

## 参考答案及评分标准

### 一、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

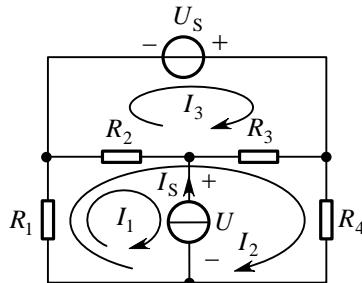
- |   |               |                    |    |
|---|---------------|--------------------|----|
| 1. 12   | 12            |                    |    |
| 2. 8  | 4             |                    |    |
| 3. 0.01   | 3             | $1 \times 10^{-6}$ |    |
| 4. $\frac{L+M}{2}$  | $\frac{M}{L}$ |                    |    |
| 5. 10000  | 100           | 100                |    |
| 6. 100  |               |                    |    |
| 7. 2  | 380           |                    |    |
| 8. $\frac{2}{s} + \frac{3}{s^2} + \frac{4}{s+5}$ 或 $\frac{6s^2 + 13s + 15}{s^3 + 5s}$ |               |                    |    |
| 9. 10   | 8             | 5                  | 10 |

### 二、单项选择题 (每小题 3 分, 共 15 分)

1. A 2. D 3. D 4. B 5. C

### 三、本题满分为 13 分

【解】用回路电流法解, 各回路电流的参考方向如图所示。



各回路电流方程分别为

$$\left\{ \begin{array}{l} I_1 = -I_s \quad (3 \text{ 分}) \\ (R_1 + R_2)I_1 + (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)I_2 - (R_2 + R_3)I_3 = 0 \quad (3 \text{ 分}) \\ -R_2 I_1 - (R_2 + R_3)I_2 + (R_2 + R_3)I_3 = U_s \quad (3 \text{ 分}) \end{array} \right.$$

代入数据并解得

$$I_2 = 4.2 \text{ A}, \quad I_3 = 1.4 \text{ A}$$

由图知

$$U = (I_2 - I_3)R_3 + I_2 R_4 = 11.2 \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

电流源发出的功率为

$$P = UI_s = 11.2 \times 5 = 56 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

#### 四、本题满分为 7 分

【解】 对于结点①，由 KCL 得

$$i_1 + i_2 = i_3$$

即  $\frac{u_{12} - u_+}{R_2} + \frac{u_{13} - u_+}{R_3} = \frac{u_+}{R_4}$

解得

$$u_+ = \frac{5}{12}(u_{12} + u_{13}) \quad (2 \text{ 分})$$

$$u_- = \frac{R_1}{R_1 + R_f}(u_o - u_{11}) + u_{11} = \frac{5u_{11} + u_o}{6} \quad (2 \text{ 分})$$

令  $u_+ = u_-$  得

$$\frac{5}{12}(u_{12} + u_{13}) = \frac{5u_{11} + u_o}{6} \quad (2 \text{ 分})$$

即  $u_o = \frac{5}{2}(u_{12} + u_{13}) - 5u_{11} \quad (1 \text{ 分})$

#### 五、本题满分为 11 分

【解】 ① 先求  $i_L$  的初始值

根据换路定律，由换路前的电路可得换路后  $i_L$  的初始值

$$i_L(0_+) = i_L(0_-) = \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{U_{S1}}{R_1 + R_2 // R_3} = 1 \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

求  $i_L$  在换路后的稳态值

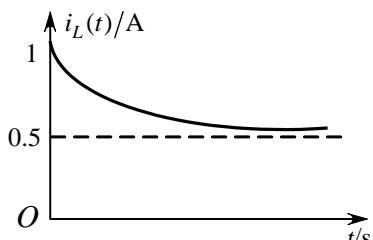
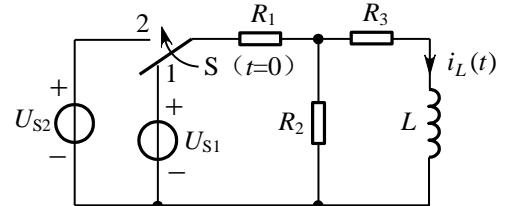
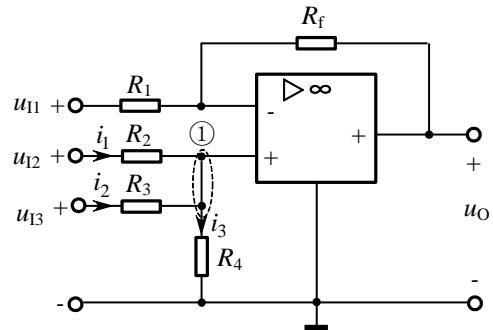
$$i_L(\infty) = \frac{R_2}{R_2 + R_3} \cdot \frac{U_{S2}}{R_1 + R_2 // R_3} = 0.5 \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

电路的时间常数

$$\tau = \frac{L}{R_3 + R_1 // R_2} = \frac{1}{8} = 0.125 \text{s} \quad (2 \text{ 分})$$

根据三要素公式，得

$$i_L(t) = i_L(\infty) + [i_L(0_-) - i_L(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = (0.5 + 0.5e^{-8t}) \text{ A}$$



即

$$i_L(t) = 0.5(1 + e^{-8t}) \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

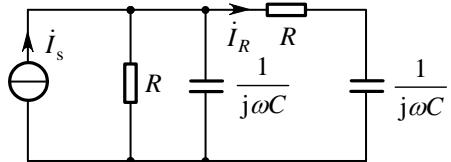
②  $i_L(t)$  的变化曲线如图所示 (3 分)

## 六、本题满分为 12 分

【解】

由并联分流公式可得

$$\dot{I}_R = \frac{\frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}}}{\frac{1}{R} + j\omega C + \frac{1}{R + \frac{1}{j\omega C}}} \dot{I}_s = \frac{1}{3 + j(\omega CR - \frac{1}{\omega CR})} \dot{I}_s \quad (3 \text{ 分})$$



由上式可得, 当  $\omega CR = \frac{1}{\omega CR}$  时,  $RC$  串联支路电流最大, 该支路获得的功率将最大, 此时电流源角频率

$$\omega_0 = \frac{1}{RC} = \frac{1}{1 \times 10^3 \times 10^{-6}} = 1000 \text{ rad/s} \quad (3 \text{ 分})$$

