

第四章（拉普拉斯变换及 s 域分析）

一、选择题

1. 求 $e^{at}u(t)$ 的拉氏变换为 ()。

A、 $-\frac{1}{s+a}$ B、 $\frac{1}{s+a}$ C、 $-\frac{1}{s-a}$ D、 $\frac{1}{s-a}$

2. $\frac{1}{s}e^{-2s}$ 的拉氏逆变换为 ()。

A、 $\delta(t-2)$ B、 $\delta(t+2)$ C、 $u(t-2)$ D、 $u(t+2)$

3. 对于连续时间系统，系统稳定的充要条件是 ()。

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

4. 属于系统稳定性的判断条件，错误的是 ()。

- A、冲激响应 $h(t)$ 绝对可积 B、系统函数 $H(s)$ 全部极点落于 s 左半平面
C、冲激响应 $h(t)$ 的极限 $\lim_{t \rightarrow \infty} h(t) = 0$ D、系统函数 $H(s)$ 全部极点落于 s 右半平面

5. 若 $F(s) = L[f(t)] = \frac{(s+2)(s+3)}{s(s+1)(s+6)}$ ，则 $f(0_+)$ 和 $f(\infty)$ 分别为 ()

A. 0、1; B. 0、0; C. 1、0; D. 1、1;

6. 求 $te^{-at}u(t)$ 的拉氏变换为 ()

A. $-\frac{1}{(s+a)^2}$ B. $\frac{1}{(s+a)^2}$ C. $\frac{1}{s^2+a}$ D. $\frac{1}{s^2-a}$

7. 使系统 $H(s) = \frac{1}{s+1-K}$ 稳定的 K 值范围是 ()

A. $K \geq -1$ B. $K < 1$ C. $K > 1$ D. $-1 \leq K \leq 1$

8. 象函数 $\frac{3s+10}{s^2+5s+6}$ 的初值为 ()

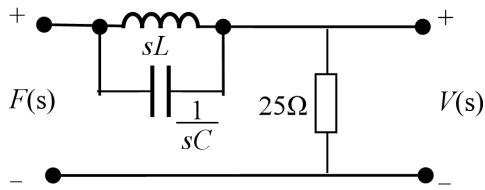
A. 0 B. 3 C. $\frac{5}{3}$ D. $\frac{8}{5}$

9. 若一连续时间二阶系统的系统函数 $H(s)$ 的共轭极点在虚轴上，则它的 $h(t)$ 应是 ()

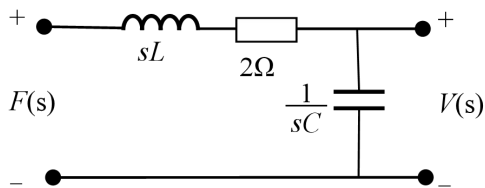
- A. 指数增长信号 B. 指数衰减振荡信号 C. 常数 D. 等幅振荡信号

二、填空题

1. 请写出 te^{-2t} 的拉普拉斯变换_____。
2. 请写出 $\frac{1}{s^2+1}$ 的拉氏逆变换_____。
3. $\frac{s-1}{(s+1)^2}$ 的拉氏逆变换为_____。
4. 求 $F(s) = \frac{10(s+2)^2}{s(s+5)}$ 拉氏反变换原函数的初值_____和终值_____。
5. 系统函数 $H(s) = 1 + \frac{4}{s+1} - \frac{5}{s+2}$ 的零点分别是_____、_____。
6. 如图电路，系统函数 $H(s) = \frac{V(s)}{F(s)} = \frac{s^2+5}{s^2+2s+5}$ ，则电容 C 为____F 和电感 L 为____H。



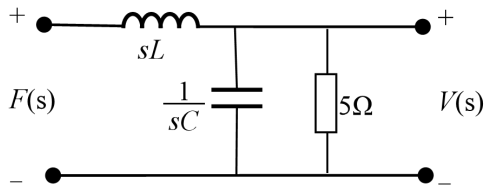
7. 求 $F(s) = \frac{2s-6}{(s+2)(s+5)}$ 拉氏反变换原函数的初值_____和终值_____。
8. 系统函数 $H(s) = 1 - \frac{21}{s+2} + \frac{24}{s+3}$ 的零点分别是_____、_____。
9. 如图电路，系统函数 $H(s) = \frac{V(s)}{F(s)} = \frac{10}{s^2+2s+10}$ ，则电容 C 为____F 和电感 L 为____H。



