一、填空题 [16 分，每题两分]

1、序列 x(n)为 N=6 点的实有限长序列，具体为 x(n)={1,2,4,3,0,5}，则其离散傅里叶变换 X(k) 的对应的值 X(0)=___15___；X(3)=___-5___。

2、假设 X(k)是 x(n)的 7 点 DFT，Y(k)=W_7^{4k}X(k)。不计算 Y(k)，则 7 点序列 y(n)=___$x(n-4)$___。

3、FFT 直接计算中，可利用序列W_N^{4k}的___周期性___和___可约性___(填两项性质)优化设计后减少计算量。

5、无限冲激响应 IIR 滤波器的系统函数为$\frac{1}{1-0.9z^{-1}}$，试判断滤波器的类型(低通、高通、带通、带阻)为___低通___滤波器。

$z=0.9$

6、有限冲激响应 FIR 滤波器的系统函数 H(z)=$\frac{1-z^{-1}}{2}$，试判断滤波器的类型(低通、高通、带通、带阻)为___高通___滤波器。

7、常用的、可采用闭式解得到的连续时间模拟滤波器包括___巴特沃斯，切比雪夫I型___(至少写出两种)，可以用于数字滤波器的设计。

8、设计 FIR 滤波器最常用的方法是采用窗函数法，实际设计中常用的窗函数包括___矩形窗，布莱克曼窗___。(至少写出两种)。

二、简答、计算题 [18 分]

1、简述有限冲激响应与无限冲激响应两种滤波器的各自的优缺点?

FIR：优点：线性相位；极点全在原点，稳定；非递归，无反馈，误差小　缺点：难算；阶数高。

IIR：优点：可用模拟滤波器的结果得到；幅频特性好　缺点：无快速算法；非线性相位，需用全通网络补偿校正

2、将模拟率滤波器 H(s)=1/(s+2)(s+1)，分别用脉冲响应不变法与双线性变化法将其转化为数字滤波器，分别写出 H(z)以及对应设计步骤。

脉冲响应不变法：极点：-2，-1

$$H(s)=\frac{-1}{s+2}+\frac{1}{s+1}\qquad H(z)=\frac{-1}{1+e^{-2T}z^{-1}}+\frac{1}{1+e^{-T}z^{-1}}$$

双线性变换法：

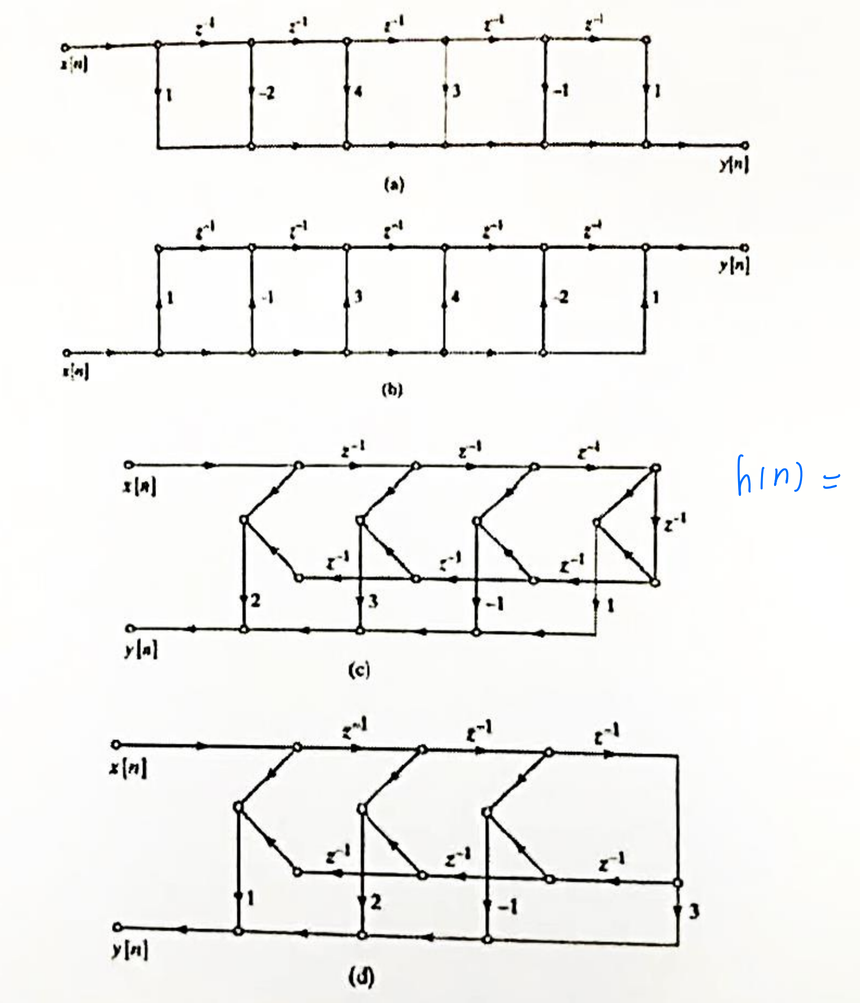
$$s=c\cdot\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}},\quad c=\frac{2}{T}$$