电流的最大值为

$$I_{R\max} = \frac{1}{3} I_s = 2 \text{ A} \quad (3 \text{ 分})$$

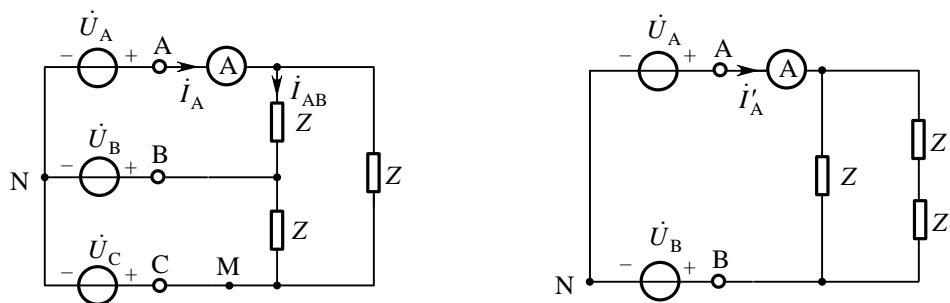
功率的最大值

$$P_{\max} = I_{R\max}^2 R = \left(\frac{1}{3} I_s\right)^2 R = 4 \times 1000 = 4 \text{ kW} \quad (3 \text{ 分})$$

## 七、本题满分为 10 分

【解】 ①  $\dot{U}_{AB} = \sqrt{3}\dot{U}_A / 30^\circ \text{ V} = 380 / 30^\circ \text{ V}$

于是, 有  $\dot{I}_{AB} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z} = \frac{380 / 30^\circ}{100 / 53^\circ} \text{ A} = 3.8 / -23^\circ \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$



$$I_A = \sqrt{3} I_{AB} \approx 6.58 \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

故电流表的读数为 6.58A。

三相负载消耗的总有功功率为

$$P = \sqrt{3}U_l I_l \cos \varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 6.58 \times 0.6 \approx 2599 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

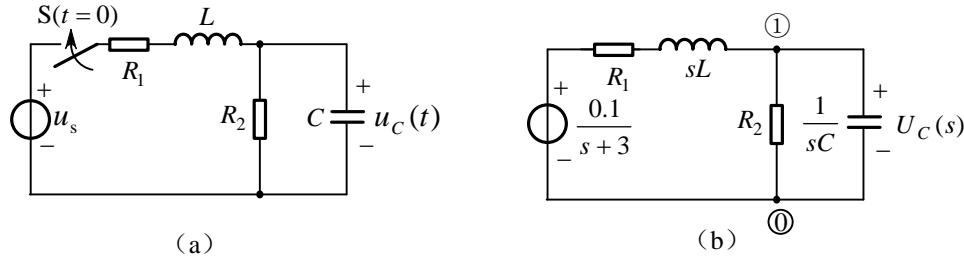
②若将 C 端线断开，则三相电路将变为单相电路，如图所示。

$$I'_A = \frac{3}{2} I_{A'B'} = 1.5 \times 3.8 = 5.7 \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$P' = U_{AB} I'_A \cos \varphi = 380 \times 5.7 \times 0.6 \approx 1299.6 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

## 八、本题满分为 12 分

【解】换路后的运算电路如图 (b) 所示 (2 分)。



结点①结点电压方程为

$$\left( \frac{1}{R_1 + sL} + sC + \frac{1}{R_2} \right) U_{n1}(s) = \frac{1}{R_1 + sL} \cdot \frac{0.1}{s+3} \quad (2 \text{ 分})$$

代入数据并整理得

$$U_{n1}(s) = \frac{2}{(s+3)(s+5)(s+6)} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{s+3} - \frac{1}{s+5} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{s+6} \quad (6 \text{ 分})$$

$$u_C(t) = u_{n1}(t) = \left( \frac{1}{3} e^{-3t} - e^{-5t} + \frac{2}{3} e^{-6t} \right) \text{V} \quad (2 \text{ 分})$$

齐鲁工业大学 10/11 学年第二学期《电路原理》期末考试试卷 (B 卷)

## 参考答案及评分标准

一、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| 1. -10  | 电源                       |
| 2. 开路   | 短路                       |
| 3. 3  | 12                       |
| 4. $100\sqrt{2} \cos(314t - 45^\circ) \text{V}$ | $100/-45^\circ \text{V}$ |

5.  $(25 + j15) \quad 100$

6.  $10000 \quad 1000 \quad 1.59 \quad 1$

7.  $\frac{3}{s} + \frac{1}{s+5} \quad 3\delta(t) + e^{-5t}$

8.  $7 \quad -4 \quad -4 \quad 7$

## 二、单项选择题（每小题 3 分，共 15 分）

1. B      2. A      3. B      4. B      5. D

## 三、本题满分为 12 分

【解】对于结点 a，由 KCL 得

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (1) \quad (3 \text{ 分})$$

对于回路①，由 KVL 得

$$U_{S1} = R_1 I_1 + R_3 I_3 \quad (2) \quad (3 \text{ 分})$$

对于回路②，由 KVL 得

$$U_{S2} = R_2 I_2 + R_3 I_3 \quad (3) \quad (3 \text{ 分})$$

将数据代入方程 (1)、(2) 和 (3) 得

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0 \\ 140 = 20I_1 + 6I_3 \\ 90 = 5I_2 + 6I_3 \end{cases}$$

解之得

$$I_1 = 4A, \quad I_2 = 6A, \quad I_3 = 10A \quad (3 \text{ 分})$$

## 四、本题满分为 10 分

【解】  $i_1 = \frac{u_1 - u_-}{R_1}, \quad i_2 = \frac{u_2 - u_-}{R_2}$

$$i_3 = \frac{u_3 - u_-}{R_3}, \quad i_f = \frac{u_- - u_o}{R_f}$$

由“虚断”规则可知

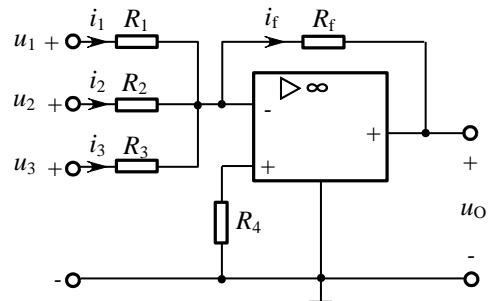
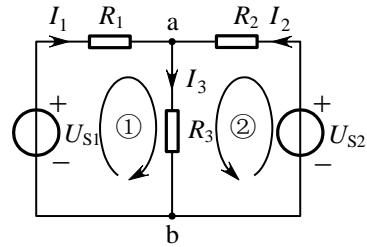
$$u_+ = 0 \quad (3 \text{ 分})$$

