

2024年4月高等教育自学考试全国统一考试

数字信号处理

(课程代码 02356)

注意事项:

1. 本试卷分为两部分, 第一部分为选择题, 第二部分为非选择题。
2. 应考者必须按试题顺序在答题卡(纸)指定位置上作答, 答在试卷上无效。
3. 涂写部分、画图部分必须使用2B铅笔, 书写部分必须使用黑色字迹签字笔。

第一部分 选择题

一、单项选择题: 本大题共20小题, 每小题1分, 共20分。在每小题列出的备选项中只有一项是最符合题目要求的, 请将其选出。

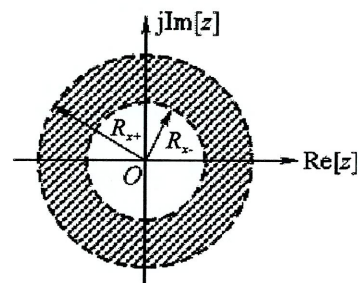
1. 一个线性移不变离散时间系统, 输入为 $x(n]$ 时系统的零状态响应为 $y(n]$, 当输入为 $2x(n-1]$ 时, 该系统的零状态响应为

A. $2y(n]$	B. $y(n-2]$
C. $2y(n-1]$	D. $\frac{1}{2}y(n-1]$
2. 已知 $f_1(n) = 5x(n-1]$, $f_2(n) = \delta(n]$, 若 $f(n) = f_1(n) * f_2(n]$, 则 $f(n) =$

A. 5	B. $5x(n]$
C. $5x(n-1]$	D. $5\delta(n-1]$
3. 离散正弦信号 $x(n) = \cos(\frac{5}{3}n + \frac{\pi}{5})$ 的周期是

A. 6	B. $\frac{6}{5}$
C. 非周期	D. $\frac{5}{6\pi}$

4. 如图所示的 z 变换收敛域图, 其相对应的时域序列为



- | | |
|---------|----------|
| A. 左边序列 | B. 双边序列 |
| C. 右边序列 | D. 以上都不是 |
5. $f(n) = \delta(n+1) - 3\delta(n-3]$ 的 z 变换为

A. $z - 3z^{-3}$	B. $z^{-1} - 3z^3$
C. $1 - 3z^3$	D. $1 - 3z^{-3}$
 6. 离散系统因果稳定的充要条件是

A. 极点都在 s 平面左半平面	B. 极点都在 s 平面右半平面
C. 极点都在单位圆外	D. 极点都在单位圆内
 7. 单位圆上的 z 变换是

A. 离散时间傅里叶变换	B. 拉氏变换
C. 离散余弦变换	D. 小波变换
 8. 对于离散傅立叶变换 (DFT) 而言, 其信号的特点是

A. 时域离散周期, 频域连续非周期	B. 时域连续非周期, 频域连续非周期
C. 时域离散非周期, 频域离散非周期	D. 时域离散非周期, 频域离散周期
 9. 序列 $f(n]$ 的 z 变换为 $F(z) = \frac{5z}{z+5}, |z| < 5$, 则 $f(n]$ 为

A. $5(-5)^n u(n]$	B. $(-5)^{n+1} u(n]$
C. $(-5)^{n+1} u(-n-1]$	D. $5(-5)^n u(-n-1]$
 10. 在 $N=64$ 的基2频率抽取法FFT运算流图中, 从 $X(k]$ 到 $x(n]$ 需要的蝶形运算级数以及每一级中蝶形单元数分别为

