一、填空题：（每个空格 1 分，共 20 分）

1.根据不同滤波器的滤波特性，经典数字滤波器可分为 低通、高通、带通、带阻 11 四种。

2.若序列 x(n)长度为 N，h(n)长度为 M，则 x(n)和 h(n)经线性卷积后长度为____N+M+1____。

3.模/数转换（ADC）的过程主要包括____采样_____和_____量化____两步。

4.序列 x(n)=sin(3π/5)的周期为____10____。

5.常用的 FIR 滤波器的设计方法有_____窗函数法____和____频率采样法____。

6.用 DFT 近似分析模拟信号的频谱时，可能出现的误差包括混叠现象，栅栏效应，截断效应 。

7.和 IIR 滤波器相比，FIR 滤波器最主要的优点有_____稳定__和______线性相位____。

8.实指数序列 x(n)=a^nu(n)(a 为实数)，当|a|__<1___时，x(n)为收敛序列；当|a|__>1___时，x(n)为发散序列。

9.在窗函数法设计 FIR 滤波器中，常见的窗函数有矩形窗_、_汉宁窗_、_哈明窗_。

二、选择题：（每小题 2 分，共 20 分）

1.若系统稳定，则系统函数 H(z)的所有极点均应满足_______C________

A.在单位圆外　B.在单位圆上　C.在单位圆内　D.都可以

2.若给定有限长序列 x(n)，则 x（5-n）是原序列经_______B________变换得到。

A.先右移 5 位再翻转　B.先翻转再右移 5 位

C.先左移 5 位后翻转　D.先翻转后左移 5 位

3. $\delta(n)$的 z 变换是______A_________

A. 1　B. $\delta(w)$　C. $2\pi\delta(w)$　D. 2π

4. 无限长脉冲响应（IIR）滤波器的结构是_____C__________

A.非递归　B.反馈　C.递归　D.不确定

5.用窗函数法设计 FIR 数字滤波器时，加矩形窗和加三角窗所设计出的滤波器，其过渡带更A______，阻带衰减更_______________

A.窄，小　B.宽，小　C.窄，大　D.宽，大

6.对于离散傅里叶变换（DFT），以下说法正确的是_______D________

A.时域为连续信号，频域也为连续信号　B.时域为连续信号，频域为离散序列

C.时域为离散信号，频域为连续信号　D.时域为离散信号，频域也为离散信号

7.下列滤波器的网络结构中哪种不属于 IIR 滤波器的基本结构_______D________

A.并联型　B.级联型　C.直接型　D.频率采样型

8.已知序列 Z 变换的收敛域|z|>1，则该序列为______B_________

A.左边序列　B.右边序列　C.双边序列　D.不确定

9.若序列的长度为 M，要能由频域采样信号 X（k）恢复原序列而不发生时域混叠，则频域采样点数 N 需满足的条件为_______A________

A.N≥M　B.N≤M　C.N≥M/2　D. N≤M/2

10. 以下关于巴特沃斯滤波器说法正确的是______A_________

A. 具有单调下降的幅频特性，过渡带最宽

B. 具有单调下降的幅频特性，过渡带最窄

C. 在通带具有等波纹幅频特性

D. 在阻带具有等波纹幅频特性

三、简答题：（每小题 5 分，共 15 分）

1. 简述第一类线性相位和第二类线性相位的定义以及对单位脉冲响应 h(n)的约束条件。

第一类线性相位又称严格线性相位，要求 h(n)关于求和区间中心(N-1)/2 偶对称，即 h(n) = h(N-1-N),0<=n<=N-1;

第二类线性相位即 θ(w)= θ0-tw, θ0 为初始相位，若要满足第二类线性相位，要求 h(n)关于求和区间中心(N-1)/2 寄对称，即 h(n) = -h(N-1-N),0<=n<=N-1;

2. 窗函数法设计 FIR 滤波器时产生的截断效应(吉布斯效应)如何引起？在通带、阻带、过渡带分别有何体现？有哪些措施可以降低截断效应？

截断效应又称为吉布斯效应，由于对无限长序列经窗函数进行截断所产生的误差，体现为：1、在理想特性 w=wc 附近形成过滤带

2、通带内产生波纹，阻带内产生余振

3、为了减小吉布斯效应，可以通过增大窗函数长度 N 控制过渡带的带宽，通过构造新的窗函数形状，使其谱函数的主瓣包含更多能量，相应旁瓣幅度越小，以减少带内波动以及增大阻带衰减。

3. 简述序列 x(n)的 Z 变换、序列的傅里叶变换(DTFT)、离散傅里叶变换（DFT）之间的关系。

序列 x(n)的 N 点 DFT 是 x(n)的 Z 变换在单位圆上的 N 点等间隔采样结果，是 x(n)的 DTFT 在区间[0，2π]上的 N 点等间隔采样。

四、计算题：（每题 10 分，共 20 分）

1. 已知 x1(n)={1,2,3,4},x2(n)={1,1,1}，试计算：

1）y1(n)=x1(n)*x2(n)（线性卷积）

1) $y_1(n) = x_1(n) * x_2(n)$

$$
\begin{array}{rrrrrr}
 & & 1 & 2 & 3 & 4 \\
 & & & 1 & 1 & 1 \\
\hline
 & & 1 & 2 & 3 & 4 \\
 & 1 & 2 & 3 & 4 & \\
1 & 2 & 3 & 4 & & \\
\hline
\underline{1} & 3 & 6 & 9 & 7 & 4
\end{array}
$$