根据“虚短”规则可知  $u_- = u_+$  (3 分)

根据“虚断”规则和 KCL 得

$$i_1 + i_2 + i_3 = i_f \Rightarrow \frac{u_1}{R_1} + \frac{u_2}{R_2} + \frac{u_3}{R_3} = \frac{-u_o}{R_f} \quad (3 \text{ 分})$$

将上式整理得  $u_o = -\frac{R_f}{R_2}u_1 - \frac{R_f}{R_1}u_2 - \frac{R_f}{R_3}u_3 = -\frac{1}{2}(u_1 + u_2 + u_3) \quad (1 \text{ 分})$



## 五、本题满分为 10 分

【解】① 先求  $u_C$  的初始值

根据换路定律，由换路前的电路可得换路后  $u_C$  的初始值

$$u_C(0_+) = U_s = 4 \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

求  $u_C$  在换路后的稳态值

$$u_C(\infty) = \frac{R_3}{R_1 + R_3} U_s = 2 \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

电路的时间常数

$$\tau = (R_2 + R_1 // R_3)C = 2 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-3} \text{ s} \quad (2 \text{ 分})$$

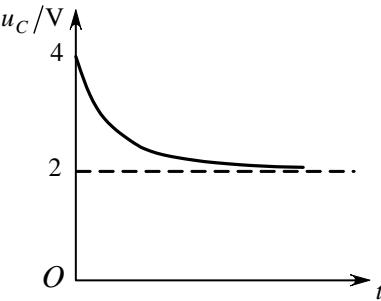
根据三要素公式，得

$$\begin{aligned} u_C &= u_C(\infty) + [u_C(0_+) - u_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} \\ &= 2 + (4 - 2)e^{-500t} \end{aligned}$$

即

$$u_C = 2 + 2e^{-500t} \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

②  $u_C$  的变化曲线如图所示 (2 分)

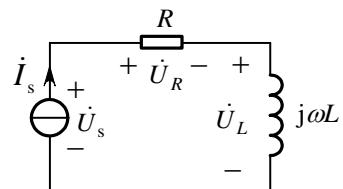


## 六、本题满分为 13 分

【解】

① 由图知  $\dot{I} = \dot{I}_s = 2 \angle 0^\circ \text{ A}$

故电阻和电感的电压相量分别为



$$\dot{U}_R = R\dot{I} = 3 \times 2 \angle 0^\circ = 6 \angle 0^\circ \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{U}_L = j\omega L I = j2 \times 2 \angle 0^\circ = 8 \angle 90^\circ \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

根据 KVL 的相量形式可得

$$\dot{U}_s = \dot{U}_R + \dot{U}_L = (6 + j8) \text{ V} = 10 \angle 53^\circ \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

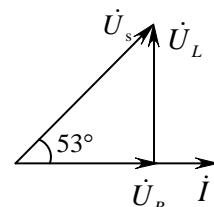
② 电路所消耗的总功率为

$$P = RI^2 = 3 \times 4 = 12 \text{ W} \quad (2 \text{ 分})$$

阻抗角

$$\varphi = \arctan \frac{\omega L}{R} = \arctan \frac{4}{3} = 53^\circ$$

故电路的功率因数为



$$\cos \varphi = \cos 53^\circ = 0.6 \quad (2 \text{ 分})$$

③电流和各电压的相量图如图所示 (3 分)。

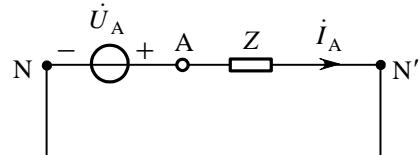
### 七、本题满分为 10 分

【解】本题可采用三相电路归结为一相 (选 A 相) 的计算方法。计算电路如图所示。

$$\dot{U}_A = 220 / 0^\circ \text{V} \quad (2 \text{ 分})$$

于是, 有

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z} = \frac{220 / 0^\circ}{40 + j30} \text{A} = 4.4 / -37^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$



根据对称性, 可得

$$\dot{I}_B = 4.4 / -157^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分}), \quad \dot{I}_C = 4.4 / 83^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$P = 3RI^2 = 3 \times 40 \times 4.4^2 = 2323.2 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

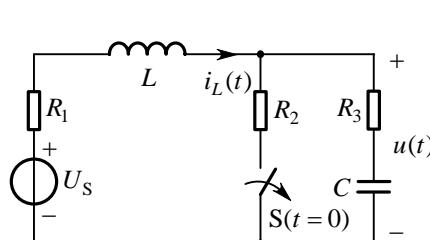
### 八、本题满分为 10 分

【解】根据换路前的等效电路可以求出电感电流

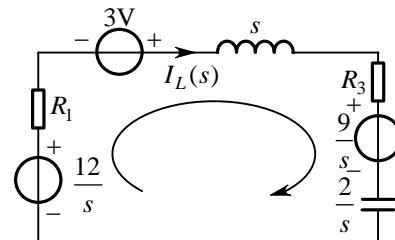
$$i_L(0_-) = \frac{U_s}{R_1 + R_2} = \frac{12}{4} = 3 \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

电容端电压

$$u_C(0_-) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_s = 9 \text{V} \quad (2 \text{ 分})$$



(a)



(b)

换路后的运算电路如图 (b) 所示 (2 分)。根据 KVL 可得

$$(R_1 + R_3 + s + \frac{2}{s}) I_L(s) = \frac{12}{s} + 3 - \frac{9}{s}$$

整理, 并化简得

$$I_L(s) = \frac{3}{s+2} \quad (2 \text{ 分})$$

于是得

$$i_L(t) = 3e^{-2t} \varepsilon(t) \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

齐鲁工业大学 11/12 学年第二学期《电路原理》期末考试试卷 (A 卷)