A. 6, 32	B. 5, 32
C. 6, 64	D. 5, 16

11. 已知 $X(z) = \frac{z}{z-3}, |z| > 3$, 则相对应的时域序列 $x(n)$ 为
- A. $(-3)^n u(-n-1)$ B. $-(3)^n u(-n-1)$
- C. $(3)^n u(n)$ D. $-(-3)^n u(n)$
12. 下面关于 IIR 和 FIR 滤波器特点, 说法不正确的是
- A. IIR 滤波器不易做到线性相位
- B. FIR 滤波器总是稳定的
- C. FIR 滤波器适用于对线性相位要求严格的场合
- D. IIR 滤波器适用于对线性相位要求严格的场合
13. 采用双线性变换法将模拟滤波器映射到数字滤波器说法正确的是
- A. 模拟滤波器经双线性变换后, 存在频率响应特性的混叠失真
- B. 由于对模拟滤波器要求放宽, 故适用范围广
- C. 由于 ω 与 Ω 是线性关系, 所以不存在相频特性失真
- D. 以上说法都正确
14. 已知 FIR 滤波器的单位采样响应, 其中具有第一类线性相位的是
- A. $h(n)=[2, 3, 1, 1, 3, 2]$ B. $h(n)=[2, 3, 1, -1, -3, -2]$
- C. $h(n)=[2, 3, 1, 0, -1, -3, -2]$ D. $h(n)=[2, 3, 1, 1, -3, -2]$
15. 采用冲激响应不变法将模拟滤波器映射到数字滤波器, 说法正确的是
- A. 数字滤波器的单位采样响应模仿模拟滤波器的单位冲激响应, 时域特性逼近好
- B. 数字滤波器与模拟滤波器的频率坐标变换为非线性
- C. 不存在频率混叠现象, 适合设计高通、带阻滤波器
- D. 以上说法都对
16. 当 FIR 滤波器的单位采样响应 $h(n)$ 为奇对称且 N 为奇数时, 可用于设计以下哪种类型的滤波器
- A. 低通 B. 高通
- C. 带通 D. 带阻
17. 已知 $x(n)$ 、 $h(n)$ 都为有限长序列, 其中 $x(n)$ 的长度为 15, $h(n)$ 的长度为 8, 若对 $x(n)$ 、 $h(n)$ 进行 N 点圆周卷积, 要使得其与线性卷积相等, 则 N 需要满足
- A. $N \geq 8$ B. $N \geq 15$
- C. $N \geq 22$ D. $N \geq 23$

18. 以下不属于 IIR 数字滤波器基本结构的是
- A. 频率采样型结构 B. 级联型结构
- C. 并联型结构 D. 直接型结构
19. 以下哪个系统是 FIR 系统?
- A. $y(n) = x(n) + 2x(n-1) + 2x(n-2) + x(n-2)$
- B. $h(n) = 3u(n)$
- C. $y(n) - 3y(n-1) + 2y(n-2) = x(n)$
- D. $h(n) = 4u(n-1)$
20. 在 $N=64$ 的基-2 FFT 按时间抽取运算中, 复数加法的运算量为
- A. 64 B. 192
- C. 256 D. 384

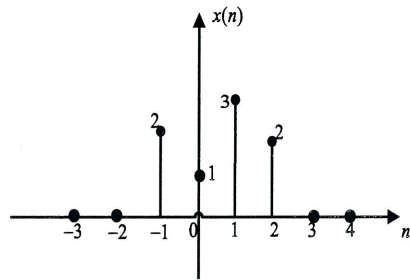
二、判断题: 本大题共 10 小题, 每小题 1 分, 共 10 分。判断下列各题正误, 正确的在答题卡相应位置涂“A”, 错误的涂“B”。

21. s 平面与 z 平面映射的关系中, s 平面上平行于实轴的直线对应于 z 平面上始于原点、幅角为 ω 的辐射线。
22. 在采用 DFT 分析连续时间信号频谱的过程中, 会带来饱和失真、频谱泄漏、和栅栏效应等问题。
23. 序列 z 变换是连续时间信号拉氏变换在 $j\Omega$ 轴上的周期延拓。
24. 按时间抽取的基-2FFT 算法中, 经过一次分解, DFT 的运算量减少约 1/4。
25. 对序列 $x(n)$ 进行序列的傅里叶变换(DTFT)后, 其频谱 $X(e^{j\omega})$ 是一个以 2π 为周期的连续谱。
26. 一个离散系统满足因果性的时域充要条件是系统的单位采样响应为因果序列。
27. DFT 并不是一个新的傅里叶变换形式, 它实际上来自于 DFS, 是对 DFS 的时域和频域截取主值区间得到的。
28. 巴特沃斯型滤波器的特点是: 通带阻带都波动。
29. 有限长序列的数字滤波器都具有严格的线性相位特性。
30. 3dB 截止频率是指滤波器幅频响应下降到 0.707 时所对应的频率。