10. 求 $F(s) = \frac{6(s+2)(s+1)}{s(s+3)}$ 拉氏反变换原函数的初值_____和终值_____。

11. 系统函数 $H(s) = 1 + \frac{8}{s+2} - \frac{13}{s+3}$ 的零点分别是_____、_____。

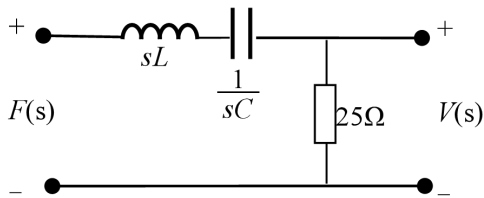
12. 如图电路，系统函数 $H(s) = \frac{V(s)}{F(s)} = \frac{5}{s^2 + 2s + 5}$ ，则电容 C 为____F 和电感 L 为____H。



13. 求 $F(s) = \frac{s+3}{(s+1)(s+2)}$ 拉氏反变换原函数的初值_____和终值_____。

14. 系统函数 $H(s) = 1 + \frac{3}{s+1} - \frac{14}{s+5}$ 的零点分别是_____、_____。

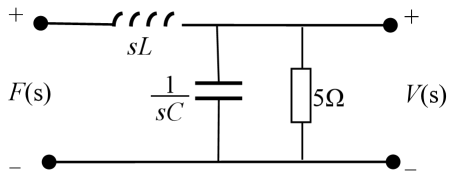
15. 如图电路，系统函数 $H(s) = \frac{V(s)}{F(s)} = \frac{5s}{s^2 + 5s + 1}$ ，则电容 C 为____F 和电感 L 为____H。



16. 系统函数 $H(s) = \frac{s[(s-1)^2 + 1]}{(s+1)^2(s^2 + 4)}$ ，则其极点有_____。

17. 系统函数 $H(s) = 1 + \frac{3}{s+1} - \frac{14}{s+5}$ 的零点分别是 2 和_____。

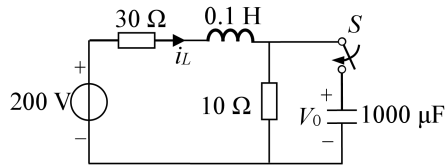
18. 如图电路，系统函数 $H(s) = \frac{V(s)}{F(s)} = \frac{5}{s^2 + 2s + 5}$ ，则电容 C 为____F 和电感 L 为____H。



三、分析计算题

1. 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, 求零输入响应 $y_{zi}(t)$ 。

2. 电路如图所示, 已知 $R_1=30\ \Omega$, $R_2=10\ \Omega$, $L=0.1\ \text{H}$, $C=1000\ \mu\text{F}$, 并设电容上原有电压 $v(0^-)=V_0=100\ \text{V}$, 试用拉普拉斯法求电流 i_L 。



3. 给定系统微分方程 $y''(t) + 5y'(t) + 6y(t) = f(t)$, 若激励 $f(t) = e^{-t}u(t)$, 初始状态 $y(0^-) = 1$, $y'(0^-) = 2$ 。试用拉普拉斯变换法求系统的全响应。
提示: $y''(t)$ 的拉氏变换为 $s^2Y(s) - sy(0^-) - y'(0^-)$; $y'(t)$ 的拉氏变换为 $sY(s) - y(0^-)$ 。

4. 给定系统微分方程 $y''(t) + 7y'(t) + 10y(t) = 2f'(t) + f(t)$, $t > 0$, 求:

1) 系统函数及冲激响应;

2) 若激励 $f(t) = e^{-t}u(t)$, 初始状态 $y(0^-) = 5$, $y'(0^-) = 3$, 求系统零输入响应, 零状态响应, 完全响应。

