精仪学院 数字信号处理(研)2013 年试题

出题人：常烨

一、判断(10x1 分=10 分)

1.某一个系统是因果系统，则其为稳定系统。无关……………………………………(✗)

2.FIR 滤波器总是稳定的。极点全在0……………………………………………………(✓)

3.脉冲响应不变法可以设计高通滤波器。只有低/带通…………………………………(✗)

4.线性相位系统对各个频率分量延迟相同的角度。$\varphi(\omega)=\frac{N-1}{2}\omega \propto \omega$……………………(✗)

5.对一个奇对称实数序列 X(n)求 DFT，则 X(k)为实数奇对称。虚部奇对称…………(✗)

6.Y(n)=X(n)+2 是非线性。常数……………………………………………………………(✓)

7.不考虑运算误差，FFT 的结果与直接 DFT 结果相同。只加速………………………(✓)

8.X(2n)是将 X(n)每隔一个采样点取一个得到。…………………………………………(✓)

9.相同 Z 变换表达式一定对应相同的时间序列。收敛域可导致不同…………………(✗)

10.切比雪夫 I 型滤波器通带内有波纹。……………………………………………………(✓)

二、单选(10x2 分=20 分)

1.某信号包括 0~10KHZ，欲滤掉 4KHZ，选用(D)

A.4.5KHZ 低通滤波器 B.3.5KHZ 高通滤波器

C.3.5~4.5KHZ 带通滤波器 D.3.5~4.5KHZ 带阻滤波器

2.连续信号采样序列在(A)上的 Z 变换等于其理想采样信号的傅里叶变换。

A.单位圆 B.实轴 C.正虚轴 D.负虚轴

3. $X(n)=\cos(\frac{3\pi}{8}n-\frac{\pi}{4})$ 的周期为(B) $2\pi \times \frac{8}{3\pi}=\frac{16}{3}$

A. $\frac{16}{3}$ B.16 C.8 D.非周期

4.256 点按时间抽取基二法 FFT，每级(C)个蝶形。

A.256 B.1024 C.128 D.64

$4+5-1=8$

5. $X_1(n)=\{1,1,1,1\}, X_2(n)=\{1,2,3,4,5\}$，其线性卷积为 Y(n)={1,3,6,10,14,12,9,5}，其 7 点循环卷积是(D)

A.{1,3,6,10,14,12,9} B.{3,6,10,14,12,9,5} C.{1,3,6,10,14,12,14} D.{6,3,6,10,14,12,9}

6.已知 $X(n)=\delta(n)$，10 点 DFT[X(n)]=X(k) ($0\le k\le 9$)，则 X(5)=(B)

A.0 B.1 C.10 D.-10 $X(k)=\sum_{n=0}^{9}\delta(n)W_{10}^{nk}=\delta(0)=1$

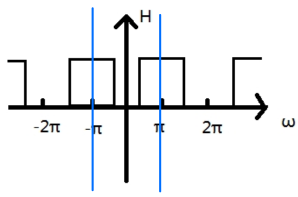
7.以下选项正确的是(C)

A.连续非周期信号频谱为~~周期~~非周期连续函数

B.时域连续周期函数的频谱是~~周期连续~~非周期离散函数

C.时域离散非周期函数的频谱是周期连续函数

D.时域离散周期函数的频谱是周期~~连续~~离散函数



8. 是(C)

A.低通滤波器　　B.带通滤波器　　C.高通滤波器　　D.带阻滤波器

9.巴特沃斯滤波器，它的幅度平方函数是 $|H_a(j\Omega)|^2=\dfrac{1}{1+(\frac{j\Omega}{j\Omega_c})^{2N}}$，现在有一个巴特沃斯

$\Omega_p=200\pi\ rad/s$　$f_p=100Hz$　$\alpha_p=10dB$　$-20\lg(1-\delta_1)=10 \Rightarrow \delta_1=0.6837$　$1-\delta_1=0.3163<\frac{\sqrt{2}}{2}=0.707$

低通滤波器，其通带边界频率为100Hz，通带的衰减为10dB，则其 Ω_c 取值为(C)

A.大于 200π rad/s B.等于 200π rad/s C.小于 200π rad/s D.以上均可以

10.线性相位的 FIR，零点 Z_i 位于单位圆内，则单位圆内零点还有(D)

A.0　　B. $\dfrac{1}{Z_i^*}$　　C. $\dfrac{1}{Z_i}$　　D. Z_i^*

三、填空(20x1 分=20 分)

1.为减少混叠，必须合理选取采样频率或者首先让连续信号通过 抗混叠低通滤波器 滤波频率超过折叠频率的信号；截短会带来 泄漏，需通过 增加窗长 减小它；信号后加零可改善 栅栏效应

