一、**填空题**（每空 1 分，共 10 分）$T=\frac{2\pi}{w_0}=\frac{2\pi}{\frac{2}{3}\pi}=\frac{6}{2}=3$

1、已知周期序列 $x(n)=2\cos(\underbrace{\tfrac{2}{3}\pi}_{w_0} n-\tfrac{\pi}{4})$，则该序列的周期 $N=$ ___3___。

2、已知某线性时不变系统 $y(n)=x(n)+x(n-2)$，其中 $x(n)$、$y(n)$ 分别表示系统的输入、输出，则 $y(n-2)=$ ___$x(n-2)+x(n-4)$___。

3、已知某线性时不变因果系统的系统函数为 $H(z)=\dfrac{1}{(z-0.5)(z-2)}$，则该系统为 ___不稳定___（填“稳定”/“不稳定”）系统。

4、任一非最小相位的因果稳定系统均可由一个全通系统和一个___最小相位系统___级联而成。

5、已知一个长度为 N 的序列 $x(n)$，其 FT 为 $X(e^{j\omega})$，则序列 $x(n)$ 的 N 点 DFT 等于 $X(e^{j\omega})$ 在区间 $[0,2\pi]$ 上的___N___点等间隔采样。

6、对长度为 N=32 的序列采用时域基 2FFT 算法进行频谱分析，则该基 2FFT 算法共需要___5___级蝶形运算。$2^n=32$，$n=5$

7、已知一个滤波器的 $H(z)=\dfrac{1+z^{-1}}{1-0.9z^{-1}}$，试判断滤波器的类型(低通，高通，带通，带阻) ___低通___。如不改变其幅频特性只改变相位，可以级联一个___全通___系统。

8、已知 FIR 滤波器 $H(z)=1+5z^{-1}+4z^{-2}+az^{-3}+z^{-4}$ 具有线性相位，则 a=___5___，相位 $\theta(w)=$ ___$-2w$___。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案										

1、若一模拟信号为带限的基带信号，且对其采样满足奈奎斯特采样定理，则只要将采样信号通过（ A ）即可无失真恢复原信号。

A. 理想低通滤波器　　B. 理想高通滤波器

C. 理想带通滤波器　　D. 理想带阻滤波器

2、已知某系统 $y(n)=2x(n)+3$，其中 $x(n)$、$y(n)$ 分别表示系统的输入、输出，则该系统为（ D ）系统。

A. 线性时变　　B. 线性时不变

C. 非线性时变　　D. 非线性时不变

3、已知序列 $x(n)=\frac{1}{2}\delta(n+1)+\delta(n)+\frac{1}{2}\delta(n-1)$，则其时域离散傅里叶变换的直流分量 $X(e^{j\omega})\big|_{\omega=0}$ 为（ C ）。 $\{\frac{1}{2},\underline{1},\frac{1}{2}\}$

A. -1　　B. 0.5

C. 2　　D. 1

4、已知序列 $x(n)$ 的 Z 变换为 $X(z)=\frac{1}{1-3z^{-1}}$，收敛域为 $|z|>3$，通过求解 $X(z)$ 的逆 Z 变换，可求得序列 $x(n)$ 为（ A ）。

A. $3^n u(n)$　　B. $3^n u(-n-1)$

C. $(-3)^n u(n)$　　D. $(-3)^n u(-n-1)$

5、已知序列 $x_1(n)$、$x_2(n)$ 的 N 点 DFT 分别为 $X_1(k)$、$X_2(k)$，N 大于序列 $x_1(n)$、$x_2(n)$ 的长度，则循环卷积 $x_1(n)$ Ⓝ $x_2(n)$ 的 N 点 DFT 为（ D ）。

A. $X_1(k)\cdot X_2(k)$　　B. $X_1(k)-X_2(k)$

C. $X_1(k)+X_2(k)$　　D. $X_1(k)$ Ⓝ $X_2(k)$

6、对于序列的傅立叶变换而言，其信号的特点是（ D ）。

A. 时域连续非周期，频域连续非周期　　B. 时域离散周

期，频域连续非周期　　D. 时域离散非

7、已知实连续信号 $x(t)$ 为 60Hz 的余弦信号，现用 $f_s = 120\text{Hz}$ 的采样频率对其进行采样，并利用 $N = 1024$ 点 DFT 分析该信号的频谱，则得到的频谱峰值出现在幅频特性曲线的（ D ）谱线附近。

A. $k=0$　　　　B. $k=60$

C. $k=120$　　　　D. $k=512$

8、$x_1(n)=R_{10}(n)$，$x_2(n)=R_7(n)$，用 DFT 计算二者的线性卷积，为使计算量尽可能的少，应使 DFT 的长度 N 满足（ B ）。

