南京航空航天大学

二〇〇九年硕士研究生入学考试试题

考试科目：信号系统与数字信号处理

说　明：1、所有试题答案必须写在答题纸上，答案写在试卷上无效；

2、第一题填空题 1 至 7 为信号系统考题，8 至 12 为数字信号处理考题；第二题至第四题为信号系统考题，第五题至第七题为数字信号处理考题；试卷中所用术语和符号与指定参考书一致。

请注意！

一、（每空 1 分，共 30 分）填空题

1. 连续时间信号 $f(t)=1+2\cos(100t)$，该信号的能量 $E=$__________；平均功率 $P=$__________；这种信号称__________信号。

2. 某离散时间系统的输入 $x(k)$ 为复序列，输出 $y(k)$ 是实序列，输入输出的关系为 $y(k)=\frac{1}{2}\left[x(k)+x^*(k)\right]$（其中 $(\bullet)^*$ 表示取共轭），问该系统是否满足叠加性？__________；是否满足齐次性？__________；是否线性系统？__________；是否时不变系统？__________。

3. $f(t)$是周期为 T，幅度为 A，脉冲宽度为 τ 的周期性矩形脉冲信号，其傅里叶级数的指数形式为 $f(t)=\frac{A\tau}{T}\sum_{n=-\infty}^{\infty}\frac{\sin\left(\frac{n\Omega\tau}{2}\right)}{\left(\frac{n\Omega\tau}{2}\right)}e^{jn\Omega t}$，其中 $\Omega=$__________，称为__________；若将它表示为三角级数的形式 $f(t)=\frac{a_0}{2}+\sum_{n=1}^{\infty}[a_n\cos(n\Omega t)+b_n\sin(n\Omega t)]$，则 $\frac{a_0}{2}=$__________，称信号的__________分量；$a_n=$__________；$b_n=$__________。（答案请用已知条件 T，A 和 τ 表示）

4. 已知$f(t)$的频谱函数为 $F(j\omega)$，则 $\mathscr{F}\left[f(1-2t)\right]=$__________；$\mathscr{F}\left[\int_{-\infty}^{t}f(\tau)d\tau\right]=$__________。

5. 已知 $f(t)$ 的单边拉普拉斯变换为 $F(s)$，则 $\mathscr{L}\left[t\cdot f(t)\right]=$__________；$\mathscr{L}\left[\frac{f(t)}{t}\right]=$__________。

6. 已知有始序列$f(k)$的 Z 变换为$F(z)$，若$\mathscr{Z}\left[f(k)g(k)\right]=-z\dfrac{dF(z)}{dz}+F(\dfrac{z}{2})$，则$g(k)=$________。

7. 离散时间系统的差分方程为$y(k+2)+2y(k+1)+2y(k)=e(k+1)$，则系统零输入响应的一般形式$y_{zi}(k)=$________；该系统是否稳定？________。

8. 已知序列$x(n)=\delta(n+5)*\delta(n-6)*R_N(n)$，（*为线性卷积运算），则其 Z 变换$X(z)=$________；对应$X(z)$的收敛域为________。

9. 对于序列$x(n)=\delta(n)$，其 N 点离散付里叶变换为序列$X(k)$ $(0\le k\le N-1)$，则$X(k)=DFT[x(n)]=$________；再求序列$X(k)$的 N 点离散付里叶变换$x_1(n)=DFT[X(k)]$ $(0\le n\le N-1)$，则$x_1(n)=$________。

