课程名称： 数字信号处理

一、单项选择题

1．对一连续带限信号进行采样时满足采样定理，现由采样信号恢复原连续信号，采样信号需通过理想（ ）

A．低通滤波器 B．高通滤波器 C．带通滤波器 D．带阻滤波器

2．一线性时不变系统，当输入C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps1.png时，输出为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps2.png，计算当输入为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps3.png时，输出为（ ）

A．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps4.png B．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps5.png C．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps6.png D．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps7.png

3．序列C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps8.png的周期为（ ）

A．12 B．24 C．36 D．48

4．设有限长序列为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps9.png，N1≤n≤N2，当N1<0，N2>0，Z变换的收敛域为（ ）

A． 0<|z|<∞ B． |z|>0 C．|z|<∞ D． |z|≤∞

5．设序列C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps10.png，则C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps11.png的值为（ ）

A．1 B． 2 C． 4 D． 1/2

6．设两个有限长序列的长度分别是M与N，欲用循环卷积计算两者的线性卷积，则循环卷积的长度至少应取（ ）

A．M+N B．M+N-1 C．M+N+1 D．2(M+N)

7．以下是一些系统函数的收敛域，其中稳定的是（ ）

A． |z| > 2 B． |z| < 0.5 C． 0.5 < |z| < 2 D． |z| < 0.9

8．下列序列中属于共轭反对称序列的是（ ）

A．*x*(*n*)=*x*\*(-*n*) B．*x*(*n*)=*x*\*(*n*) C．*x*(*n*)=-*x*\*(-*n*) D．*x*(*n*)=-*x*\*(*n*)

9．下列关于窗函数设计法的说法中错误的是（ ）

A．窗函数的截取长度增加，则主瓣宽度减小，旁瓣宽度减小

B．窗函数的旁瓣相对幅度取决于窗函数的形状，与窗函数的截取长度无关

C．为减小旁瓣相对幅度而改变窗函数的形状，通常主瓣的宽度会增加

D．窗函数法不能用于设计FIR高通滤波器

10．以下对双线性变换的描述中不正确的是（ ）

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

11．对连续信号均匀采样时，若采样频率为*fs*，信号最高截止频率为*fc*，则折叠频率为

A．*fs* B．*fc* C．*fs*/2 D．*fc*/2

12. 一个线性时不变系统稳定的充分必要条件是其系统函数的收敛域包含

A．单位圆 B．原点 C．实轴 D．虚轴

13. 已知*x*(*n*)=*δ*(*n*)，*N*点的DFT[*x*(*n*)]=*X*(*k*)，则*X*(5)=

A．*N* B．1 C．0 D．- *N*

14．已知DFT[*x*(*n*)]=*X*(*k*)，下面说法中正确的是

A．若*x*(*n*)为实数偶对称函数，则*X*(*k*)为虚数奇对称函数

B．若*x*(*n*)为实数奇对称函数，则*X*(*k*)为虚数奇对称函数

C．若*x*(*n*)为虚数偶对称函数，则*X*(*k*)为虚数奇对称函数

D．若*x*(*n*)为虚数奇对称函数，则*X*(*k*)为虚数奇对称函数

15．下列单位取样响应所表示的系统不是因果系统的是

A．*h*(*n*)=*δ*(*n*) B.*h*(*n*)=*u*(*n*)

C．*h*(*n*)=*u*(*n*)-*u*(*n*-1) D．*h*(*n*)=*u*(*n*)-*u*(*n*+1)

16．已知序列Z变换的收敛域为｜*z*｜<1，则该序列为

A．有限长序列 B．右边序列 C．左边序列 D．双边序列

17．实序列的傅里叶变换必是

A．共轭对称函数 B．共轭反对称函数 C．奇函数 D．偶函数

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

A．*N*≥*M* B．*N*≤*M* C．*N*≤2*M* D．*N*≥2*M*

19．以下对FIR和IIR滤波器特性的论述中不正确的是

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频率特性为分段常数的标准滤波器

20．下列滤波器的结构中，不属于IIR滤波器基本结构的是

A．直接型 B．级联型 C．并联型 D．频率采样型

21．序列C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps12.png的周期为

A．18 B．54 C．36 D．72

22． *x*(*n*)=*u*(*n*)的奇对称部分为

A． sgn(*n*) B．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps13.pngsgn(*n*) C．*u*(-*n*) D．-*u*(*n*)