## 参考答案及评分标准

## 一、填空题（每空 2 分，共 20 分）

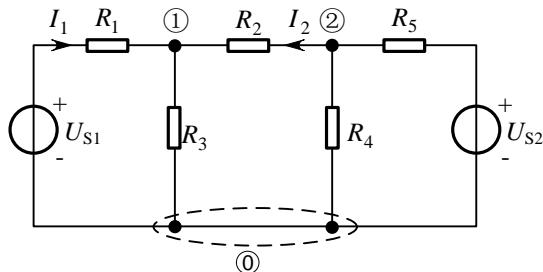
1. 短路      开路
2. 6      16
3. 1      4
4. 1000      100
5. 100       $-100\sqrt{3}$       200      0.5
6. 110      929.3
7.  $10+5\sqrt{2}\cos(3\omega t+30^\circ)$
8. 电压变换      电流变换      阻抗变换
9. 端
10.  $\frac{2}{s+3} + 4 + \frac{5}{s}$

## 二、单项选择题（每小题 3 分，共 15 分）

1. B
2. C
3. A
4. A
5. D

## 三、本题满分为 11 分

【解】用结点电压法解。



结点①的结点电压方程为

$$\left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) u_{n1} - \frac{1}{R_2} u_{n2} = \frac{U_{S1}}{R_1} \quad (3 \text{ 分})$$

结点②的结点电压方程为

$$-\frac{1}{R_2} u_{n1} + \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \right) u_{n2} = \frac{U_{S2}}{R_5} \quad (3 \text{ 分})$$

解得

$$u_{n1} = +10V \quad (1 \text{ 分}), \quad u_{n2} = +20V \quad (1 \text{ 分})$$

故有

$$I_2 = \frac{u_{n2} - u_{n1}}{R_2} = \frac{20 - 10}{10} A = 1A \quad (3 \text{ 分})$$

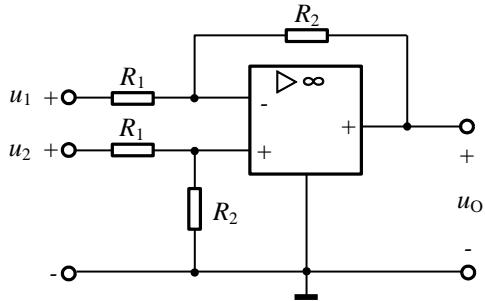
## 四、本题满分为 10 分

【解】根据“虚断”规则可知

$$u_- = \frac{R_1}{R_1 + R_2} (u_O - u_1) + u_1 \quad (3 \text{ 分})$$

$$u_+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_2 \quad (3 \text{ 分})$$

根据虚短规则令  $u_- = u_+$



即

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} (u_O - u_1) + u_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} u_2 \quad (3 \text{ 分})$$

所以

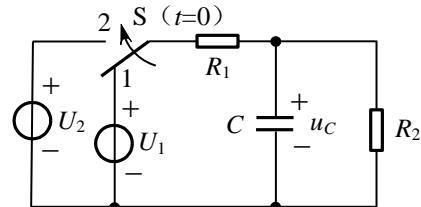
$$u_O = \frac{R_2}{R_1} (u_2 - u_1) \quad (1 \text{ 分})$$

## 五、本题满分为 10 分

【解】(1) 确定  $u_C$  的初始值

$$u_C(0_+) = \frac{U_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \times (2 \times 10^3)}{(1+2) \times 10^3} = 2 \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

确定  $u_C$  的稳态值



$$u_C(\infty) = \frac{U_2 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 \times (2 \times 10^3)}{(1+2) \times 10^3} = \frac{10}{3} \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

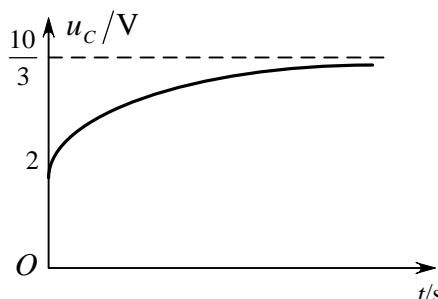
确定电路的时间常数

$$\tau = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C = \frac{1 \times 2}{1+2} \times 10^3 \times 3 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-3} \text{ s} \quad (2 \text{ 分})$$

于是，根据三要素公式得

$$u_C = u_C(\infty) + [u_C(0_+) - u_C(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{10}{3} - \frac{4}{3} e^{-500t} \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

(2)  $u_C$  的变化曲线如图所示 (2 分)。



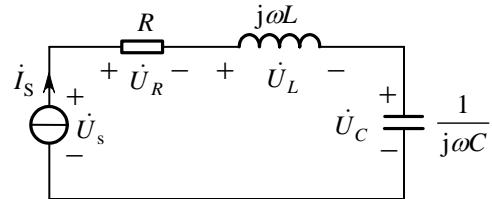
## 六、本题满分为 12 分

【解】(1) 电感的阻抗为

$$Z_L = j\omega L = j(314 \times 127 \times 10^{-3}) = j40\Omega$$

电容的阻抗为

$$Z_C = \frac{1}{j\omega C} = \frac{1}{j(314 \times 40 \times 10^{-6})} = -j80\Omega$$



电路的等效总阻抗为

$$Z = R + Z_L + Z_C = 30 - j40 = 100 \angle -53^\circ \Omega$$

电阻端电压相量为

$$\dot{U}_R = RI = 30 \times 5 \angle 0^\circ = 150 \angle 0^\circ V \quad (2 \text{ 分})$$

电感端电压相量为

$$\dot{U}_L = j\omega L I = j40 \times 5 \angle 0^\circ = 200 \angle 90^\circ V \quad (2 \text{ 分})$$

电容端电压相量为

$$\dot{U}_C = \frac{1}{j\omega C} I = -j80 \times 5 \angle 0^\circ = 400 \angle -90^\circ V \quad (2 \text{ 分})$$

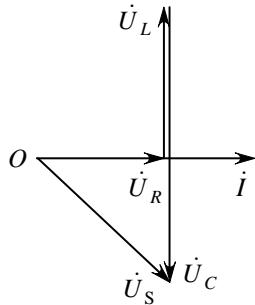
电流源端电压相量为

$$\dot{U}_s = \dot{U}_R + \dot{U}_L + \dot{U}_C = 250 \angle -53^\circ V \quad (2 \text{ 分})$$

