

一. 填空题

- 1、一线性时不变系统,输入为 $x(n)$ 时,输出为 $y(n)$; 则输入为 $2x(n)$ 时,输出为 $2y(n)$; 输入为 $x(n-3)$ 时,输出为 $y(n-3)$ 。
- 2、从奈奎斯特采样定理得出,要使实信号采样后能够不失真还原,采样频率 f_s 与信号最高频率 f_{\max} 关系为: $f_s \geq 2f_{\max}$ 。
- 3、已知一个长度为 N 的序列 $x(n)$, 它的离散时间傅立叶变换为 $X(e^{j\omega})$, 它的 N 点离散傅立叶变换 $X(K)$ 是关于 $X(e^{j\omega})$ 的 N 点等间隔 采样。
- 4、有限长序列 $x(n)$ 的 8 点 DFT 为 $X(K)$, 则 $X(K) =$ 。
- 5、用脉冲响应不变法进行 IIR 数字滤波器的设计, 它的主要缺点是频谱的 交叠 所产生的 现象。
- 6、若数字滤波器的单位脉冲响应 $h(n)$ 是奇对称的, 长度为 N , 则它的对称中心是 $(N-1)/2$ 。
- 7、用窗函数法设计 FIR 数字滤波器时, 加矩形窗比加三角窗时, 所设计出的滤波器的过渡带比较 窄, 阻带衰减比较 小。
- 8、无限长单位冲激响应 (IIR) 滤波器的结构上有反馈环路, 因此是 递归 型结构。
- 9、若正弦序列 $x(n) = \sin(30n\pi/120)$ 是周期的, 则周期是 $N =$ 8。
- 10、用窗函数法设计 FIR 数字滤波器时, 过渡带的宽度不但与窗的 类型 有关, 还与窗的 采样点数 有关。
- 11、DFT 与 DFS 有密切关系, 因为有限长序列可以看成周期序列的 主值区间截断, 而周期序列可以看成有限长序列的 周期延拓。
- 12、对长度为 N 的序列 $x(n)$ 圆周移位 m 位得到的序列用 $x_m(n)$ 表示, 其数学表达式为 $x_m(n) =$ $x((n-m))_N R_N(n)$ 。
- 13、对按时间抽取的基 2-FFT 流图进行转置, 并 将输入变输出, 输出变输入 即可得到按频率抽取的基 2-FFT 流图。
- 14、线性移不变系统的性质有 交换率、结合率 和分配律。
- 15、用 DFT 近似分析模拟信号的频谱时, 可能出现的问题有混叠失真、泄漏、栅栏效应 和频率分辨率。
- 16、无限长单位冲激响应滤波器的基本结构有直接 I 型, 直接 II 型, 串联型 和 并联型 四种。
- 17、如果通用计算机的速度为平均每次复数乘需要 $5\mu s$, 每次复数加需要 $1\mu s$, 则在此计算机上计算 2^{10} 点的基 2 FFT 需要 10 级蝶形运算, 总的运算时间是 μs 。

二. 选择填空题

- 1、 $\delta(n)$ 的 z 变换是 A。

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

2、从奈奎斯特采样定理得出, 要使实信号采样后能够不失真还原, 采样频率 f_s 与信号最高频率 f_{\max} 关系为: A。

A. $f_s \geq 2f_{\max}$ B. $f_s \leq 2f_{\max}$ C. $f_s \geq f_{\max}$ D. $f_s \leq f_{\max}$

3、用双线性变法进行 IIR 数字滤波器的设计, 从 s 平面向 z 平面转换的关系为 $s =$ C。

A. $z = \frac{1+z^{-1}}{1-z^{-1}}$ B. $z = \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}s$ C. $z = \frac{2}{T} \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$ D. $z = \frac{2}{T} \frac{1+z^{-1}}{1-z^{-1}}$

4、序列 $x_1(n)$ 的长度为 4, 序列 $x_2(n)$ 的长度为 3, 则它们线性卷积的长度是____, 5 点圆周卷积的长度是 B。

A. 5, 5 B. 6, 5 C. 6, 6 D. 7, 5

5、无限长单位冲激响应 (IIR) 滤波器的结构是 C 型的。

A. 非递归 B. 反馈 C. 递归 D. 不确定

6、若数字滤波器的单位脉冲响应 $h(n)$ 是对称的, 长度为 N , 则它的对称中心是 B。

A. $N/2$ B. $(N-1)/2$ C. $(N/2)-1$ D. 不确定

7、若正弦序列 $x(n) = \sin(30n\pi/120)$ 是周期的, 则周期是 $N =$ D。

A. 2π B. 4π C. 2 D. 8

8、一 LTI 系统, 输入为 $x(n]$ 时, 输出为 $y(n]$; 则输入为 $2x(n]$ 时, 输出为 _____; 输入为 $x(n-3)$ 时, 输出为 A。