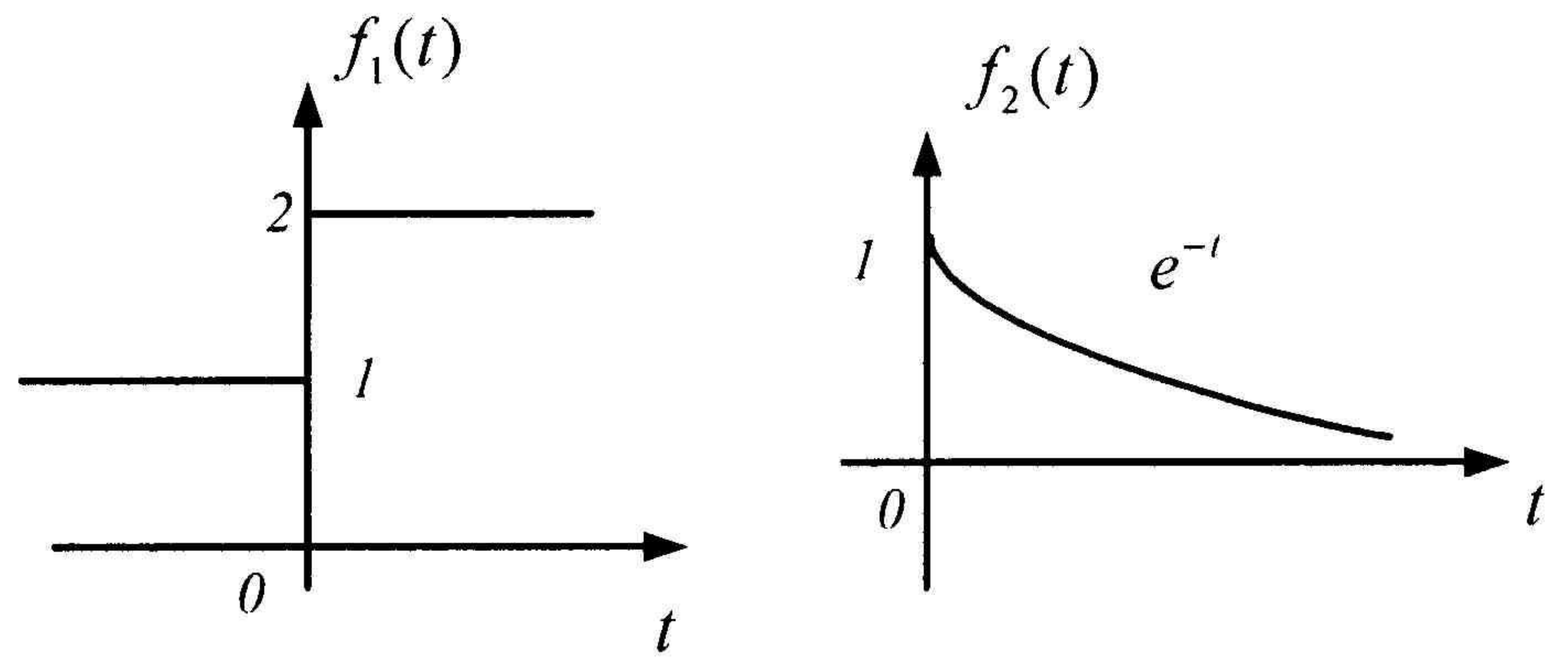
10. 对于序列$x(n)=R_{2N}(n)$，则$\left[\sum\limits_{r=-\infty}^{+\infty}x(n+rN)\right]R_N(n)=$________；$\left[x((n))_N\right]R_N(n)=$________。

11. 如果线性相位 FIR 数字滤波器，其单位脉冲响应满足条件$h(n)=-h(N-1-n)$，并且 N 为奇数，则当$n=\dfrac{N-1}{2}$时，有$h(\dfrac{N-1}{2})=h(n)\big|_{n=\frac{N-1}{2}}=$________；对应的系统频率响应$H(e^{j\omega})$可以表示为$H(e^{j\omega})=H(\omega)e^{j\theta(\omega)}$，其中$\theta(\omega)$为相位函数，则$\theta(\omega)=$________。

