

电路练习题 1 参考答案

一、填空题

- 1、电压，电流
- 2、 $n-1$ ， $b-n+1$
- 3、长；短
- 4、2A
- 5、17.3A；6600W
- 6、 $0.25-j0.25$ ；容
- 7、2A；1.414
- 8、 $\frac{1}{3}$
- 9、-10

二、选择题

- 1、(B)
- 2、(B)
- 3、(B)
- 4、(B)
- 5、(C)，(B)，(A)
- 6、(B)。
- 7、(A)
- 8、(B)
- 9、(C)
- 10、(C)
- 11、(C)
- 12、(C)
- 13、(C)
- 14、(C)
- 15、(B)

三、判断题

- 1、(\checkmark)
- 2、(\times)
- 3、(\times)
- 4、(\checkmark)
- 5、(\times)
- 6、(\times)
- 7、(\times)
- 8、(\checkmark)
- 9、(\times)
- 10、(\times)

四、计算题

- 1、解：选 c 为参考节点，列节点电压方程：

$$\begin{cases} (\frac{1}{3}+1)U_a - U_b = 10 + 6 \\ -U_a + (\frac{1}{2}+1)U_b = -10 \end{cases}$$

解得： $U_b = \frac{8}{3} \text{V}$

$$U_{oc} = U_b = \frac{8}{3} \text{V} = 2.67 \text{V}$$

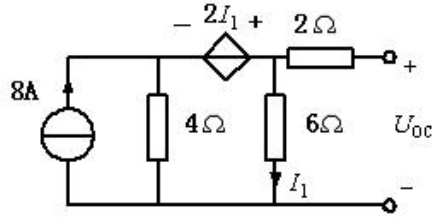
- 2、解： $I_1 = (2 + \frac{9}{3}) \text{A} = 5 \text{A}$

$$I_2 = (\frac{4}{2} - 2) \text{A} = 0$$

$$U_1 = 4 \times (-2) \text{V} = -8 \text{V}$$

电流源产生功率为： $2 \times (4 - U_1 - 9) \text{W} = 6 \text{W}$

- 3、解：求开路电压 U_{oc} ：

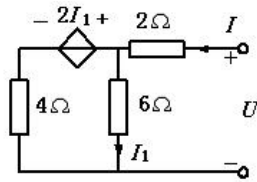


$$-2I_1 + 6I_1 = 4(8 - I_1)$$

解得: $I_1 = 4\text{A}$

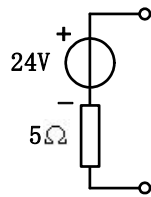
所以: $U_{oc} = 6I_1 = 24\text{V}$

求等效电阻 R_o : (用外加电源法)



$$\begin{cases} U = 2I + 6I_1 \\ 6I_1 = 2I_1 + 4(I - I_1) \end{cases} \quad \text{解得: } R_o = \frac{U}{I} = 5\Omega$$

所以戴维宁等效电路如下图:



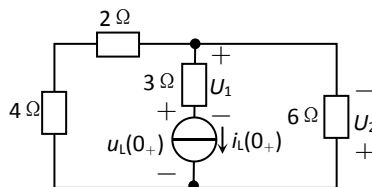
4、解: 由电路图可知, 换路后电路中不再存在独立源, 因此该电路也是零输入响应电路。根据换路前的电路可得

$$i_L(0_-) = \frac{100}{(3 // 6 + 2) // 4} \times \frac{6}{3 + 6} = \frac{100}{3} \text{A}$$

根据换路定律可得

$$i_L(0_+) = i_L(0_-) = \frac{100}{3} \text{A}$$

画出 $t=0_+$ 时的等效电路如图示。



$t=0_+$ 时的电路图

根据 $t=0_+$ 时的等效电路可求得

$$u_L(0_+) = -U_1 - U_2 = -\frac{100}{3} \times 3 - \frac{100}{3 \times 2} \times 6 = -200\text{V}$$

把 $t=0_+$ 等效电路中的恒流源断开，求戴维南等效电路的入端电阻为

$$R = [(2+4) // 6] + 3 = 6 \Omega$$

求得电路的时间常数为

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{6}{6} = 1\text{s}$$

将初始值和时间常数代入零输入响应公式后可得

$$i_L(t) = \frac{100}{3} e^{-t} \text{A}, \quad u_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt} = -200e^{-t} \text{V}, \quad t \geq 0$$

5、解： $Z_1 = \sqrt{2} \angle 45^\circ \Omega$

$$Z_2 = \sqrt{2} \angle -45^\circ \Omega$$

$$\dot{I}_1 = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \dot{I} = 10\sqrt{2} \angle -45^\circ \text{A}$$

$$\dot{I}_2 = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \dot{I} = 10\sqrt{2} \angle 45^\circ \text{A}$$

$$\dot{U} = \dot{I}_1 Z_1 = 20\text{V}$$

电路练习题 2 参考答案

一、填空题

1. 吸收 负载

2. 乏(Var) 伏安(VA)

3. 0.02s; 314 rad/s

4. 反接串联

5. $\sqrt{3}$

6. 超前 滞后

7. 12Ω , 12W

8. 6A

9. $R_x = 3R_y$

10. $44 \angle 35^\circ \Omega$

二、选择题

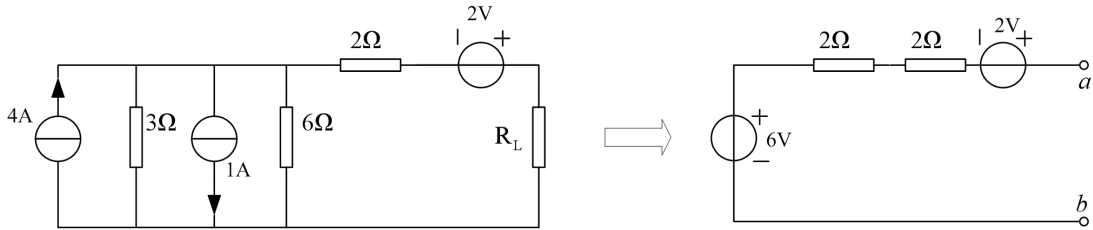
- 1、(B) 2、(C) 3、(C) 4、(C) 5、(B)
 6、(C) 7、(A) 8、(B) 9、(A) 10、(A)
 11、(C) 12、(B) 13、(D) 14、(B) 15、(C)

三、判断题

- 1、(√) 2、(×) 3、(×) 4、(×) 5、(×)
 6、(×) 7、(×) 8、(√) 9、(×) 10、(×)

四、计算题

1、解：原理图等效为：



$U_{oc}=2+6=8V,$

$R_0=8/2=4\ \Omega$ 或 $R_0=2+6//3=4\ \Omega$;

当 $R_L=R_0=4\ \Omega$ 时, 得 $P_{max}=U_{oc}^2/4R_0=8^2/(4\times 4)=4W$

2、解：首先求出当理想电流源单独作用时的电流 I_2' 为

$$I_2' = 1.5 \frac{100}{100 + 200} = 0.5A$$

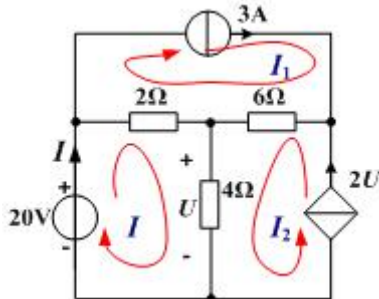
再求出当理想电压源单独作用时的电流 I_2'' 为

$$I_2'' = \frac{24}{100 + 200} = 0.08A$$

根据叠加定理可得

$$I_2 = I_2' + I_2'' = 0.5 + 0.08 = 0.58A$$

3、解：在电路中分别设回路电流 I 、 I_1 、 I_2 如图所示，列写回路方程：



$$\begin{cases} I_1 = 3A \\ I_2 = 2U \\ (2+4)I - 2I_1 + 4I_2 = 20V \\ 4(I_2 + I) = U \text{ 或 } 4(2U + I) = U \text{ 或 } U = -\frac{4I}{7} \end{cases}$$

整理得： $6I - 2I_1 + 4I_2 = 20 \rightarrow 6I - 6 + 4 \times 2U = 20 \rightarrow 6I - 8(4I/7) = 26$
解之得： $I = 18.2A$

4. 解： $Z = 10 + j10\Omega$

最简模型为 10Ω 电阻与 $2H$ 电感串联。

$$\text{平均功率： } P = U^2 \operatorname{Re}[Y] = 2000 \times \frac{10}{10^2 + 10^2} = 100W$$

$$\text{功率因数： } \lambda = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \approx 0.707, \text{ 电感性}$$

5. 解：

$$i_L(0_-) = \frac{48}{4+4} = 6A$$

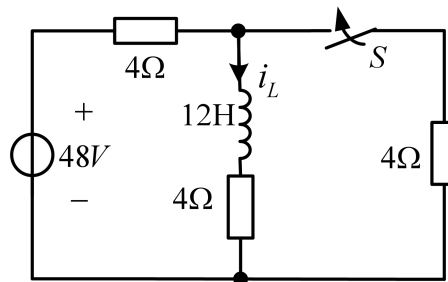
$$i_L(0_+) = i_L(0_-) = 6A$$

$$i_L(\infty) = \frac{48}{4+2} \times 0.5 = 4A$$

$$R = 4 \times \frac{1}{2} + 4 = 6\Omega$$

$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{12}{6} = 2s$$

$$i_L = 4(1 - e^{-\frac{t}{2}}) + 6e^{-\frac{t}{2}} = 4 + 2e^{-\frac{t}{2}} A$$



电路练习题 3 参考答案

一、填空题

1、 20

$$2、 R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

3、 519.88

4、 10

$$5、 L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

$$6、 \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

7、最大值；频率；初相

8、5，感

9、谐振

10、线，相。1.732； 1

二、选择题

1、(A) 2、(B) 3、(C) 4、(D) 5、(B)

6、(C) 7、(D) 8、(A) 9、(B) 10、(D)

11、(D) 12、(A) 13、(C) 14、(A) 15、(D)

三、判断题

1、(√) 2、(×) 3、(×) 4、(√) 5、(×)

6、(×) 7、(√) 8、(×) 9、(×) 10、(×)

四、计算题

1、解：

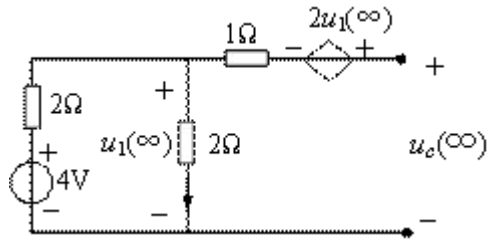
$$\begin{cases} 3I_1 - I_2 - I_3 = 6 \\ -I_1 + 3I_2 - I_3 = 0 \\ I_3 = 5U \\ U = 1 \times I_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3I_1 - 6I_2 = 6 \\ -I_1 - 2I_2 = 0 \end{cases}$$

$$I_1 = \frac{-12}{-6-6} = 1\text{A}$$

$$I_2 = \frac{6}{-12} = -0.5\text{A}$$

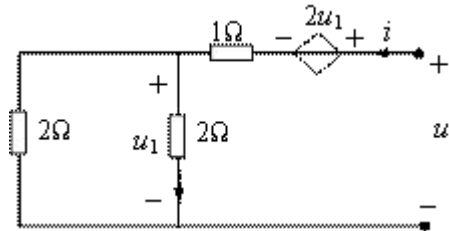
2、解：



$$u_C(0_+) = u_C(0_-) = 3V$$

$$u_C(\infty) = 2u_1(\infty) + u_1(\infty) = 3u_1(\infty)$$

$$= 3 \times \frac{1}{2} \times 4 = 6V$$



$$\left\{ \begin{aligned} u &= 2u_1 + 1 \times i + u_1 \\ u_1 &= \frac{1}{2} i \times 2 \\ u &= 4i \\ R_0 &= \frac{u}{i} = 4\Omega \\ \frac{1}{\tau} &= \frac{1}{R_0 C} = 2.5 \text{ (1/S)} \end{aligned} \right.$$

$$u_C(t) = u_C(\infty) + [u_C(0_+) - u_C(\infty)]e^{-t/\tau}$$

$$= 6 - 3e^{-2.5t} \text{ V} \quad t \geq 0$$

3、解： ab 端的开路电压 U_{oc} : $U_{oc} = -24V$
 从 ab 端看进去的等效电阻 R_{eq} : $R_{eq} = 10 \Omega$