A. $2y(n), y(n-3)$ B. $2y(n), y(n+3)$ C. $y(n), y(n-3)$

D. $y(n), y(n+3)$

9、用窗函数法设计 FIR 数字滤波器时, 加矩形窗时所设计出的滤波器, 其过渡带比加三角窗时_____, 阻带衰减比加三角窗时 A。

A. 窄, 小 B. 宽, 小 C. 宽, 大 D. 窄, 大

10、在 $N=32$ 的基 2 时间抽取法 FFT 运算流图中, 从 $x(n)$ 到 $X(k)$ 需 B 级蝶形运算过程。

A. 4 B. 5 C. 6 D. 3

11. $X(n)=u(n)$ 的偶对称部分为 (A)。

A. $1/2 + \delta(n)/2$ B. $1 + \delta(n)$ C. $2\delta(n)$ D. $u(n) - \delta(n)$

12. 下列关系正确的为 (B)。

A. $u(n) = \sum_{k=0}^n \delta(n-k)$ B. $u(n) = \sum_{k=0}^{\infty} \delta(n-k)$

$$C. \quad u(n) = \sum_{k=-\infty}^n \delta(n-k) \quad D. \quad u(n) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(n-k)$$

13. 下面描述中最适合离散傅立叶变换 DFT 的是 (B)

- A. 时域为离散序列, 频域也为离散序列
- B. 时域为离散有限长序列, 频域也为离散有限长序列
- C. 时域为离散无限长序列, 频域为连续周期信号
- D. 时域为离散周期序列, 频域也为离散周期序列

14. 脉冲响应不变法 (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

15. 双线性变换法 (C)

- 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

16. 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
- C. 时域离散非周期, 频域连续非周期
- D. 时域离散非周期, 频域连续周期

17. 设系统的单位抽样响应为 $h(n)$, 则系统因果的充要条件为 (C)

- A. 当 $n > 0$ 时, $h(n) = 0$
- B. 当 $n > 0$ 时, $h(n) \neq 0$
- C. 当 $n < 0$ 时, $h(n) = 0$
- D. 当 $n < 0$ 时, $h(n) \neq 0$

18. 若一模拟信号为带限, 且对其抽样满足奈奎斯特条件, 则只要将抽样信号通过 (A) 即可完全不失真恢复原信号。

- 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

19. 若一线性移不变系统当输入为 $x(n) = \delta(n)$ 时输出为 $y(n) = R_3(n)$, 则当输入为 $u(n) - u(n-2)$ 时输出为 (C)。

- A. $R_3(n)$
- B. $R_2(n)$
- C. $R_3(n) + R_3(n-1)$
- D. $R_2(n) + R_2(n-1)$

20. 下列哪一个单位抽样响应所表示的系统不是因果系统? (D)

- A. $h(n) = \delta(n)$
- B. $h(n) = u(n)$
- C. $h(n) = u(n) - u(n-1)$
- D. $h(n) = u(n) - u(n+1)$

21. 一个线性移不变系统稳定的充分必要条件是系统函数的收敛域包括 (A)。

- A. 单位圆
- B. 原点

C.实轴 D.虚轴

22.已知序列 Z 变换的收敛域为 $|z| < 1$ ，则该序列为(C)。

- A.有限长序列 B.无限长右边序列
C.无限长左边序列 D.无限长双边序列

23.实序列的傅里叶变换必是(A)。

- A.共轭对称函数 B.共轭反对称函数
C.奇函数 D.偶函数

24.若序列的长度为 M ，要能够由频域抽样信号 $X(k)$ 恢复原序列，而不发生时域混叠现象，则频域抽样点数 N 需满足的条件是(A)。

- A. $N \geq M$ B. $N \leq M$
C. $N \leq 2M$ D. $N \geq 2M$

25.用按时间抽取 FFT 计算 N 点 DFT 所需的复数乘法次数与(D)成正比。

- A. N B. N^2
C. N^3 D. $N \log_2 N$

26.以下对双线性变换的描述中不正确的是(D)。

- A.双线性变换是一种非线性变换
B.双线性变换可以用来进行数字频率与模拟频率间的变换
C.双线性变换把 s 平面的左半平面单值映射到 z 平面的单位圆内
D.以上说法都不对

27.以下对 FIR 和 IIR 滤波器特性的论述中不正确的是(A)。

- A.FIR 滤波器主要采用递归结构
B.IIR 滤波器不易做到线性相位
C.FIR 滤波器总是稳定的
D.IIR 滤波器主要用来设计规格化的频率特性为分段常数的标准滤波器

28.设系统的单位抽样响应为 $h(n) = \delta(n-1) + \delta(n+1)$ ，其频率响应为(A)

- A. $H(e^{j\omega}) = 2\cos \omega$ B. $H(e^{j\omega}) = 2\sin \omega$ C. $H(e^{j\omega}) = \cos \omega$ D. $H(e^{j\omega}) = \sin \omega$