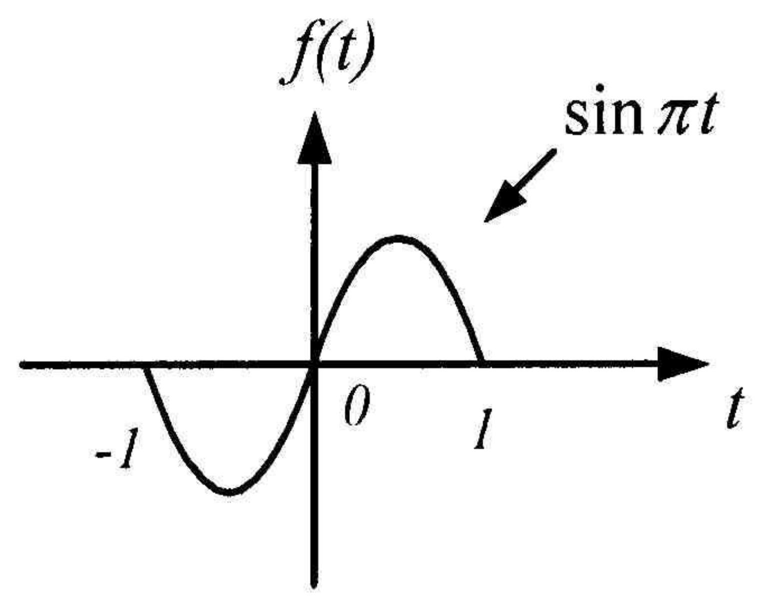
12. 如果线性时不变离散时间系统输入序列$x(n)$是均值为零，方差为$\sigma_x^{\ 2}$的白噪声过程，当它输入到一个单位取样响应为$h(n)$的线性时不变离散时间系统时，其输出序列为$y(n)$；则$E[x(n)\cdot y(n)]=$________；同时输出序列$y(n)$的方差$\sigma_y^{\ 2}=$________。

二、计算题（每小题 7 分，共 28 分）

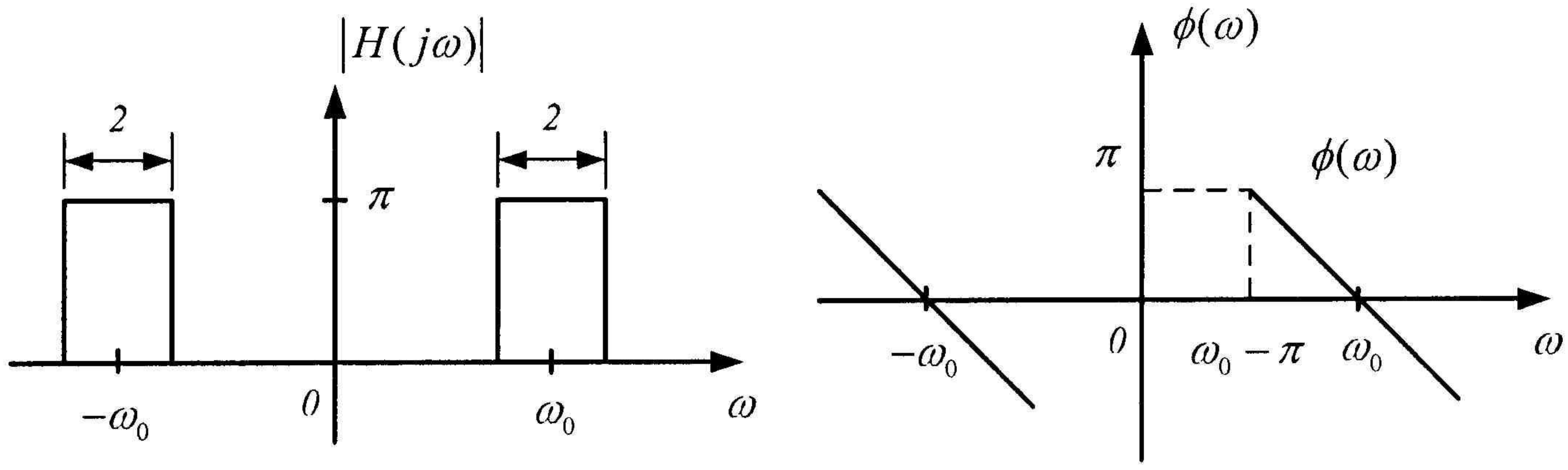
1. $f_1(t)$，$f_2(t)$ 如图所示，计算它们的卷积 $y(t)=f_1(t)*f_2(t)$，并作图表示计算结果。