或  $\dot{U}_s = \dot{I}_s Z = 5 \times 50 \angle -53^\circ V$

(2) 电路的功率因数为

$$\lambda = \cos(-53^\circ) = 0.6 \quad (2 \text{ 分})$$

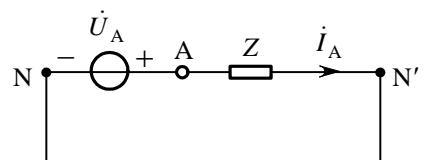


(3) 电流与各电压的相量图如图所示。 (2 分)

## 七、本题满分为 10 分

【解】本题可采用三相电路归结为一相（选 A 相）的计算方法。计算电路如图所示。

$$\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ V \quad (2 \text{ 分})$$



于是，有

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z} = \frac{220 \angle 0^\circ}{80 + j60} A = 2.2 \angle -37^\circ A \quad (2 \text{ 分})$$

根据对称性有

$$\dot{I}_B = 2.2 \angle -157^\circ A \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I}_C = 2.2 \angle 83^\circ A \quad (2 \text{ 分})$$

三相负载吸收的平均功率

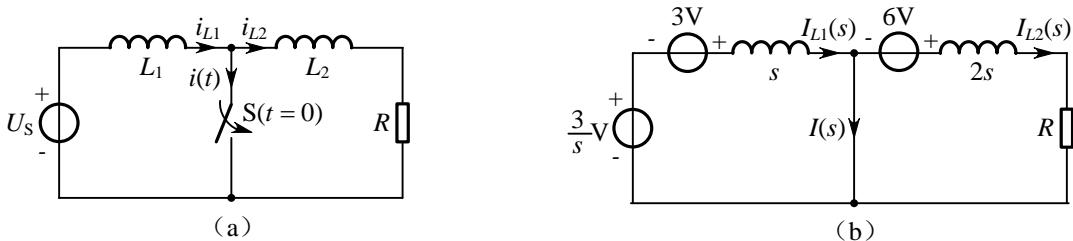
$$P = 3RI^2 = 3 \times 80 \times 2.2^2 = 1161.6 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

### 八、本题满分为 12 分

【解】(1) 根据换路前的电路可得

$$i_{L1}(0_-) = i_{L2}(0_-) = \frac{U_s}{R} = 3 \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 换路后的运算电路如图 (b) 所示 (2 分)。



(3) 根据图 (b) 所示运算电路, 有

$$I_{L1}(s) = \frac{\frac{3}{s} + 3}{s} = \frac{3}{s^2} + \frac{3}{s} \quad (2 \text{ 分})$$

$$I_{L2}(s) = \frac{3}{s+0.5} \quad (2 \text{ 分})$$

根据 KCL 得

$$I(s) = I_{L1}(s) - I_{L2}(s) = \frac{3}{s^2} + \frac{3}{s} - \frac{3}{s+0.5} \quad (2 \text{ 分})$$

上式电流的时域形式为

$$i(t) = 3(-e^{-0.5t} + t + 1) \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

齐鲁工业大学 11/12 学年第二学期《电路原理》期末考试试卷 (B 卷)

## 参考答案及评分标准

### 一、填空题 (每空 2 分, 共 20 分)

1. 短路                  开路

2. 2                  1

3.  $\frac{R}{\sqrt{1 + (\omega CR)^2}}$                    $-\arctan(\omega CR)$

4.  $-4e^{-t}$

5. 200

6.  $20 + 10\sqrt{2} \cos(3\omega t + 30^\circ)$

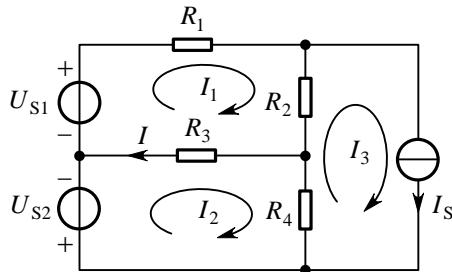
7.  $\frac{3s^2 + 2s + 1}{s^2}$

## 二、单项选择题（每小题 3 分，共 15 分）

1. A    2. A    3. C    4. C    5. D

## 三、本题满分为 13 分

【解】用回路电流法解。



各回路电流方程分别为

$$\left\{ \begin{array}{l} (R_1 + R_2 + R_3)I_1 - R_3 I_2 - R_2 I_3 = U_{S1} \quad (3 \text{ 分}) \\ -R_3 I_1 + (R_3 + R_4)I_2 - R_4 I_3 = -U_{S2} \quad (3 \text{ 分}) \\ I_3 = I_s \quad (3 \text{ 分}) \end{array} \right.$$

代入数据得

$$\left\{ \begin{array}{l} 40I_1 - 30I_2 - 5I_3 = 30 \\ -30I_1 + 50I_2 - 20I_3 = -5 \\ I_3 = 1A \end{array} \right.$$

解得  $I_1 = 2A, I_2 = 1.5A$

由图知  $I = I_1 - I_2 = 0.5A$  (2 分)

电压源  $U_{S2}$  吸收的功率为

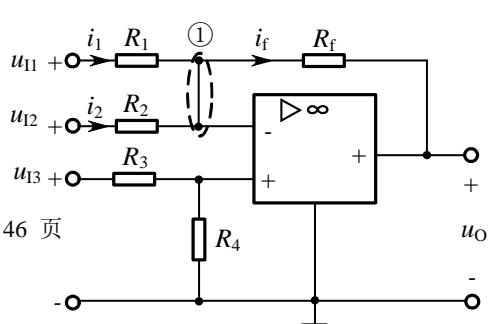
$$P = U_{S2} I_2 = 5 \times 1.5 = 7.5W \quad (2 \text{ 分})$$

## 四、本题满分为 7 分

【解】对于结点①，由 KCL 得

即  $i_1 + i_2 = i_f$

$$\frac{u_{11} - u_-}{R_1} + \frac{u_{12} - u_-}{R_2} = \frac{u_- - u_o}{R_f}$$



解得

$$u_- = \frac{5(u_{II} + u_{I2}) + u_O}{11} \quad (2 \text{ 分})$$

$$u_+ = \frac{R_4 u_{I3}}{R_3 + R_4} = \frac{10}{11} u_{I3} \quad (2 \text{ 分})$$