29.若 $x(n)$ 为实序列， $X(e^{j\omega})$ 是其离散时间傅立叶变换，则(C)

- A. $X(e^{j\omega})$ 的幅度合幅角都是 ω 的偶函数
B. $X(e^{j\omega})$ 的幅度是 ω 的奇函数，幅角是 ω 的偶函数
C. $X(e^{j\omega})$ 的幅度是 ω 的偶函数，幅角是 ω 的奇函数
D. $X(e^{j\omega})$ 的幅度合幅角都是 ω 的奇函数

30.计算两个 N_1 点和 N_2 点序列的线性卷积，其中 $N_1 > N_2$ ，至少要做(B)点的 DFT。

- A. N_1 B. $N_1 + N_2 - 1$ C. $N_1 + N_2 + 1$ D. N_2
31. $y(n) + 0.3y(n-1) = x(n)$ 与 $y(n) = -0.2x(n) + x(n-1)$ 是 (C)。
A. 均为 IIR B. 均为 FIR C. 前者 IIR, 后者 FIR D. 前者 FIR, 后者 IIR

三. 判断题

- 1、在 IIR 数字滤波器的设计中, 用脉冲响应不变法设计时, 从模拟角频率向数字角频率转换时, 转换关系是线性的。(☒)
- 2、在时域对连续信号进行抽样, 在频域中, 所得频谱是原信号频谱的周期延拓。(☒)
- 3、 $x(n) = \cos(\omega_0 n)$ 所代表的序列一定是周期的。(☒)
- 4、 $y(n) = x^2(n) + 3$ 所代表的系统是时不变系统。(☒)
- 5、用窗函数法设计 FIR 数字滤波器时, 改变窗函数的类型可以改变过渡带的宽度。(☒)
- 6、有限长序列的 N 点 DFT 相当于该序列的 z 变换在单位圆上的 N 点等间隔取样。(☒)
- 7、一个线性时不变离散系统是因果系统的充分必要条件是: 系统函数 $H(Z)$ 的极点在单位圆内。(☒)
- 8、有限长序列的数字滤波器都具有严格的线性相位特性。(☒)
- 9、 $x(n), y(n)$ 的线性卷积的长度是 $x(n), y(n)$ 的各自长度之和。(☒)
- 10、用窗函数法进行 FIR 数字滤波器设计时, 加窗会造成吉布斯效应。(☒)
- 11、用频率抽样法设计 FIR 数字滤波器时,
- 12、在 IIR 数字滤波器的设计中, 用双线性变换法设计时, 从模拟角频率向数字角频率转换时, 转换关系是线性的。(☒)
- 13、在频域中对频谱进行抽样, 在时域中, 所得抽样频谱所对应的序列是原序列的周期延拓。(☒)
- 14、有限长序列 $h(n)$ 满足奇、偶对称条件时, 则滤波器具有严格的线性相位特性。(☒)
- 15、 $y(n) = \cos[x(n)]$ 所代表的系统是线性系统。(☒)
- 16、 $x(n), y(n)$ 的循环卷积的长度与 $x(n), y(n)$ 的长度有关; $x(n), y(n)$ 的线性卷积的长度与 $x(n), y(n)$ 的长度无关。(☒)
- 17、在 $N=8$ 的时间抽取法 FFT 运算流图中, 从 $x(n)$ 到 $x(k)$ 需 3 级蝶形运算过程。(☒)
- 18、用频率抽样法设计 FIR 数字滤波器时, 基本思想是对理想数字滤波器的频谱作抽样, 以此获得实际设计出的滤波器频谱的离散值。(☒)
- 19、用窗函数法设计 FIR 数字滤波器和用频率抽样法设计 FIR 数字滤波器的不同之处在于前者在时域中进行, 后者在频域中进行。(☒)
- 20、用窗函数法设计 FIR 数字滤波器时, 加大窗函数的长度可以减少过渡带的宽度, 改变窗函数的种类可以改变阻带衰减。(☒)

- 21、一个线性时不变的离散系统，它是因果系统的充分必要条件是：系统函数 $H(Z)$ 的极点在单位圆外。(×)
- 22、一个线性时不变的离散系统，它是稳定系统的充分必要条件是：系统函数 $H(Z)$ 的极点在单位圆内。(√)
23. 对正弦信号进行采样得到的正弦序列必定是周期序列。(×)
24. 常系数差分方程表示的系统必为线性移不变系统。(×)
25. 序列的傅里叶变换是周期函数。(√)
26. 因果稳定系统的系统函数的极点可能在单位圆外。(×)
27. FIR 滤波器较之 IIR 滤波器的最大优点是可以方便地实现线性相位。(√)
28. 用矩形窗设计 FIR 滤波器，增加长度 N 可改善通带波动和阻带衰减。(×)
29. 采样频率 $f_s=5000\text{Hz}$ ，DFT 的长度为 2000，其谱线间隔为 2.5Hz。(√)

