10、求 13.15 所示电路处于稳态时，电感的储能为多大？

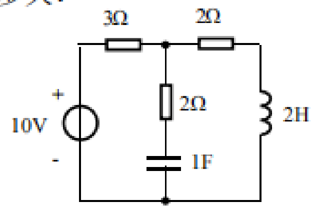


图 13.15

图13.15

∵ 电路处于稳态时电容开路，电感短路

∴ $I = 10V / 5\Omega = 2A$

∴ 电感储能 $E_L = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 = 4J$

14、图 13.19 所示电路开关断开已经很久，t=0 时开关闭合，$i(0_+)$=？

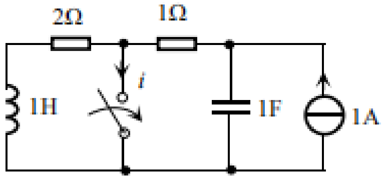


图 13.19

图13.19

∵ $t<0$时，直流输入，电感短路，电容开路

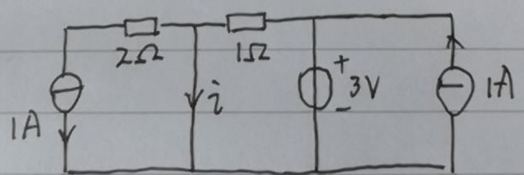
电容上电压 $u_C(0_-) = 3V$

电感上电流 $i_L(0_-) = 1A$

∴ $u_C(0_+) = u_C(0_-) = 3V$

$i_L(0_+) = i_L(0_-) = 1A$

∴ $t=0_+$时电路可等效为



∴根据叠加定理 $i(0_+) = 2A$

1、如图 14.10 所示电路，$t=0$ 时，开关导通，求 $t>0$ 时，电容上电压 $u_c(t)$ ＝ ？

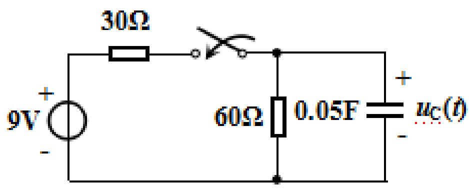


图 14.10

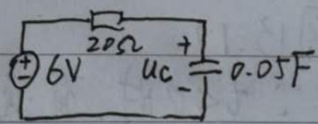
∵ 初始条件 $U_0=0$，直流输入 $U_S\neq0$

∴ 为零状态响应

∴ $u_C(t)=U_S-U_Se^{-\frac{1}{\tau}t}，(t>0)$

∵ 当 $t>0$ 时，戴维宁等效电路为

$u_0=6V$



$R_0=\frac{30\times60}{30+60}=20\Omega$

∴ $\tau=RC=20\times0.05=1s$

∴ $u_C(t)=6-6e^{-t}，(t\geq0)$

6、如图 14.15 所示电路，$t<0$ 时，双刀开关置 a，电路达到稳态；当 $t=0$ 时，开关从 a 置到 b，求 $t\geq0$ 时，电感上电流 $i_L(t)$=?