当 $R = R_{eq} = 10 \Omega$ 时，获得最大功率， $P_{max} = \frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}} = \frac{576}{4 \times 10} = 14.4W$ 。

4、

解： $I_3' = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_s = \frac{2}{2+2} \times 2 = 1A$

$U' = I_s R_1 + I_3' R_3 = 2 \times 3 + 1 \times 2 = 8V$

$I_3'' = \frac{-U_s}{R_2 + R_3} = -0.5A$

$U'' = -I_3'' R_3 = -0.5 \times 2 = -1V$

$I_3 = -I_3' + I_3'' = -1 + 0.5 = -0.5A$

$U = U' + U'' = 7V$

5、解：

$$Z_i = (3 + j3 + \frac{j4}{2 + j2})\Omega = (4 + j4)\Omega ,$$

$$\dot{I}_1 = \frac{16}{4 + j4} A = 2\sqrt{2} \angle -45^\circ A ,$$

$$i_1(t) = 4 \cos(10t - 45^\circ) A ;$$

$$\dot{I}_2 = \dot{I}_1 \frac{j2}{2 + j2} A = 2 \angle 0^\circ A ,$$

$$i_2(t) = 2\sqrt{2} \cos(10t) A$$

电路练习题 4 参考答案

一、填空题

1、 -2

2、 4

3、 -1, 4

4、 $R_3(i_{11} + i_{12})$

5、 $5 + j5$

6、 1, 5

7、 $2 - j4$, 2。

二、单项选择题。

1、 C

2、 A

3、 A

4、 C

5、 D

6、C

7、A

8、B

9、A

10、C

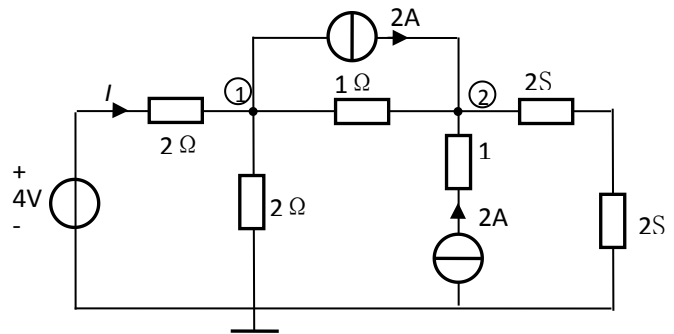
三、1解：结点电压方程为

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 1\right)u_{n1} - u_{n2} = \frac{4}{2} - 2$$

$$-u_{n1} + \left(1 + \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}}\right)u_{n2} = 2 + 2$$

求得 $u_{n1} = \frac{4}{3}V$ $u_{n2} = \frac{8}{3}V$

$$I = -\frac{\frac{4}{3} - 4}{2} = \frac{4}{3}A$$



2、解：(1) 求开路电压 u_{oc}

$$u_{oc} = \frac{6}{4+6} \times 30 = 18V$$

求等效电阻 R_{eq}

$$U = 2I + 6I_2$$

因为 $I = -I_1$

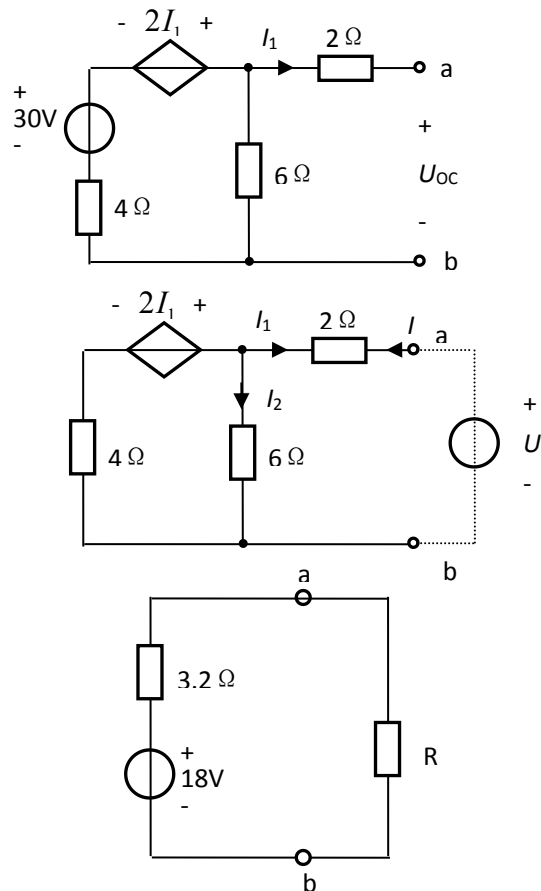
$$2I_1 + 4(I - I_2) = 6I_2$$

$$R_{eq} = \frac{U}{I} = 3.2\Omega$$

戴维宁等效电路如图示

(2) 当 $R = R_{eq} = 3.2\Omega$ 时可获得最大功率

$$P_{\max} = \frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}} = \frac{18^2}{4 \times 3.2} = 25.31W$$



3、解：（1）1V 直流电压源作用时

$$u_C(0_+) = 0V$$

$$u_C(\infty) = \frac{10}{10+10} \times 1 = 0.5V$$

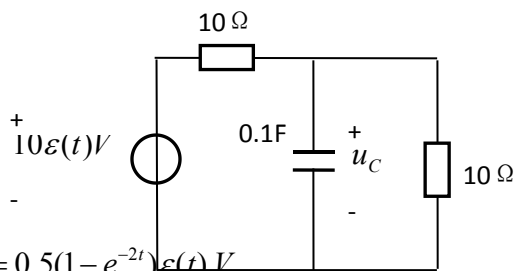
$$\tau = R_{eq}C = \frac{10 \times 10}{10+10} \times 0.1 = 0.5s$$

$$\text{单位阶跃响应 } S_{u_C} = u_C(\infty) (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \varepsilon(t) = 0.5(1 - e^{-2t}) \varepsilon(t) V$$

$$\text{零状态响应 } u_C(t) = 10S_{u_C} = 5(1 - e^{-2t}) \varepsilon(t) V$$

（2）全响应 $u_C(t)$ = 零状态响应 + 零输入响应

$$= 5(1 - e^{-2t}) \varepsilon(t) + 2e^{-2t} \varepsilon(t) = (5 - 3e^{-2t}) \varepsilon(t) V$$



4、解：

$$\dot{I}_C = \frac{\dot{U}_C}{\frac{1}{j\omega C}} = \frac{10 \angle 0^\circ}{-j4\Omega} = j2.5A$$

$$\text{令 } Z_1 = R + \frac{1}{j\omega C} = 3 - j4 = 5 \angle -53.1^\circ \Omega$$

$$Z_2 = j\omega L = j4\Omega$$

$$\text{故 } \dot{U}_s = Z_1 \dot{I}_C = 5 \angle -53.1^\circ \times j2.5 = 10 + j7.5 = 12.5 \angle 36.9^\circ V$$

$$\dot{I}_L = \frac{\dot{U}_s}{Z_2} = \frac{12.5 \angle 36.9^\circ}{j4\Omega} = 1.88 - j2.5 = 3.125 \angle -53.1^\circ A$$

$$\dot{I} = \dot{I}_C + \dot{I}_L = j2.5 + 3.125 \angle -53.1^\circ A = 1.88A$$

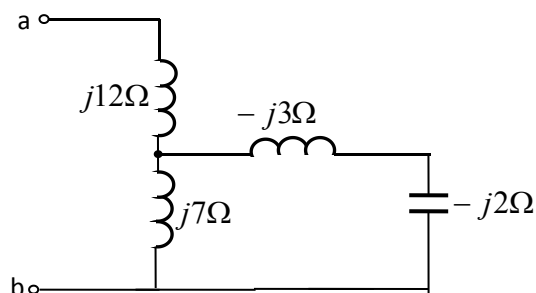
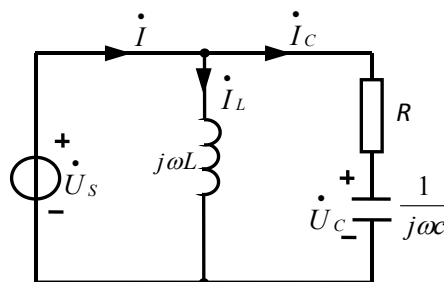
$$\text{电路的复功率: } \bar{S} = \dot{U}_s \dot{I}^* = 12.5 \angle 36.9^\circ \times 1.88 = (18.8 + j14.1) VA$$

$$\text{电路的有功功率: } P = 18.8W$$

$$\text{电路的无功功率: } Q = 14.1Var$$

5、

1.解:电路的去耦等效电路如图

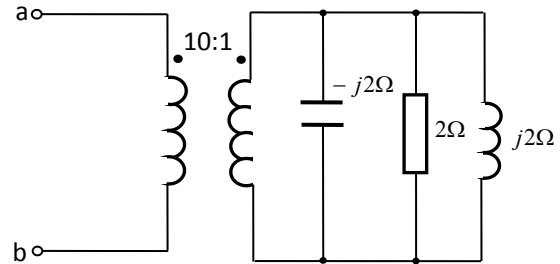


$$\begin{aligned}
 Z_{ab} &= (-j3 - j2) // j7 + j12 \\
 &= \frac{-j5 \times j7}{-j5 + j7} + j12 = -j17.5 + j12 \\
 &= -j5.5\Omega
 \end{aligned}$$

2. 解：次级负载导纳 Y_L

$$Y_L = \frac{1}{2} + \frac{1}{j2} + \frac{1}{-j2} = 0.5S$$

则次级阻抗 Z_L 为：
$$Z_L = \frac{1}{Y} = 2\Omega$$



初级阻抗 Z_{ab} 为：
$$Z_{ab} = n^2 Z_L = 10^2 \times 2 = 200\Omega$$

电路练习题 5 参考答案

一、填充题

1. 30Ω
2. $0.33A$; $1.33V$
3. 4 ; -1
4. -4 ; -20000
5. 8 ; 2
6. 16 ; 16
7. 4 ; -10
8. 5 ; 感
9. 5Ω ; 阻

二、非客观题

10. 解：方法一：运用支路电流法求解。

根据基尔霍夫定理列方程：

$$\begin{cases} i_1 - i_2 - i_3 = 0 \\ 6ki_1 + 3ki_3 - 6 = 0 \\ 6ki_2 - 3ki_3 - 6 = 0 \end{cases} \quad \text{解得：} \quad \begin{cases} i_1 = 1\text{mA} \\ i_2 = 1\text{mA} \\ i_3 = 0\text{mA} \end{cases}$$

