

第二章（连续时间系统的时域分析）

一、选择题

1. 卷积 $e^{at}u(t) * e^{at}u(t)$ 的结果表达式是 ()。

A、 $\frac{1}{a}e^{at}u(t)$ B、 $\frac{1}{a}te^{at}u(t)$ C、 $te^{at}u(t)$ D、 $2te^{at}u(t)$
2. 积分 $\int_{-\infty}^{\infty} (t^2 + 4)\delta(1 - t) dt$ 的值为 ()

A、3 B、-3 C、5 D、-5
3. 关于连续时间系统的单位冲激响应，下列说法中正确的是 ()。

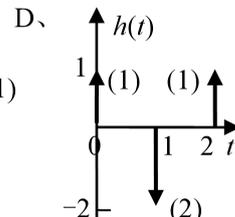
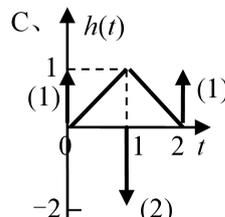
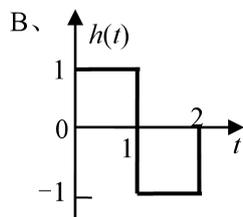
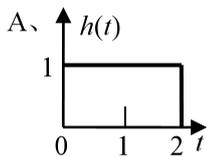
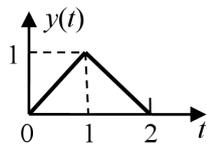
A、系统在 $\delta(t)$ 作用下的全响应 B、系统在 $\delta(t)$ 作用下的零输入响应

C、系统在 $\delta(t)$ 作用下的零状态响应 D、系统在 $\delta(t)$ 作用下的自然响应
4. 连续时间信号 $f(t) = \cos(t) \cdot u(t)$ 和 $h(t) = \delta'(t) + u(t)$ 的卷积为 ()。

A、 $\delta(t)$ B、 $u(t)$ C、 $2\sin(t) \cdot u(t)$ D、 $-2\sin(t) \cdot u(t)$
5. 离散时间信号卷积和 $0.4^n u(n) * 0.5^n u(n) =$ ()。

A、 $10(0.5^{n+1} - 0.4^{n+1})u(n)$ B、 $10(0.5^n - 0.4^n)u(n)$

C、 $10(0.5^{n+1} + 0.4^{n+1})u(n)$ D、 $10(0.5^n + 0.4^n)u(n)$
6. 已知 LTI 系统，输入激励 $f(t) = \sin(t) \cdot u(t)$ 与零状态响应 $y(t)$ 如图所示，则系统冲激响应 $h(t)$ 为 ()。



7. 系统的全响应可以分为自由响应和 ()。

A. 零输入响应

- B. 零状态响应
- C. 强迫响应
- D. 瞬态响应

8. 若单位冲激响应为 $h(t)$, 输入激励为 $f(t)$, 则 $y(t) = h(t) * f(t)$ 是 ()。

- A. 零输入响应
- B. 零状态响应
- C. 强迫响应
- D. 完全响应

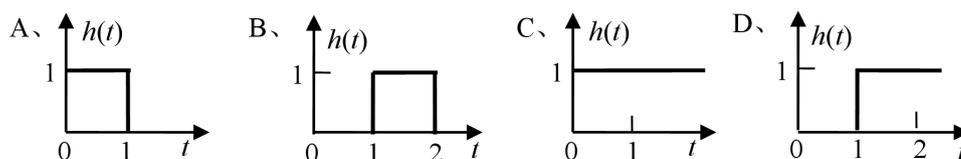
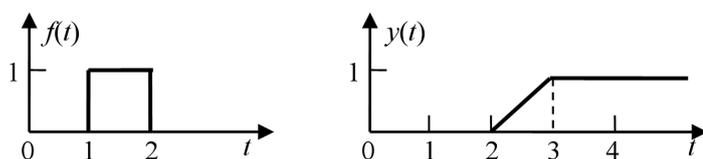
9. 连续时间信号 $f(t) = e^{-t}u(t)$ 和 $h(t) = \delta'(t) + u(t)$ 的卷积为 ()。