23．有限长序列*h*(*n*) (0≤*n*≤*N*-1)关于*τ*=C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps14.png偶对称的条件是

A．*h*(*n*)=*h*(N-*n*) B．*h*(*n*)=*h*(-*n*) C．*h*(*n*)=*h*(N-*n-*1) D．*h*(*n*)=*h*(N+*n-*1)

24．对于*x*(*n*)=C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps15.png*u*(*n*)的Z变换的零极点正确的是

A．零点为z=1/2，极点为z=0 B．零点为z=0，极点为z=1/2

C．零点为z=1/2，极点为z=1 D．零点为z=1/2，极点为z=2

25．对于离散傅里叶级数而言，其信号的特点是

A．时域连续非周期，频域连续非周期 B．时域连续周期，频域离散非周期

C．时域离散非周期，频域连续周期 D．时域离散周期，频域离散周期

26．设系统的单位抽样响应为*h*(*n*)=*δ*(*n*)+2*δ*(*n*-1)+5*δ*(*n*-2)，其频率响应C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps16.png为

A． C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps17.png B． C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps18.png

C．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps19.png D．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps20.png

27．下列系统（其中*y*(*n*)为输出序列，*x*(*n*)为输入序列）中，属于线性系统的是

A．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps21.png B．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps22.png

C．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps23.png D． C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps24.png

28．下列序列中属周期序列的为

A．*x*(*n*)=*δ*(*n*) B．*x*(*n*)=*u*(*n*) C．*x*(*n*)=*R*4(*n*) D．*x*(*n*)=1

29．按时间抽取FFT计算N点DFT所需的复数乘法次数

A．与N成正比 B．与N2成正比 C．与N3成正比 D．与Nlog2N成正比

30．以下对双线性变换的描述中正确的是

A．双线性变换是一种线性变换 B．双线性变换是一种分段线性变换

C．双线性变换可用来进行数字频率与模拟频率间的变换 D．以上说法都不对

31．*x*(*n*)=*u*(*n*)的偶对称部分为

A． 1 B．1/2 C．*u*(-*n*) D．-*u*(*n*)

32．实序列傅里叶变换的实部和虚部分别为

A．偶函数和奇函数 B．奇函数和偶函数

C．奇函数和奇函数 D．偶函数和偶函数

33．下列关系正确的为

A．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps25.png B．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps26.png C．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps27.png D． C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps28.png

34．下列序列中*z*变换收敛域包括|*z*|=*∞*的是

A．*u*(*n+*1)-*u*(*n*) B．*u*(*n*)-*u*(*n-*1)

C．*u*(*n*)-*u*(*n+*1) D．*u*(*n*)+*u*(*n+*1)