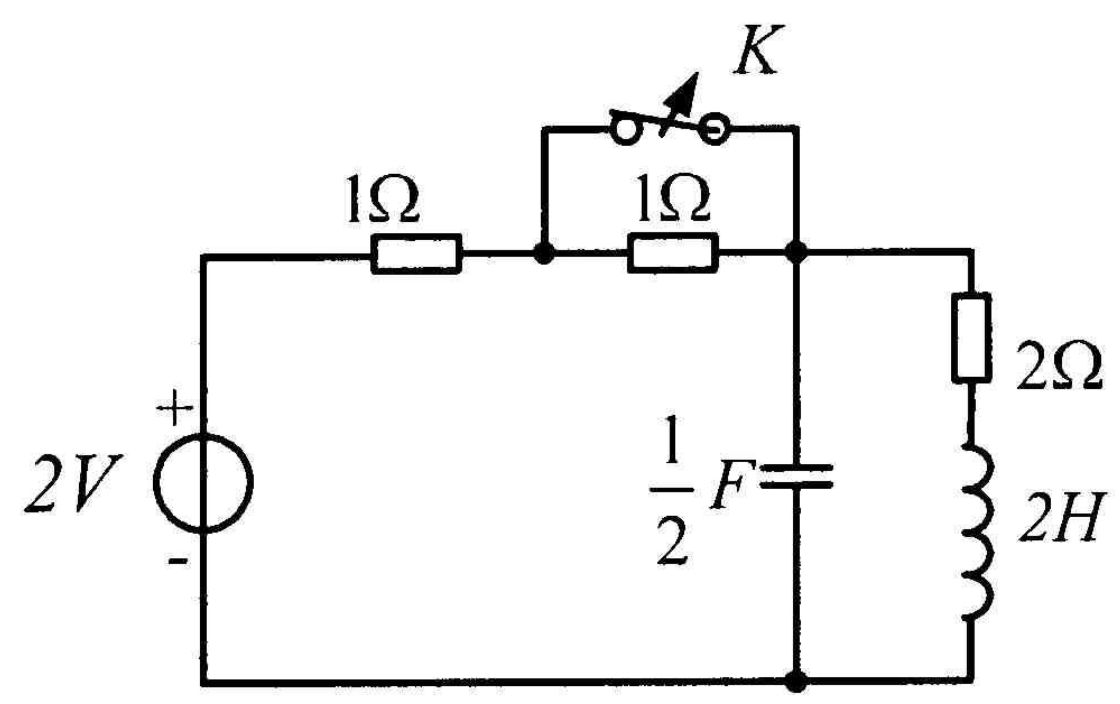
2. 图示信号 $f(t)$ 是一个正弦脉冲，求其傅里叶变换 $F(j\omega)$。



3. 理想带通滤波器的转移函数 $H(j\omega)=|H(j\omega)|\cdot e^{j\phi(\omega)}$，其幅频特性和相频特性曲线如图所示，求滤波器的冲激响应 $h(t)$。



4. 如图所示电路，已知开关打开前电路已处于稳态，$t=0$ 时开关 K 打开。求电容初始电压 $u_C(0^-)$ 和电感初始电流 $i_L(0^-)$，并画出该电路 $t>0$ 时的 S 域运算等效电路。



