

西安电子科技大学 2023 年《信号与系统》期中考试

吉小鹏

Email: jixiaopeng@nuist.edu.cn

南京信息工程大学 电子与信息工程学院

2024 年 4 月 23 日

1 填空题 (24 分: 每空 2 分, 共 12 空)

- $\int_{-\pi}^{\pi} \cos(t)[\delta'(t) + \delta(t + \frac{\pi}{3})]dt = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 构成离散 LTI 系统模拟框图的基本组件之一是单位延迟器, 它满足如下的输入、输出关系: $y(k) = f(k-1)$, 那么, 单位延迟器的单位冲激响应为 $h(k) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 若已知连续 LTI 系统的冲激响应 $h(t)$, 则其阶跃响应可表示为 $g(t) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 若已知离散 LTI 系统的阶跃响应 $g(k)$, 则当系统激励由 $f(k) = u(k)$ 变为 $f(k) = \delta(k-1) + \delta(k-2) + \delta(k-3)$ 时, 系统的零状态响应 $y_{zs}(k) = \underline{\hspace{2cm}}$ (请用 $g(k)$ 表示它)。
- 因果连续系统的微分方程为: $y''(t) - t^2y'(t) + 2|y(t)| = f'(t) + 2f(t)$, 假定系统的初始状态为零, 则该系统是: $\underline{\hspace{2cm}}$ (线性或非线性)、 $\underline{\hspace{2cm}}$ (时变或时不变) 系统。
- 连续 LTI 系统的微分方程为: $y'(t) + 2y(t) = 3f'(t) + f(t)$, 已知 $y(0_-) = -1$, 则:
(1) 当 $f(t) = e^{-4t}u(t)$ 时, $y(0_+) = \underline{\hspace{2cm}}$;
(2) 当 $f(t) = \delta(t)$ 时, $y(0_+) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 三阶常系数微分方程如下: $y'''(t) + a_2y''(t) + a_1y'(t) + a_0y(t) = b_2f''(t) + b_1f'(t) + b_0f(t)$, 假定它所描述的是因果连续系统, 且激励 $f(t)$ 因果, 那么系统的零初始状态可表达为: $\underline{\hspace{2cm}}$;
二阶常系数后向差分方程如下: $y(k) + a_1y(k-1) + a_0y(k-2) = b_2f(k) + b_1f(k-1) + b_0f(k-2)$, 假定它所描述的是因果离散系统, 且激励 $f(k)$ 于 $k = -3$ 时刻接入系统, 即 $f(k)$ 满足: $f(k) = 0, k < -3$, 那么系统的零初始状态一般可表达为: $\underline{\hspace{2cm}}$ 。
- 连续时间周期信号 $f(t)$ 如图 1 所示, 其周期为 T , 参数 $\tau = \frac{T}{3}$, 则其直流功率 $P_0 = \underline{\hspace{2cm}}$ W。
实周期信号 $f(t)$ 傅里叶级数的三角形式 I 如下: $f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos(n\Omega t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin(n\Omega t)$, $\Omega = \frac{2\pi}{T}$, 则图 1 所示 $f(t)$ 的上述三角级数中将不含有 $\underline{\hspace{2cm}}$ (请填写余弦分量或正弦分量)。

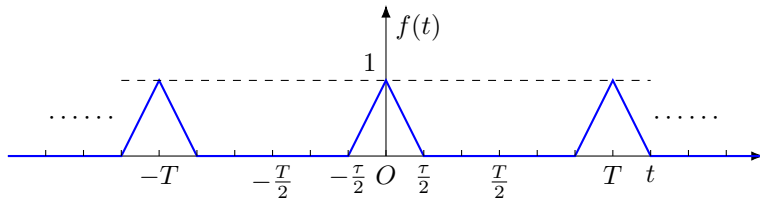


图 1: 题 8

2 选择题 (18 分: 每小题 3 分, 共 6 题)

9. 以下关于信号周期性的叙述错误的是 ()。
- A. 信号 $e^{j\omega_0 t}$ 一定具有周期性, 这里 ω_0 是不等于零的实常数。
 - B. 序列 $e^{j\beta k}$ 未必具有周期性, 这里 β 是不等于零的实常数。
 - C. 两个连续时间周期信号的线性组合一定具有周期性。
 - D. 两个周期序列的线性组合一定具有周期性。
10. 以下关于功率信号和能量信号的陈述错误的是 ()。
- A. 信号 $\cos(2000\pi t)$ 是功率信号。
 - B. 序列 $2^{-k}u(k)$ 是能量信号, 且能量 $E = 2$ 。
 - C. 能量信号的平均功率必趋于零。
 - D. 信号 $e^{2t}u(t)$ 既非能量信号也非功率信号。