A. $N>16$　　B. $N=16$　　C. $N<16$　　D. $N\neq 16$

9、下列关于用脉冲响应不变法设计 IIR 滤波器的论述中正确的是（ B ）。

A. 无混频，线性频率关系　　　　B. 有混频，线性频率关系

C. 无混频，非线性频率关系　　　　D. 有混频，非线性频率关系

10、利用窗函数法设计 FIR 滤波器，为了减小通带内波动以及加大阻带衰减，可通过改变（ C ）有效实现。

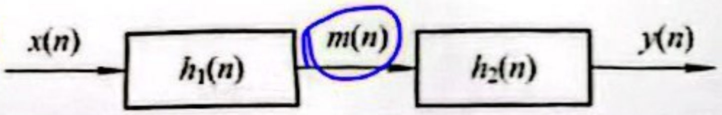
A. 主瓣宽度　　　　B. 过渡带宽度

C. 窗函数形状　　　　D. 滤波器阶数

三、计算题（共 30 分）

1、已知一系统由系统 $h_1(n)$ 与系统 $h_2(n)$ 级联而成，如图所示，设 $x(n)=u(n)$，$h_1(n)=\delta(n)-\delta(n-4)$，$h_2(n)=\delta(n-2)$，试求系统的输出 $y(n)$。（8 分）

$R_N(n)=u(n)-u(n-N)$



$m(n)=x(n)*h_1(n)$

$=u(n)*[\delta(n)-\delta(n-4)]$

$=u(n)-u(n-4)=R_4(n)$

$y(n)=m(n)*h_2(n)$

$=[u(n)-u(n-4)]*\delta(n-2)$

$=R_4(n)*\delta(n-2)$

$=R_4(n-2)$

2、已知序列 $x(n)=2^{-n}u(n)$，试求序列的 Z 变换及其收敛域。（7 分）

$x(n)=2^{-n}u(n)$

$X(z)=\sum_{n=-\infty}^{+\infty} x(n)z^{-n}$

$=\sum_{n=-\infty}^{+\infty} 2^{-n}u(n)z^{-n}$

$=\frac{1}{1-0.5z^{-1}} \quad |z|>0.5$

3、已知序列 $x(n)$ 的 Z 变换为 $X(z)=\frac{5z^{-1}}{1+z^{-1}-6z^{-2}}$，其收敛域为 $2<|z|<3$，试求序列 $x(n)$。（8 分）

$\frac{X(z)}{z}=\frac{5z}{z^2+z-6}z^{-1}=\frac{5}{z^2+z-6}=\frac{5}{(z-2)(z+3)}=\frac{A_1}{z-2}+\frac{A_2}{z+3}$

$A_1=\frac{5}{(z-2)(z+3)}(z-2)\Big|_{z=2}=1$

$A_2=\frac{5}{(z-2)(z+3)}(z+3)\Big|_{z=-3}=-1$

$\frac{X(z)}{z}=\frac{1}{z-2}-\frac{1}{z+3}$

$X(z)=\frac{1}{1-2z^{-1}}-\frac{1}{z+3z^{-1}}$

$x(n)=2^n u(n)-(-3)^n u(n)$

4、已知实序列 $x(n)$ 的 8 点 DFT 的前 5 个值为：30.0000、-2.5858 +j14.4853、-2.0000 +j2.0000、-5.4142 + j2.4853、-2.0000，求 $X(k)$ 的其余 3 点的值。（7 分）

$X(k)=X^*(N-k).\ k=0,1,2\cdots,N-1$

$X(0)=30.\ X(1)=-2.5858+j14.4853$

$X(2)=-2.0+j2.0 \quad X(3)=-5.4142+j2.4853 \quad X(4)=-2.00$

$N=8 \quad X(0)=X^*(8)$ (不取)

$X(1)=X^*(7)=-2.5858+j4.4853$

$X(4)=-2-j2$

$X(5)=-5.4142-j2.4853$

装

订

四、应用分析题（共 40 分）

1、对某线性因果二端口网络测试发现，其输入、输出关系满足：

$$y(n)=-0.8y(n-1)-0.15y(n-2)+x(n-1)$$

其中 $x(n)$、$y(n)$ 分别表示该网络的输入、输出。试分析如下问题：

(1) 求解该网络的系统函数 $H(z)$，并判定其稳定性；（7 分）

(2) 求解该网络的频率响应函数 $H(e^{j\omega})$；（5 分）

(1) $y(n)=-0.8y(n-1)-0.15y(n-2)+x(n-1)$

$Y(z)=-0.8Y(z)z^{-1}-0.5Y(z)z^{-2}+X(z)z^{-1}$

$Y(z)+0.8Y(z)z^{-1}+0.5Y(z)z^{-2}=X(z)z^{-1}$

$H(z)=\frac{Y(z)}{X(z)}=\frac{z^{-1}}{1+0.8z^{-1}+0.5z^{-2}}=\frac{1}{z+0.8+0.5z^{-1}}$. 稳定