- A、 $\delta(t) - 2e^{-t}u(t)$ B、 $\delta(t) + u(t) - 2e^{-t}u(t)$ C、 $\delta(t) - u(t)$ D、 $\delta(t) + u(t)$

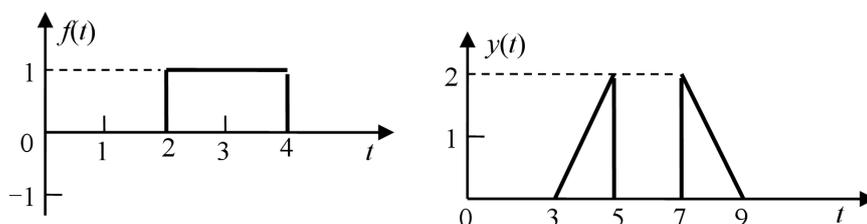
10. 离散时间信号卷积和 $2^n u(n) * u(n) = ()$ 。

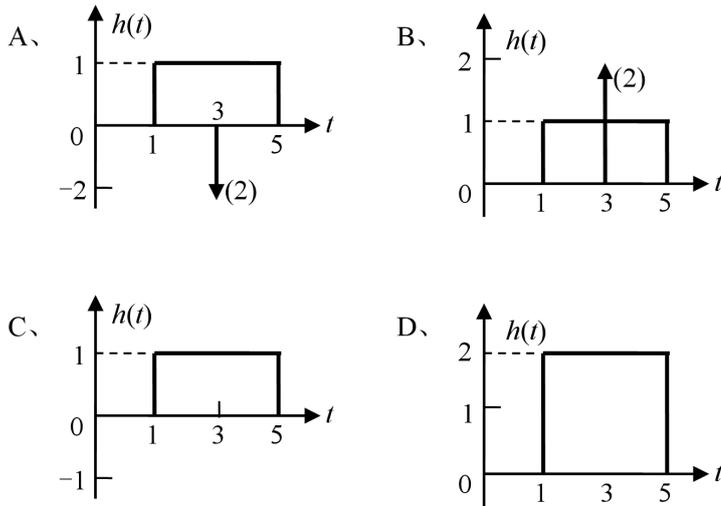
- A、 $(2^{n+1} - 1)u(n)$ B、 $(2^{n+1} + 1)u(n)$ C、 $(2^n - 1)u(n)$ D、 $(2^n + 1)u(n)$

11. 已知 LTI 系统, 输入 $f(t)$ 与零状态响应 $y(t)$ 如图所示, 则系统冲激响应 $h(t)$ 为 ()。



12. 已知 LTI 系统, 输入 $f(t)$ 与零状态响应 $y(t)$ 如图所示, 则系统冲激响应 $h(t)$ 为 ()。





13. 关于连续时间系统的单位冲激响应, 下列说法中错误的是 ()。

- A、系统在 $\delta(t)$ 作用下的全响应 B、系统函数 $H(s)$ 的拉氏反变换
 C、系统单位阶跃响应的导数 D、单位阶跃响应与 $\delta'(t)$ 的卷积积分

14. 如下连续时间系统中, 属于时不变系统的是 ()。

- A、 $y(t) = \cos t \cdot f(t)$ B、 $y(t) = f(2t)$ C、 $y(t) = f(t-1)$ D、 $y(t) = \int_{-\infty}^{2t} f(\tau) d\tau$