35．处理一连续时间信号，对其进行采样的频率为3kHz，要不失真地恢复该连续信号，则该连续信号的最高频率是

A．6kHz B．1.5kHz C．3kHz D．2kHz

36．已知某序列*x*(*n*)的*z*变换为*z+z*2，则*x*(*n-*2)的*z*变换为

A．*z*3+*z*4  B．-2*z*-2*z*-2  C．*z*+*z*2 D．*z*-1+1

37．脉冲响应不变法

A．无混频，相位畸变 B．无混频，线性相位

C．有混频，线性相位 D．有混频，相位畸变

38．下列对IIR滤波器特点的论述中错误的是

A． *h*(*n*)是无限长的 B．结构必是递归型的

C． *H*(*z*)在有限*z*平面（0<|*z*|<∞）上有极点 D． 肯定是稳定的

39．IIR数字滤波器中直接II型和直接I型相比，直接II型

A．所需的延时单元多 B．所需的延时单元少

C．便于时分复用 D．便于频分复用

40．按频率抽取FFT计算*N*点DFT所需的复数乘法次数

A．与*N*成正比 B．与*N*2成正比 C．与*N*3成正比 D．与*N*log2*N*成正比

二、填空题

1. 连续信号采样序列在 上的Z变换等于其理想采样信号的傅里叶变换。
2. 已知DFT［C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps29.png］=C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps30.png，则DFT［C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps31.png］= 。
3. 计算16点的按时间抽取基-2 FFT，在每一级有\_\_\_\_\_\_个蝶形。
4. 已知某线性相位FIR DF的其中一个零点为2，则 也是该滤波器的零点。
5. FIR DF的主要设计方法有窗函数设计法和\_\_\_\_\_\_\_两种。
6. 某线性时不变系统，当输入***x*(*n*)=*δ*(*n*-1)**时，输出***y*(*n*)=*δ*(*n*-2)+*δ*(*n*-3)**，则该系统的单位冲激响应***h*(*n*)**=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
7. 序列C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps32.png的周期等于\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
8. 实序列***x*(*n*)**的10点**DFT[*x*(*n*)]=*X*(*k*)**（**0≤*k*≤9**），已知***X*(1)=1+*j***，则***X*(9)**=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
9. 采用基2 FFT算法计算***N* = 2*L***（***L***为整数）点DFT需\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_级蝶形。
10. 序列***δ*(*n*)**的Z变换为\_\_\_\_\_\_。
11. 数字频率***ω***和模拟角频率***Ω***之间的关系为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
12. 线性时不变系统具有因果性的充要条件是\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_。
13. ***x*(*n*)\**δ*(*n*)=** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
14. 窗函数法设计FIR DF，过渡带的带宽近似等于\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
15. 序列***δ*(*n*)**的傅里叶变换为\_\_\_\_\_\_。
16. 对连续信号进行等间隔采样形成采样信号，采样信号的频谱与原连续信号频谱的关系为： 。
17. ***Z***变换与序列傅里叶变换的关系为： 。
18. 周期序列的傅里叶变换是 的。（填连续或离散）
19. 对一个**8**点序列进行**FFT**，其复数乘法的次数是 。
20. 对无限长序列进行加窗处理，会产生截断效应，截断效应包括 和 两个方面。
21. 脉冲响应不变法不适合设计设计 和 类型的滤波器。（填低通、高通、带通、带阻）
22. 数字频率***ω***、模拟角频率***Ω***和采样频率***fs***之间的关系为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。
23. FIR DF的时域设计法为窗函数法，频域设计法为 。

三、判断题，正确的打“√”，错误的打“×”

( ) 11．差分方程C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps33.png所描述的离散时间系统总是因果稳定的。

( ) 12．若C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps34.png为实偶序列，即C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps35.png，则C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps36.png也为实偶函数。

( ) 13．时域和频域在很多方面具有对偶性质，比如，时域卷积频谱相乘，频域卷积时域相乘；频域采样，时域周期延拓，时域采样，频域周期延拓。

( ) 14．DIT-FFT和DIF-FFT的蝶形运算略有不同，DIT-FFT蝶形先加减后相乘，DIF-FFT蝶形先相乘后加减。

( ) 15．FIR DF的窗函数设计法中，实际滤波器的频率响应会出现过渡带，它主要是由窗函数频谱的旁瓣引起的。

( ) 1．周期序列的频谱是周期序列。

( ) 2．序列和序列的**Z**变换是一一对应的。

( ) 3．设***x*(*n*)**是因果序列，***X*(*z*)=ZT[*x*(*n*)]**，则初值C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps37.png。

( ) 4．有限长序列***x*(*n*)**的离散傅里叶变换***X*(*k*)**，正好是***x*(*n*)**的周期延拓序列C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps38.png的离散傅里叶级数系数C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps39.png的主值序列。