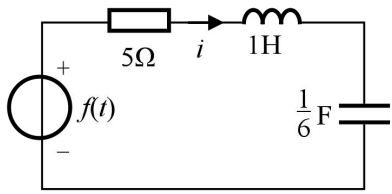
5. 计算下列各信号的单边拉氏变换。

(1) $f(t) = \delta(t) - e^{-2t}\varepsilon(t)$

(2) $f(t) = \varepsilon(t) - 2\varepsilon(t-1) + \varepsilon(t-2)$

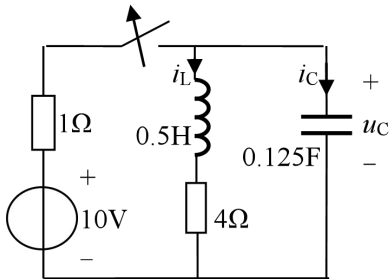
(3) $f(t) = e^{-t} \sin 2t \cdot \varepsilon(t)$

6. 如图电路系统, 其中 $f(t)$ 为输入电压, 试求 $i(t)$ 为输出电流时的系统的冲激响应 $h(t)$ 和阶跃响应 $g(t)$ 。



7. 已知系统阶跃响应为 $g(t) = (1 - e^{-2t})\varepsilon(t)$ ，若 $y(t) = (1 - e^{-2t} - te^{-2t})\varepsilon(t)$ 为输出响应，试求激励信号 $f(t)$ 。

8. 如图所示电路已达稳态， $t=0$ 开关打开，求零输入响应 $u_C(t)$ 。

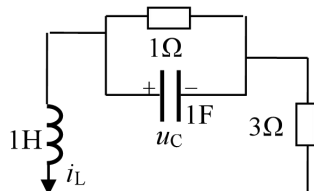


9. 给定系统微分方程 $y''(t) + 5y'(t) + 4y(t) = 2f'(t) + 5f(t)$ ， $t > 0$ ，求：

1) 系统函数及冲激响应；

2) 若激励 $f(t) = e^{-2t}u(t)$ ，初始状态 $y(0^-) = 2$ ， $y'(0^-) = 5$ ，求系统零输入响应，零状态响应，完全响应。

10. 如图为 $t > 0$ 时的电路，已知 $u_C(0) = 10V$ ， $i_L(0) = 2A$ ，求零输入响应 $u_C(t)$ 和 $i_L(t)$ 。

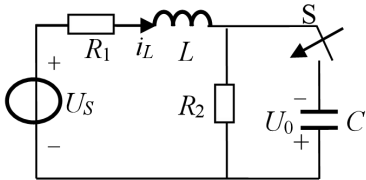


11. 给定系统微分方程 $y''(t) + 3y'(t) + 2y(t) = 4f'(t) + 3f(t)$ ， $t > 0$ ，求：

1) 系统函数及冲激响应；

2) 若激励 $f(t) = e^{-3t}u(t)$, 初始状态 $y(0^-) = -2$, $y'(0^-) = 3$, 求系统零输入响应, 零状态响应, 完全响应。

12. 电路如图所示, 设电容上原有电压 $U_0 = 100V$, 电源电压 $U_S = 200V$, $R_1 = 30\Omega$, $R_2 = 10\Omega$, $L = 0.1H$, $C = 1000\mu F$ 。求开关 S 合上后电感中的电流 i_L 。



13. 给定系统微分方程 $y''(t) + 4y'(t) + 3y(t) = f'(t) + 5f(t)$, $t > 0$, 求:

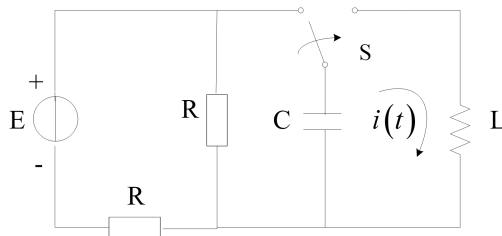
1) 系统函数及冲激响应;

2) 若激励 $f(t) = e^{-2t}u(t)$, 初始状态 $y(0^-) = 1$, $y'(0^-) = 2$, 求系统零输入响应, 零状态响应, 完全响应。

