南京航空航天大学

2016 年硕士研究生招生考试初试试题　　(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. 已知系统激励 $e(t)$ 与响应 $y(t)$ 的关系为 $y(t)=e(t-1)+e(-t-1)$ ，判断系统的线性、时不变性和因果性，__________，__________，__________；

2. $\delta'(t)$ 为单位冲激偶，t 为时域变量，α 是一个参变量，则 $\int_{-\infty}^{\infty} t^2\delta'(t-1)dt$ __________，

$\int_{-\infty}^{\infty}\cos(\alpha t)dt$ __________；

3. 实信号 $f(t)$ 可分解为偶分量 $f_e(t)$ 和奇分量 $f_o(t)$ 之和，且已知 $f(t)\leftrightarrow F(j\omega)$，则 $\mathscr{F}[f_e(t)]=$__________，$\mathscr{F}[f_o(t)]=$__________；

4. $f(t)$ 是周期为 T 的周期实函数，且 $f(t)=-f(-t)$, $f(t\pm\frac{T}{2})=-f(t)$，则其频谱为离散谱，其基波频率 $\Omega=$__________，谱线间隔为__________，在 $f(t)$ 的傅里叶级数中只含__________次谐波和__________分量，且直流分量 $\frac{a_0}{2}=$__________；

5. 连续因果系统的特征方程为 $s^4+9s^3+20s^2+ks+k=0$，确定使系统稳定的 k 的取值范围__________；

6. 离散因果系统的差分方程为 $y(k+2)-7y(k+1)+6y(k)=6x(k+2)$，则系统的转移算子 $H(S)=$__________，特征根__________，系统是否稳定？__________，零输入响应的一般形式 $y_{zi}(k)=$__________，系统的单位函数响应 $h(k)=$__________；

7. 连续信号 $f(t)$ 的最高频率为 f_m (Hz)，若对下述信号进行理想抽样，为使抽样后信号的频谱不产生混叠，试确定奈奎斯特抽样频率 f_s。若 $f_1(t)=f(2t+1)$ 则 f_s=__________(Hz)，若 $f_2(t)=f(3t)*f(\frac{1}{2}t-1)$ 则 f_s=__________(Hz)；

8. 设 $x(n)=\cos\left(\frac{3}{8}\pi n\right)+\cos\left(\frac{5}{12}\pi n\right)$，则其最小周期为____________，对应序列的傅立叶变换在 $\omega\in[-\pi,\pi]$ 上的表达式为____________；

9. 某线性移不变离散时间系统的单位取样响应 $h(n)=3(-\frac{1}{4})^n u(n)$，如果讨论该系统的稳定性和因果性，则该系统是一个____________系统和一个____________系统；

10. 已知实序列 $x(n)$ 的 8 点 DFT 结果为 $X(k)$，且 $X(k)$ 的前 5 个值分别为 $[X(0),X(1),X(2),X(3),X(4)]=[0.25,0.125-j0.3,0,0.125-j0.05,0]$，则 $X(5)=$____________；

11. 利用窗函数法设计 FIR 滤波器时，窗谱（窗函数频谱）的性能指标中最重要的是____________与____________；

12. 某 DFT 的表达式为 $X(k)=\sum_{n=0}^{N-1}x(n)W_M^{nk}$，$k=0,1,\cdots,M-1$，则其离散频谱 $X(k)$ 相邻两个频率点之间的间隔为__________弧度；

13. 已知序列 $x(n)$ 的长度为 200 点，对其采用基 2 的基于频率抽取的 FFT 算法，则 FFT 运算中所需要的流图共有__________级，所需要的复数乘法次数为____________。