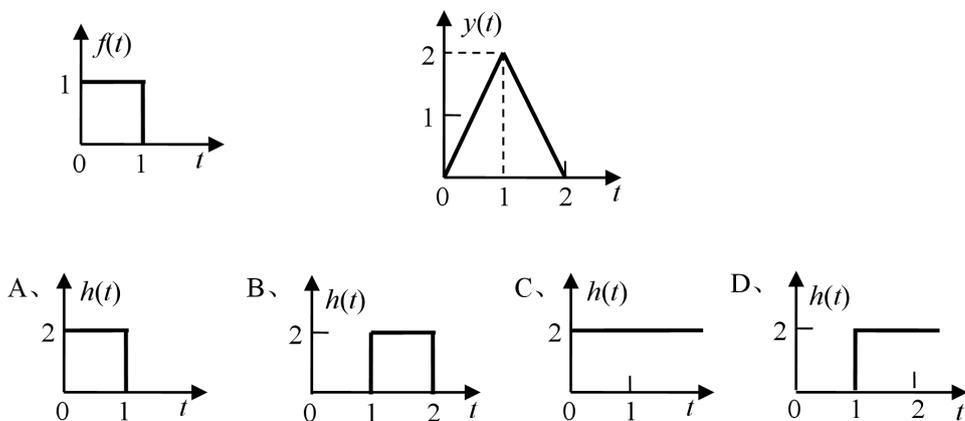
15. 对于连续时间信号, 单位阶跃信号与单位冲激信号的关系是 $u(t) = ()$ 。

- A、 $\int_0^t \delta(\tau) d\tau$ B、 $\int_{-\infty}^t \delta(\tau) d\tau$ C、 $\int_0^t \delta(t-\tau) d\tau$ D、 $\int_{-\infty}^t \delta(t-\tau) d\tau$

16. 连续时间信号 $f(t) = e^{-t}u(t)$ 和 $h(t) = \delta'(t) - u(t)$ 的卷积为 ()。

- A、 $\delta(t) - 2e^{-t}u(t)$ B、 $u(t) - 2e^{-t}u(t)$ C、 $\delta(t) - u(t)$ D、 $\delta(t) + u(t)$

17. 已知一个 LTI 系统, 输入 $f(t)$ 与零状态响应 $y(t)$ 如图所示, 则系统 $h(t)$ 为 ()。



18. 若 $f(t) * h(t) = y(t)$, 则 $f(3t) * h(3t) = ()$

- A. $y(3t)$ B. $3y(3t)$ C. $\frac{1}{3}y(3t)$ D. $y(\frac{t}{3})$

19. 给定系统差分方程为 $y(n) + 3y(n-1) + 2y(n-2) = 2f(n)$ ，当输入 $f(n) = u(n)$ 时，系统的全响应为 $y(n) = [\frac{1}{3} + 4 \times (-1)^n - \frac{28}{3} \times (-2)^n]u(n)$ ，则系统的零输入响应为 ()

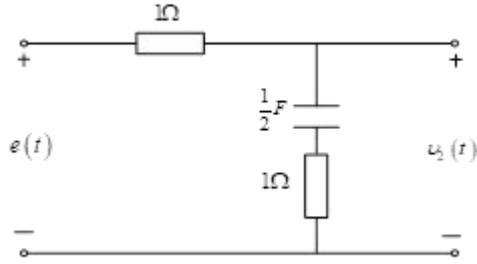
- A. $[4 \times (-1)^n - \frac{28}{3} \times (-2)^n]u(n)$ B. $[(-1)^{n+1} + \frac{8}{3} \times (-2)^n]u(n)$
 C. $[5 \times (-1)^n - 12 \times (-2)^n]u(n)$ D. $[\frac{1}{3} - (-1)^n + \frac{8}{3} \times (-2)^n]u(n)$

20. 给定系统微分方程为 $y''(t) + 5y'(t) + 6y(t) = 2f(t)$ ，当输入 $f(t) = e^{-t}u(t)$ 时，系统的全响应为 $y(t) = (e^{-t} - 4e^{-2t} + 2e^{-3t})u(t)$ ，则系统的零输入响应为 ()