令  $u_+ = u_-$  得

$$\frac{5(u_{II} + u_{I2}) + u_O}{11} = \frac{10}{11} u_{I3} \quad (2 \text{ 分})$$

即

$$u_O = 10u_{I3} - 5(u_{II} + u_{I2}) \quad (1 \text{ 分})$$

## 五、本题满分为 10 分

【解】① 先求  $u_C$  的初始值

根据换路定律，由换路前的电路可得换路后  $u_C$  的初始值

$$u_C(0_+) = \frac{U_{S1} - U_{S2}}{R_1 + R_2} R_2 + U_{S2} = 15 \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

求  $u_C$  在换路后的稳态值

$$u_C(\infty) = U_{S2} = 10 \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

电路的时间常数

$$\tau = (R_2 + R_3)C = (5 + 20) \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} = 250 \text{ ms} \quad (2 \text{ 分})$$

根据三要素公式，得

$$u_C = u_C(\infty) + [u_C(0) - u_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = (10 + 5e^{-4t}) \text{ V}$$

即

$$u_C = 10 + 5e^{-4t} \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

②  $u_C$  的变化曲线如图所示 (2 分)

## 六、本题满分为 13 分

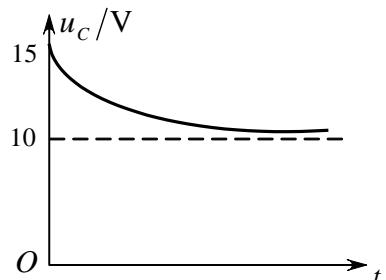
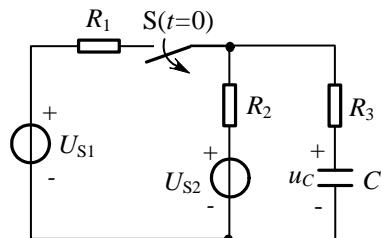
【解】① 由  $P = UI \cos \varphi$  得

$$\cos \varphi_1 = \frac{P_1}{UI_1} = \frac{8800}{220 \times 80} = 0.5 \quad \varphi_1 = \arccos 0.5 = 60^\circ$$

$$\cos \varphi_2 = \frac{P_1}{UI_1} = \frac{4400}{220 \times 40} = 0.5 \quad \varphi_2 = \arccos 0.5 = -60^\circ$$

选电压为参考相量，即设  $\dot{U} = 220 / 0^\circ \text{ V}$ ，则电流相量分别为

$$\dot{I}_1 = 80 / -60^\circ \text{ A} \quad (2 \text{ 分}) \quad \dot{I}_2 = 40 / 60^\circ \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$



根据 KCL 得

$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = 40\sqrt{3}\angle -30^\circ \text{A} \approx 69.28\angle -30^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

故有电流表的读数为 69.28A

功率表的读数

$$P = P_1 + P_2 = 8.8 + 4.4 = 13.2 \text{kW} \quad (2 \text{ 分})$$

② 电路的功率因数

$$\lambda = \cos \varphi = \cos 30^\circ = 0.866 \quad (2 \text{ 分})$$

③ 如图所示 (3 分) .

## 七、本题满分为 10 分

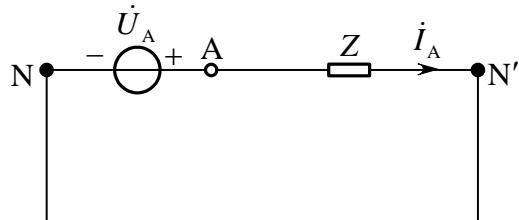
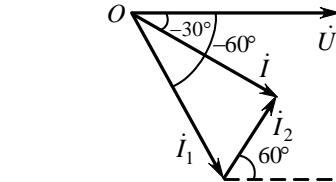
【解】本题可采用三相电路归结为一相 (选 A 相) 的计算方法。计算电路如图所示。

$$\dot{U}_A = 220\angle 0^\circ \text{V} \quad (1 \text{ 分})$$

由题意知, 每相负载的阻抗

$$Z = 50\angle \arccos 0.8 = 50\angle 37^\circ \Omega \quad (1 \text{ 分})$$

于是, 有



根据对称性, 可得

$$\dot{I}_B = 4.4\angle -157^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分}), \quad \dot{I}_C = 4.4\angle 83^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$P = 3RI^2 = 3 \times 40 \times 4.4^2 = 2323.2 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

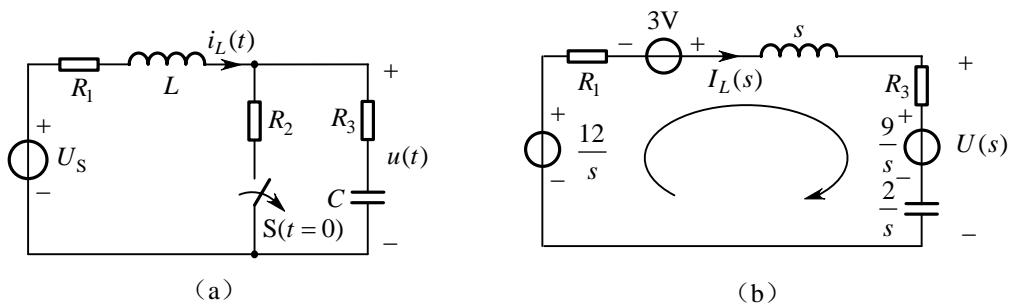
## 八、本题满分为 12 分

【解】根据换路前的等效电路可以求出电感电流

$$i_L(0_-) = \frac{U_s}{R_1 + R_2} = \frac{12}{4} = 3 \text{A} \quad (1 \text{ 分})$$

电容端电压

$$u_C(0_-) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_s = 9 \text{V} \quad (1 \text{ 分})$$



换路后的运算电路如图 (b) 所示 (2 分)。根据 KVL 可得

$$(R_1 + R_3 + s + \frac{2}{s})I_L(s) = \frac{12}{s} + 3 - \frac{9}{s}$$

整理，并化简得

$$I_L(s) = \frac{3}{s+2} \quad (2 \text{ 分})$$

于是得

$$i_L(t) = 3e^{-2t} \varepsilon(t) \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$U(s) = \frac{15s + 24}{s^2 + 2s} = \frac{12}{s} + \frac{3}{s+2} \quad (2 \text{ 分})$$