方法二：运用节点电位法求解。

设电路的下节点为 b 点且为参考点，即 $U_b = 0V$ 。上节点为 a 点。

$$\text{则 } U_a = \frac{\frac{6}{6k} + \frac{-6}{6k}}{\frac{1}{6k} + \frac{1}{6k} + \frac{1}{3k}} = 0$$

$$\therefore i_1 = \frac{6}{6k} = 1\text{mA}$$

$$i_2 = \frac{0 - (-6)}{6k} = 1\text{mA}$$

$$i_3 = 0$$

11. 解：(1) 令 4V 电压源单独作用，将 2A 电流源开路，见图 (a) 所示。可求得

$$I'_1 = I'_2 = I'_3 = I'_4 = \frac{4}{10 + 30} = 0.1A$$

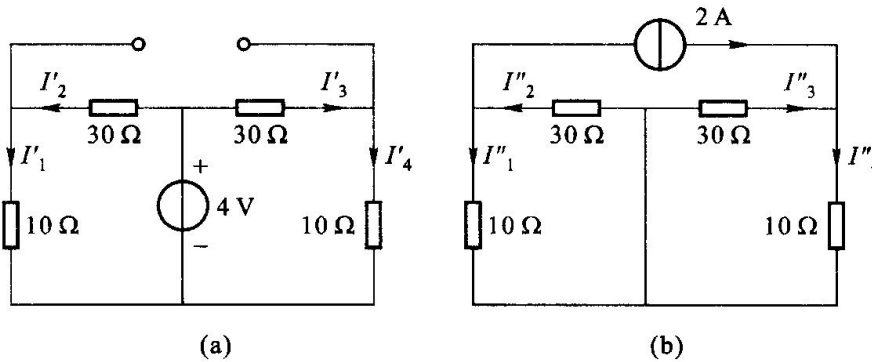
(2) 令 2A 电流源单独作用，将 4V 电压源短路，见图 (b)，可求出

$$I''_1 = \frac{30}{10 + 30}(-2) = -1.5A \quad I''_2 = 2A + I''_1 = 0.5A$$

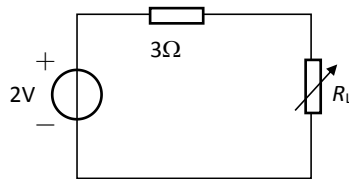
$$I''_3 = -0.5A \quad I''_4 = 1.5A$$

(3) 据叠加定理有 $I_1 = I'_1 + I''_1 = -1.4A$

同理可求得 $I_2 = 0.6A, I_3 = -0.4A, I_4 = 1.6A$



12. 解：根据戴维南定理，原电路的戴维南等效电路如图所示。



当 $R_L = 2\Omega$ 时，电阻 R_L 可获得最大功率

$$\text{最大功率 } P_{\max} = \frac{2^2}{4 \times 3} = \frac{1}{3} (W)$$

13. 解： $U_{n1} = 50V$

$$-\frac{1}{80}U_{n1} + \left(\frac{1}{80} + \frac{1}{50} + \frac{1}{40}\right)U_{n2} - \frac{1}{40}U_{n3} = 0$$

$$-\frac{1}{800}U_{n1} - \frac{1}{40}U_{n2} + \left(\frac{1}{800} + \frac{1}{200} + \frac{1}{40}\right)U_{n3} = 0.75$$

解得: $U_{n2} = 34\text{V}; U_{n3} = 53.2\text{V}$

$$U_0 = U_{n3} - U_{n1} = 3.2\text{V}$$

14. 解: 运用三要素法求解。

(1) 求初始值

$$u_C(0^-) = 20 \times 1 - 10 = 10\text{V}, \quad u_C(0^+) = u_C(0^-) = 10\text{V}$$

(2) 求时间常数

$$\tau = RC = 10 \times 10 \times 10^{-3} = 0.1\text{s}$$

(3) 求稳态值

$$u_C(\infty) = \frac{10}{10 + 10 + 20} \times 1 \times 20 - 10 = -5\text{V}$$

(4) 按三要素法求出全响应

$$u_C(t) = u_C(\infty) + [u_C(0^+) - u_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = (-5 + 15e^{-10t})\text{V}, \quad t > 0$$

15. 解:

$$I_1 = \frac{24}{2} - 12 = 0\text{A}$$

$$I_2 = -12 - \frac{80}{10} = -20\text{A}$$

$$U = 3 \times 12 + 24 = 60\text{V}$$

$$12\text{A 电流源发出的功率 } P_1 = 12U = 12 \times 60 = 720\text{W}$$

$$24\text{V 电压源发出的功率 } P_2 = 24I_1 = 0\text{W}$$

$$80\text{V 电压源发出的功率 } P_3 = -80I_2 = 80 \times 20 = 1600\text{W}$$

16. 解: (1) $\because Z_{in} = n^2 R_L$

当 $Z_{in} = R_s$ 时负载上可获得最大功率

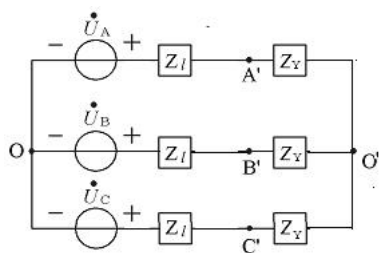
$$\therefore n^2 R_L = R_s$$

$$n=100$$

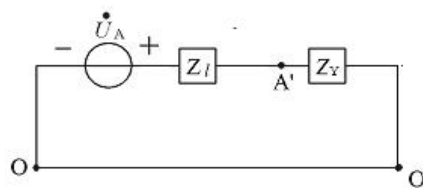
(2) 负载上获得的最大功率为

$$P_{Lm} = \frac{U_s^2}{4R_s} = \frac{100^2}{4 \times 10^4} = 0.25\text{W}$$

17. 解: 首先将对称三角形负载变换为星形负载, 如图(a)所示



(a)



(b)

$$Z_Y = (1/3)Z = 3 + j2 \Omega$$

又因为 $\dot{U}_{OO'} = 0$ ，故可以化为单相计算。取 A 相如图(b)所示。计算可得

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z_l + Z_Y} = \frac{220}{3.1 + j2.17} = 58.2 \angle -35^\circ A$$

$$\dot{I}_{AB} = \dot{I}_A e^{j30^\circ} / \sqrt{3} = 33.6 \angle -5^\circ A$$

电路练习题 6 参考答案

一、填空题

1、最大值、角频率、初相位。

2、 $380 \angle -90^\circ$ ， $380 \angle 150^\circ$ 。

3、 $u(t) = L \frac{di(t)}{dt}$ ， $i(t) = C \frac{du(t)}{dt}$ 。电流，电压。

4、零，初始储能

5、 $P = UI \cos \varphi_z$ 、 $Q = UI \sin \varphi_z$ 、 $S = UI$ 、 $\tilde{S} = P + jQ = \dot{U} \dot{I}^*$ 。

6、 $U_l = \sqrt{3}U_p$ ， $I_l = I_p$ ； $U_l = U_p$ ， $I_l = \sqrt{3}I_p$ 。

二、选择题

1. B

2. D

3. B； A， A； B

4. C

5. C

6. A

7. B

8. D

9. B

- 10. A
- 11. D
- 12. B
- 13. B
- 14. C
- 15. A
- 16. A
- 17. C

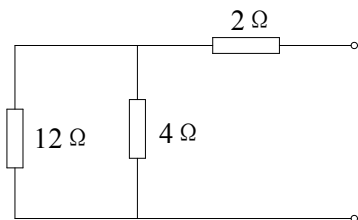
三、判断题

- 1. (√)
- 2. (×)
- 3. (√)
- 4. (×)
- 5. (×)
- 6. (×)
- 7. (√)
- 8. (×)

四、计算题

1、解：(1) 断开待求支路，可求得有源二端网络的开路电压 U_{oc} 为：

$$U_{oc} = \frac{12}{12+4} \times 4 + 6 = 9 \text{ V}$$

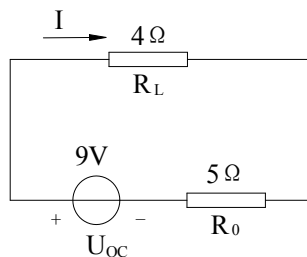


第 1 题的图

(2) 将恒压源短路，除源后的二端网络等效电阻 R_0 为：

$$R_0 = \frac{12 \times 4}{12+4} + 2 = 5 \text{ } \Omega$$

(3) 画出戴维南等效电路，接上待求支路，得所求电流 I 为： $I = \frac{9}{5+4} = 1 \text{ A}$



等效电路图

2、解：当 10V 电压源单独作用时

$$I' = \frac{10}{9+4} \approx 0.769\text{A}$$

当 3A 电流源单独作用时

$$I'' = -3 \frac{4}{4+9} = -0.923\text{A}$$

$$I = I' + I'' = 0.769 + (-0.923) \approx -0.154\text{A}$$

3、解：电压相量为：

$$\dot{U}_S = 5\sqrt{2}\angle 0^\circ (\text{V}) = 5\sqrt{2}(\cos 0^\circ + j\sin 0^\circ) = 5\sqrt{2}(V)$$

电阻的阻抗为 $Z_R = 40\Omega$ ，

电感的阻抗为 $Z_L = jX_L = j\omega L = j \times 10^4 \times 4 \times 10^{-3} = j40\Omega$

电容的阻抗为 $Z_C = -jX_C = -j \frac{1}{\omega C} = -j \times \frac{1}{10^4 \times 5 \times 10^{-6}} = -j20\Omega$

$$\text{电阻上的电流 } \dot{I}_R = \frac{\dot{U}_S}{R} = \frac{5\sqrt{2}\angle 0^\circ}{40} = \frac{\sqrt{2}}{8}\angle 0^\circ (\text{A})$$

$$\text{电感上的电流 } \dot{I}_L = \frac{\dot{U}_S}{Z_L} = \frac{5\sqrt{2}\angle 0^\circ}{j40} = \frac{\sqrt{2}}{8}\angle -90^\circ (\text{A})$$

$$\text{电容上的电流 } \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_S}{Z_C} = \frac{5\sqrt{2}\angle 0^\circ}{-j20} = \frac{\sqrt{2}}{4}\angle 90^\circ (\text{A}),$$

$$\dot{i} = \dot{I}_R + \dot{I}_L + \dot{I}_C = \frac{\sqrt{2}}{8}\angle 0^\circ + \frac{\sqrt{2}}{8}\angle (-90^\circ) + \frac{\sqrt{2}}{4}\angle 90^\circ = \frac{1}{4}\angle 45^\circ (\text{A})$$

$$\text{将相量转换为正弦量得: } i = \frac{\sqrt{2}}{4}\sin(10^4 t + 45^\circ) (\text{A}) \quad i_R = \frac{1}{4}\sin(10^4 t) (\text{A})$$

$$i_L = \frac{1}{4}\sin(10^4 t - 90^\circ) (\text{A}) \quad i_C = \frac{1}{2}\sin(10^4 t + 90^\circ) (\text{A})$$

4、解：①理想变压器的反射阻抗 $Z_{1n} = \frac{1}{n^2}\Omega$ （因图中 n: 1 标为 1: n，所以 n^2 变为 $1/n^2$ ）