第二部分 非选择题

三、填空题：本大题共 10 小题，每小题 1 分，共 10 分。

31. 如下图为序列 $x(n]$ 的波形图，则用 $\delta(n]$ 及其移位的线性组合可以表示为_____。



32. 已知 $x_1(n) = [-1, 1, 2, 5]$, $0 \leq n \leq 3$, $x_2(n) = [3, 2, -1]_{-1}$, 则 $x_1(n) + x_2(n) =$ _____。

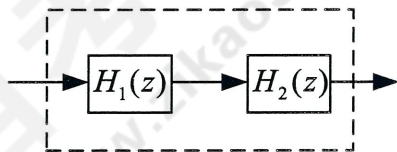
33. 切比雪夫 II 型滤波器的幅频特性特点是：阻带_____ (填平坦或波动)。

34. 已知序列 $x(n) = [1, 2, 3, 1]_0$, $x_2(n) = R_3(n)$, 4 点的圆周卷积为_____。

35. 已知有限长序列为 $x(n) = [1, 3, 2, 6,]$, 则圆周反褶序列 $x((-n))_6 R_6(n) =$ _____。

36. 时域和频域之间存在着连续-非周期以及_____ -周期的对应关系。

37. 如图所示，某离散系统由两个子系统 $H_1(z)$ 和 $H_2(z)$ 级联而成，则该系统的系统函数 $H(z) =$ _____。



38. 一个短序列与一个长序列卷积时，有重叠相加法和_____两种分段卷积法。

39. 某 LTI 离散时间系统的系统函数为 $H(z) = \frac{2z-1}{z^2-3z+2}$, 则该系统的零点为_____。

40. FIR 数字滤波器的设计方法是建立在理想滤波器的频率响应作某种近似 (逼近) 的基础上的，其中最基本的方法是_____。

四、简答题：本大题共 3 小题，每小题 5 分，共 15 分。

41. 设计 FIR 数字滤波器时，加窗引起的吉布斯效应是指什么？

42. 请写出 N 点有限长序列 $x(n]$ 进行圆周移位获得 $y(n) = x((n \pm m))_N R_N(n)$ 的步骤。

43. 简述 IIR 数字滤波器的设计步骤。

五、画图题：本大题共 1 小题，每小题 5 分，共 5 分。

44. 设 FIR 数字滤波器的单位抽样响应为：

$$h(n) = 5\delta(n) + 2\delta(n-1) + 3\delta(n-2) - 3\delta(n-3) - 2\delta(n-4) - 5\delta(n-5),$$

请画出其线性相位结构图。

六、计算题：本大题共 4 小题，每小题 10 分，共 40 分。

45. 已知两个有限长序列 $x(n) = [1, 2, 0, 1, 1, 2, 0, 2, 1, 1]_0$, $h(n) = R_3(n)$, 请用重叠相加法按分段长度 $M=4$ 计算其线性卷积和。

46. 已知 $X(z) = \frac{z}{(z+1)(z+2)}$, 求所有可能收敛域所对应的 $x(n)$ 。

47. 根据以下要求设计一个低通数字滤波器，其中通带截止频率为 $\omega_p = \frac{\pi}{2}$ rad, 通带最

大衰减为 3dB; 阻带截止频率为 $\omega_s = \frac{2\pi}{5}$ rad, 阻带最小衰减为 55dB, 采样频率为

$$f_T = 1000 \text{ Hz}.$$

(1) 写出该数字滤波器的技术指标要求;

(2) 若采用冲激响应不变法实现模拟滤波器到数字滤波器映射，写出相应模拟滤波器的技术指标要求;

(3) 若采用双线性变换法实现模拟滤波器到数字滤波器映射，写出相应模拟滤波器的技术指标要求。已知： $(\tan \frac{2\pi}{5} = 3.0777, \tan \frac{\pi}{5} = 0.7265)$

48. 已知 FIR 数字滤波器的系统函数 $H(z)$:

$$X(z) = \frac{Y(z)}{X(z)} = 1 + 2z^{-1} + 3z^{-2} + 4z^{-3} + 3z^{-4} + 2z^{-5} + z^{-6}$$

求：(1) 请写出差分方程;

(2) 求出该滤波器的单位采样响应 $h(n)$;

(3) 请判断该滤波器满足第几类线性相位条件?