( ) 5．设***x\**(*n*)**是***x*(*n*)**的复共轭序列，长度为**N**，***X*(*k*)=DFT[*x*(*n*)]**，则C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps40.png。

( ) 6．用**DFT**对一个持续时间无限长的信号***xa*(*t*)**进行谱分析，必然产生频谱泄露，并且这种误差无法消除。

( ) 7．对连续信号进行谱分析主要关心两个问题，谱分析范围和频率分辨率。

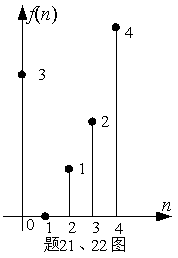
( ) 8．时域抽取基**2FFT**算法和频域抽取基**2FFT**算法的运算量相同。

( ) 9．双线性变换法设计数字滤波器，不存在频率混叠现象。

( ) 10．在**FIR DF**的窗函数设计法中，对***hd*(*n*)**用矩形窗截断后，在频域产生吉布斯效应，可通过增加矩形窗的宽度来减少吉布斯效应。

四、名词解释题

1. 线性系统
2. 数字信号
3. 离散时间系统
4. 频域抽样定理
5. 栅栏效应
6. 时不变系统
7. 离散时间信号
8. 数字系统
9. Nyquist采样定理
10. 频谱泄露
11. 谱间干扰
12. 频率分辨率
13. 数字滤波器
14. 频域采样定理
15. 栅栏效应



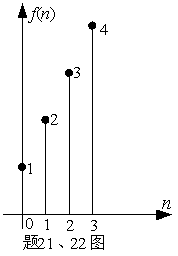
五、作图题

1. 已知数字序列如图(题21、22图）所示，画出C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps42.png的时域序列。

2. 已知数字序列C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps43.png如图（题21、22图）所示，

画出C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps44.png的时域序列。

3．画出按频率抽选的基-2FFT算法蝶形运算流图符号。



4．已知数字序列***f*(*n*)**如图（题21、22图））所示，作出***f*(2-*n*)**的时域序列。

5．已知数字序列***f*(*n*)**如图（题21、22图）所示，作出C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps46.png的时域序列。

6．画出按时间抽取的基-2FFT算法蝶形运算流图符号。

7．作出数字序列***f*(*n*)=*n*[*u*(*n*)*-u*(*n*-5)]**的波形图。

8．已知IIR数字滤波器的系统函数为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps47.png，作出其并联型结构。

9．已知FIR数字滤波器的系统函数为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps48.png，作出级联型结构。

10. （5分）作出数字序列***f*(*n*)= (*n*+1)*u*(*n*)**的波形图。

11. （10分）设系统用下面的差分方程描述：C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps49.png，作出系统的直接型结构。

12．（5分）设FIR数字滤波器的单位脉冲响应为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps50.png，作出线性相位型结构。

六、简答题

1. 简述时域采样定理和频域采样定理的基本内容。
2. 简述离散傅里叶变换与序列傅里叶变换、序列Z变换之间的关系。
3. 试用框图表示用**DFT**计算循环卷积的方法。
4. **FIR**滤波器具有线性相位的约束条件是什么？其相位表达式是什么？

七、计算题

1．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps51.png

2．设一阶系统的差分方程为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps52.png，C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps53.png为实数，求系统的频率响应。

3．已知C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps54.png，C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps55.png，C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps56.png，求C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps57.png和C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps58.png的6点循环卷积。

4．二阶归一化低通巴特沃斯模拟滤波器的系统函数为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps59.png，采样间隔C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps60.png，3dB截止频率C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps61.png，用双线性变换法求出数字滤波器的C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps62.png。

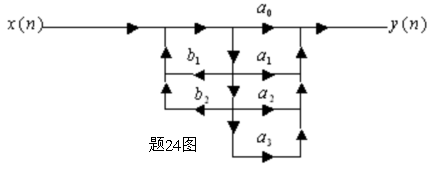
5．C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps63.png

