. 已知: $y[n] - \frac{3}{4}y[n-1] + \frac{1}{8}y[n-2] = x[n] + \frac{1}{3}x(n-1)$

$$H(z) = \frac{1+\frac{1}{3}z^{-1}}{1-\frac{3}{4}z^{-1}+\frac{1}{8}z^{-2}} = \frac{1+\frac{1}{3}z^{-1}}{(1-\frac{1}{2}z^{-1})(1-\frac{1}{4}z^{-1})} . \quad |z| > \frac{1}{2}$$

$$h(n) = \left[\frac{10}{3}\left(\frac{1}{2}\right)^n - \frac{7}{3}\left(\frac{1}{4}\right)^n\right]\cdot u(n)$$

$$H(z) = \frac{z(z+\frac{1}{3})}{(z-\frac{1}{2})(z-\frac{1}{4})}$$



$$H(e^{jw}) = \frac{1+\frac{1}{3}e^{-jw}}{1-\frac{3}{4}e^{-jw}+\frac{1}{8}e^{-j2w}}$$