11. 连续 LTI 系统模拟框图如图 2 所示, 则系统方程为 ()。

- A. $y''(t) - a_1 y'(t) - a_0 y(t) = b_1 f'(t) + b_0 f(t)$ 。
- B. $y''(t) + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = b_1 f'(t) + b_0 f(t)$ 。
- C. $y''(t) - a_1 y'(t) - a_0 y(t) = b_1 f(t) + b_0 f'(t)$ 。
- D. $y''(t) + a_1 y'(t) + a_0 y(t) = b_1 f(t) + b_0 f'(t)$ 。

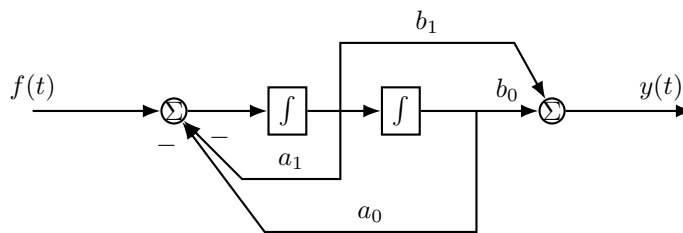


图 2: 题 11

12. 以下卷积积分或卷积和运算结果中正确的是 ()。
- A. $[e^{-2t}u(t)] * u(t) = (1 - e^{-2t})u(t)$ 。
 - B. $2 * [e^{2t}u(-t)] = 2$ 。
 - C. $[u(t) - u(t - 1)] * [\delta(t + 1) - \delta(t)] = u(t + 1) - u(t) + u(t - 1)$ 。
 - D. $u(k) * u(k - 1) = ku(k)$ 。
13. 序列 $f_1(k)$ 和 $f_2(k)$ 分别如图 3(a)、(b) 所示。若 $f(k) = f_1(k) * f_2(k)$, 则 $f(1) = ()$ 。
- A. -0.5。
 - B. 0。
 - C. 0.5。
 - D. 1.5。

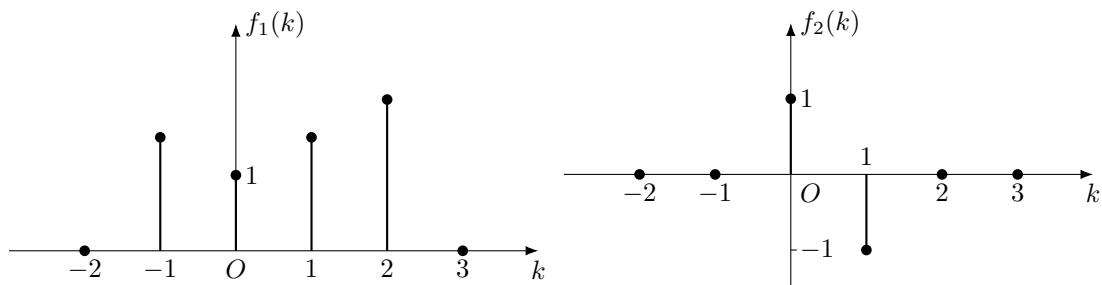


图 3: 题 13(a)、(b)

14. 若 $f(t) \leftrightarrow F(j\omega)$, 则 $f(2t-3)e^{-j5t}$ 的傅里叶变换为 ()。

- A. $\frac{1}{2}F(j\frac{\omega+5}{2})e^{-j\frac{3}{2}(\omega+5)}$ 。
- B. $\frac{1}{2}F(j\frac{\omega-5}{2})e^{-j\frac{3}{2}(\omega-5)}$ 。
- C. $\frac{1}{2}F(-j\frac{\omega+5}{2})e^{j\frac{3}{2}(\omega+5)}$ 。
- D. $\frac{1}{2}F(-j\frac{\omega-5}{2})e^{-j\frac{3}{2}(\omega-5)}$ 。

3 画图、证明、计算题 (58 分: 共 5 题)

本大题 15、17、18、19 题的题解应给出必要的计算步骤, 直接写出答案将酌情扣分或不得分。

15. 画图与计算题 (共计 20 分):