6．设描述系统的差分方程为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps64.png，求系统的系统函数C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps65.png，并画出零-极点分布图。

7．已知***x*(*n*)={3,4,5,6,7,8}**，***n*=0,1,2,3,4,5**，***h*(*n*)=*δ*(*n*-3)**，求***x*(*n*)**和***h*(*n*)**的**6**点循环卷积。

8．设有一模拟滤波器C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps66.png，采样周期***T*=2**，用双线性变换法将其转换成数字系统函数C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps67.png。

9．（6分）一数字滤波器的结构如题24图所示，其中***a*0**=1，***a*1**=0.5，欲使其具有线性相位，***a*2**，***a*3**，***b*1**，***b*2**应为何值，简单说明理由。



10．（8分）已知***X*(*k*)**，***Y*(*k*)**是两个***N***点实序列***x*(*n*)**，***y*(*n*)**的DFT值，今需要从***X*(*k*)**，***Y*(*k*)**求***x*(*n*)**，***y*(*n*)**的值，为了提高运算效率，试用一个***N***点IFFT运算完成。

11.（10分）已知系统函数C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps69.png，分别求：

(1)写出系统传输函数C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps70.png的表达式；

(2)求***H*(*z*)**的所有零、极点；

(3)求**|*z*|>2**时**，*H*(*z*)**对应的序列表达式。

12．（16分）设计一个数字高通滤波器，要求通带截止频率C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps71.pngrad，通带衰减不大于3dB，阻带截止频率C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps72.pngrad，阻带衰减不小于18dB，希望采用Butterworth型滤波器。

13．（18分）已知系统函数C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps73.png，收敛域为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps74.png，求：

（1）求实现该系统的差分方程？

（2）该系统是否是因果的，为什么？

（3）该系统是否是稳定的，为什么？

（4）求该系统的单位取样响应***h*(*n*)**=？

（5）该系统是否是线性的，为什么？

（6）该系统是否是时不变的，为什么？

14．（11分）已知***h*(*n*)**是实序列，其**8**点**DFT**的前**5**点值为：**{0.25，0.125－j0.3，0，0.125－j0.06，0.5}**，

（1）写出***h*(*n*)** **8**点**DFT**的后**3**点值；

（2）如果***h*1(*n*)= *h*((*n+*2))8R8(*n*)**，求出***h*1(*n*)**的8点DFT值。

15．（12分）设有一谱分析用的信号处理器，假定没有采用任何特殊的数据处理措施，要求频率分辨率***F***≤10Hz，如果采用的时间抽样间隔为**0.1ms**，试确定：

（1）最小记录长度；

（2）所允许处理的信号最高频率；

（3）在一个记录中的最少点数；

（4）在频带宽度不变的情况下，将频率分辨率提高一倍的最少采样点数。

16．（9分）已知模拟滤波器的系统函数C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps75.png，采样间隔C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps76.png，用双线性变换法求出数字滤波器的C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps77.png。

17．（15分）已知描述某线性时不变系统的差分方程为C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps78.png，求：

（1）求系统函数***H*(*z*)**；

（2）求系统的频率响应C:\Users\ADMINI~1\AppData\Local\Temp\ksohtml6200\wps79.png；

（3）什么情况下，该系统是因果稳定的？

（4）求该系统因果稳定时的单位脉冲响应***h*(*n*)**。

18．（10分）***x*(*n*)**是长度为**2N**的有限长实序列，***X*(*k*)**为***x*(*n*)**的**2N**点**DFT**。试设计用一次**N**点**DFT**完成计算***X*(*k*)**的高效算法。

19．（15分）设计数字低通滤波器，要求在通带内频率低于**0.2*πrad***时，容许幅度误差在**1*dB***以内；在频率**0.3*πrad***到***πrad***之间的阻带衰减大于**15*dB***。指定模拟滤波器采用巴特沃斯低通滤波器，用双线性变换法设计数字低通滤波器。