南京航空航天大学

2015 年硕士研究生入学考试初试试题（ A 卷 ）

科目代码： 821

满分： 150 分

科目名称： 信号系统与数字信号处理

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、 填空题（每空 1 分，共 30 分）

1. 已知某连续时间系统的输入输出关系为 $r(t)=|t|e(t)+\dfrac{de(t)}{dt}$，其中 $r(t)$ 为系统响应，$e(t)$ 为系统激励，试判断该系统是（线性、非线性）________，（时变、时不变）________，（因果、非因果）________，（稳定、不稳定）________；

2. 线性时不变离散时间系统的单位函数响应 $h(k)=3^k\varepsilon(-k-1)+2^{-k}\varepsilon(k)$，判别系统的因果性、稳定性________，________；

3. $f(t)$ 是周期为 T 的周期信号，其傅里叶级数展开式可表示为 $f(t)=\dfrac{1}{2}\sum\limits_{n=-\infty}^{\infty}\dot{A}_n e^{jn\Omega t}$，其中 $\Omega=$ ________，称为________，$\dot{A}_n=$ ________；$f(t)$ 也可表示为 $f(t)=\dfrac{a_0}{2}+\sum\limits_{n=1}^{\infty}A_n\cos(n\Omega t-\phi_n)$，其中 $\dfrac{a_0}{2}=$________，称信号的________分量，$\dot{A}_n$ 与 A_n，ϕ_n 的关系为________；

4. 若实信号 $f(t)$ 的频带宽度为 $210Hz$，则 $f(3t-4)$ 的频带宽为________Hz，$f(\dfrac{t}{3}-4)\cos 1000\pi t$ 的带宽为________Hz；

5. 线性时不变连续时间因果系统的系统函数 $H(s)=\dfrac{1}{s}-\dfrac{s+3}{s^2+3s+2}$，系统零输入响应的一般形式 $r_{zi}(t)=$________，系统是否稳定？（请在稳定、不稳定、临界稳定中选择填空）________，系统转移函数 $H(j\omega)=$________；

6. 设 $F(z)=\dfrac{3z}{2z^2-5z+2}$ 为离散信号 $f(k)$ 的单边 Z 变换，则 $f(0)=$ ________，$f(1)=$________，$f(\infty)=$________；

7. 设$H\left(e^{j\omega}\right)$表示一个幅度归一化的理想高通滤波器的频率响应，则$H\left(e^{j\omega}\right)\Big|_{\omega=0}=$________，$H\left(e^{j\omega}\right)\Big|_{\omega=\pi}=$________；

8. 某基带信号$x(t)$的最高频率分量为f_H，如果以f_s的采样频率对这个信号进行采样，得到离散时间序列$x(n)$，为了避免混叠，则采样频率应该满足________，对$x(n)$截取N点做N点 DFT 变换得到$X(k)$，则$X(k)$中的第k个频率分量所对应的模拟信号的频率是________；

9. 一个离散时间系统的系统函数（传递函数）记为$H(z)$，如果要求该系统是稳定的，则$H(z)$的收敛域应该包含：________，如果要求该系统是因果的，则$H(z)$的收敛域应该包含________；

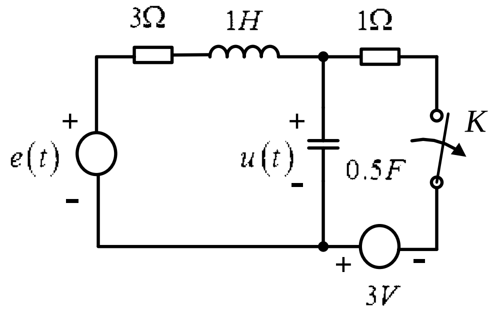
10. 记一个实序列$x(n)$的 DTFT（离散时间傅里叶变换）变换结果为$X\left(e^{j\omega}\right)$，则$X\left(e^{j\omega}\right)$的实部满足________（奇对称，偶对称），$X\left(e^{j\omega}\right)$的相位满足________（奇对称，偶对称）；

11. 采用窗函数法来设计滤波器，主瓣最窄的窗函数是________，旁瓣最低的窗函数是________（矩形窗、汉明窗、汉宁窗、布莱克曼窗）。

二、（20 分）已知因果线性时不变离散时间系统的差分方程为$y(k+2)-\frac{3}{4}y(k+1)+\frac{1}{8}y(k)=e(k+2)+\frac{1}{3}e(k+1)$。