由负载上获得最大功率的条件可得

$$10^4 = \frac{1}{n^2} \quad n = \sqrt{\frac{1}{10^4}} = 0.01$$

因理想变压器的反射阻抗与初级回路阻抗相并联，所以负载上获得的最大功率只有电源发出

的最大功率的一半，即： $P_{\min} = \frac{1}{2} \times \frac{100^2}{4 \times 10^4} = 0.125\text{W}$

5、解：根据换路前的电路求 u_C 初始值为

$$u_C(0_+) = u_C(0_-) = -10 + 20 = 10V$$

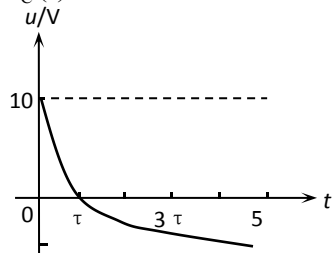
画出换路后的等效电路。求稳态值与时间常数 τ

$$u_C(\infty) = -10 + 0.5 \times 10 = -5V$$

$$\tau = RC = 10000 \times 0.00001 = 0.1s$$

全响应为

$$u_C(t) = -5 + 15e^{-10t} V, \quad t \geq 0$$



电路练习题 7 参考答案

一、填空题

1、 $0.667\mu F$, $66.7V$

2、 $20V$, 10Ω

3、 $2/3H$

4、 4×10^{-3}

5、变化

6、 $10e^{-2t} V$

7、电动势

8、 $R_1 \cdot R_4 = R_3 \cdot R_2$

9、 $n-1$

10、 90°

11、 0 , $\frac{U^2}{X_C}$

12、 $17.5V$, $7.5V$

13、 $1 \angle -163.74^\circ$

14、 0.1

15、 270°

二、选择题

1、A

2、C

3、B

4、D

5、B

6、D

7、C

8、A

9、C

10、A

三、判断题

1、×

2、√

3、√

4、×

5、×

6、√

7、√

8、×

9、√

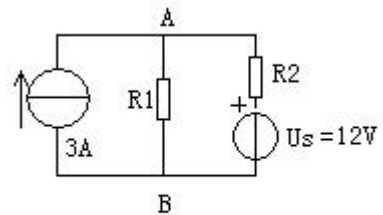
10、√

四、计算题

解：由电路图知， $U_{AB}=3 \times 4=12V$

由于 C、D 断路，所以 $U_{AB}=U_{CD}=12V$

若在 C、D 处加一电源 $U_S=12V$ ，如图图四（1-1）所示，通过 U_S 电源的电流为零。



图四（1-1）

2、解：由电压源与二端网络并联的等效电路可得图四（2-1）电路。

设流过电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 的电流分别是 I_1 、 I_2 、 I_3 。

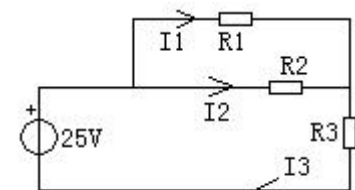
$$I_3 = \frac{20V}{\left(6 + \frac{20 \times 5}{20 + 5}\right)\Omega} = 2A$$

$$I_1 = \frac{5\Omega \times 2A}{(20 + 5)\Omega} = 0.4A$$

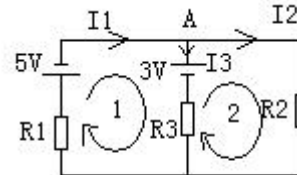
$$I_2 = I_3 - I_1 = 1.6A$$

各电阻消耗的功率为

$$P_1=3.2W \quad P_2=12.8W \quad P_3=24W$$



图四（2-1）



图四（3）

3、解：设各支路的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 ，如图所示。

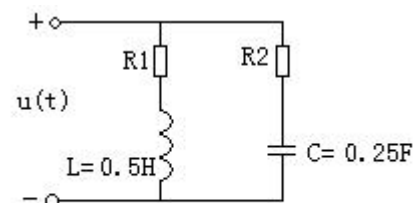
$$\text{对于节点 A: } -I_1 + I_2 + I_3 = 0$$

$$\text{对于回路 1: } 4I_1 + 8I_3 = -5 - 3 = -8$$

$$\text{对于回路 2: } 2I_2 - 8I_3 = 3$$

$$\text{解得, } I_1 = -1A, \quad I_2 = -0.5A, \quad I_3 = -0.5A$$

$$P_S = 5 \times 1 + 3 \times 0.5 = 6.5W$$



图四（4）

4、解：端口电压为 $\dot{U} = 5\angle 0^\circ$.

对于 $\omega = 2$, $X_C = -2j$, $X_L = 1j$.

$$\text{端口阻抗为 } Z = \frac{(1+j)(2-2j)}{(1+j)+(2-2j)} = \frac{4}{3-j} \Omega$$

$$\text{端口电流: } \dot{I} = \frac{5}{3-j} = 3.953 \angle -18.4^\circ \text{ A}$$

$$\text{有功功率: } P = 5 \times 3.953 \cos[0^\circ - (-18.4^\circ)] = 18.75 \text{ W}$$

$$\text{无功功率: } Q = 5 \times 3.953 \sin 18.4^\circ = 6.24 \text{ VA}$$

$$\text{视在功率: } S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 19.764 \text{ VA} \quad \text{功率因数: } \cos \varphi = \frac{P}{S} = 0.95$$

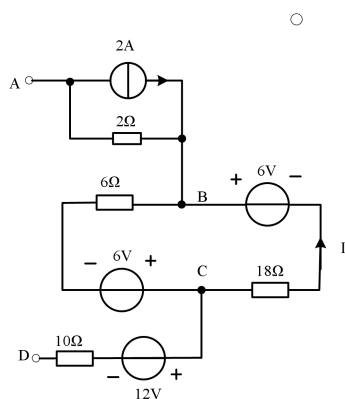
电路练习题 8 参考答案

一、单项选择题

1、(B); 2、(D); 3、(C); 4、(A); 5、(C); 6、(D); 7、(A)。

二、简单计算题

1、解：电流参考方向如图所示。



$$U_{AB} = 2 \times (-2) = -4 \text{ V}$$

$$I = \frac{6+6}{18+6} = 0.5 \text{ A}$$

$$U_{BC} = 6I - 6 = -3 \text{ V},$$

$$\text{或 } U_{BC} = 6 - 18I = -3 \text{ V}$$

$$U_{AD} = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD} = -4 - 3 + 12 = 5 \text{ V}$$

2、解：结点电压方程为

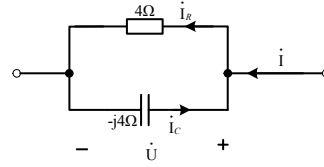
$$\begin{cases} (1+1+1)U_a - U_b - U_c = 1+1 \\ -U_a + (1+1)U_b - U_c = 1 \\ -U_a - U_b + (1+1+1)U_c = -1 \end{cases}$$

3、解：设电压 \dot{U} 的参考方向如右图示：

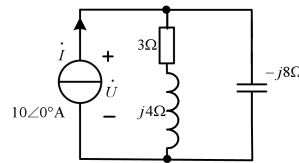
$$\text{则： } \dot{U} = 4\dot{I}_R = 4(-4 + j3) = 20\angle 143^\circ V$$

$$\dot{I}_C = -\frac{\dot{U}}{-j4} = -\frac{20\angle 143^\circ}{4\angle -90^\circ} = 5\angle 53^\circ = (3 + j4)A$$

$$\dot{I} = \dot{I}_R - \dot{I}_C = -4 + j3 - 3 - j4 = -7 - j1 = 7.07\angle -172^\circ A$$



4、解：设电流源的端电压为 \dot{U} 。



$$Z = \frac{-j8(3 + j4)}{3 + j4 - j8} = \frac{40\angle -37^\circ}{5\angle -53^\circ} = 8\angle 16^\circ$$

$$\dot{U} = 10\angle 0^\circ \times Z = 10\angle 0^\circ \times 8\angle 16^\circ = 80\angle 16^\circ V$$

$$P = UI \cos \varphi = 80 \times 10 \cos 16^\circ = 769W$$

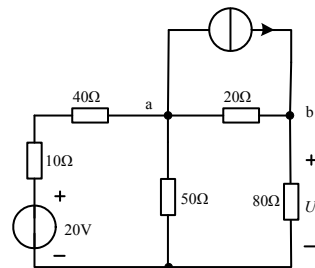
$$\tilde{S} = \dot{U}\dot{I} = 80\angle 16^\circ \times 10\angle 0^\circ = 800\angle 16^\circ = (769 + j220)VA$$

5、解：

应用节点电压法可得：

$$\begin{cases} (\frac{1}{50} + \frac{1}{50} + \frac{1}{20})U_a - \frac{1}{20}U_b = \frac{20}{50} - 2 \\ -\frac{1}{20}U_a + (\frac{1}{20} + \frac{1}{80})U_b = 2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} U_a = 0 \\ U_b = 32V \end{cases}$$



解得 $U_0 = U_b = 32V$ 。

$$6、解： 4I_m + 2 \times 6u_x = 14$$

而 $u_x = 2I_m \Rightarrow I_m = 0.5A, u_x = 1V$

$$u_1 = u_x - 14 = 1 - 14 = -13V \quad (\text{或} \quad u_1 = -2(I_m + 6u_x) = -13V)$$

$$P_{6u_x} = 6u_x u_1 = 6 \times (-13) = -78W$$

7、

解：先求开路电压，如图 1 所示：

$$I' = \frac{125}{60 + 25 + 15} = 0.25A$$

$$U_{OC} = 60I' + 100 = 115V$$

将独立源置零求等效电阻，如图 2 所示

$$R_{eq} = \frac{60 \times (15 + 25)}{60 + 15 + 25} = 24\Omega$$

当 $R_L = R_{eq} = 24\Omega$ 时有：

$$P_{max} = \frac{35^2}{4 \times 24} = 12.76W$$

当 $R_L = 46\Omega$ 时，如图 3 所示

$$I = \frac{35}{24 + 46} = 0.5A$$

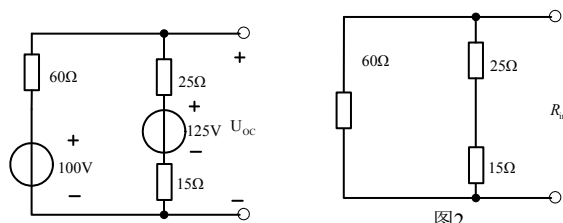


图1

图2

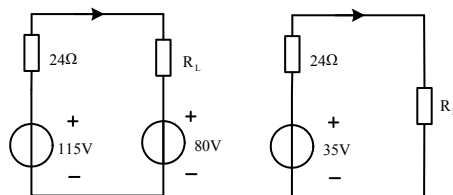


图3

8、解：各支路电流参考方向如图 1 所示

$$P = 312.5 = I_R^2 R$$

$$I_R = 6.25A$$

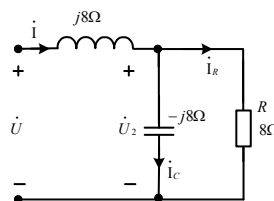


图1

设 $\dot{U}_2 = U_2 \angle 0^\circ V$ 则 $\dot{I}_R = 6.25A, \dot{U}_2 = 8 \times 6.25 \angle 0^\circ = 50 \angle 0^\circ V$

$$\dot{I}_L = \frac{50 \angle 0^\circ}{-j8} = 6.25 \angle 90^\circ A \Rightarrow \dot{I} = \dot{I}_R + \dot{I}_L = 6.25 + j6.25 = 6.25\sqrt{2} \angle 45^\circ$$