$\sum_{n=0}^{N-1} x(n)W_N^{nk}$

2.直接算 N 点 DFT 需复乘的运算量是 N^2，基二法复乘的运算量是 $\frac{N}{2}\log_2 N$，特点是可以实现 原位计算，从而节省大量存储单元，其输入数据按 倒位序 排列，输出是自然顺序。

不含x(n)y(n)的乘积项/非线性函数，无常数项　　有限的x(n)产生有限的y(n)

3.已知 h(n)， Y(n)=T[X(n)]，这是稳定系统的条件是 $\sum_{n=-\infty}^{\infty}|h(n)|<\infty$，因果系统的条件是 $h(n)\equiv 0,\ n<0$，线性系统的条件是 满足唯一性质操作，时不变系统的条件是 系统参数特性不随时间变化 → 无n的显式函数，无时间的尺度缩运算

4.已知 h(n)，非零长度为 N，当一非零长度为 M 的 x(n)输入，系统输出为 $x(n)*h(n)$，输出非零长度为 $M+N-1$，若 M>>N，用循环卷积来计算时，有 重叠相加法 和 重叠保留法 两种分段卷积法。

第一类　$H_k=H_{N-k}$

5.设计线性相位低通滤波器(用频率采样法)，通带边界频率 $\omega_c=\dfrac{\pi}{2}rad$，N=33 时，第 K 个　$\frac{2\pi}{33}\cdot k$

频率采样值为 $H(k)=H_k\cdot e^{i\theta k}$，则第 0 个为 1，第 13 个为 0，第 29 个为 $e^{-j\frac{128}{33}\pi}$。若设一点过渡采样点|H(k)|=0.5，则其阻带衰减将 增大。

四、(10 分)假设以 $f_s=500Hz$ 对 $X(t)=\cos(240\pi t)+\cos(420\pi t)+\cos(720\pi t)$，进行 64 点采样，计算 64 点的 DFT，得到下图所示的幅度图，参照原信号，解释 X(15)，X(16)，X(18)，X(27)，X(46)产生的原因。

$f_1=120Hz$，$f_2=210Hz$，$f_3=360Hz$　　$f_{max}=250Hz$

f_3 产生镜频：140Hz

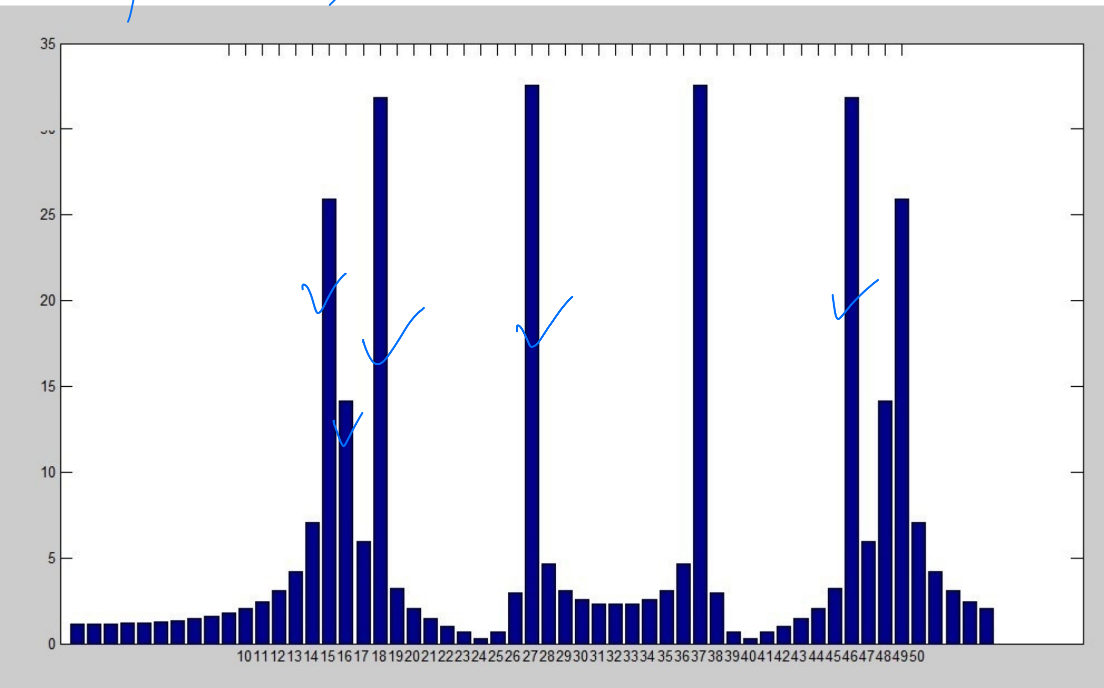
(15，36)　　(26，88)