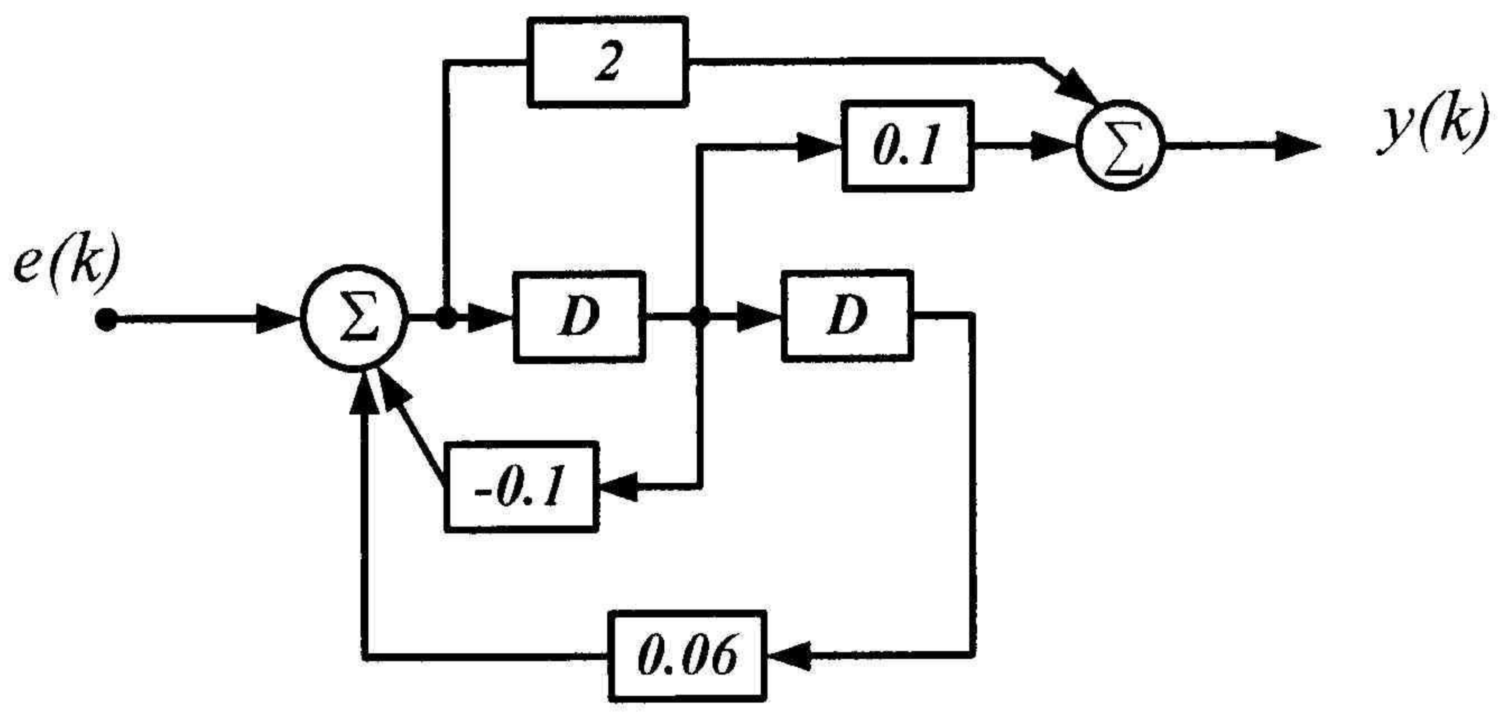
三、（16 分）因果离散时间系统的方框图如图所示

1. 求系统函数 $H(z)$；

2. 求单位函数响应 $h(k)$；

3. 当激励信号 $e(k)=(0.1)^k\varepsilon(k)$ 时，求系统的零状态响应 $y_{zs}(k)$；

4. 当 $k=0$ 时测得两个延迟器的初始状态都等于 1，求系统零输入响应 $y_{zi}(k)$。



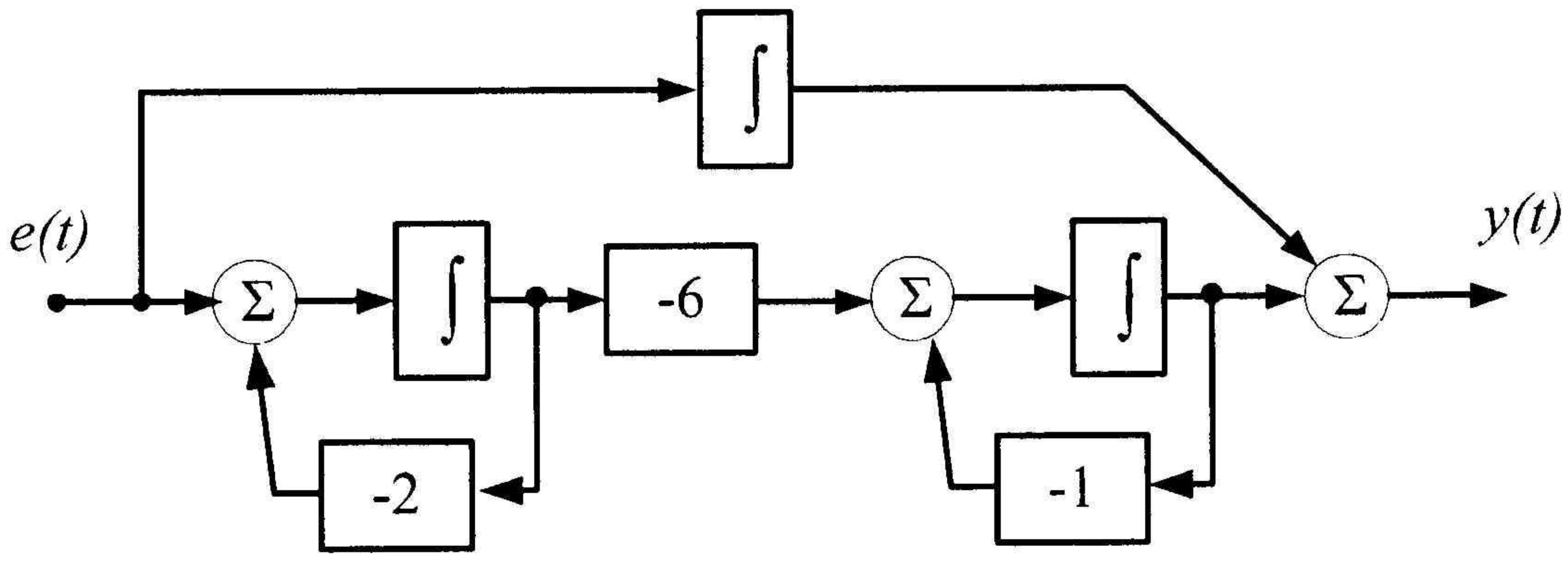
四、（16 分）一个因果线性时不变连续时间系统如图所示

1. 求系统函数 $H(s)$ 及冲激响应 $h(t)$；

2. 画出系统的并联型模拟图；

3. 画出系统的零极点图并判别该系统的稳定性；

4. 当系统激励 $e(t)=\varepsilon(t)$ 时，求系统的零状态响应。



五、（20 分）有一个稳定的离散时间系统，其频率响应

$$H(e^{j\omega})=\frac{1}{1.25-\cos\omega}=\frac{1}{(1-0.5e^{-j\omega})(1-0.5e^{j\omega})}$$