二、（每小题 5 分，共 20 分）解答下列各题：

1. 已知 $f(1-3t)$ 如图 1 所示，画出 $f(t)$ 的图形；

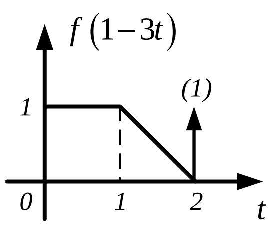

图 1

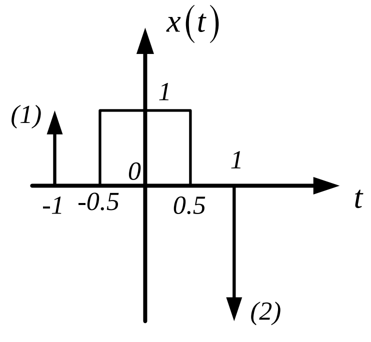

图 2

2. 已知 $x(t)$ 如图 2 所示，计算 $x(t)$ 与单位阶跃函数 $\varepsilon(t)$ 的卷积 $y(t)$，即计算 $y(t)=x(t)*\varepsilon(t)$，并画出 $y(t)$ 的图形；

3. 线性时不变系统的输入为 $f_1(t)+f_2(t)$，输出为 $y(t)$，记 $f_1(t)\leftrightarrow F_1(j\omega)$，$f_2(t)\leftrightarrow F_2(j\omega)$，系统频率响应 $H(j\omega)=|H(j\omega)|e^{j\phi(\omega)}$，系统的幅频响应和相频响应曲线如图 3 所示：

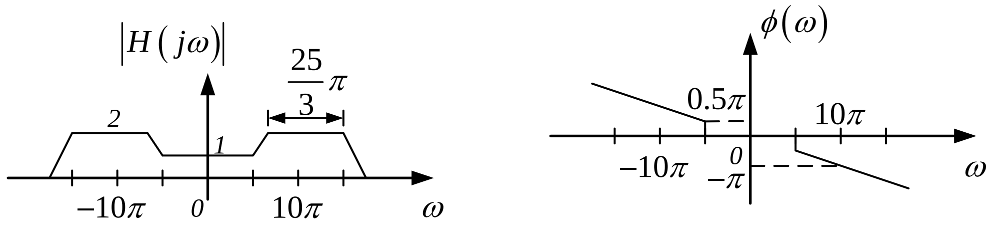

图 3

已知 $F_1(j\omega)=\begin{cases}\neq 0 & |\omega|<5\pi \\ 0 & |\omega|>5\pi\end{cases}$，$F_2(j\omega)=\begin{cases}\neq 0 & |\omega\pm 10\pi|<2.5\pi \\ 0 & \text{其它}\end{cases}$，写出 $y(t)$ 的表达式（用 $f_1(t)$，$f_2(t)$ 表示）；

4. 在第 3 小题中如果已知 $F_1(j\omega)$，$F_2(j\omega)$ 如图 4 所示，求 $y(t)$。

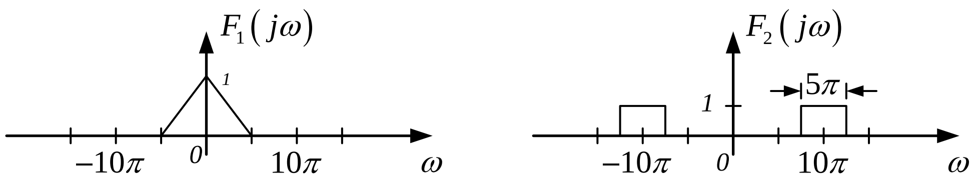

图 4

三、（20 分）已知 $y(k+2)-0.1y(k+1)-0.06y(k)=2x(k+2)+0.1x(k+1)$ 是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 $y_{zi}(0)=1$，$y_{zi}(1)=0$ 求系统零输入响应 $y_{zi}(k)$；
5. 当激励 $x(k)=(0.3)^k\varepsilon(k)$ 时，求系统的零状态响应 $y_{zs}(k)$。

四、 （20 分）电路及元件参数如图 5，已知激励 $e(t)=\varepsilon(t)$ ，电感初始电流 $i_L(0^-)=0A$，电容初始电压 $u(0^-)=1V$ 。