所以有： $\dot{U} = j8\dot{I} + \dot{U}_2 = j8 \times 6.25\sqrt{2} \angle 45^\circ + 50 \angle 0^\circ = j50V = 50 \angle 90^\circ V$

相量图如图 2 所示。

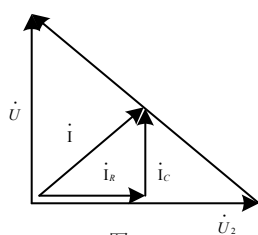
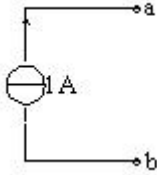


图2

电路练习题 9 参考答案

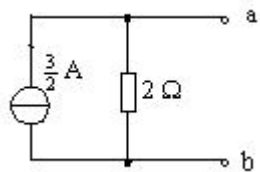
一、填空题

1、



2、 2

3、



4、 2、1、3

二、选择题

1、 B 2、 D 3、 B 4、 A

三、1、解：由 $U_{AB} = 5 \text{ V}$ 可得

$$I_{AC} = -2.5 \text{ A}$$

$$U_{DB} = 0$$

$$U_S = 12.5 \text{ V}$$

2、解：4 V 电压源单独作用时

$$U'_{ad} = 2 \text{ V}$$

$$I'_{ad} = 1 \text{ A}$$

$$I'_{ca} = 2 \text{ A}$$

$$\text{故 } I'_{ab} = 1 \text{ A}$$

8 V 电压源单独作用时

$$I''_{ab} = 6 \text{ A}$$

8 V 电压源发出的功率=56 W

3、解：

$$\begin{cases} 3I_1 - I_3 = U - 6 \\ -2I_3 + 3I_2 = -U \\ I_3 = -U \\ I_2 - I_1 = 1 \end{cases} \quad \begin{cases} I_1 = -2 \text{ A} \\ I_2 = -1 \text{ A} \\ I_3 = -1 \text{ A} \\ U = 1 \text{ V} \end{cases}$$

设受控源电压为 U_i

$$U_i = (I_3 - I_1) \times 1 + (I_3 - I_2) \times 2 + 6I_3 = -5 \text{ V}$$

, 受控源产生功率 5 W

4、解：节点电压方程为：

$$P = U_i U = -5 \text{ W}$$

$$\frac{1}{4}U_2 = \frac{U_1}{3} - I \left(\frac{1}{18} + \frac{1}{9} \right) U_1 = I$$

$$U_1 - U_2 = 8$$

解得 $U_1 = 24 \text{ V}$

$$U_2 = 16 \text{ V}$$

$$I_1 = \frac{4}{3} \text{ A}$$

$$I_2 = 4 \text{ A}$$

5、解： $3 - I_2 - I_1 + 3I_2 = 0$

$$3I_2 = KU_1$$

$$= K \times 2 \times 3$$

$$= 6K$$

故 $I_1 = 4K + 3$

而 $I_1 = 5 \text{ A}$

故 $K = \frac{1}{2}$

电路练习题 10 参考答案

一、填空题

1、20、1

2、电位

3、短路、开路

4、滞后

5、有效、初相

6、最大、过电流

7、线 、相 、1、1.732

二、单项选择题

1、B、2、B 3、A 4、C 5、B、6、B 7、C 8、A、 9、B 10、C

三、计算题

1、解：电阻允许通过的最大电流为

$$I = \sqrt{\frac{P}{R'}} = \sqrt{\frac{100}{100}} = 1\text{A}$$

所以应有 $100 + R = \frac{120}{1}$ ，由此可解得： $R = \frac{120}{1} - 100 = 20\Omega$

电阻 R 上消耗的功率为 $P = 1^2 \times 20 = 20\text{W}$

2、解：用叠加定理求解图电路中 I 。当 125V 电源单独作用时

$$I' = \frac{125}{40 + 36 // 60} \times \frac{60}{60 + 36} = 1.25\text{A}$$

当 120V 电源单独作用时

$$I'' = -\frac{120}{[40 // 60 + 36] // 60} \times \frac{60}{60 // 40 + 36 + 60} = -2\text{A}$$

$$I = I' + I'' = 1.25 + (-2) = -0.75\text{A}$$

3、解：

$$U_{OC} = 10 - 3 \times 4 = -2\text{V}$$

$$R_O = 4\Omega$$

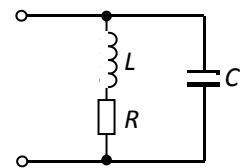
$$I = \frac{-2}{4 + 9} \approx -0.154\text{A}$$

4、解：串联谐振在感抗等于容抗之处发生，据题中数据可得：

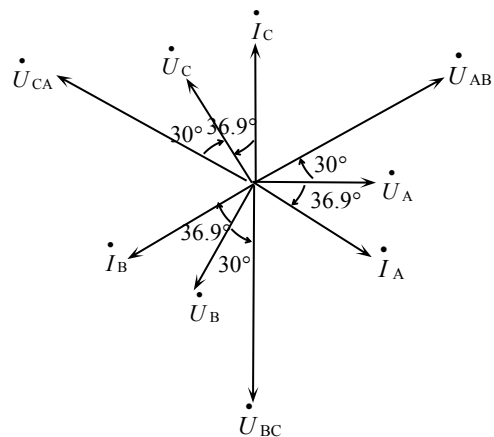
$$C = 1/\omega_0^2 L = 1/2500^2 \times 0.002 = 80\mu\text{F}$$

$$Q = \frac{\sqrt{L/C}}{R} = \frac{\sqrt{0.002/80 \times 10^{-6}}}{1} = 5 \quad I_0 = \frac{U}{R} = \frac{10}{1} = 10\text{A}$$

$$U_C = QU = 5 \times 10 = 50\text{V} \quad U_{RL} = \sqrt{10^2 + 50^2} \approx 51\text{V}$$



5、解：由于电源是对称三相电源，负载是 Y 接的对称三相负载，因此构成了对称三相电路。对称三相电路可归结为一相电路进行分析和计算，而在一相计算电路中，因三相对称而不发生中点偏移，电源中性点 N 和负载中性点 N' 是相重合的，所以，联接 N 和 N' 两点的是一根短路线，与电路中阻抗的情况无关。



相量图

所以①、②、③三种情况下，计算和分析结果完全相同。

电源线电压已知，即 $U_l=380\text{V}$ ，Y 接情况下

$$U_p = \frac{U_l}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220\text{V}$$

一相计算电路中的复阻抗为

$$Z=40+j30=50/\underline{36.9^\circ} \Omega$$

Y 接三相电路的线电流等于相电流，即

$$I_l = I_p = \frac{U_p}{|Z|} = \frac{220}{50} = 4.4\text{A}$$

三相有功功率为

$$P = 3U_p I_p \cos \varphi = 3 \times 220 \times 4.4 \times \cos 36.9^\circ = 2323.2\text{W}$$

以 \dot{U}_A 为参考相量，画出电路相量图如图示。

电路练习题 11 参考答案

一. 填空题。

- | | | |
|-----------------------------------|------------|--------|
| 1. 5, -5。 | 2. 2。 | 3. 4。 |
| 4. 220, 0.02, -135° , 220。 | | 5. 1。 |
| 6. 0.02s, 314rad/s。 | 7. 线性, 电压。 | 8. 0。 |
| 9. 时间, 0。 | 10. 有功。 | 11. K。 |

二. 选择题。

1. A。(路径 KVL 方程列写)
2. D。(节点电压法)
3. C。(功率正负与参考方向关联与否的关系)
4. C。(有效值的定义)
5. D。(相量与正弦量)
6. A。(阻抗与相量电压电流的关系)
7. B。(三角形对称负载相线电流的关系)
8. B。(串联谐振的特点)

三. 判断题。

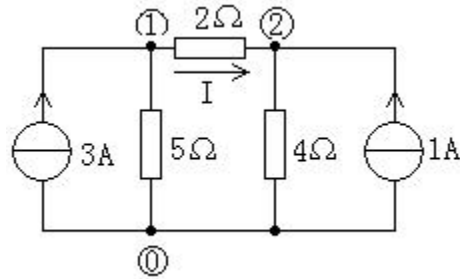
1. 对。 2. 错。 3. 对。 4. 对。 5. 错。

四. 解:

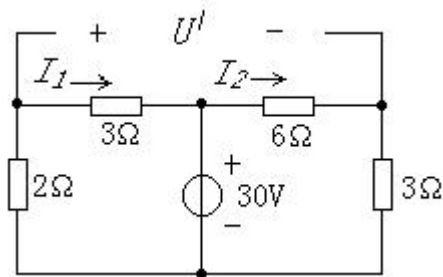
$$\begin{cases} (\frac{1}{5} + \frac{1}{2})U_{n1} - \frac{1}{2}U_{n2} = 3 \\ -\frac{1}{2}U_{n1} + (\frac{1}{4} + \frac{1}{2})U_{n2} = 1 \end{cases} \quad \text{化简为} \quad \begin{cases} 7U_{n1} - 5U_{n2} = 30 \\ -2U_{n1} + 5U_{n2} = 4 \end{cases}$$

$$\text{解得} \quad \begin{cases} U_{n1} = 10 \\ U_{n2} = 8 \end{cases}$$

$$I = \frac{U_{n1} - U_{n2}}{2} = \frac{10 - 8}{2} = 1 \text{ A}$$

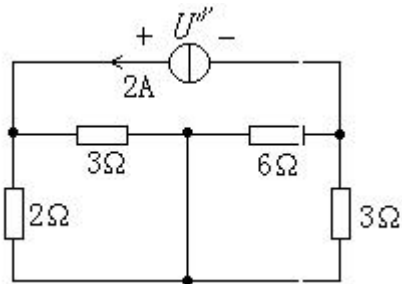


2. 解: 30V 电压源单独作用



$$I_1 = \frac{-30}{2+3} = -6 \text{ A} \quad I_2 = \frac{30}{6+3} = \frac{10}{3} \text{ A} \quad U' = 3I_1 + 6I_2 = 2 \text{ V}$$

2A 电流源单独作用



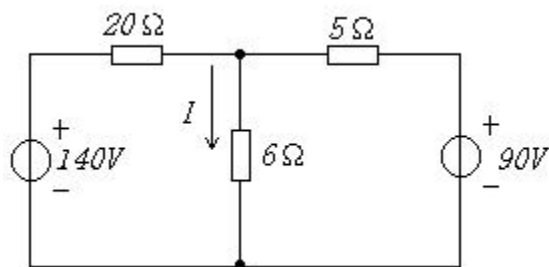
$$U'' = (\frac{2 \times 3}{2+3} + \frac{6 \times 3}{6+3}) \times 2 = 6.4 \text{ V}$$

$$U = U' + U'' = 8.4 \text{ V}$$

3. 解:

$$U_{oc} = \frac{140 - 90}{20 + 5} \times 5 + 90 = 100 \text{ V}$$

$$R_o = \frac{20 \times 5}{20 + 5} = 4 \Omega$$



$$I = \frac{U_{OC}}{R_O + 6} = 10A$$

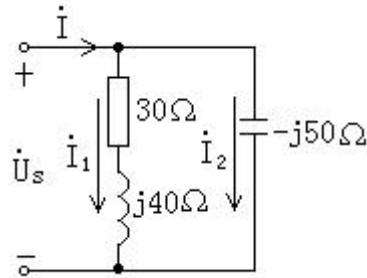
4. 解: $\dot{U}_S = 200\angle 0^\circ V$

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_S}{30 + j40} = 4.0\angle -53.1^\circ A$$