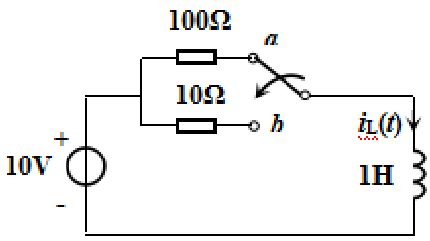


图 14.15

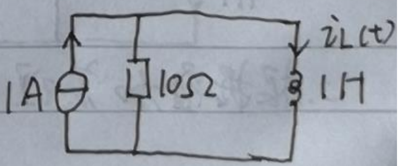
∵ $i_L(0_-)=10V/100\Omega=0.1A$

∴ $i_L(0_+)=i_L(0_-)=0.1A$

∴ $t\geq0$ 时，$i_L(t)=I_S+(I_0-I_S)e^{-\frac{1}{\tau}t}$

$\cancel{\tau=L/R=1/10s}$

∵ 诺顿等效电路为



$\tau=L/R=0.1s$

∴ $i_L(t)=1-0.9e^{-10t}，(t\geq0)$

9、图 14.18 示电路原来已经稳定，t=0 时闭合开关，求 t>0 的电容电压 $u_c(t)$

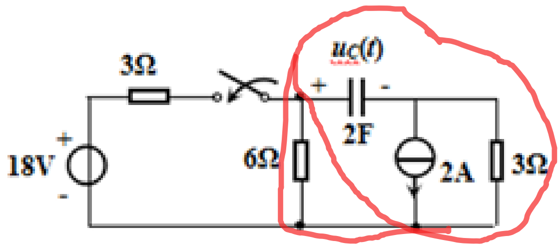


图 14.18

∵ $t<0$ 时，电路达到稳定，电容开路

∴ $u_C(0_-) = 2\times3 = 6V$

∴ $u_C(0_+) = u_C(0_-) = 6V$

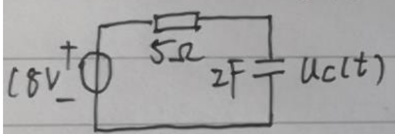
∵ 当 $t>0$ 时，电容两端看入的戴维宁等效为

$$u_{C1} = \frac{6}{6+3}\times18 = 12V$$

$$u_{C2} = -2\times3 = -6V$$

∴ $U_0 = 12+6 = 18V$

$$R_0 = \frac{3\times6}{3+6}+3 = 5\Omega$$



, $\tau = R_0C = 10s$

∴ 全响应为

$$u_C(t) = U_s + (U_0 - U_s)e^{-\frac{1}{\tau}t}$$

$$= 18 + (6-18)e^{-\frac{t}{10}} \ (V), (t>0)$$

$$= 18 - 12e^{-\frac{1}{10}t} \ V, (t>0)$$

2、图 15.8 所示电路，已知电路的初始条件为：$u_C(0)=1\text{V}$，$i_L(0)=0\text{A}$，试求$t\geq 0\text{s}$电容电压的响应？

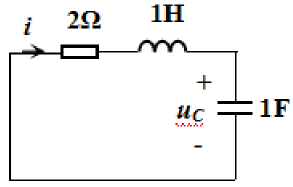


图 15.8

列出微分方程 $LC\dfrac{d^2u_c}{dt^2}+RC\dfrac{du_c}{dt}+u_c=0$

即 $\begin{cases}\dfrac{d^2u_c}{dt^2}+2\dfrac{du_c}{dt}+u_c=0\\ u_c(0+)=1\text{V}\\ i_c(0+)=0\text{A}\end{cases}$

求特征根：$s^2+2s+1=0$

$$S_{1,2}=\frac{-2\pm\sqrt{4-4}}{2}=-1$$

$S_{1,2}$ 是两个相等负实数，为临界阻尼情况

通解：$u_c(t)=K_1e^{s_1t}+K_2te^{s_2t}$

$\because u_c(0+)=1\text{V}$

$\therefore K_1=1$

$\because i_c(0+)=C[K_1s_1e^{s_1t}+K_2e^{s_2t}+K_2s_2t]=0$

$\therefore K_1s_1+K_2=0$

$\therefore K_2=1$

全解为

$u_c(t)=e^{s_1t}+te^{s_2t}$，$t\geq 0$

3、图 15.9 所示电路，已知$U_S=1\text{V}$，电容和电感的初始状态均为 0，试求$t\geq 0\text{s}$ 电容电压的响应？

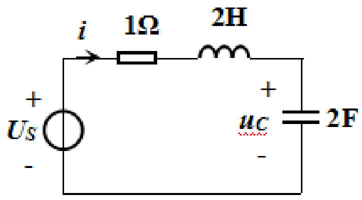


图 15.9

微分方程

$$\begin{cases} 4\frac{du_c}{dt^2}+2\frac{du_c}{dt}+u_c=U_s \\ u_c(0+)=0 \\ i_c(0+)=0 \end{cases}$$

特征方程：$s^2+0.5s+0.25=0$

$s_{1,2}=\frac{-0.5\pm\sqrt{0.25-1}}{2}$，为欠阻尼情况

$=-\frac{1}{4}\pm j\frac{\sqrt{3}}{4}$

通解：$u_c(t)=e^{-\frac{1}{4}t}[k_1\sin(\frac{\sqrt{3}}{4}t)+k_2\cos(\frac{\sqrt{3}}{4}t)]$

特解：$u_c^*(t)=U_s$

全解：$u_c(t)=U_s+e^{-\frac{1}{4}t}[k_1\sin(\frac{\sqrt{3}}{4}t)+k_2\cos(\frac{\sqrt{3}}{4}t)]$