(1) (7 分) $f(2-0.5t)$ 如图 4 所示, 设 $f_1(t) = f''(t)$, 请画出 $f_1(2t)$ 的波形。

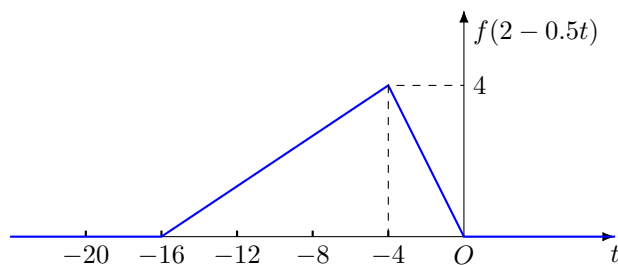


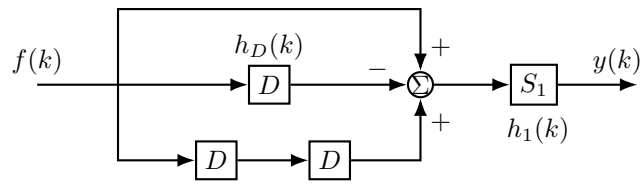
图 4: 题 15(1)

(2) (8 分) 实周期信号 $f(t)$ 的三角函数形式傅里叶级数如下:

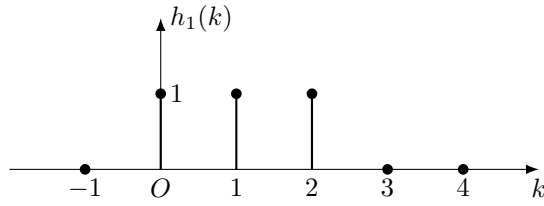
$$f(t) = -2 - \sin(\frac{\pi}{7}t) + 3\cos(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{3}),$$

试写出其指数型傅里叶级数的系数 F_n , 并画出双边振幅谱、双边相位谱。计算 $f(t)$ 的平均功率 \bar{P} 。

(3) (5 分) 离散 LTI 复合系统框图如图 5(a) 所示。其中子系统 S_1 的单位响应 $h_1(k)$ 的波形如图 5(b) 所示 ($k \leq -1$ 和 $k \geq 3$ 时, $h_1(k) = 0$)。试以 $h_1(k)$ 和 $h_D(k)$ 表示复合系统的单位响应 $h(k)$, 这里 $h_D(k)$ 表示单位延迟器的单位响应; 计算 $h(k)$ 并画出其波形。



(a) 离散 LTI 复合系统框图



(b) 子系统 S_1 的单位响应 $h_1(k)$

图 5: 题 15(4)

16. 证明题 (8 分):

对于实周期信号 $f(t)$, 周期为 T , 其指数型傅里叶级数为:

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_n e^{jn\Omega t}, \quad \Omega = \frac{2\pi}{T},$$

试证明以下结论成立:

(1) 若 $f(t)$ 为奇信号, 则 $F_0 = 0$, 并且 F_n 是 n 的纯虚奇函数;

(2) 若 $f_1(t) = f(at - b)$, 其指数型傅里叶级数为:

$$f_1(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} F_{1,n} e^{jn\Omega_1 t}, \quad \Omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}, \quad \text{此处 } a, b \text{ 为实常数, 且 } a > 0, \text{ 则: } T_1 = \frac{T}{a}, \quad \Omega_1 = a\Omega, \\ F_{1,n} = F_n e^{-jn\Omega_1 \frac{b}{a}}.$$

17. 计算题 (10 分):

描述某 LTI 因果连续系统的微分方程为: $y''(t) + 4y'(t) + 3y(t) = 2f'(t) + f(t)$,

已知 $y(0_+) = 2$, $y'(0_+) = 3$, $f(t) = e^{-2t}u(t)$,

试求该系统的零输入响应 $y_{zi}(t)$ 、零状态响应 $y_{zs}(t)$ 和全响应 $y(t)$, 并指出全响应 $y(t)$ 中的固有响应和强迫响应。

18. 计算题 (12 分):

描述某离散 LTI 因果系统的差分方程为: $y(k) - y(k-1) - 2y(k-2) = f(k)$,

试求:

(1) 系统的单位响应 $h(k)$;

(2) $y(-1) = 1$, $y(0) = 0$, $f(k) = u(k)$ 时, 系统的零输入响应 $y_{zi}(k)$ 、零状态响应 $y_{zs}(k)$ 和全响应 $y(k)$ 。

19. 计算题 (8 分):

试计算如图 6 所示梯形脉冲 $f(t)$ 的傅里叶变换 $F(j\omega)$ 。

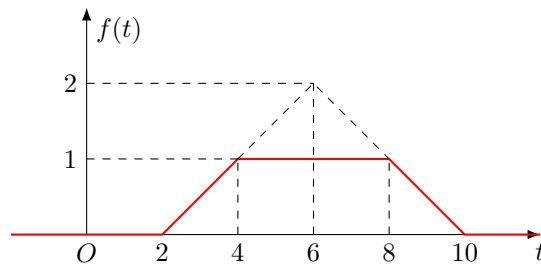


图 6: 题 19