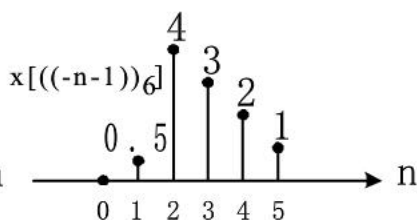
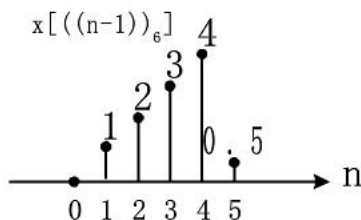
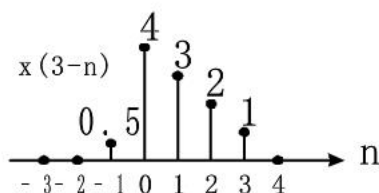
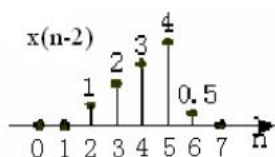
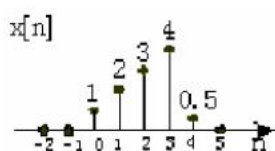
三、计算题

一、设序列 $x(n]=\{4, 3, 2, 1\}$ ，另一序列 $h(n)=\{1, 1, 1, 1\}$ ， $n=0,1,2,3$

- (1) 试求线性卷积 $y(n)=x(n)*h(n)$
- (2) 试求 6 点循环卷积。
- (3) 试求 8 点循环卷积。

二. 数字序列 $x(n]$ 如图所示. 画出下列每个序列时域序列:

- (1) $x(n-2]$;
- (2) $x(3-n]$;
- (3) $x[((n-1))_6]$, $(0 \leq n \leq 5)$;
- (4) $x[((-n-1))_6]$, $(0 \leq n \leq 5)$;

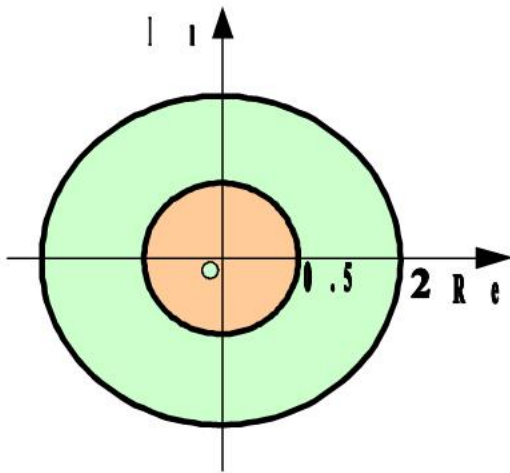


三. 已知一稳定的LTI 系统的 $H(z)$ 为

$$H(z) = \frac{2(1 - z^{-1})}{(1 - 0.5z^{-1})(1 - 2z^{-1})}$$

试确定该系统 $H(z)$ 的收敛域和脉冲响应 $h[n]$ 。

解:



系统有两个极点，其收敛域可能有三种形式， $|z| < 0.5$, $0.5 < |z| < 2$, $|z| > 2$

因为稳定，收敛域应包含单位圆，则系统收敛域为： $0.5 < |z| < 2$

$$H(z) = \frac{2(1 - z^{-1})}{(1 - 0.5z^{-1})(1 - 2z^{-1})} = \frac{4/3}{1 - 0.5z^{-1}} - \frac{2/3}{1 - 2z^{-1}}$$

$$h(n) = \frac{4}{3} (0.5)^n u(n) + \frac{2}{3} 2^n u(-n - 1)$$

四. 设 $x(n)$ 是一个10点的有限序列

$x(n) = \{2, 3, 1, 4, -3, -1, 1, 1, 0, 6\}$ ，不计算DFT，试确定下列表达式的值。

(1) $X(0)$, (2) $X(5)$, (3) $\sum_{k=0}^9 X(k)$, (4) $\sum_{k=0}^9 e^{-j2\pi k/5} X(k)$

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] W_N^{kn}$$

$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X[k] W_N^{-kn}$$

解: (1) $W_N^0 = 1$ $X[0] = \sum_{n=0}^9 x[n] = 14$

(2)

$$W_{10}^{5n} = \begin{cases} 1 & n = \text{偶数} \\ -1 & n = \text{奇数} \end{cases} \quad X[5] = \sum_{\substack{n=0 \\ n=\text{偶}}}^8 x[n] - \sum_{\substack{n=1 \\ n=\text{奇}}}^9 x[n] = -12$$

