南京航空航天大学

2014 年硕士研究生入学考试初试试题（ A 卷 ）

科目代码: 821

科目名称: 信号系统与数字信号处理

满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项；②所有答案必须写在答题纸上，写在本试题纸或草稿纸上均无效；③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回！

一、（每空 1 分，共 30 分）填空题

1. a 是不等于零的有限实数，$\delta(t)$ 是单位冲激函数，则 $\delta(at)$ 的冲激强度为 ________。对于信号 $f(t)$，$f(t)\delta(at)=$ ________，$\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\delta(at)dt=$ ________，$\int_{-\infty}^{t} f(\tau)\delta(a\tau)d\tau=$ ________；

2. 已知二阶线性时不变连续系统的零输入响应 $r_{zi}(t)=e^{-t}(\cos t+3\sin t)\varepsilon(t)$，则该系统的自然频率________，特征方程________，初始条件 $r(0)=$ ________和 $r'(0)=$ ________；

3. 已知离散时间系统的输入输出关系为 $y(k)=\sum_{j=N}^{\infty} f(j)e(k-j)$，其中 $e(k)$ 为系统输入，$y(k)$ 为系统输出，$f(k)$ 是一个序列，N 是有限整数。则系统是否线性？________，是否时不变？________，如果系统稳定应满足条件________，如果系统因果应满足条件________；

4. 理想低通滤波器的幅频响应曲线在通带内是常数，相频曲线是过原点的斜线。阶跃信号通过理想低通滤波器时其前沿会发生________，其原因是由于________。信号的起点会产生________，其原因是由于________；

5. 设 $F(z)=\dfrac{z^2}{z^2+(0.5-a)z-0.5a}$ 是离散信号 $f(k)$ 的单边 z 变换，则 $F(z)$ 的收敛域为________，$f(k)$ 的初值 $f(0)=$ ________，a 取何值时 $f(k)$ 存在不等于零的终值？________，且终值 $f(\infty)=$ ________；

6. $x(n)*\delta(n-n_0)=$__________，$\sum_{n=0}^{+\infty}x(n)\delta(n-n_0)=$__________；（* 为线性卷积，$n_0$ 为整常数）

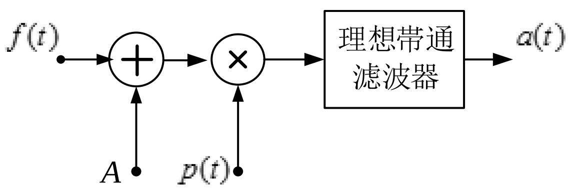
7. 有一个离散时间稳定的因果系统 $H(z)$ ，系统的零点是 $z=0$（1 阶），极点是 $z=0.5$（1 阶），并且有 $H(z)|_{z=\infty}=3$，则该系统的系统函数为 $H(z)=$__________，对应的单位取样响应是 $h(n)=$__________；

8. 如果序列 $x(n)$ 是一长度为 N 的有限长序列（$0\le n\le N-1$），且 $N=2^M$，（M 为正整数），利用基 2 按时间抽取的 N 点 FFT 算法求 $x(n)$ 的 N 点离散付立叶变换 $X(k)$，N 点 FFT 算法对应的流图中共有__________级蝶型运算，算法所需要的复数乘法次数为__________次；

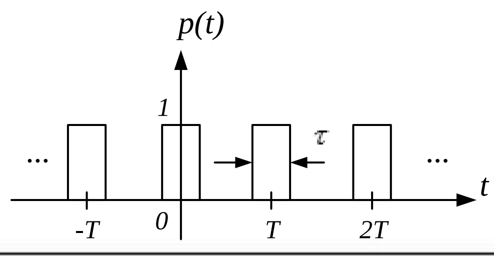
9. 设 $H_a(s)$ 为一低通模拟滤波器的系统函数，令 $H(z)=H_a(s)|_{s=\frac{2}{T}\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}$，则 $H(z)$ 为__________数字滤波器的系统函数；如果令 $H(z)=H_a(s)|_{s=\frac{2}{T}\frac{1+z^{-2}}{1-z^{-2}}}$，则 $H(z)$ 为__________数字滤波器的系统函数；（请在低通，高通，带通，带阻四种滤波器类型中选择填空）

10. 对于幅度归一化的理想高通数字滤波器的频率响应 $H(jf)$，当 $f=0$ 时，有 $H(jf)|_{f=0}=$__________；当 $f=\frac{f_s}{2}$ 时，有 $H(jf)|_{f=\frac{f_s}{2}}=$__________。（$f_s$ 为系统采样频率）

二、（20 分）下图是一个产生调幅信号的原理性框图，A 是一个不等于 0 的实常数，$p(t)$ 是如图的周期为 T、宽度为 τ 的周期矩形脉冲，$f(t)$ 是带宽小于 $\frac{1}{2T}$ 的频带有限信号，理想带通滤波器的中心频率为 $\frac{2}{T}$、带宽为 $\frac{1}{T}$，且通带增益为 1 相频响应为 0。



