

鲁东大学 2022—2023 学年第一学期

2020 级 电子信息工程、信息工程、通信工程 专业 本科 卷 A 课程名称 数字信号处理

课程号（2220180157）考试形式（考试/闭卷） 时间（120 分钟）

题 目	一	二	三	四	五	六	七	总 分	统分人	复核人
得 分										

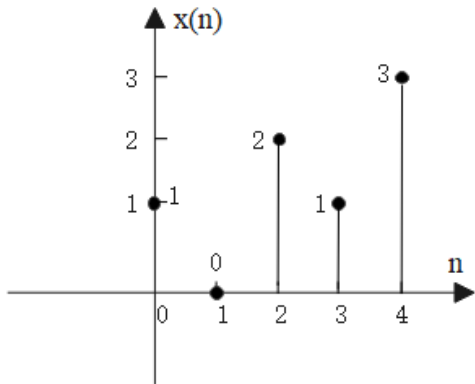
得分	评卷人

一、 本题满分 15 分

已知序列  $x(n]$  如图所示，试求：(1)  $x(n) * x(n)$

(2)  $x(n)$  ⑤  $x(n)$  (3) 求  $x(n)$  对应的 DTFT  $X(e^{j\omega})$

(4) 求  $x(n)$  8 点 DFT 变换  $X(k)(k = 0,1,...,7)$



二、本题满分 10 分

得分	评卷人

已知一连续信号的最高频率  $f_h = 10\text{kHz}$ ，现用 DFT 对其进行频谱分析。如果要求(1)抽样频谱无混叠；(2)频率的分辨率  $F_0 \leq 20\text{Hz}$ ，求(1)最大的抽样周期  $T$ ；(2)最小记录时间长度  $t_p$ 。

得分	评卷人

三、本题满分 15 分

(1) 绘制 16 点时间抽取 (DIT) 基 2，倒位序输入、自然序输出的 FFT 流图，并计算对应的复数乘法与加法的个数；

(2) 绘制 16 点按频率抽取 (DIF) 的基 2，自然序列输入、倒序输出的 FFT 流图。

得分	评卷人

四、本题满分 15 分

已知一因果的线性移不变系统，输入、输出信号分别以  $x(n)$  和

$y(n)$  表示，对应的系统函数为：  $H(z)=\frac{1+0.5z^{-1}}{1-3z^{-1}}$ ， 试求：

(1) 求系统对应的差分方程；

(2) 求  $H(z)$  的零极点，并画出其零极点图；

(3) 确定系统的幅频响应，并说明滤波器的滤波特性；

(4) 讨论系统的稳定性，如果系统不稳定，则在不改变系统滤波特性的基础上，使之成为稳定系统。

得分	评卷人

五、本题满分 15 分

一数字滤波器对应的差分方程为：

$$y(n)=2.5y(n-1)-y(n-2)+x(n)-1.5x(n-1)$$

- (1) 求该滤波器对应的系统函数  $H(z)$ ；
- (2) 计算该滤波器对应的频率响应  $H(e^{j\omega})$ ；
- (3) 试画出该滤波器的直接 II 型和级联型结构流图。

得分	评卷人

六、本题满分 15 分

已知模拟滤波器传递函数  $H_a(s)=\frac{5}{s^2+3s+2}$ ，设采样时间间隔

$$T=0.5s。$$

- (1) 利用冲激响应不变法，将  $H_a(s)$  映射成数字滤波器  $H_1(z)$
- (2) 利用双线性变换法，将  $H_a(s)$  映射成数字滤波器  $H_2(z)$

得分	评卷人

七、本题满分 15 分。

利用窗函数法设计第一类线性设计 FIR 滤波器, 给定性能指标为: 当频率  $f < 2\text{kHz}$  为滤波器阻带, 阻带的衰减不小于

43dB, 当频率  $f > 3\text{kHz}$  为滤波器通带, 其中抽样频率为  $f_s = 10\text{kHz}$ , 窗函数表达式和特性图表 1、2 所示, 试求:

- (1) 该 FIR 滤波器为何种类型滤波器;
- (2) 根据要求选择合适的窗函数, 并计算对应的窗宽度  $N$ ;
- (3) 计算滤波器所对应的单位抽样响应  $h(n)$ ;
- (4) 若所设计的 FIR 滤波器阻带衰减达不到设计要求, 应该如何改进才能达到要求。

表 1 常用窗函数表达式

窗函数	表达式( $N$ 为窗宽)
矩形窗	$R_N(n)$
巴特列特窗	$\begin{cases} \frac{2n}{N-1}, 0 \leq n \leq \frac{N-1}{2} \\ 2 - \frac{2n}{N-1}, \frac{N-1}{2} < n \leq N-1 \end{cases}$
汉宁窗	$\frac{1}{2} \left[ 1 - \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) \right] R_N(n)$
海明窗	$\left[ 0.54 - 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) \right] R_N(n)$
布拉克曼窗	$\left[ 0.42 - 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right) \right] R_N(n)$

表 2 常用窗函数特性

窗函数	窗谱性能指标		加窗后滤波器性能指标	
	旁瓣峰值 /dB	主瓣宽度 / $\times 2\pi/N$	过渡带宽度 / $\times 2\pi/N$	阻带最小衰减 /dB
矩形窗	-13	2	0.9	-21
巴特列特窗	-25	4	2.1	-25
汉宁窗	-31	4	3.1	-44
海明窗	-41	4	3.3	-53
布拉克曼窗	-57	6	5.5	-74