$\because u_c(0+)=0$

$\therefore 1+K_2=0\Rightarrow K_2=-1$

$\because i_c(0+)=0$

$\therefore -\frac{1}{4}e^{-\frac{1}{4}t}[k_1\sin(\frac{\sqrt{3}}{4}t)+k_2\cos(\frac{\sqrt{3}}{4}t)]$

$+e^{-\frac{1}{4}t}[\frac{\sqrt{3}}{4}k_1\cos(\frac{\sqrt{3}}{4}t)-\frac{\sqrt{3}}{4}k_2\sin(\frac{\sqrt{3}}{4}t)]$

$=-\frac{1}{4}K_2+\frac{\sqrt{3}}{4}k_1=0\Rightarrow K_1=-\frac{\sqrt{3}}{3}$

$\therefore U_c(t)=1+e^{-\frac{1}{4}t}[-\frac{\sqrt{3}}{3}\sin(\frac{\sqrt{3}}{4}t)-\cos(\frac{\sqrt{3}}{4}t)],\ t\geq 0$

7、图 15.13 所示电路，已知 3A$U(t)$，试求 $t \geq 0$s 电感的电流响应？

$I_s=3AU(t)$

$U(t)$为阶跃函数

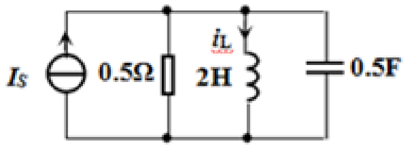


图 15.13

微分方程
$$\begin{cases} LC\dfrac{d^2 i_L}{dt^2}+\dfrac{L}{R}\dfrac{di_L}{dt}+i_L=I_s \\ i_L(0)=1A \\ u_L(0)=1V \end{cases}$$

求特征根：$s^2+4s+1=0$，$S_{1,2}=-2\pm\sqrt{3}$

$S_{1,2}$ 为两个不相等负实数，为过阻尼情况

通解为：$i_L(t)=k_1e^{s_1t}+k_2e^{s_2t}$，特解 $i_L^*(t)=I_s$

$\because i_L(0)=1$　　全解 $i_L(t)=I_s+k_1e^{s_1t}+k_2e^{s_2t}$

$\therefore k_1+k_2=-2$

$\because u_L(0)=1$

$\therefore k_1s_1+k_2s_2=\dfrac{1}{2}$

$\therefore k_1\approx-2.01$，$k_2\approx0.01$

$\therefore$全解为

$$i_L(t)=3-2.01e^{(-2+\sqrt{3})t}+0.01e^{(-2-\sqrt{3})t},\ t\geq0$$

10、图 15.16 所示电路，试求$u_C(t)$的响应。

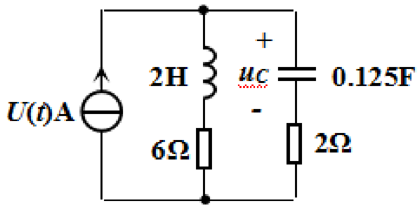


图 15.16

微分方程 $i_C(t)=C\frac{du_C}{dt}$

$$i_L(t)=I_s-C\frac{du_C}{dt}$$

$$L\frac{di_L}{dt}+(I_s-C\frac{du_C}{dt})R_1=u_C+C\frac{du_C}{dt}R_2$$

$$-LC\frac{d^2u_C}{dt^2}-C(R_1+R_2)\frac{du_C}{dt}\cancel{I_sR_1}-u_C=-I_sR_1$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2}+4\frac{du_C}{dt}+4u_C=24$$

求特征根：$s^2+4s+4=0$，$S_{1,2}=-2$

$S_{1,2}$为相等负实数，为临界阻尼情况

通解：$u_C(t)=k_1e^{s_1t}+k_2te^{s_2t}$

特解：$u_C^*(t)=6V$

全解：$u_C(t)=6+k_1e^{-2t}+k_2te^{-2t}$

∵ $u_C(0)=0$

∴ $6+k_1=0$，$k_1=-6$

∵ $i_C(0)=0$

∴ $-2k_1+k_2=0$，$k_2=-12$

∴ 全解为 $u_C(t)=6-6e^{-2t}-12te^{-2t}$，$t\geq0$