14. 已知因果系统的系统函数 $H(s) = \frac{s+1}{s^2+5s+6}$, 求当输入信号 $f(t) = e^{-3t}u(t)$ 时,

系统的输出 $y(t)$

15. 如下图 5 所示, $t = 0$ 以前开关位于 “1”, 电路已进入稳定状态, $t = 0$ 时开关从 “1” 倒向 “2”, 求电流 $i(t)$ 的表达式。

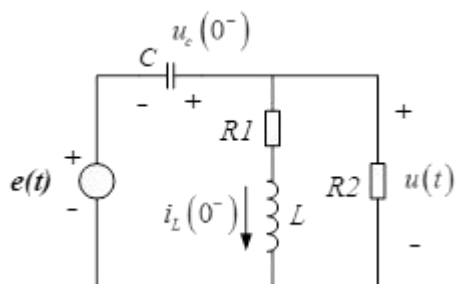


16. 如图所示电路, 已知元件参数及初始条件为:

$C = 1F, L = 0.5H, R_1 = 1\Omega, R_2 = \frac{1}{5}\Omega, u_c(0^-) = 5V, i_L(0^-) = 4A, e(t) = 10u(t)V$ 。

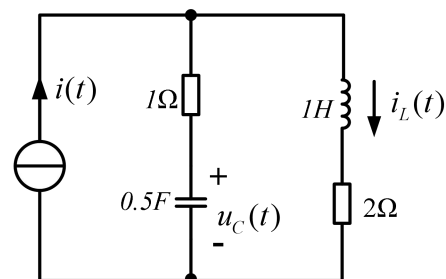
画出 s 等效电路图;

$u(t)$ 为系统响应, 求系统函数 $H(s)$ 及冲激响应 $h(t)$;
求 R_2 上的全响应电压 $u(t)$ 。



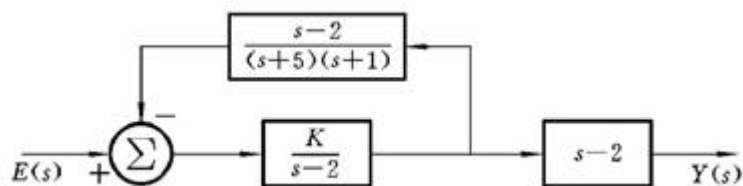
17. 已知电路系统如图所示, 其中, 电容初始电压为 $u_c(0^-) = 3V$, 电感初始电流为 $i_L(0^-) = 1A$, 激励为 $i(t)$, 响应为 $i_L(t)$, 试:

- (1) 画出 S 域运算等效电路;
- (2) 求系统函数 $H(s)$;
- (3) 求 $i_L(t)$ 的零输入响应。



18. 一反馈系统如图所示:

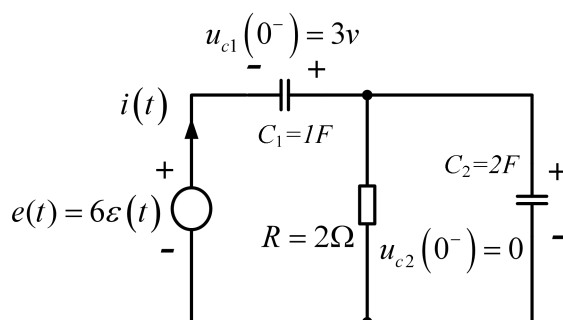
- (1) 求系统函数 $H(s)$;
- (2) 要使得系统稳定, 求 K 的取值范围。



19. 电路元件参数激励及初始条件如图所

示, 试:

- (1) 画出运算等效电路;



(2) 求系统函数 $H(s)$ 及单位冲激响应 $h(t)$;

(3) 求响应电流 $i(t)$ 。

20. 在 $t=0$ 时刻, 将信号 $e(t)$ 加到下图的电路系统中 (开关 S 合上), 已知:

$R = 1\Omega, C = 2F$, 电容上的起始电压 $u_c(0^-) = 0.5V$ 。

(1) 试做出 $t > 0$ 时的 S 等效电路图;

(2) 试求电容电压 $u_c(t)$ 的零输入响应和零状态响应。