(2) $H(e^{jw})=\frac{z^{-1}}{1+0.8z^{-1}+0.5z^{-2}}\Big|_{z=e^{jw}}$

$=\frac{e^{jw}}{1+0.8e^{-jw}+0.5e^{-jw}}$

2、用微处理机对实数序列作谱分析，要求谱分辨率 F≤100 Hz，信号最高频率为 1 kHz，试确定以下各参数：

(1) 最小记录时间 Tp min：（2 分）

(2) 最大取样间隔 Tmax：（2 分）

(3) 最少采样点数 Nmin：（2 分）

(4) 在频带宽度不变的情况下，使频率分辨率提高 1 倍的 N 值。（2 分）

(1) $T_p \geq \frac{1}{F} = \frac{1}{100} = 0.01s$ $\quad \therefore T_{pmin} = 0.01s$

(2) $F_s \geq 2f_c = 2kHz$

$T_{max} = \frac{1}{F_{smin}} = \frac{1}{2\times1000} = \frac{1}{2000} = 0.5ms$ $\quad \therefore T_{max} = 0.05ms$

(3) $N_{min} = \frac{2f_c}{F} = \frac{2\times1000}{100} = 20$

(4) 使用DFT的快速算法，希望N符合2的整数幂，为此选用N=512点，使频率分辨率提高一倍，即F=50Hz

3、采用巴特沃斯滤波器设计一个 IIR 低通数字滤波器，其中 3dB 截止频率 Ω_c =2rad/s，抽样频率 Ω_s =2 π rad/s。

（1）请写出二阶巴特沃斯低通滤波器的幅度平方函数表达式 $|H_a(j\Omega)|^2$ ；（2 分）

（2）由幅度平方函数 $|H_a(j\Omega)|^2$ 可求出，其 4 个极点分别为：$+\sqrt{2}\pm j\sqrt{2}$ 、$-\sqrt{2}\pm j\sqrt{2}$ ，试求稳定的二阶巴特沃兹低通滤波器系统函数 Ha(s) ；（4 分）

（3）试用双线性变换法将 Ha(s) 转换为相应的数字滤波器 H(z)。（4 分）

(1) $|H(j\Omega)|^2=\frac{1}{1+(\frac{\Omega}{\Omega_c})^2}$

(2) 选取左半平面极点作为 $H_a(s)$ 的根

$$H_a(s)=\frac{\Omega_c^2}{(s-s_1)(s-s_2)}=\frac{4}{(s+\sqrt{2}-j\sqrt{2})(s+\sqrt{2}+j\sqrt{2})}$$

$$=\frac{j\sqrt{2}}{s+\sqrt{2}+j\sqrt{2}}-\frac{j\sqrt{2}}{s+\sqrt{2}-j\sqrt{2}}$$

(3) $$H(z)=\frac{j\sqrt{2}}{1-e^{(-\sqrt{2}-j\sqrt{2})T}z^{-1}}-\frac{j\sqrt{2}}{1-e^{(-\sqrt{2}+j\sqrt{2})T}z^{-1}}$$

4、设计一 FIR 滤波器，所得系统函数为 $H(z)=0.5\times(0.9+0.85z^{-1}-0.85z^{-3}-0.9z^{-4})$

（1）求出该滤波器的单位脉冲响应 $h(n)$。（2 分）

（2）试判断该滤波器是否具有线性相位特点。（2 分）

（3）求出其幅频响应函数和相频响应函数。（6 分）

(1) $H(z)=0.5\times(0.9+0.85z^{-1}-0.85z^{-3}-0.9z^{-4})$

$H(z)=\sum_{n=0}^{N-1}h(n)z^{-n}=0.5\times(0.9+0.85z^{-1}-0.85z^{-3}-0.9z^{-4})$

单位脉冲响应：$h(n)=0.5(0.9+0.85-0.85-0.9)$

由 $h(n)$ 的取值可知 $h(n)$ 满足 $h(n)=-h(N-1-n)$. $N=4$

(2) 具有线性相位特点

(3) $H(e^{jw})=\sum_{n=0}^{N-1}h(n)e^{-jwn}$

$=0.5\times(0.9+0.85z^{jw}-0.85^{-3jw}-0.9z^{-4jw})$

$=e^{j(\frac{\pi}{2}-2jw)}(0.9\sin 2w+0.85\sin w)$.

$H(w)=0.9\sin 2w+0.85\sin w$

$\theta(w)=\frac{\pi}{2}-2w$.