- A. $(e^{-t} - 2e^{-2t} + e^{-3t})u(t)$ B. $(-4e^{-2t} + 2e^{-3t})u(t)$
 C. $(e^{-t} - 4e^{-2t})u(t)$ D. $(-2e^{-2t} + e^{-3t})u(t)$

二、填空题

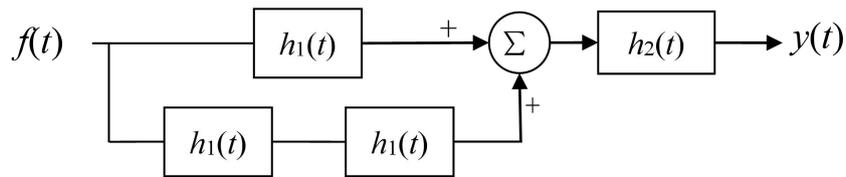
- 某 LTI 系统，对于系统的冲激响应 $e^{-t}u(t)$ ，则系统的阶跃响应为_____。
- 系统的全响应可以分为自由响应和_____响应。
- 若单位冲激响应为 $h(t)$ ，输入激励为 $f(t)$ ，则 $y(t) = h(t) * f(t)$ 是该系统的_____响应。
- 如果一线性时不变系统的单位冲激响应为 $h(t)$ ，则该系统的阶跃响应 $g(t)$ 为_____。
- 零状态响应表示不考虑起始时刻系统储能的作用，由系统的_____所产生的响应。
- 如果一线性时不变系统的输入为 $f(t)$ ，零状态响应为 $y_{zs}(t) = 2f(t - t_0)$ ，则该系统的单位冲激响应 $h(t)$ 为_____。
- 连续时间系统系统结构中常用的基本运算有积分器、加法器和_____。
- 如下图所示，若激励信号 $e(t) = (e^{-2t} + e^{-3t})u(t)$ ，那响应 $v_2(t) =$ _____。



9. 若卷积 $f(t) * g(t) = e^{-2t}u(t)$ ，则 $f'(t) * g(t) =$ _____。

三、分析计算题

1. 如图所示系统由几个“子系统”组成，各系统的冲激响应分别为： $h_1(t) = \delta(t - 1)$ ， $h_2(t) = u(t) - u(t - 3)$ ，求总系统的冲激响应 $h(t)$ 。

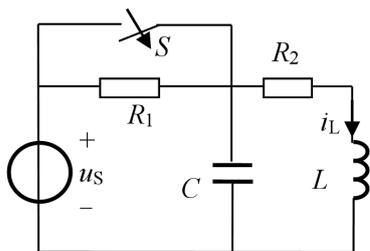


2. 一个 LTI 系统有两个初始状态 $y_1(0)$ 与 $y_2(0)$ ，其零输入响应为 $y_0(t)$ ，已知当 $y_1(0) = 1$ ， $y_2(0) = 0$ 时， $y_0(t) = 2e^{-t} + 3e^{-3t}$ ， $t \geq 0$ ；而当 $y_1(0) = 0$ ， $y_2(0) = 1$ 时， $y_0(t) = 4e^{-t} - 2e^{-3t}$ ， $t \geq 0$ ；求：

(1) 当 $y_1(0) = 5$ ， $y_2(0) = 3$ 时，系统的零输入响应 $y_0(t)$ ；

(2) 若系统输入激励为 $f(t)$ 时的零状态响应为 $y_f(t) = 2 + e^{-t} + 2e^{-3t}$ ， $t \geq 0$ ，则当 $y_1(0) = 2$ ， $y_2(0) = 5$ 时，且激励为 $3f(t)$ 时，系统的零输入响应 $y_0(t)$ 和系统的完全响应 $y(t)$ 。

3. 如图所示电路，开关 S 原是闭合的，电路处于稳态。若 S 在 $t = 0$ 时打开，已知 $u_s = 42\text{V}$ ， $L = 1/12\text{H}$ ， $C = 1\text{F}$ ， $R_1 = 1\Omega$ ， $R_2 = 0.75\Omega$ ，求 $t \geq 0$ 时的电感电流 $i_L(t)$ 。