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

3、简述脉冲响应不变法、双线性不变法由模拟滤波器设计数字滤波器的优缺点。

	脉冲响应不变法	双线性变换法
优点	完全模拟单位抽样响应，时域逼近良好；频率线性	避免混叠，单值
缺点	混叠，非单值	除0频率附近外非线性

三、计算、简答题［10 分］



$h(n) = h(N-1-n)$

1、写出题目三图所示各系统的单位冲激响应。

(a): $H(z) = 1 - 2z^{-1} + 4z^{-2} + 3z^{-3} - z^{-4} + z^{-5}$

(b): $H(z) = 1 - 2z^{-1} + 4z^{-2} + 3z^{-3} - z^{-4} + z^{-5}$

(c): $H(z) = (1+z^{-7})\times 2 + (z^{-1}+z^{-6})\times 3 + (z^{-2}+z^{-5})\times(-1) + (z^{-3}+z^{-4})$

(d): $H(z) = (1+z^{-6})\times 1 + (z^{-1}+z^{-5})\times 2 + (z^{-2}+z^{-4})\times(-1) + 3z^{-3}$

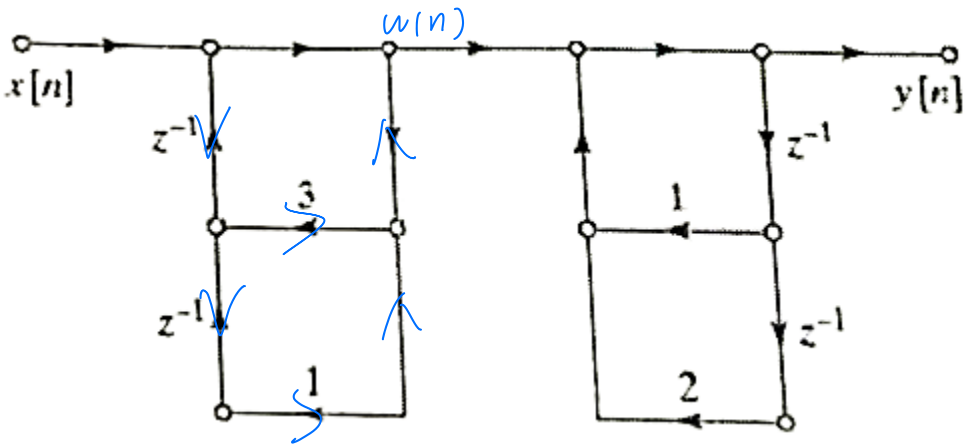
2、请指出四个系统中哪些系统是线性相位的离散时间系统？

(c)、(d)

四、计算作图题 [10 分]

？箭头方向

线性时不变系统如下图所示的流图实现。



1、写出该信号流图对应的差分方程。

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

2、该系统的系统函数是什么?

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

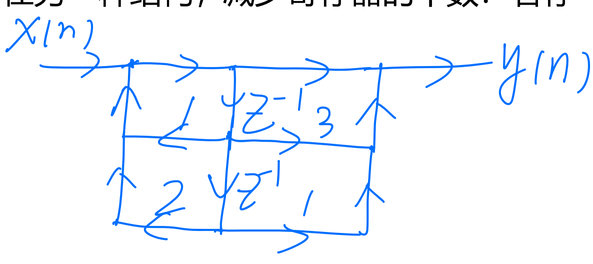
3、在上图的实现中，计算每个输出样本需要多少次实数乘法与实数加法。(假设输入 x(n)为实数，且乘以 1 不计算在乘法总次数)

实乘：2

实加：3

4、图中的实现包括几个寄存器（延迟单元)？是否存在另一种结构，减少寄存器的个数？若存在，画出其流图；若不存在,请解释为什么不能减少。

2个延迟单元；存在



直接Ⅱ型

五、计算题 [22 分]

$x(n)=\{1,0,-1,0\}$ $h(n)=\{1,2,4,8\}$

有两个 4 点的序列 x(n)和 h(n)，其表达式为 $x(n)=\cos(\frac{\Pi n}{2})$，n=0,1,2,3；$h(n)=2^n$，n=0,1,2,3。