1. 画出系统直接型方框图；
2. 求系统函数$H(z)$及单位函数响应$h(k)$；
3. 若激励$e(k)=\left(\frac{1}{2}\right)^k\varepsilon(k)$，求系统零状态响应$y_{zs}(k)$；
4. 已知系统全响应初值$y(0)=1, y(1)=2$求系统零输入响应$y_{zi}(k)$。

三、 （25 分）如图所示电路，其中$e(t)=5V$，开关打开前电路已处于稳态，$t=0$时开关K打开，试求：



1. 开关打开前电感的初始电流$i_L(0^-)$和电容的初始电压$u_C(0^-)$；
2. 画出该电路$t>0$时的S域运算等效电路；
3. $e(t)$为激励$u(t)$为系统响应，求系统函数$H(s)$；
4. 求系统零输入响应$u_{zi}(t)$；
5. 求系统零状态响应$u_{zs}(t)$。

四、 （15 分）有两个连续时间信号$x_1(t)=A\sin(0.2\pi t)$，$x_2(t)=A\sin(2.2\pi t)$。现对它们做理想取样，得到两个序列$x_1(k)$和$x_2(k)$。已知取样间隔为$T_s=1s$，其中A是有限实常数。

1. 画出$x_1(k)$和$x_2(k)$的图形；
2. 证明$x_1(k)=x_2(k)$；
3. 根据抽样定理从频域角度说明为什么$x_1(k)=x_2(k)$。

五、 （20 分）一个实有限长序列为$x(n)=\{2,3,4,3,2\}$。

1. 求序列的五点的 DFT 变换$X(k)$；
2. 求$DFT\left[X(k)\right]$；
3. 求$y_1(n)=IDFT\left[X^*(5-k)\right]$和$y_2(n)=IDFT\left[j\,\mathrm{Im}\left[X(k)\right]\right]$；（$X^*(5-k)$表示对$X(k)$求圆周共轭对称，$\mathrm{Im}\left[X(k)\right]$表示$X(k)$的虚部）
4. 令$X_6(k)$表示对$x(n)$的 6 点 DFT 变换，求$y_3(n)=IDFT\left[W_6^{2k}X_6(k)\right]$；
5. 对序列$x(n)$的傅里叶变换结果$X(e^{j\omega})$进行频率采样，采样频率点为$\omega=0,2\pi/3,4\pi/3$，得到频域序列$Y(k)$，对$Y(k)$进行 3 点 IDFT 变换得到$y(n)$，求$y(n)$。

六、　（20 分）已知一个线性相位 FIR 系统，其单位取样响应为 $h(n)=\{\underset{\uparrow}{4},-3,2,-2,3,-4\}$。

1.　求该系统对于输入 $x(n)=\delta(n)+2\delta(n-1)+\delta(n-2)$ 的输出 $y(n)$；

2.　求该系统的系统函数（传递函数）$H(z)$，并指明 $H(z)$ 的极点和收敛域；

3.　求该系统的频率响应 $H(e^{j\omega})$；并且分别求出 $H(e^{j\omega})\big|_{\omega=0}$ 和 $H(e^{j\omega})\big|_{\omega=\pi}$ 的值；

4.　求该系统对输入单频复指数输入序列 $x_1(n)=e^{j\frac{\pi}{4}n}$ 的输出 $y_1(n)$。

七、　（20 分）已知一因果稳定的离散时间 LTI 线性相位系统的单位取样响应为一有限长实序列 $h(n)$（$0\le n\le N-1$），对应的系统频率响应为 $H(e^{j\omega})$，对应的传递函数为 $H(z)$，已知该系统的两个零点位置为 $z_1=1, z_2=0.5j$。

1.　求出具有最低阶的 $H(z)$ 剩余的零点的位置；

2.　求该系统的系统函数（传递函数）和差分方程；

3.　如果 $h_1(n)=(-1)^n h(n)$,试求 $H_1(e^{j\omega})$，结果以 $H(e^{j\omega})$ 表示；

4.　如果 $h_2(n)=h(n)\cos\dfrac{\pi}{2}n$,试求 $H_2(e^{j\omega})$，结果以 $H(e^{j\omega})$ 表示；