(3) $x[0] = \frac{1}{10} \sum_{k=0}^9 X[k]$ $\sum_{k=0}^9 X[k] = 10 * x[0] = 20$

$$(4) \quad x[((n-m))_N] \Leftrightarrow e^{-j(2\pi k/N)m} X[k]$$

$$x[((10-2))_{10}] = \frac{1}{10} \sum_{k=0}^9 e^{-j(2\pi k/10)2} X[k]$$

$$\sum_{k=0}^9 e^{-j(2\pi k/10)2} X[k] = 10 * x[8] = 0$$

五. $x(n)$ 和 $h(n)$ 是如下给定的有限序列

$$x(n) = \{5, 2, 4, -1, 2\}, \quad h(n) = \{-3, 2, -1\}$$

(1) 计算 $x(n)$ 和 $h(n)$ 的线性卷积 $y(n) = x(n) * h(n)$;

(2) 计算 $x(n)$ 和 $h(n)$ 的6点循环卷积 $y_1(n) = x(n) \textcircled{*} h(n)$;

(3) 计算 $x(n)$ 和 $h(n)$ 的8点循环卷积 $y_2(n) = x(n) \textcircled{*} h(n)$;

比较以上结果, 有何结论?

解: (1)

$$\begin{array}{r} 5 \quad 2 \quad 4 \quad -1 \quad 2 \\ \quad \quad -3 \quad 2 \quad 1 \\ \hline 5 \quad 2 \quad 4 \quad -1 \quad 2 \\ 10 \quad 4 \quad 8 \quad -2 \quad 4 \\ -15 \quad -6 \quad -12 \quad 3 \quad -6 \\ \hline -15 \quad 4 \quad -3 \quad 13 \quad -4 \quad 3 \quad 2 \end{array}$$

$$y(n) = x(n) * h(n) = \{-15, 4, -3, 13, -4, 3, 2\}$$

(2)

$$\begin{array}{r} 5 \quad 2 \quad 4 \quad -1 \quad 2 \\ \quad \quad -3 \quad 2 \quad 1 \\ \hline 5 \quad 2 \quad 4 \quad -1 \quad 2 \\ 10 \quad 4 \quad 8 \quad -2 \quad 4 \\ -15 \quad -6 \quad -12 \quad 3 \quad -6 \\ \hline -15 \quad 4 \quad -3 \quad 13 \quad -4 \quad 3 \quad 2 \\ 2 \\ \hline -13 \quad 4 \quad -3 \quad 13 \quad -4 \quad 3 \quad 2 \end{array}$$

$$y_1(n) = x(n) \textcircled{*} h(n) = \{-13, 4, -3, 13, -4, 3\}$$

(3) 因为 $8 > (5+3-1)$,

$$\text{所以 } y_3(n) = x(n) \textcircled{*} h(n) = \{-15, 4, -3, 13, -4, 3, 2, 0\}$$

$y_3(n)$ 与 $y(n)$ 非零部分相同。

六. 用窗函数设计 FIR 滤波器时, 滤波器频谱波动由什么决定 _____, 滤波器频谱过渡

带由什么决定_____。

解：窗函数旁瓣的波动大小，窗函数主瓣的宽度

七. 一个因果线性时不变离散系统，其输入为 $x[n]$ 、输出为 $y[n]$ ，系统的差分方程如下：

$$y(n) - 0.16y(n-2) = 0.25x(n-2) + x(n)$$

(1) 求系统的系统函数 $H(z) = Y(z)/X(z)$ ；

(2) 系统稳定吗？

(3) 画出系统直接型 II 的信号流图；

(4) 画出系统幅频特性。

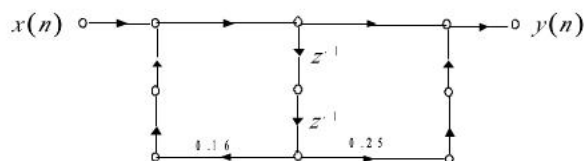
解：(1) 方程两边同求 Z 变换：

$$Y(z) - 0.16z^{-2}Y(z) = 0.25z^{-2}X(z) + X(z)$$

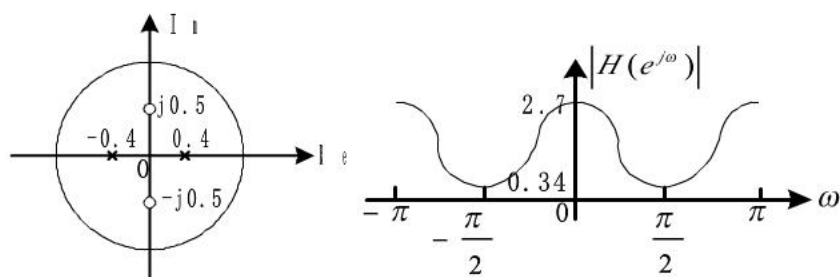
$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1 + 0.25z^{-2}}{1 - 0.16z^{-2}}$$

(2) 系统的极点为：0.4 和 -0.4，在单位圆内，故系统稳定。

(3)



(4)



八. 如果需要设计 FIR 低通数字滤波器，其性能要求如下：

(1) 阻带的衰减大于 35dB,

(2) 过渡带宽度小于 $\pi/6$.

