南京航空航天大学

2017 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！

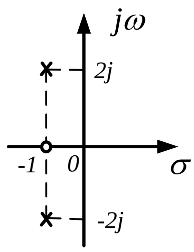
一、 （每空 1 分，共 30 分）填空题

1. 已知系统激励 $e(t)$ 与响应 $y(t)$ 的关系为 $y(t)=e(t-4)-\int_{-\infty}^{t+2} e^2(\tau)d\tau$ ，判断系统的线性、时不变性和因果性，__________，__________，__________；

2. 连续时间系统的转移算子 $H(p)=\dfrac{p+1}{p^4+8p^2+16}$，则系统的自然频率__________，零输入响应的一般形式 $r_{zi}(t)=$ __________，系统是否稳定？__________；

3. 连续时间信号 $f(t)$ 与冲击函数 $\delta(t)$ 进行如下的运算，写出运算结果。$f(t)\cdot\delta(2t-1)=$ __________， $f(t)*\delta(2t-1)=$ __________， $\int_{-\infty}^{\infty} f(t)\cdot\delta(2t-1)dt=$ __________ $\int_{-\infty}^{t} f(\tau)\delta(2\tau-1)d\tau=$ __________；

4. 系统的极零点分布如图所示，若已知 $H(0)=0.2$，则系统函数 $H(s)=$ __________，频率响应 $H(j\omega)$ 当 $\omega=1$ 时的模 $|H(j1)|=$ __________，相位 $\phi(1)=$ __________， ω 从 0^+ 到 ∞ 变化时系统的相位变化量 $\Delta\phi=$ __________；



5. $f(t)$ 是频带宽度为 B 的频带有限信号，对 $f(t)$ 进行理想抽样，为使抽样信号频谱不产生混叠，则抽样频率 f_s 应__________；用理想低通滤波器从抽样信号中恢复原信号 $f(t)$，设理想低通滤波器的频率响应为 $H(j\omega)$，则 $|H(j\omega)|=$ __________，低通滤波器的带宽 W 应满足条件__________ $\geq W\geq$ __________；

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

$f(\infty)=$____________;

7. 一线性时不变离散时间系统其单位脉冲响应 $h(n)=3(-\frac{1}{4})^n u(n)$ ，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 ；

8. 设 $x(n)=\cos\left(\frac{3}{4}\pi n\right)+\cos\left(\frac{4}{5}\pi n\right)$，则其最小周期为____________，对应序列的傅里叶变换在 $\omega\in[-\pi,\pi]$ 上的表达式为____________;

9. N 点序列 $x(n)$ 经过 M 点 DFT 变换后得到频谱序列 $X(k)$，$M\ge N$，则 $X(k)$ 中的第 k 个点对应的数字角频率为__________，对应的模拟角频率为__________（设采样率为 f_s）;

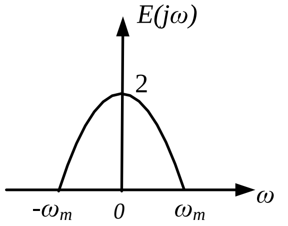
10. 如果序列 $x(n)$ 是一长度为 N 的有限长序列（$0\le n\le N-1$），且 $N=2^M$，（M 为正整数)，利用基 2 按时间抽取的 N 点 FFT 算法求 $x(n)$ 的 N 点离散傅里叶变换 $X(k)$，N 点 FFT 算法对应的流图中共有____________级蝶型运算，算法所需要的复数乘法次数为____________ 次;

11. 利用矩形窗、汉宁窗和勃莱克曼窗三种窗函数来设计 FIR 滤波器，其中能把旁瓣压到最低的窗函数是____________；在相同阶数情况下，过渡区最窄的窗函数是____________。

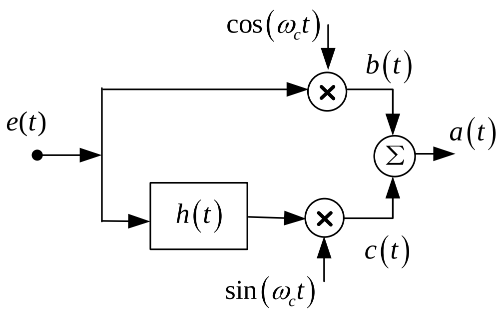
二、 （20 分）下图（b）所示系统，已知 $e(t)\leftrightarrow E(j\omega)$，$h(t)=\dfrac{1}{\pi t}$ 。

1. 写出信号 $b(t)$，$c(t)$ 频谱函数的表达式 $B(j\omega)$，$C(j\omega)$；

2. 如果 $E(j\omega)$ 如图（a）所示，且 $\omega_c\gg\omega_m$ ，画出 $B(j\omega)$，$C(j\omega)$ 和 $A(j\omega)$ 的频谱图。