1. 求该系统的系统函数 $H(z)$；

2. 请指明系统函数 $H(z)$ 的零点、极点和收敛域；该系统是因果系统吗？

3. 求该系统的单位取样响应 $h(n)$。

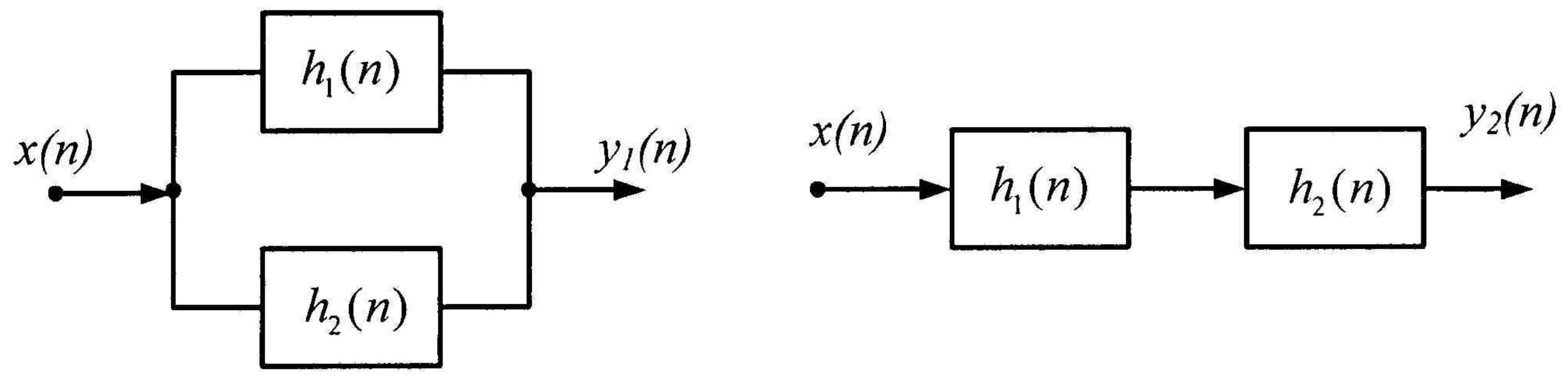
六、（20 分）已知一个因果模拟积分器的传递函数为 $H(s)=\dfrac{1}{s}$ ，当系统的采样周期 $T=0.05$ 秒时

1. 根据 $H(s)$ 采用双线性映射法设计一个数字系统，求对应的系统函数 $H(z)$；

2. 请指明系统函数 $H(z)$ 的零点、极点和收敛域；该系统是稳定系统吗？

3. 如果系统 $H(z)$ 不稳定，请对该系统进行调整（即调整 $H(z)$ 的系数），使其稳定；并且使调整后的系统 $H_1(z)$ 能够满足条件 $H_1(e^{j\omega})\big|_{\omega=0}=1$ 与 $H_1(e^{j\omega})\big|_{\omega=\pi}=0$ 。

七、（20 分）如图所示为一并联系统和一级联系统，$x(n)$ 为输入序列，$h_1(n)$ 与 $h_2(n)$ 均为 *FIR* 系统，并联系统的输出序列为 $y_1(n)$，级联系统的输出序列为 $y_2(n)$



其中 $h_1(n)=\sum_{k=0}^{99}h_1(k)\delta(n-k)$ ； $h_2(n)=\sum_{k=0}^{127}h_2(k)\delta(n-k)$ ； $x(n)=\sum_{k=0}^{127}x(k)\delta(n-k)$

1. 请分别确定并联系统输出序列 $y_1(n)$ 与级联系统输出序列 $y_2(n)$ 的有效定义区间，即对于 $y_1(n)$ $(N_1\le n\le N_2)$ 与 $y_2(n)$ $(N_3\le n\le N_4)$ 确定其中 N_1、N_2、N_3 与 N_4 的值；

2. 请利用基 2FFT 软件模块，分别设计求 $y_1(n)$ 与 $y_2(n)$ 的快速卷积算法；

3. 请给出您所设计的求 $y_1(n)$ 与 $y_2(n)$ 的快速卷积算法需要的复数乘法次数。