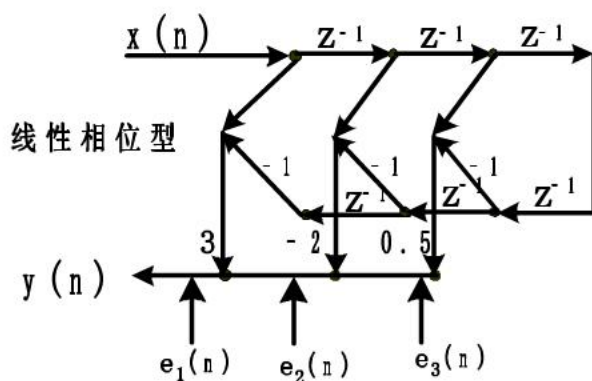
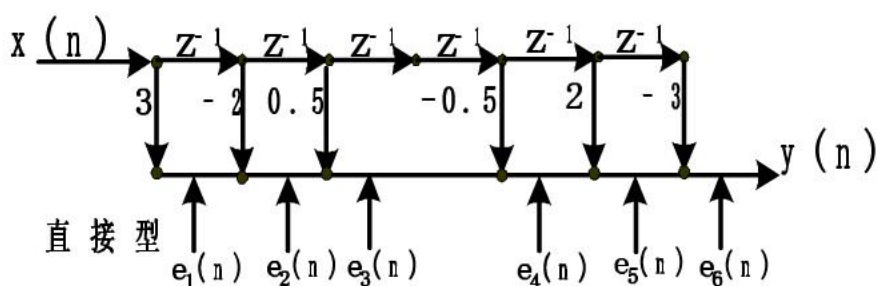
请选择满足上述条件的窗函数，并确定滤波器 $h(n)$ 最小长度 N

窗函数	主瓣宽度	过渡带宽	旁瓣峰值衰减 (dB)	阻带最小衰减 (dB)
矩形			-13	-21
汉宁			-31	-44
汉明			-41	-53
布莱克曼			-57	-74

解：根据上表，我们应该选择汉宁窗函数，

$$\frac{8\pi}{N} \leq \frac{\pi}{6} \quad N \geq 48$$

十. 已知 FIR DF 的系统函数为 $H(z)=3-2z^{-1}+0.5z^{-2}-0.5z^{-4}+2z^{-5}-3z^{-6}$, 试分别画出直接型、线性相位结构量化误差模型。



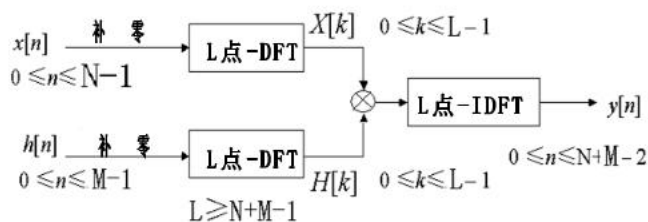
十一. 两个有限长的复序列 $x[n]$ 和 $h[n]$, 其长度分别为 N 和 M , 设两序列的线性卷积为 $y[n]=x[n]*h[n]$, 回答下列问题: .

- (1) 序列 $y[n]$ 的有效长度为多长?
- (2) 如果我们直接利用卷积公式计算 $y[n]$, 那么计算全部有效 $y[n]$ 的需要多少次复数乘法?
- (3) 现用 FFT 来计算 $y[n]$, 说明实现的原理, 并给出实现时所需满足的条件, 画出实现的方框图, 计算该方法实现时所需要的复数乘法计算量。

解：(1) 序列 $y[n]$ 的有效长度为: $N+M-1$;

(2) 直接利用卷积公式计算 $y[n]$ ，需要 MN 次复数乘法

(3)