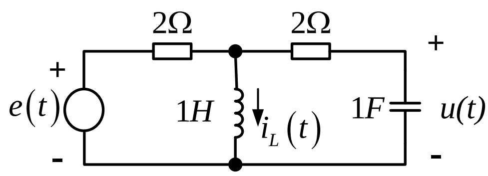

图 5

1. 作运算等效电路；
2. 以电容电压 $u(t)$ 为响应求系统函数 $H(s)$；
3. 根据 $H(s)$ 求冲激响应 $h(t)$；
4. 求 $u'(0^-)$ 及电容电压的零输入响应 $u_{zi}(t)$；
5. 求电容电压的零状态响应 $u_{zs}(t)$。

五、 （20 分）已知 $x(n)$ 与 $y(n)$ 如图 6 所示

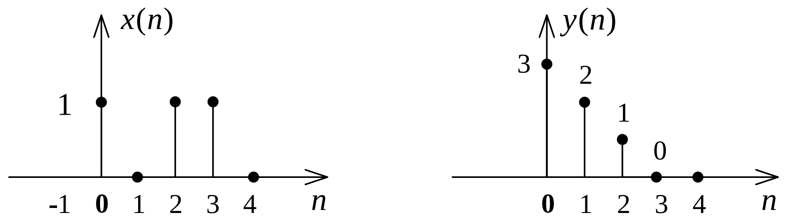

图 6

1. 求线性卷积 $f(n)=x(n)*y(n)$；
2. 求 4 点圆周卷积 $f_1(n)=x(n)\otimes_4 y(n)$；
3. 求 8 点圆周卷积 $f_2(n)=x(n)\otimes_8 y(n)$；
4. 求 5 点圆周卷积 $f_3(n)=x(n)\otimes_5 y\left[\langle n+2\rangle_5\right]$。

六、 （20 分）有一线性时不变 FIR 离散时间系统由以下差分方程描述

$$y(n)=x(n-1)-2x(n-2)+x(n-3)$$

求：

1. 设系统的频率响应 $H(e^{j\omega})=\left|H(e^{j\omega})\right|e^{j\theta(\omega)}$，写出幅度函数 $\left|H(e^{j\omega})\right|$ 和相位函数 $\theta(\omega)$ 的表达式，并判断该系统是否为线性相位系统；
2. 设该系统的单位取样响应为 $h(n)$，若记 $h(n)$ 的 4 点离散傅里叶变换为 $H(k),\ 0\le k\le 3$，求 $IDFT\left\{\mathrm{Re}\left[H(k)\right]\right\}$；
3. 求该系统的传递函数 $H\left(z\right)$，并求相应的零点和极点；
4. 请说明该系统属于哪种滤波器类型？（请在低通、高通、带通、带阻滤波器中选择）。

七、 （20 分）给定一个数字系统的系统函数 $H(z)$，如果 $G\left(z\right)H\left(z\right)=1$ 则称 $G\left(z\right)$ 是其逆系统，现已知某实系数因果稳定系统的系统函数为

$$H_1(z)=\frac{b+z^{-1}}{1+az^{-1}},\quad |a|<1,\quad |b|<1。$$

1. 求 $H_1(z)$ 的逆系统 $H_2(z)$ 的表达式及其零、极点分布，并指明该逆系统是否仍是既因果又稳定的?为什么?
2. 已知系统函数 $H_3(z)=\dfrac{1+bz^{-1}}{b+z^{-1}}$，$(\mathrm{ROC}:|z|>\dfrac{1}{|b|})$，并将 $H_1(z)$ 系统与 $H_3(z)$ 级联，如图 7

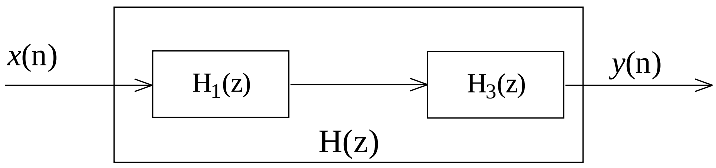

图 7

求总系统的系统函数 $H(z)$ 及其零、极点分布，并指明总系统是否既是因果又是稳定的?为什么?

3. 证明 $H_1(z)$ 和 $H(z)$ 所表征的系统具有相同的幅频响应，即 $|H(e^{j\omega})|=|H_1(e^{j\omega})|$。