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_S}{-j50} = 4.0\angle 90^\circ A$$

$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 2.53\angle -18.4^\circ A$$

$$P = UI \cos(-18.4^\circ) = 480.1W$$



5. 解:

设: $\dot{U}_{AB} = 380\angle 0^\circ V$, 则 $\dot{U}_{BC} = 380\angle -120^\circ V$, $\dot{U}_{CA} = 380\angle 120^\circ V$

$$\dot{I}_{AB} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z} = 1.52\angle -36.9^\circ A$$

$$\dot{I}_{BC} = 1.52\angle -156.9^\circ A$$

$$\dot{I}_{CA} = 1.52\angle 83.1^\circ A$$

$$\dot{I}_A = \sqrt{3} \dot{I}_{AB} \angle -30^\circ = 2.63\angle -66.9^\circ A$$

$$\dot{I}_B = 2.63\angle 93.1^\circ A$$

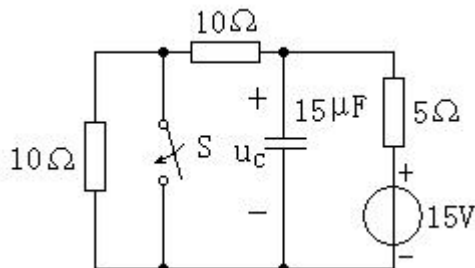
$$\dot{I}_C = 2.63\angle 53.1^\circ A$$

6. 解:

$$u_{C(0+)} = u_{C(0-)} = \frac{15}{25} \times 20 = 12V$$

$$u_{C(\infty)} = \frac{15}{15} \times 10 = 10V$$

$$\tau = R_0 C = \frac{10 \times 5}{10 + 5} \times 15 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-5} s$$



$$u_{C(t)} = 10 + (12 - 10)e^{-\frac{t}{\tau}} = 10 + 2e^{-2 \times 10^4 t} \text{V}, \quad t \geq 0$$

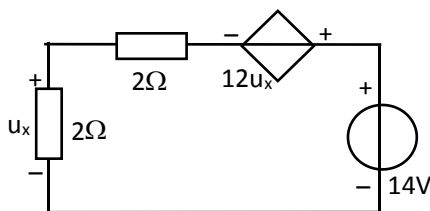
电路练习题 12 参考答案

一、选择

- 1、C (广义 KCL, 路径 KVL)
- 2、D (KCL 结合 KVL, 或用叠加)
- 3、B (齐次定理)
- 4、C (换路定则加 0+ 等效电路)
- 5、D (发出或吸收功率与关联方向的关系)

二、填空

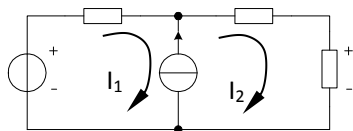
- 1、6; -400; 6。(发出或吸收功率与关联方向的关系)
- 2、8/9, b 指向 a。(U 为 0, 2Ω 上电流为 0, 则 ab 间可等效成直接短接, 短路电流即为 I_s , 等效后的电路用叠加或戴维南求 ab 间短路电流即可)
- 3、4, 4。(将两个图 c 所示戴维南模型如图 a、b 相接即可计算)
- 4、 $6 - e^{-\frac{t}{3}}$ V。(零输入零状态响应含义和线性定理)



三、1、:解: 首先将原电路等效为右图所示,

$$\begin{aligned} \text{显然: } 14u_x &= 14, \\ u_x &= 1\text{V} \\ u_1 &= 14 - 1 = 13\text{V} \\ P_x &= -6u_x u_1 = -6 \times 13 = -78\text{W} \quad \text{释放功率} \end{aligned}$$

2、解:



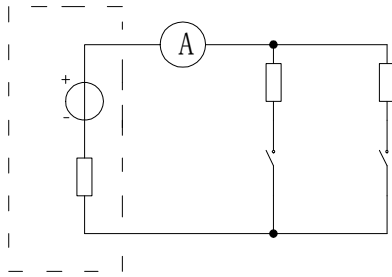
该电路有 2 个网孔, 但是 4A 电流源的电压未知, 所以需要增加方程。具体的网孔方程为

$$\begin{cases} 2I_1 + U_{4A} = 24 \\ U_{4A} = 6I_2 \\ I_1 - I_2 = 4 \end{cases}$$

解得: $I_1 = 6\text{A}$, $I_2 = 2\text{A}$, $U = 2I_2 = 4\text{V}$

:

3 解:

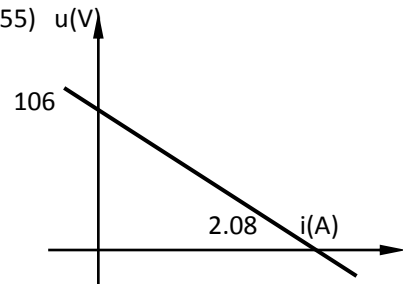


根据 KVL 方程, 当 S_1 闭合时, $U_s = (R_s + R_1)I_1 = 2(R_s + 2)$

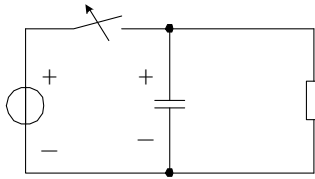
根据题意, 断开 S_1 合上 S_2 时, $U_s = (R_s + R_2)I_2 = (R_s + 55) u(V)$

解得: $U_s = 106V$, $R_s = 51\Omega$

设电流从 a 端流出电压源, 画 u-i 曲线得



4、解:



在开关断开以前, 电容电压 u 等于 U_s , 开关断开后电容通过电阻放电产生零输入响应。

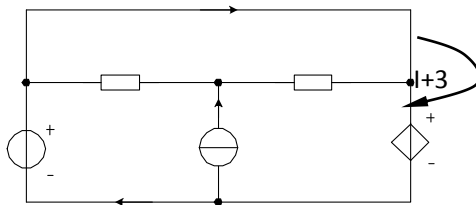
电路的时间常数 $\tau = RC = 10^4 \times 10^{-5} = 0.1s$

$$u = U_s e^{-10t} \varepsilon(t) V$$

当 $t = 0.5s$ 时, $u = U_s e^{-10 \times 0.5} = U_s e^{-5} = 0.3V$

解得: $U_s = 0.3e^5 = 44.5V$

5、解



三个网孔电流如图所示, 分别为 I 、 I_1 、 $I+3$, 只有两个未知变量, 但是 3A 电流源电压也未知, 所以还是需要三个方程。具体方程为

$$3I_1 - 2I - (I+3) = 0$$

$$2I - 2I_1 + U = 10$$

$$U = 2I_1 + (I+3 - I_1) = I_1 + I + 3$$

解得： $I = 4A$

电路练习题 13 参考答案

一. 填空题

- | | | |
|------------------------------|----------------|----------------------------|
| 1. 电压源。 | 2. 0, 虚短。 | 3. 短路, 开路。 |
| 4. 开路、内阻 R_0 。 | 5. 同一。 | 6. 有功功率。 |
| 7. $\sqrt{3}$, 30° 。 | 8. 不变, 不变, 减小。 | 9. $10A$, $10\sqrt{3}A$ 。 |
| 10. 零输入。 | 11. 越慢。 | |

二. 选择题

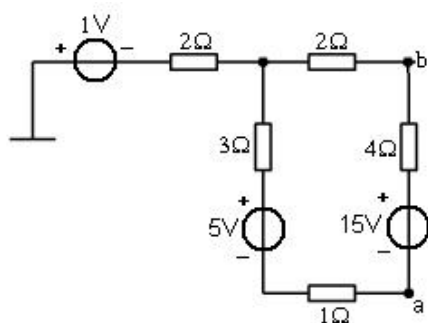
1. A。 2. A 3. C。 4. A。 5. C。 6. C。 7. D。 8. C。 9. A。

三. 是非题

1. (×) 2. (×) 3. (√) 4. (√) 5. (×)
 6. (×) 7. (√) 8. (√) 9. (×)

四. 计算题

1. 解:



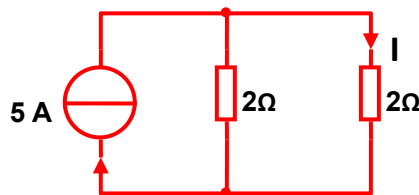
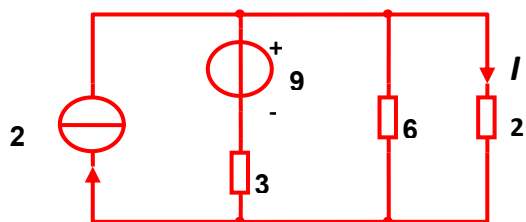
沿 $abca$ 列 KVL : $-15 + I(4 + 2 + 3 + 1) + 5 = 0$

$$I = \frac{15 - 5}{4 + 2 + 3 + 1} = 1A$$

$$U_a = -15 + 1(4 + 2) - 1 = -10V$$

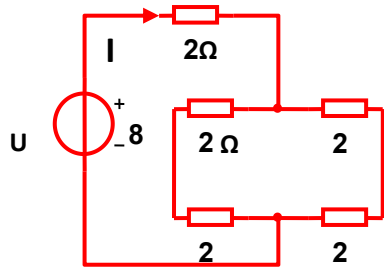
$$U_b = 1 \times 2 - 1 = 1V$$

2. 解: 等效电路如下:



$$I = \frac{2}{2+2} \times 5 = 2.5A$$

3.解:

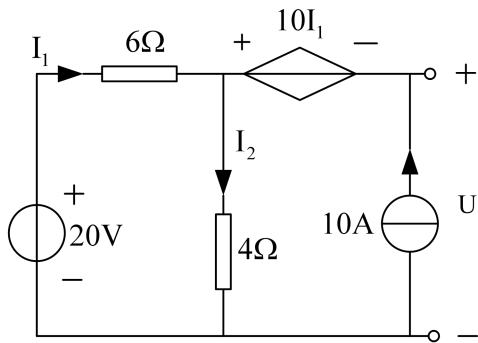


$$R_Y = \frac{1}{3} R_\Delta = \frac{1}{3} \times 6 = 2\Omega$$

$$R = 2 + (2+2) // (2+2) = 4\Omega$$

$$I = \frac{8}{4} = 2A$$

4.解:



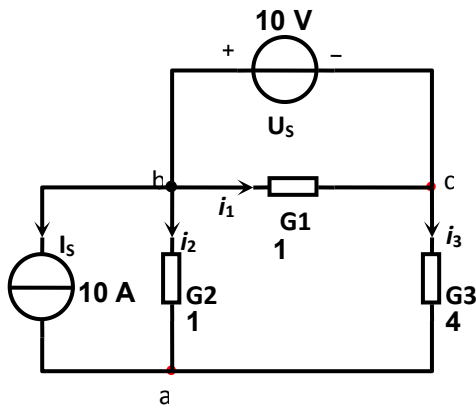
$$(6+4) I_1 + 4 \times 10 = 20$$

$$\therefore I_1 = -\frac{20}{10} = -2A$$

$$I_2 = -2 + 10 = 8A$$

$$U = -10 \times (-2) + 4 \times 8 = 52V$$

5. 解:



将C点接地, $u_b = 10V$, 列a点节点方程:

$$(G_2 + G_3)u_a - G_2u_b = I_S$$

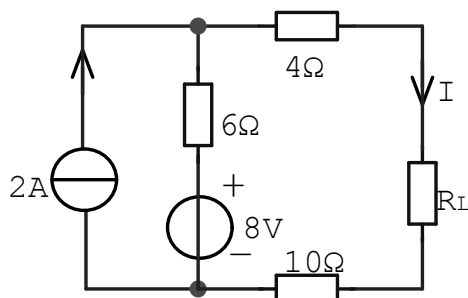
解得: $u_a = 4V$

$$\therefore i_1 = 10 \times 1 = 10A$$

$$i_2 = (u_b - u_a)G_2 = 6A$$

$$i_3 = -(i_2 - I_S) = -16A$$

6.解:



R_L 开路, 得:

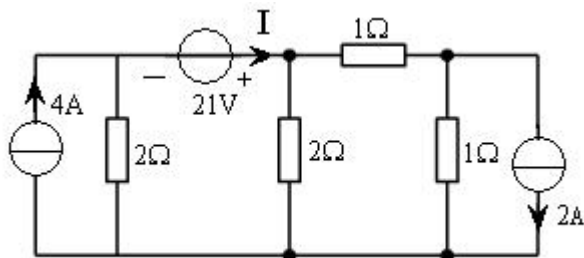
$$U_{oc} = 8 + 2 \times 6 = 20V$$

$$R_0 = 4 + 6 + 10 = 20\Omega$$

当 $R_L = R_0$ 时得

$$P_{0max} = \frac{U_{oc}^2}{4R_0} = \frac{20^2}{4 \times 20} = 5W$$

7. 解:



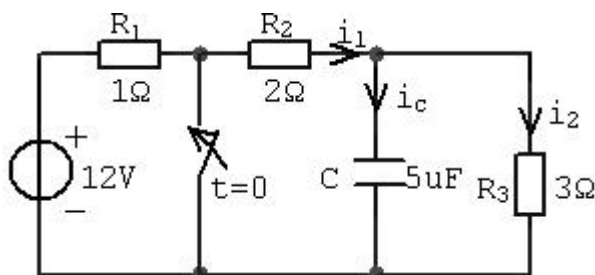
21V 电压源开路, 得:

$$U_{oc} = 4 \times 2 + \left[\frac{1}{1+(1+2)} \times 2 \times 2 \right] = 9V$$

$$R_0 = 2 + 2 // (1+1) = 3\Omega$$

$$I = \frac{U_{oc} + 21}{R_0} = \frac{9 + 21}{3} = 10A$$

8. 解:



$$u_C(0_+) = u_C(0_-) = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \times 12 = 6V, i_1(0_+) = -\frac{u_C(0_+)}{R_2} = -3A$$

$$i_2(0_+) = \frac{u_C(0_+)}{R_3} = 2A, i_C(0_+) = -5A$$

$$u_C(\infty) = 0V, i_1(\infty) = i_2(\infty) = i_C(\infty) = 0A;$$

$$\tau_0 = (R_2 // R_3)C = \frac{6}{5}\Omega \times 5\mu F = 6\mu s$$

$$\therefore u_C(t) = 6e^{-\frac{1}{6} \times 10^6 t} V (t \geq 0); i_C(t) = C \frac{du_C(t)}{dt} = -5e^{-\frac{1}{6} \times 10^6 t} A (t \geq 0)$$

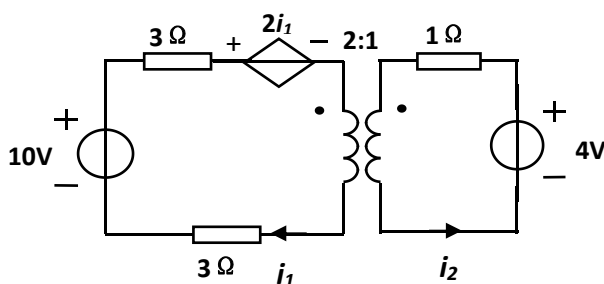
$$i_1(t) = -\frac{u_C(t)}{R_2} = -3e^{-\frac{1}{6} \times 10^6 t} A (t \geq 0); i_2(t) = \frac{u_C(t)}{R_3} = 2e^{-\frac{1}{6} \times 10^6 t} A (t \geq 0)$$

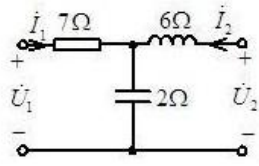
9. 解: 理想变压器等效:

$$3i_1 + 2i_1 + 4i_1 + 8 + 3i_1 = 10$$

$$i_1 = \frac{1}{6} A, \quad i_2 = -\frac{1}{3} A$$

10. 解:





$$Z \text{ 参数方程基本形式 } \begin{cases} \dot{U}_1 = z_{11}\dot{I}_1 + z_{12}\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = z_{21}\dot{I}_1 + z_{22}\dot{I}_2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \dot{U}_1 &= 7\dot{I}_1 - j2(\dot{I}_1 + \dot{I}_2) = (7 - j2)\dot{I}_1 - j2\dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 &= j6\dot{I}_2 - j2(\dot{I}_1 + \dot{I}_2) = -j2\dot{I}_1 + j4\dot{I}_2 \end{aligned} \quad \text{或} \therefore [Z] = \begin{bmatrix} 7 - j2 & -j2 \\ -j2 & j4 \end{bmatrix} \Omega$$

也可利用二端口 T 形等效电路计算。

电路练习题 14 参考答案

一、1. 解: $u_1 = 2V \Rightarrow 3u_1 = 6A \Rightarrow i = \frac{4}{4+2} \times 6 = 4A$.

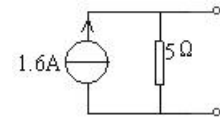
2. 解: 1) $I = \frac{660}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.5} = 2A$ (; (2) $I_B = I_N = 2A$.

3. 解: ab 短路, 求短路电流 $I_{ab} = I_{sc}$ (用叠加定理)

$$I_{sc} = \frac{12}{6 + \frac{6 \times 7}{6+7}} \times \frac{6}{6+7} + 2 \times \frac{5}{5+2+6//6} = 1.6A$$

独立电流源不作用, 求等效电阻 R_o

$$R_o = (6//6 + 2 + 5)//10 = 5 \Omega$$

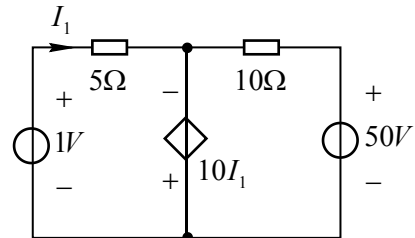


4.

解: 由 KVL, $5I_1 - 10I_1 - 1 = 0$, 得

$$I_1 = -0.2A$$

受控源电压为 $10I_1 = -2V$ 。



对于右网孔, 由 KVL, $10I_2 + 50 - 2 = 0$,

$$\text{得 } I_2 = -4.8A$$

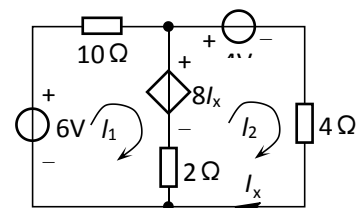
再由 KCL, $I_3 = -I_1 + I_2 = -4.6A$, 方向向上。

各元件功率为:

$$P_{1V} = -1 \times I_1 = 0.2W, \text{ 吸收};$$

$$P_{50V} = 50 \times I_2 = -240W, \text{ 发出};$$

$$P_{\text{受控源}} = (-2) \times I_3 = 9.2W, \text{ 吸收}.$$



5.

$$\text{解: } \begin{cases} 12I_1 - 2I_X = 6 - 8I_X \\ -2I_1 + 6I_X = -4 + 8I_X \end{cases}$$

$$\Rightarrow I_X = 3A \quad (I_1 = -1A)$$

$$6. \text{ 解: } R = \frac{R_2 \times (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = \frac{6 \times 6}{12} = 3\Omega$$

$$u_C(0_-) = \frac{U_S \times R}{R_1 + R} = \frac{24 \times 3}{3 + 3} = 12V$$

由换路定理, $u_C(0_+) = u_C(0_-) = 12V$ 。

再由终值电路可知, $u_C(\infty) = 0$;

$$\text{时间常数 } \tau = RC = 3 \times \frac{1}{6} = 0.5S。$$

利用三要素法: $u_C(t) = u_C(\infty) + [u_C(0_+) - u_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = 12e^{-2t}V, t \geq 0$

由电容的 VAR 知: $i_C(t) = C \frac{du_C}{dt} = -\frac{1}{6} \times 2 \times 12e^{-2t} = -4e^{-2t}A, t > 0$

7. 解: 将变压器次级负载断开, 求次级端口左侧戴维南等效电路,

$$\dot{U}_{oc} = 100 \angle 0^\circ \times \frac{2}{2+2} \times 10 = 500 \angle 0^\circ V \quad (\text{极性为上“+”下“-”})$$

$$R_o = 2 // 2 \times 10^2 = 100\Omega$$

$$\text{由等效电路得: } \dot{U}_3 = \dot{U}_{oc} \frac{100}{100 + 100 + j200} = 125\sqrt{2} \angle -45^\circ V$$

8. 解: (先进行电源等效代换, 再计算开路电压)

$$\dot{U}_{oc} = \frac{50 \angle 120^\circ}{j10 - j4 - j2} \times (-j2)$$

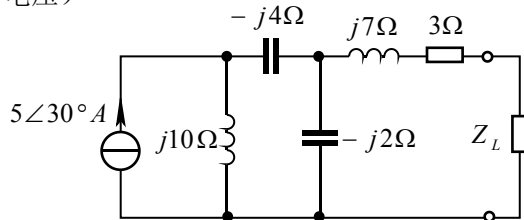
$$= 25 \angle -60^\circ V$$

$$Z_S = 3 + j7 + \frac{(j10 - j4) \times (-j2)}{j10 - j4 - j2}$$

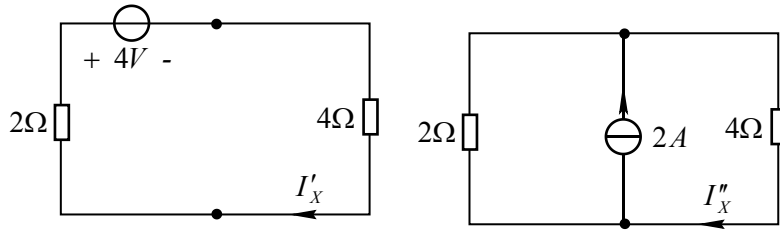
$$= 3 + j4\Omega$$

$$Z_L = Z_S^* = 3 - j4\Omega$$

$$P_{L\max} = \frac{U_{oc}^2}{4 \times 3} = \frac{625}{12} = 52.083W$$



9 解:



$$\text{电压源单独作用: } (2+4)I'_X = -4 \Rightarrow I'_X = -\frac{2}{3}A$$

$$\text{电流源单独作用: } I''_X = \frac{2}{2+4} \times 2 = \frac{2}{3}A$$

$$\text{故原图中的 } I_X = I'_X + I''_X = -\frac{2}{3} + \frac{2}{3} = 0$$

10. 解: 选结点 4 为参考点, 列结点电压方程:

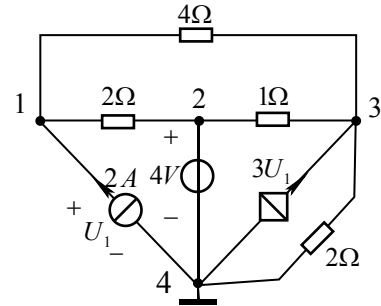
$$\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2}\right)U_1 - \frac{1}{2}U_2 - \frac{1}{4}U_3 = 2;$$

$$U_2 = 4V;$$

$$-\frac{1}{4}U_1 - 1 \times U_2 + \left(1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}\right)U_3 = 3U_1。$$

$$\text{解之: } U_1 = 16V, U_3 = 32V;$$

$$P_{4\Omega} = \frac{(U_1 - U_3)^2}{4} = 64W。$$



11、解: 用结点电压法:

$$U_2 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right) - \frac{1}{2}U_3 = \frac{16}{2} \quad (1)$$

$$U_3 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) - \frac{1}{2}U_2 = I_S \quad (2)$$

$$U_3 - U_2 = 2U_2 \quad (3)$$

$$\text{解以上方程组得: } I_S = -84A$$

12、解: (1) 用网孔法列方程:

$$i_2 = 5A \quad (1)$$

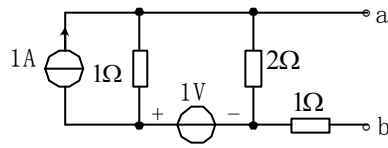
$$i_1(4+6) - 6i_2 = -10 + 20 \quad (2)$$

$$\text{解方程组得: } \begin{cases} i_1 = 4A \\ i_2 = 5A \end{cases}$$

(2) 6 欧电阻上的电流为: $i_1 - i_2 = -1A$

$$6 \text{ 欧电阻上的功率为: } P = 6W$$

13、解：化简如图：



$$\text{可得： } U_{oc} = \frac{4}{3}, \quad R_0 = \frac{5}{3} \Omega$$

14、解：用戴维南定理：将 R_L 开路，

$$\text{先求出 } 9V \text{ 电源上的电流 } I: \quad I = \frac{9}{9//9} = 2A$$

$$R_L \text{ 开路电压： } U_0 = -\frac{I}{2} \times 3 - \left(-\frac{I}{2}\right) \times 6 = 3V$$

$$R_L \text{ 开路的等效电阻： } R_0 = 6//3 + 6//3 = 4\Omega$$

$$\text{求 } R_L \text{ 的最大功率为： } P_{\max} = \frac{U_0^2}{4R_0} = \frac{3^2}{4 \times 4} = \frac{9}{16} W$$

15、解：根据三要素法：

$$\text{当 } t=0 \text{ 时, } u_c(0^-) = 20 \times \frac{6}{4+6} = 12V$$

$$t=0^+ \text{ 时, 根据换路定则: } u_c(0^-) = u_c(0^+) = 12V$$

$$i(0^+) = \frac{90-12}{6} = 13A$$

$$t = \infty \text{ 时, } u_c(\infty) = i(\infty) \times (6//6) = 30V$$

$$i(\infty) = \frac{90}{6+6//6} = 10A$$

$$\text{时间常数: } \tau = RC = (6//6//6) \times 10^{-3} = 2 \times 10^{-3} S$$

$$u_c(t) = u_c(\infty) + [u_c(0^+) - u_c(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}} = 30 - 18e^{-500t} \quad (V) \quad t > 0$$

$$i(t) = i(\infty) + [i(0_+) - i(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = 10 + 3e^{-500t} \quad (A) \quad t > 0$$

16、解：设 $\dot{U}_s = 16\angle 0^\circ$ (V),

用网孔分析法列方程：

$$\dot{I}_1(3j + 2j + 3) - 2j\dot{I}_2 = 16\angle 0^\circ \quad 1)$$

$$-2j\dot{I}_1 + (1j + 2j - 1j + 2)\dot{I}_2 = 0 \quad 2)$$

解方程组得：

$$\dot{I}_1 = 2\sqrt{2}\angle -45^\circ \quad (A)$$

$$\dot{I}_2 = 2 \quad (A)$$

其时域形式为： $i_1(t) = 4\cos(10t - 45^\circ)$ (A)

$$i_2(t) = 2\sqrt{2}\cos 10t \quad (A)$$

17、解： $\dot{U} = 150\angle 0^\circ$ V

$$\dot{I}_1 = 10\angle -36.9^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I}_2 = 6\angle 90^\circ \text{ A}$$

$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 8\angle 0^\circ \text{ A}$$

$$\therefore i_1 = 10\sqrt{2}\cos(\omega t - 36.9^\circ) \text{ A}$$

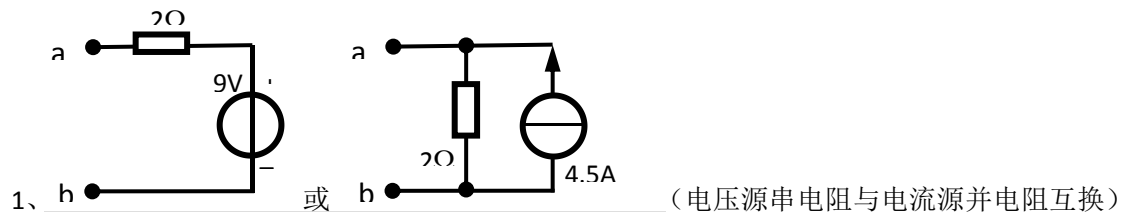
$$i_2 = 6\sqrt{2}\cos(\omega t + 90^\circ) \text{ A}$$

$$i = 8\sqrt{2}\cos \omega t \text{ A}$$

$$P = UI \cos \varphi = 1200 \text{ W}$$

电路练习题 15 参考答案

一、填空



2、1。(功率计算，注意单位)

3、 $3U_a - U_b - 1 = 1$

$3U_b - U_a - 1 = 0$ ， $5/8 = 0.625 \text{ V}$ 。

4、 $3 - 6e^{-\frac{25}{21} \times 10^6 t} \text{ V}, t \geq 0$ 。(一阶 RC 电路三要素法)

5、8， $8/3$ ，4.8。

6、0.33A；1.33V (KVL 方程)

7、-4；-20000 (0+等效电路， $i = C \frac{du_C}{dt}$ ，先计算 0+ 电路中的 i)

8、32；32 (导纳、电流、功率三个三角形)

9、5；感 (画相量图)

10、 5Ω ；阻 (复阻抗运算)

二、单项选择

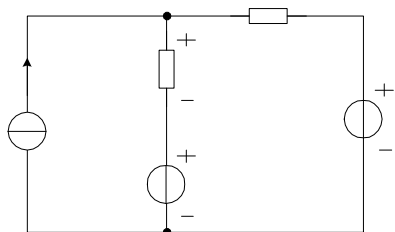
1、C (发出或吸收功率与关联方向的关系))

2、C ($\tau = R_{eq} C$)

3、D (并联分流关系)

4、B (一阶 RL 电路三要素法)

三 1、解：



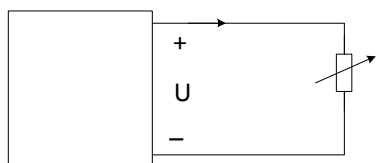
去掉 2Ω 电阻， $U_{oc} = 20\text{V}$ ， $R_o = 2\Omega$ 。

加回 2Ω 电阻， $U = 10\text{V}$ 。

12V 电源的电流 $I = 10/2 = 5\text{A}$ ，因此其功率为

$P_{12\text{V}} = 5 \times 12 = 60\text{W}$ ，是吸收功率，不是输出功率，或者是供出 -60W 功率。

2、解：根据图示电流方向，设单口网络 N 的 VCR 为 $U = U_{oc} - R_o I = RI$



情况一, $U_{oc} - R_o = 10$

情况二, $U_{oc} - 0.5R_o = 20$

解联立方程得: $U_{oc} = 30V$, $R_o = 20\Omega$,

显然当 $R = R_o = 20\Omega$ 时, 负载获得最大功率,

此时 $P_{max} = (30/40)^2 \times 20 = 11.25W$

3、解: 根据题意, $i_L(0) = 0A$, $i_L(0_+) = 40/(5+5) = 4A$,

当系统达到稳定后, 电感相当于短路,

$$i(\infty) = i_1(\infty) + i_L(\infty), \quad 5i_1(\infty) = 3i_1(\infty) + 3i_L(\infty)$$

由此可得 $3i_1(\infty) = 5i_L(\infty)$, $8i_1(\infty) = 40$, $i_1(\infty) = 5A$

$$i_1(\infty) = 3A, \quad i_L(\infty) = 2A$$

根据戴维南等效规则, 电感两端的 VAR 为 $u = 4i$, 等效电阻为 4Ω , $\tau = L/R = 0.5s$

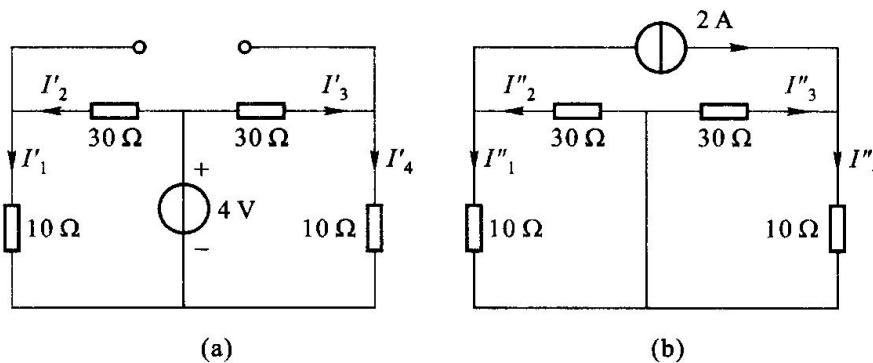
利用三要素法将两个电流的方程写出来

$$i_L(t) = i_L(\infty) + (i_L(0) - i_L(\infty))e^{-t/\tau} \quad A$$

$$i_L(t) = 2 - 2e^{-2t} \quad A, \quad t > 0$$

$$i_1(t) = 3 + e^{-2t} \quad A, \quad t > 0$$

4、解:



(1) 令 $4V$ 电压源单独作用, 将 $2A$ 电流源开路, 见图 (a) 所示。可求得

$$I'_1 = I'_2 = I'_3 = I'_4 = \frac{4}{10+30} = 0.1A$$

(2) 令 $2A$ 电流源单独作用, 将 $4V$ 电压源短路, 见图 (b), 可求出

$$I''_1 = \frac{30}{10+30}(-2) = -1.5A \quad I''_2 = 2A + I''_1 = 0.5A$$

$$I''_3 = -0.5A \quad I''_4 = 1.5A$$

(3) 据叠加定理有 $I_1 = I'_1 + I''_1 = -1.4A$

同理可求得 $I_2 = 0.6A, I_3 = -0.4A, I_4 = 1.6A$

5、解：

$$I_1 = \frac{24}{2} - 12 = 0 \text{ A}$$

$$I_2 = -12 - \frac{80}{10} = -20 \text{ A}$$

$$U = 3 \times 12 + 24 - 80 = -20 \text{ V}$$

12A 电流源发出的功率 $P_1 = 12U = 12 \times (-20) = -240 \text{ W}$

24V 电压源发出的功率 $P_2 = 24I_1 = 0 \text{ W}$

80V 电压源发出的功率 $P_3 = -80I_2 = 80 \times 20 = 1600 \text{ W}$