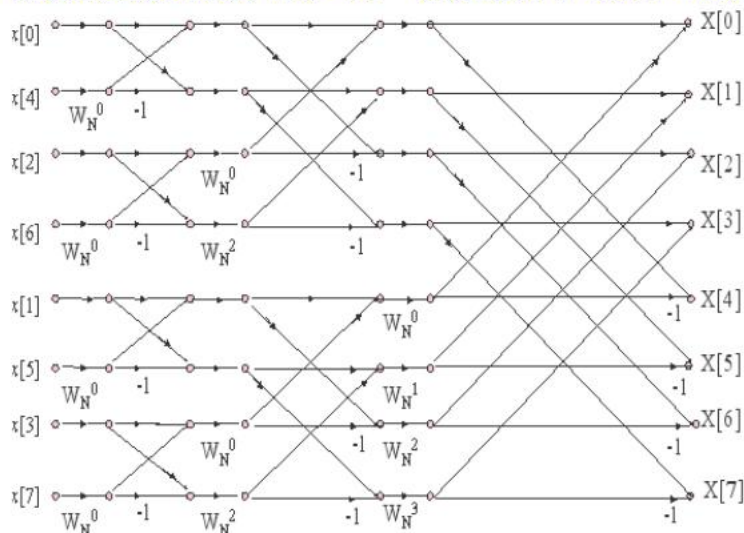


需要 $3L \log_2 L$ 次复数乘法。

十二. 用倒序输入顺序输出的基 2 DIT-FFT 算法分析一长度为 N 点的复序列 $x[n]$ 的 DFT，回答下列问题：

- (1) 说明 N 所需满足的条件，并说明如果 N 不满足的话，如何处理？
- (2) 如果 $N=8$ ，那么在蝶形流图中，共有几级蝶形？每级有几个蝶形？确定第 2 级中蝶形的蝶距(d_m)和第 2 级中不同的权系数(W_N^r)。
- (3) 如果有两个长度为 N 点的实序列 $y_1[n]$ 和 $y_2[n]$ ，能否只用一次 N 点的上述 FFT 运算来计算出 $y_1[n]$ 和 $y_2[n]$ 的 DFT，如果可以的话，写出实现的原理及步骤，并计算实现时所需的复数乘法次数；如果不行，说明理由。

解 (1) N 应为 2 的幂，即 $N=2^m$ ，(m 为整数)；如果 N 不满足条件，可以补零。



(2) 3 级，4 个，蝶距为 2， W_N^0 ， W_N^2

(3) $y[n]=y_1[n]+jy_2[n]$

$$Y[k] = \sum_{n=0}^{N-1} y[n] W_N^{kn}$$

$$Y_1[k] = Y_{ep}[k] = \frac{1}{2} \{Y[((k))_N] + Y^*[((-k))_N]\}$$

十三 $Y_2[k] = Y_{op}[k] = \frac{1}{2} \{Y[((k))_N] - Y^*[((-k))_N]\}$; $n \leq 7$ ，判断哪些序列的 8 点 DFT 是实数，那些序列的 8 点 DFT 是虚数，说明理由。

$$(1) x_1[n] = \{-1, -1, -1, 0, 0, 0, -1, -1\},$$

$$(2) x_2[n] = \{-1, -1, 0, 0, 0, 0, 1, 1\},$$

$$(3) x_3[n] = \{0, -1, -1, 0, 0, 0, 1, 1\},$$

$$(4) x_4[n] = \{0, -1, -1, 0, 0, 0, -1, -1\},$$

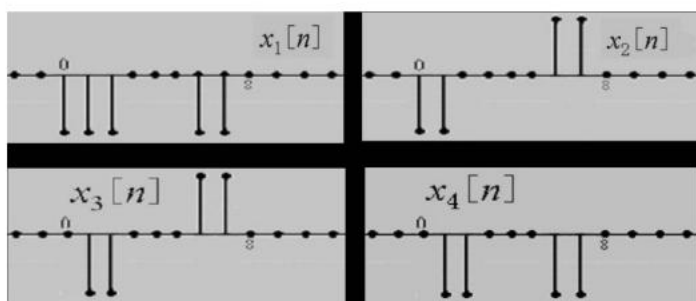
解:

$$x_o(n) = -x_o^*(N-n) = -X_o(N-n)$$

$$x_e(n) = x_e^*(N-n) = X_e(N-n)$$

$$\text{DFT}[x_o(n)] = \text{Re}[X(k)]$$

$$\text{DFT}[x_e(n)] = \text{jIm}[X(k)]$$



$x_1[n]$ 的 DFT 是实数，因为它们具有周期性共轭对称性； $x_3[n]$ 的 DFT 是虚数，因为它具有周期性共轭反对称性

十四. 已知系统函数 $H(z) = \frac{2+0.25z^{-1}}{1-0.25z^{-1}+0.3z^{-2}}$ ，求其差分方程。

解:

$$H(z) = \frac{2+0.25z^{-1}}{1-0.25z^{-1}+0.3z^{-2}}$$

$$\frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{2+0.25z^{-1}}{1-0.25z^{-1}+0.3z^{-2}}$$

$$Y(z)(1-0.25z^{-1}+0.3z^{-2}) = X(z)(2+0.25z^{-1})$$

$$y(n)-0.25y(n-1)+0.3y(n-2)=2x(n)+0.25x(n-1)$$

十五. 已知 $Y(z)(1-\frac{3}{4}z^{-1}+\frac{1}{8}z^{-2}) = X(z)(1+z^{-1})$ ，画系统结构图。

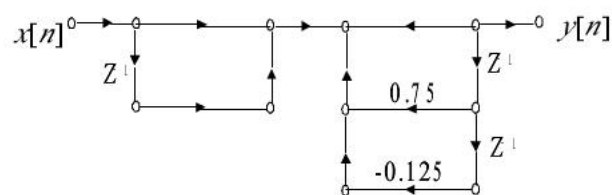
解:

$$Y(z)(1-\frac{3}{4}z^{-1}+\frac{1}{8}z^{-2}) = X(z)(1+z^{-1})$$

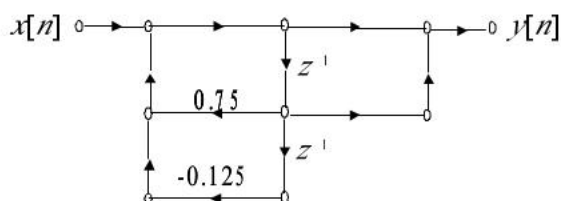
$$H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = \frac{1+z^{-1}}{1-0.75z^{-1}+0.125z^{-2}}$$

$$= \frac{1+z^{-1}}{(1-0.5z^{-1})(1-0.25z^{-1})} = \frac{6}{1-0.5z^{-1}} - \frac{5}{1-0.25z^{-1}}$$