4. 计算下列各卷积:

(1) $2e^{-2t} \varepsilon(t) * \delta'(t)$

(2) $3e^{-3t} \varepsilon(t) * \varepsilon(t)$

(3) $2e^{-2t} \varepsilon(t) * 3e^{-3t} \varepsilon(t)$

5. 给定系统的微分方程 $y''(t) + 3y'(t) + 2y(t) = f'(t) + 3f(t)$, 当输入为 $f(t) = e^{-4t} \varepsilon(t)$ 时, 系统的全响应为 $y(t) = (\frac{14}{3}e^{-t} - \frac{7}{2}e^{-2t} - \frac{1}{6}e^{-4t})\varepsilon(t)$. 试确定系统的零输入响应和零状态响应; 自然响应和强迫响应; 瞬态响应和稳态响应。

6. 系统的微分方程 $2y''(t) + 6y'(t) + 4y(t) = f'(t) + 5f(t)$, 当初始状态 $y(0) = 2$, $y'(0) = 1$ 时, 求系统零输入响应 $y_x(t)$ 。

7. 一个 LTI 系统在相同的初始状态下, 当输入为 $f(t)$ 时, 全响应为 $y(t) = 2e^{-t} + \cos 2t$, $t \geq 0$; 当输入为 $2f(t)$ 时, 全响应为 $y(t) = e^{-t} + 2\cos 2t$, $t \geq 0$; 求:

(1) 系统的零输入响应 $y_0(t)$;

(2) 系统的零状态响应 $y_f(t)$;

(3) 在相同的初始状态下, 输入为 $4f(t)$ 时的全响应。

8. 一个 LTI 系统在相同的初始状态下, 当输入为 $f(t)$ 时, 全响应为 $y(t) = 2e^{-3t} + \sin 2t$, $t \geq 0$; 当输入为 $2f(t)$ 时, 全响应为 $y(t) = e^{-3t} + 2\sin 2t$, $t \geq 0$; 求:

(1) 系统的零输入响应 $y_0(t)$;

(2) 系统的零状态响应 $y_f(t)$;

(3) 初始条件增大 1 倍, 输入为 $0.5f(t)$ 时的全响应 $y(t)$ 。

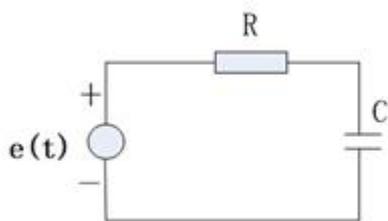
9. 一个 LTI 系统初始状态 $y(0) = 2$ 时, 系统的零输入响应 $y_0(t) = 6e^{-4t}$, $t \geq 0$; 而当初始状态 $y(0) = 8$ 时及输入激励 $f(t)$ 共同作用下产生的完全响应 $y(t) = 3e^{-4t} + 5e^{-t}$,

$t \geq 0$; 求:

- (1) 当初始状态 $y(0) = 8$ 时, 系统的零输入响应 $y_0(t)$;
- (2) 输入激励 $f(t)$ 的零状态响应 $y_f(t)$;
- (3) 当初始状态 $y(0) = 1$ 以及输入激励为 $3f(t)$ 共同作用下产生的完全响应 $y(t)$;

10. RC 电路图如图所示, 已知: $e(t) = E[u(t) - u(t - \tau_0)]$, 其中 E 为常数, 求解:

$U_R(t)$, $U_C(t)$



11. 已知系统方程是 $\frac{d^2}{dt^2}r(t) + 3\frac{d}{dt}r(t) + 2r(t) = \frac{d^3}{dt^3}e(t) + 4\frac{d^2}{dt^2}e(t) - 5e(t)$, 求 $h(t)$