1、计算 4 点的 DFT，X(k)= DFT ((n))；

$$X(k)=\sum_{n=0}^{3} x(n)W_4^{nk}=\{0,2,0,2\}$$

2、计算 4 点的 DFT，H(k) = DFT(h(n))；

$$H(k)=\sum_{n=0}^{3} h(n)W_4^{nk}=\{15,-3+6j,-5,-3-6j\}$$

3、计算 4 点的循环卷积，y(n)=x(n) ④h (n)；

$$y(n)=\begin{bmatrix}1&0&-1&0\\0&1&0&-1\\-1&0&1&0\\0&-1&0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\2\\4\\8\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}-3\\-6\\3\\6\end{bmatrix}$$

$\therefore y(n)=\{-3,-6,3,6\}$

4、计算两个序列的线性卷积 y(n)=x(n)*h(n)；

$y(n)=\{1,2,3,6,-4,-8,0\}$

5、利用 DFT 计算两个序列的线性卷积；

$4+4-1=7$

$$y(n)=\begin{bmatrix}1&0&0&0&0&-1&0\\0&1&0&0&0&0&-1\\-1&0&1&0&0&0&0\\0&-1&0&1&0&0&0\\0&0&-1&0&1&0&0\\0&0&0&-1&0&1&0\\0&0&0&0&-1&0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\2\\4\\8\\0\\0\\0\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}1\\2\\3\\6\\-4\\-8\\0\end{bmatrix}$$

6、利用 DFT 计算两个序列的循环卷积；

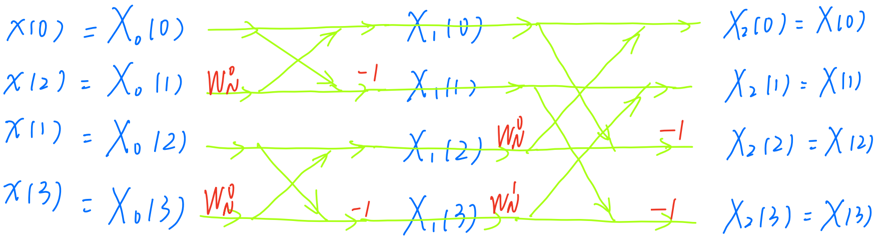
几点？

7、满足什么条件者两个序列的循环卷积与线性卷积是相同的？

$L\geq M+N-1$

六、画图计算题 [24 分]

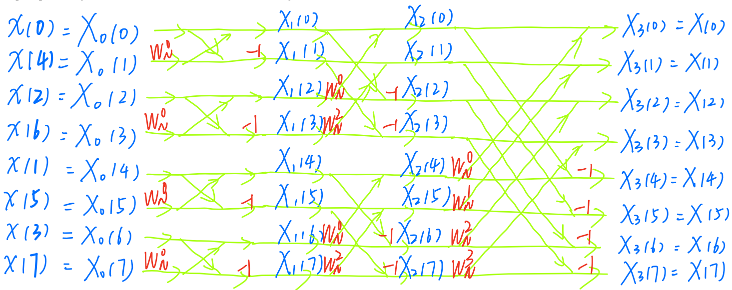
1、画出 N=4 基 2 时间抽取的 FFT 的流图，并利用该流图计算 4 点的离散序列 x(n)= {1,1,1,1}，n=0,1,2,3 的 DFT。



$$X(k)=\{4,0,0,0\}$$

2、画出 N=8 基 2 时间抽取的 FFT 的流图，并利用该流图计算 8 点的离散序列 x(n)={1,1,1,1,0,0,0,0}，n=0,1,2,3,4,5,6,7 的 DFT。

$$X(k)=\{4,\ 1-(\sqrt{2}+1)j,\ 0,\ 1+(1-\sqrt{2})j,\ 0,\ 1+(\sqrt{2}-1)j,\ 0,\ 1+(1+\sqrt{2})j\}$$



3、利用上面画出的 N=8 基 2 时间抽取的 FFT 的流图计算 8 点的离散序列 x(n)={1,0,1,0,1,0,1,0}，n=0,1,2,3,4,5,6,7 的 DFT。

$$X(k)=\{4,0,0,0,4,0,0,0\}$$

4、计算 x(n)= {1,1,1,1}，n=0,1,2,3 的离散时间傅里叶变换（DTFT）。

$$X(e^{jw}) = \sum_{n=0}^{3} x(n)e^{-jwn} = \sum_{n=0}^{3} e^{-jwn} = \frac{1-e^{-j4w}}{1-e^{-jw}} = e^{-j\frac{3}{2}w}\frac{\sin(2w)}{\sin(\frac{1}{2}w)}$$

5、试对比说明上述 1-4 题的物理意义以及关系。

4是连续谱

1~3是对谱进行采样

N越大，采样点越密