于是得

$$u(t) = (12 + 3e^{-2t}) \varepsilon(t) \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

## 齐鲁工业大学 12/13 学年第二学期《电路原理》期末考试试题 (A)

### 参考答案及评分标准

#### 一、填空题 (每空 1 分, 共 18 分)

1.  $2\Omega$ ,  $18W$ ; 2. 短路, 开路; 3.  $b-n+1$ ,  $n-1$ ; 4.  $-2e^{-5t} \text{A}$ ,  $3(1-e^{-5t}) \text{ A}$ ;

5.  $3\text{A}$ ,  $18\text{W}$ ; 6. 4,  $\frac{1}{4}$ ; 7. 低频, 低通; 8.  $\begin{bmatrix} 3 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ 。

## 二、单项选择题（每小题 3 分，共 15 分）

1. C 2. A 3. B 4. B 5. C

## 三、本题满分 10 分

【解】对结点①，②列结点电压方程：

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right)U_{n1} - \frac{1}{3}U_{n2} = 4 - 1 \quad (4 \text{ 分})$$

$$-\frac{1}{3}U_{n1} + \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right)U_{n2} = 1 + \frac{2}{2} \quad (4 \text{ 分})$$

$$U_{n2} = \frac{32}{7} \text{ V} \quad U_{n1} = \frac{38}{7} \text{ V}$$

$$I = \frac{U_{n1} - U_{n2}}{3} = \frac{2}{7} = 0.29 \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

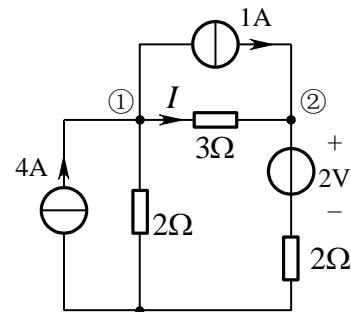


图3-1

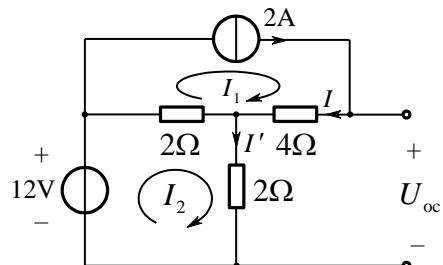
## 四、本题满分 12 分

【解】将可变电阻断开后，求如图所示一端口的戴维宁等效电路，可列写如下两个网孔电流方程

$$\begin{cases} I_1 = 2 \\ -2I_1 + 4I_2 = 12 \end{cases}$$

解得  $I_1 = 2$   $I_2 = 4$

由图知  $I = I_1$ ,  $I' = I_2$ , 于是，开路电压



$$U_{oc} = 4I + 2I' = 4I_1 + 2I_2 = 4 \times 2 + 2 \times 4 = 16 \text{ V} \quad (4 \text{ 分})$$

$$\text{等效电阻 } R_{eq} = (4 + 2 / 2) \Omega = 5 \Omega \quad (3 \text{ 分})$$

当  $R_L = R_{eq} = 5\Omega$  时，可获得最大功率 (2 分)

$$P_{max} = \frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}} = 12.8 \text{ W} \quad (3 \text{ 分})$$

## 五、本题满分 8 分

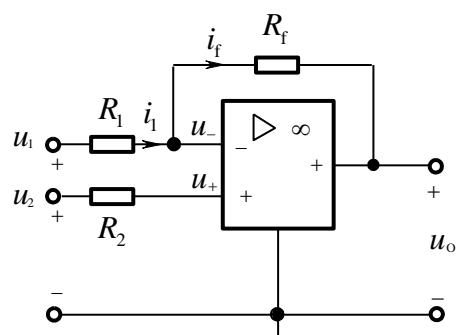
【解】如图所示。

$$i_1 = \frac{u_1 - u_-}{R_1}, \quad i_f = \frac{u_- - u_o}{R_f} \quad (2 \text{ 分})$$

于是，根据“虚断”和 KCL 得

$$i_1 = i_f$$

将  $i_1$  和  $i_f$  代入上式并整理得



$$u_o = -\frac{R_f}{R_i} u \left( \frac{(2 \text{ 分})}{R_f} \right) u$$

根据“虚短”规则可知

$$u_- = u_+ , \quad u_+ = u_2 \quad (2 \text{ 分})$$

即

$$u_o = -\frac{R_f}{R_i} u_1 + \left( 1 + \frac{R_f}{R_i} \right) u_2$$

故

$$u_o = -2u_1 + 3u_2 \quad (2 \text{ 分})$$

## 六、本题满分 15 分

【解】根据换路定律得  $u_C$  的初始值

$$u_C(0_+) = u_C(0_-) = 2V \quad (3 \text{ 分})$$

$u_C$  的稳态值

$$u_C(\infty) = \frac{6}{6+3} \times (+3)V = 4V \quad (3 \text{ 分})$$

电路的时间常数

$$\tau = [(R_i // R_2)C] = 1 \times 10^{-6} \text{ s} \quad (3 \text{ 分})$$

根据三要素公式得

$$u_C = \left( -2 + 4e^{-10^6 t} \right) V \quad (3 \text{ 分})$$

$$i(t) = C \frac{du_C}{dt} = -2e^{-10^6 t} A \quad (3 \text{ 分})$$

## 七、本题满分 10 分

【解】本电路属三相对称电路，故采用三相归一相法。A 相计算电路如图 7-2 所示。

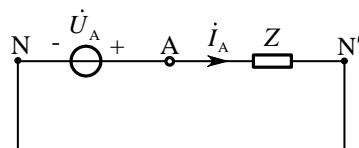


图 7-2

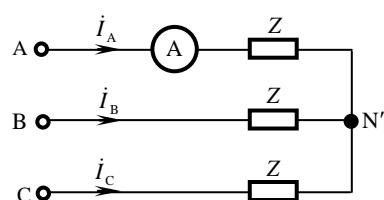


图 7-1

(1) 根据线电压和相电压之间的关系可得

$$\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ V$$

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z} = \frac{220 \angle 0^\circ}{100 \angle 53^\circ} A = 2.2 \angle -53^\circ A \quad (3 \text{ 分})$$