由 $f=\frac{f_s}{N}k=\frac{125}{16}k$ 可知：f_1 位于 k=15，16 之间；f_2 位于 k=26，27 之间

f3的镜频位于17，18之间 (17.92)

∴ X(15), X(16), X(18), X(27)会产生极值，整体又关于n=32对称

∴ 由X(18)又产生了X(46)



五、(15 分)分别用脉冲响应不变法和双线性变换法设计一巴特沃斯低通滤波器，$f_s=100\text{Hz}$，滤波器 3dB 截止频率为 200rad/s，$H_a(s)=\dfrac{1}{1+\dfrac{s}{\Omega_c}}$。(式中 3dB 截止频率为 Ω_c。)

六、(10 分)设对一个系统的方程描述为：$y(n)-\frac{5}{6}y(n-1)+\frac{1}{6}y(n-2)=x(n)-\frac{1}{4}x(n-1)$。

(1)求系统函数；(2)画出系统直接型和一阶节级联型结构。

七、(15 分)若某 FIR 滤波器的单位脉冲响应 h(n)是实数因果序列，其长度 N 为奇数，且有 h(n)=-h(N-1-n)。

(1)求其频率响应 $H(e^{j\omega})$ 并说明其相频特性。

(2)根据频率响应的幅度函数说明能用来设计何种类型的滤波器。

五、 $\Omega_c=200$ $\Omega_s=200\pi$

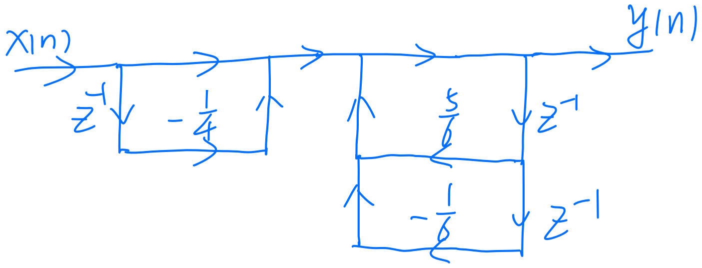
脉：$H_a(s)=\dfrac{1}{1+\frac{s}{200}}=\dfrac{200}{s+200}$ 极点：$-200 \longrightarrow e^{-200T}$

$H_a(z)=\dfrac{200}{1-e^{-200T}z^{-1}}$

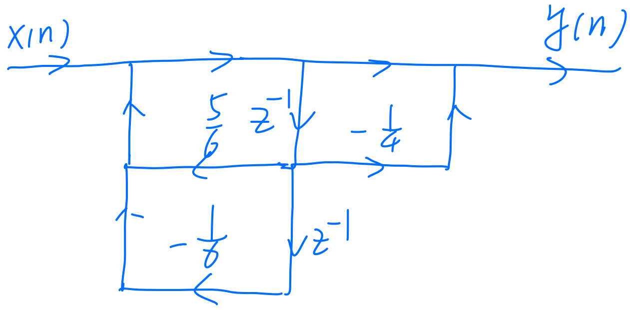
双：$s=\dfrac{2}{T}\cdot\dfrac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$ $H_a(z)=\dfrac{200}{\frac{2}{T}\frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}+200}=\dfrac{200T(1+z^{-1})}{2(1-z^{-1})+200T(1+z^{-1})}$

六、(1) $H(z)=\dfrac{Y(z)}{X(z)}=\dfrac{1-\frac{1}{4}z^{-1}}{1-\frac{5}{6}z^{-1}+\frac{1}{6}z^{-2}}$

(2) 直接I型

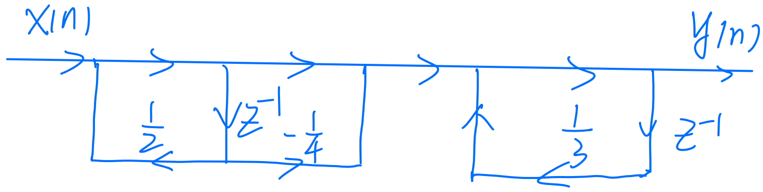


直接II型



一阶节级联型

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



七、 (1) 为第三类

$$\theta(w)=-\frac{N-1}{2}w+\frac{\pi}{2}$$

$$H(w)=\sum_{n=0}^{\frac{N-1}{2}}c(n)\sin(wn),\quad c(n)=2h\left(\frac{N-1}{2}-n\right)$$

$$H(e^{jw})=e^{-jw\cdot\frac{N-1}{2}}\sum_{n=0}^{N-1}\frac{e^{-jw(\frac{N-1}{2}-n)}-e^{jw(\frac{N-1}{2}-n)}}{2}$$

(2) 关于0, π, 2π 呈奇对称

∴只能设计带通滤波器