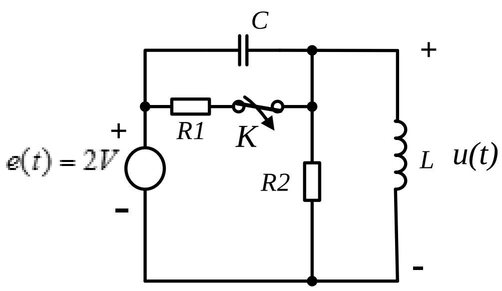
1. 写出 $a(t)$ 的时域表达式；
2. 若 $T=12\tau=10^{-6}s$，$f(t)=E_m\cos(2000\pi t)$，写出 $a(t)$ 的时域表达式；
3. 画出 2 中调幅信号 $a(t)$ 的频谱图；
4. 求 2 中调幅信号 $a(t)$ 的调幅指数 m；
5. 对于 2 中调幅信号 $a(t)$，为避免过调制说明常数 A 的取值范围。



三、（20 分） $y(k+2)+0.1y(k+1)-0.06y(k)=2x(k+2)+0.1x(k+1)$ 为因果离散时间系统的差分方程，其中 $x(k)$ 是激励，$y(k)$ 为响应。

1. 画出系统的直接型方框图；
2. 求系统函数 $H(z)$ 及单位函数响应 $h(k)$；
3. 画出系统零极点图，判断系统是否稳定；
4. 已知系统零输入的初始条件为 $y_{zi}(0)=0.02$ ，$y_{zi}(1)=0.124$ 求系统零输入响应 $y_{zi}(k)$ ；
5. 当激励 $x(k)=(0.1)^k\varepsilon(k)$ 时，求系统的零状态响应 $y_{zs}(k)$。

四、（20 分）如图所示电路，其中元件参数 $C=\frac{1}{2}F, L=1H, R1=R2=2\Omega$，$t<0$ 时，开关 K 闭合且电路处于稳态；$t>0$ 时，开关 K 打开。



1. 求电感电流和电容电压的初值；
2. 作出 $t>0$ 时 S 域运算等效电路；
3. $e(t)$ 为激励，$u(t)$ 为响应时，求系统函数 $H(s)$ 及冲激响应 $h(t)$；
4. 求 $t>0$ 时 L 上的全响应电压 $u(t)$；
5. 求 $t>0$ 时 L 上的零状态响应电压 $u_{zs}(t)$。

五、（20 分）有一线性移不变离散时间系统由以下差分方程描述：

$$y(n)=x(n)-\frac{17}{4}x(n-2)+x(n-4)$$

1. 试求系统的系统函数 $H(z)$，且指明 $H(z)$ 的零点与极点及收敛域；
2. 试求系统的频率响应 $H(e^{j\omega})$、幅频响应 $\left|H(e^{j\omega})\right|$ 及相频响应 $\arg[H(e^{j\omega})]$；
3. 试分别求出 $H(e^{j\omega})\big|_{\omega=0}$ 与 $H(e^{j\omega})\big|_{\omega=\pi}$ 的值；
4. 试分别求出 $\int_{-\pi}^{\pi} H(e^{j\omega})d\omega$ 与 $\int_{-\pi}^{\pi}\left|H(e^{j\omega})\right|^2 d\omega$ 的值。

六、（20 分）已知离散时间序列 $x(n)=R_{12}(n)$。

1. 试求 $x_1(n)=x((n))_8\cdot R_8(n)$ 与 $x_1(n)$ 的 8 点离散傅里叶变换 $X_1(k)=DFT[x_1(n)]$；

2. 试求 $x_2(n)=\sum_{r=-\infty}^{\infty}x(n+8r)\cdot R_8(n)$ 与 $x_2(n)$ 的 8 点离散傅里叶变换 $X_2(k)=DFT[x_2(n)]$；

3. 试求 $x_3(n)=\sum_{m=-\infty}^{\infty}x_1(m)x_1(n-m)\cdot R_{16}(n)$ 与 $x_3(n)$ 的 16 点离散傅里叶变换 $X_3(k)=DFT[x_3(n)]$；

4. 试求 $x_4(n)=\sum_{r=-\infty}^{\infty}\sum_{m=-\infty}^{\infty}x_1(m)x_1(m+n+16r)\cdot R_{16}(n)$ 与 $x_4(n)$ 的 16 点离散傅里叶变换

   $X_4(k)=DFT[x_4(n)]$。

七、（20 分）已知一因果稳定的离散时间线性时不变系统的单位取样响应为一实序列

$$h(n)=\frac{\sin 0.25\pi(n-\frac{N-1}{2})}{\pi(n-\frac{N-1}{2})}$$

，N 为奇数，对应的系统频率响应为 $H(e^{j\omega})$。

1. 求该系统的频率响应 $H(e^{j\omega})$，并且说明该系统是否为线性相位系统；

2. 如果有系统的频率响应 $H(e^{j\omega})=H(\omega)e^{j\theta(\omega)}$，其中 $H(\omega)$ 为幅度函数，$\theta(\omega)$ 为相位函数，请分别求出 $H(\omega)$ 和 $\theta(\omega)$；

3. 如果记 $h_2(n)=h(n)\cos\frac{\pi}{2}n$，请说明 $h_2(n)$ 为何种类型的数字滤波器；（请在低通，高通，带通，带阻四种滤波器类型中选择）。

4. 如果记 $h_3(n)=\begin{cases}h\left(\frac{n}{2}\right) & n\text{ 为偶数}\\ 0 & n\text{ 为奇数}\end{cases}$，请说明 $h_3(n)$ 为何种类型的数字滤波器。（请在低通，高通，带通，带阻四种滤波器类型中选择）