(a)

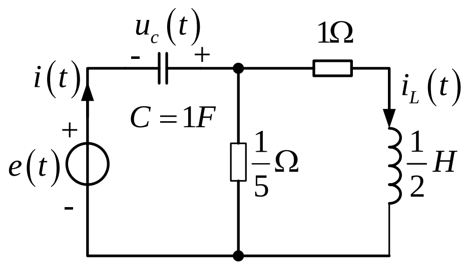


(b)

三、 （20 分）已知 $y(k+2)+0.2y(k+1)-0.24y(k)=x(k+2)+x(k+1)$，是离散因果系统的差分方程，解答下列各题：

1. 作系统的直接型方框图；
2. 求系统函数 $H(z)$，系统是否稳定?
3. 求单位函数响应 $h(k)$；
4. 已知 $y_{zi}(0)=1$ ， $y_{zi}(1)=0$ 求零输入响应 $y_{zi}(k)$；
5. 已知 $x(k)=\varepsilon(k)$ 求零状态响应 $y_{zs}(k)$；

四、 （20 分）电路及元件参数如图所示，$e(t)=10\varepsilon(t)$，$i(t)$ 为系统响应。



1. 求系统函数 $H(s)$；
2. 根据 $H(s)$ 求单位冲激响应 $h(t)$；
3. 若已知全响应 $i(t)=\left(-57e^{-3t}+136e^{-4t}\right)\varepsilon(t)$ ，求零输入响应 $r_{zi}(t)$ ；
4. 求电容初始电压 $u_c(0^-)$ 和电感初始电流 $i_L(0^-)$。

五、 （20 分）已知 $x(n)=2\delta(n)+3\delta(n-1)+\delta(n-2)+3\delta(n-3)$ 与 $y(n)=2\delta(n)+\delta(n-1)+\delta(n-2)+3\delta(n-3)$。

1. 求线性卷积 $f(n)=x(n)*y(n)$；
2. 求 5 点圆周卷积 $f_1(n)=x(n)\otimes_5 y(n)$；
3. 求 8 点圆周卷积 $f_2(n)=x(n)\otimes_8 y(n)$；
4. 求 $y(n)$ 的圆周共轭对称分量和圆周共轭反对称分量。

六、（20 分）已知一个实有限长序列 $x(n)=\{\underset{\uparrow 0}{4},3,2,1,0,-1,-2,-3\}$ $x(n)$ $0\le n\le 7$

1. 如果记 $x(n)=x_{ep}(n)+x_{op}(n)$，其中 $x_{ep}(n)$ $0\le n\le 7$ 为圆周共轭偶对称序列，$x_{op}(n)$ $0\le n\le 7$ 为圆周共轭奇对称序列，试求 $x_{ep}(n)$ 的 8 点离散傅里叶变换 $X_1(k)=DFT[x_{ep}(n)]$；

2. 如果记 $x(n)$ 的 8 点离散傅里叶变换为 $X(k)=DFT[x(n)]$ $0\le k\le 7$

试求 $y_1(n)=IDFT[X^*\langle -k\rangle_8]$ $0\le n\le 7$ 和 $y_2(n)=IDFT[\mathrm{Re}[X(k)]]$ $0\le n\le 7$ ；（$X^*\langle -k\rangle_8$ 表示八点圆周共轭对称）；

3. 求 $y_3(n)=IDFT[W_8^{2k}X(k)]$ $0\le n\le 7$；

4. 如果有 $X(e^{j\omega})=\sum_{n=-\infty}^{+\infty}x(n)e^{-j\omega n}$，及 $Y(k)=X(e^{j\omega})\Big|_{\omega=\frac{\pi}{3}k}$ $0\le k\le 5$，

试求 $Y(k)$ $0\le k\le 5$ 的 6 点离散傅里叶反变换 $y(n)=IDFT[Y(k)]$ $0\le n\le 5$ 。

七、（20 分）某 FIR 滤波器由以下差分方程描述：

$$y(n)=x(n)+3x(n-1)-3x(n-3)-x(n-4)$$

1. 试求该滤波器的系统函数 $H(z)$ 表达式，并指明其收敛域；

2. 试求该滤波器的频率响应函数 $H(e^{j\omega})=H(\omega)e^{j\theta(\omega)}$，写出幅度函数 $H(\omega)$，以及相位函数 $\theta(\omega)$ 的表达式；

3. 判断此滤波器是否为线性相位滤波器，并指明此滤波器的类型（低通、高通、带通或带阻滤波器）；

4. 若输入序列为 $x(n)=e^{j\frac{\pi}{2}n}$，求该滤波器的输出序列 $y(n)$。