$y_1(n) = \{\underline{1}, 3, 6, 9, 7, 4\}$

2）y2(n)=x1(n)⑥x2(n) (6 点循环卷积)

2) $y_2(n) = x_1(n)$ ⑥ $x_2(n)$

$$
\begin{bmatrix} y_2(0) \\ y_2(1) \\ y_2(2) \\ y_2(3) \\ y_2(4) \\ y_2(5) \end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix}
x_1(0) & x_1(5) & x_1(4) & x_1(3) & x_1(2) & x_1(1) \\
x_1(1) & x_1(0) & x_1(5) & x_1(4) & x_1(3) & x_1(2) \\
x_1(2) & x_1(1) & x_1(0) & x_1(5) & x_1(4) & x_1(3) \\
x_1(3) & x_1(2) & x_1(1) & x_1(0) & x_1(5) & x_1(4) \\
x_1(4) & x_1(3) & x_1(2) & x_1(1) & x_1(0) & x_1(5) \\
x_1(5) & x_1(4) & x_1(3) & x_1(2) & x_1(1) & x_1(0)
\end{bmatrix}
\begin{bmatrix} x_2(0) \\ x_2(1) \\ x_2(2) \\ x_2(3) \\ x_2(4) \\ x_2(5) \end{bmatrix}
$$

$$
= \begin{bmatrix}
1 & 0 & 0 & 4 & 3 & 2 \\
2 & 1 & 0 & 0 & 4 & 3 \\
3 & 2 & 1 & 0 & 0 & 4 \\
4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 \\
0 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\
0 & 0 & 4 & 3 & 2 & 1
\end{bmatrix}
\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}
= \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 6 \\ 9 \\ 7 \\ 4 \end{bmatrix}
$$

2.请用留数法或部分分式展开法求 $H(z)=\dfrac{7z^{-1}}{1+z^{-1}-12z^{-2}}$， $3<|z|<4$ 的反变换 h(n)。

2. $\dfrac{H(z)}{z}=\dfrac{7z^{-2}}{1+z^{-1}-12z^{-2}}=\dfrac{7}{z^2+z-12}=\dfrac{7}{(z-3)(z+4)}=\dfrac{A_1}{z-3}+\dfrac{A_2}{z+4}$

$A_1=Res\left[\dfrac{H(z)}{z},3\right]=\dfrac{H(z)}{z}(z-3)\Big|_{z=3}=\dfrac{7}{z+4}\Big|_{z=3}=1$

$A_2=Res\left[\dfrac{H(z)}{z},-4\right]=\dfrac{H(z)}{z}(z+4)\Big|_{z=-4}=\dfrac{7}{z-3}\Big|_{z=-4}=-1$

$\dfrac{H(z)}{z}=\dfrac{1}{z-3}-\dfrac{1}{z+4}$ $\quad H(z)=\dfrac{1}{1-3z^{-1}}-\dfrac{1}{1+4z^{-1}}$

由于 $3<|z|<4$. 则 $h(n)=3^n u(n)+(-4)^n u(-n-1)$

五、（10 分）已知模拟滤波器的系统函数 $H(s)=\dfrac{2s+3}{s^2+5s+6}$ ，试采用双线性变换法将其转换成数字滤波器，并画出系统对应的直接型网络结构图（采样频率 fs=0.5Hz）。

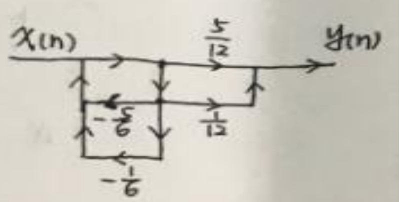
$H(s)=\dfrac{2s+3}{s^2+5s+6}$ ， $T=1/f_s=2$

$H(z)=H(s)\Big|_{s=\frac{2}{T}\cdot\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}}$

$=\dfrac{2\cdot\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}+3}{\left(\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}\right)^2+5\cdot\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}+6}$

$=\dfrac{\frac{5}{12}+\frac{1}{12}z^{-1}}{1+\frac{5}{6}z^{-1}+\frac{1}{6}z^{-2}}$

直接型.



六、（15 分）假定有一用于频谱分析的 FFT 处理器，其采样点数必须为 2 的整数次幂，现要求谱分辨率 F≤10Hz，信号最高频率 f_{max}=1 kHz，试计算：1）最小记录时间 T_{pmin}；2）最大采样间隔 T_{max}；3）最少的采样点数 N_{min}。

1). $T_{pmin}=\dfrac{1}{F}=0.1\,S.$

2) $T_{max}=\dfrac{1}{F_{smin}}=\dfrac{1}{2f_{max}}=0.5\times10^{-3}\,S$

3) $N_{min}=\dfrac{2f_{max}}{F}=200$

由于 FFT 中采样点数必须为 2 的整数次幂.

∴ N_{min} 取 256.