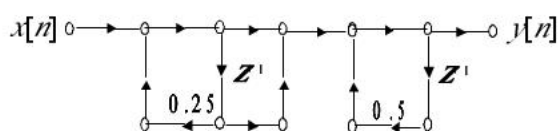
直接型 I:



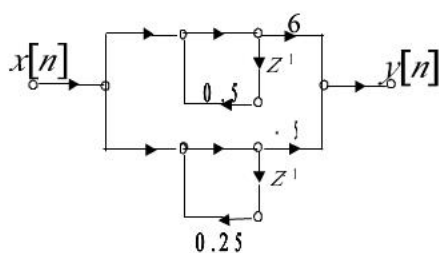
直接型 II:



级联型:



并联型:



1. 设下列系统 $x(n)$ 是输入, $y(n)$ 是输出. 为非时变系统的是 (B).

- A. $y(n) = x(n^2)$ B. $y(n) = x^2(n)$ C. $y(n) = \sum_{m=0}^n x(m)$ D. $y(n) = x(-n)$

2. 设 $x(n)$, $y(n)$ 的傅里叶变换分别是 $X(e^{j\omega})$, $Y(e^{j\omega})$, 则 $x(n) \cdot y(n)$ 的傅里叶变换为 (D).

- A. $X(e^{j\omega}) * Y(e^{j\omega})$ B. $X(e^{j\omega}) \cdot Y(e^{j\omega})$ C. $\frac{1}{2\pi} X(e^{j\omega}) \cdot Y(e^{j\omega})$ D.

$$\frac{1}{2\pi} X(e^{j\omega}) * Y(e^{j\omega})$$

3. 设线性时不变系统的系统函数 $H(z) = \frac{1-a^{-1}z^{-1}}{1-az^{-1}}$. 若系统是因果稳定的, 则参数 a 的取值范围是 (C). A. $|a| > 1$ B. $|a| = 1$ C. $|a| < 1$ D. $|a| > 2$

4. 设 $x(n)$ 的 N 点 DFT 为 $X(k)$. 则 $x^*(n)$ 的 N 点 DFT 为 (A).

A. $X^*(N-k)$ B. $X(k)$ C. $-X(k)$ D. $X(N-k)$.

5. 基-2 的 DIT-FFT 复数乘法为 (D). A. $\frac{N}{4} \log_2 N$ B. $\frac{N}{3} \log_2 N$ C. $\frac{3}{8} N \log_2 N$ D. $\frac{N}{2} \log_2 N$

6. 设下列系统, $x(n)$ 是输入, $y(n)$ 是输出. 则系统是线性的是 (A).

A. $y(n) = x(n^2)$ B. $y(n) = x^2(n)$ C. $y(n) = 2x(n) + 3$ D. $y(n) = x^3(n)$

7. 设 $x(n]$, $y(n)$ 的傅里叶变换分别是 $X(e^{j\omega})$, $Y(e^{j\omega})$, 则 $x(n) * y(n)$ 的傅里叶变换为 (B).

A. $X(e^{j\omega}) * Y(e^{j\omega})$ B. $X(e^{j\omega}) \cdot Y(e^{j\omega})$ C. $X(e^{-j\omega}) * Y(e^{-j\omega})$ D. $X(e^{-j\omega}) \cdot Y(e^{-j\omega})$

8. 设线性时不变系统的系统函数 $H(z) = \frac{1-a^{-1}z^{-1}}{1-az^{-1}}$. 若系统是因果稳定的, 则参数 a 的取值范围是 (C). A. $|a| > 1$ B. $|a| = 1$ C. $|a| < 1$ D. $|a| > 2$

9. 设 $x(n)$ 的 N 点 DFT 为 $X(k)$. 则 $x((n+m))_N R_N(n)$ 的 N 点 DFT 为 (B).

A. $X(k)$ B. $W^{-km} X(k)$ C. $W^{-km} X^*(k)$ D. $W^{km} X(k)$.

10. 基-4 的 DIT-FFT 复数乘法量为 (D). A. $\frac{N}{4} \log_2 N$ B. $\frac{N}{3} \log_2 N$ C. $\frac{N}{2} \log_2 N$ D. $\frac{3}{8} N \log_2 N$