所以

$$P = 3U_A I_A \cos\varphi = 871.2 W \text{ 或 } P = 3I_A^2 R = 3 \times 2.2^2 \times 60 = 871.2 W \quad (3 \text{ 分})$$

$$(2) \quad \dot{I}_A = \frac{\dot{U}_{AB}}{2Z} = \frac{380 \angle 30^\circ}{200 \angle 53^\circ} = 1.9 \angle -23^\circ A \quad (2 \text{ 分})$$

电路所取用的总有功功率为

$$P = 2I_A^2 R = (2 \times 1.9^2 \times 60) W = 433.2 W \quad (2 \text{ 分})$$

### 八、本题满分 12 分

【解】与原电路相对应的运算电路如图 8-2 所示。 (2 分)

$$u_C(0_-) = 2V, i_L(0_-) = 0A$$

在运算电路中得

$$\left(\frac{1}{1/6} + \frac{1}{1/s} + \frac{1}{0.2s}\right)U_C(s) = \frac{2/s}{1/s} \quad (2 \text{ 分})$$

上式可变为

$$U_C(s) = \frac{2s}{s^2 + 6s + 5} = \frac{K_1}{s+1} + \frac{K_2}{s+5}$$

其中，待定系数

$$K_1 = \left. \frac{2s}{s+5} \right|_{s=-1} = -\frac{1}{2} \quad (2 \text{ 分})$$

$$K_2 = \left. \frac{2s}{s+1} \right|_{s=-5} = \frac{2}{5} \quad (2 \text{ 分})$$

所以

$$U_C(s) = -\frac{1/2}{s+1} + \frac{2/5}{s+5} \quad (2 \text{ 分})$$

电容两端的电压

$$u_C(t) = \left( -\frac{1}{2} e^{-t} + \frac{2}{5} e^{-5t} \right) V \quad (2 \text{ 分})$$

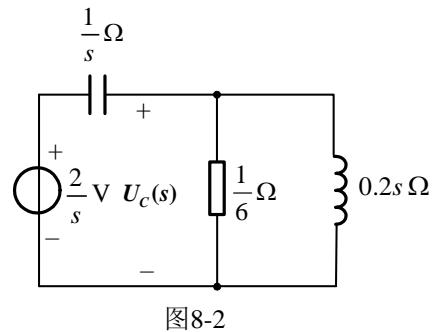


图8-2

# 参考答案及评分标准

## 一、填空题（每空 1 分，共 15 分）

1. -60W, 20W; 2. 20, 4; 3. 0.02F, 慢; 4. 5, 50; 5.  $5\sqrt{2}$ ; 6.  $10\mu F$ ,

$$29; 7. \begin{bmatrix} 5 & -5 \\ -5 & 5 \end{bmatrix}.$$

## 二、单项选择题（每小题 3 分，共 15 分）

1. D 2. B 3. B 4. C 5. A

## 三、本题满分 12 分

【解】画出分电路图如图 3-1-1 和 3-1-2 所示（2 分）

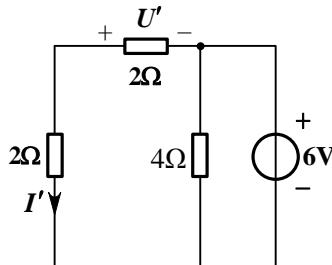


图 3-1-1

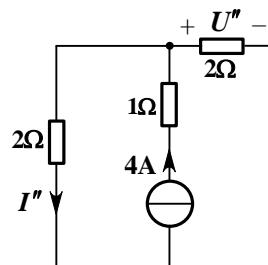


图 3-1-2

$$\text{图 3-1-1 中, } I' = 1.5A \quad (2 \text{ 分})$$

$$U' = -3V \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{图 3-1-2 中, } I'' = 2A \quad (2 \text{ 分})$$

$$U'' = 4V \quad (2 \text{ 分})$$

$$I = I' + I'' = 3.5A \quad (1 \text{ 分})$$

$$U = U' + U'' = 1V \quad (1 \text{ 分})$$

## 四、本题满分 10 分

【解】根据“虚断”和 KCL 得

$$u_- = \frac{R_1}{R_1 + R_f} u_o = \frac{1}{2} u_o \quad (2 \text{ 分})$$

$$\frac{u_1 - u_+}{R_2} + \frac{u_2 - u_+}{R_3} = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

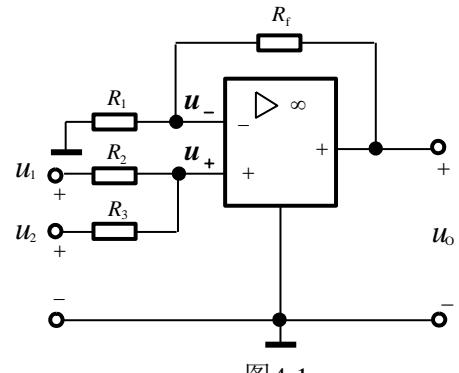


图 4-1

$$u_+ = \frac{R_3 u_1 + R_2 u_2}{R_3 + R_2} = \frac{1}{2} (u_1 + u_2) \quad (2 \text{ 分})$$

根据“虚短”规则可知

$$u_- = u_+ \quad (2 \text{ 分})$$

即

$$u_o = u_1 + u_2 \quad (2 \text{ 分})$$

## 五、本题满分 14 分

【解】根据换路定律得  $i_L$  的初始值

$$i_L(0_+) = i_L(0_-) = \frac{5}{3} \text{A} \quad (3 \text{ 分})$$

$i_L$  的稳态值

$$i_L(\infty) = 7 \text{A} \quad (3 \text{ 分})$$

电路的时间常数

$$\tau = \frac{L}{R_{\text{eq}}} = 0.5 \text{s} \quad (3 \text{ 分})$$

根据三要素公式得

$$i_L = 7 - \left( \frac{16}{3} e^{-2t} \right) \text{A} \quad (3 \text{ 分})$$

电感端电压

$$u_L = L \frac{di_L}{dt} = 0.5 \times \frac{d}{dt} \left( 7 - \frac{16}{3} e^{-2t} \right) = \frac{16}{3} e^{-2t} \text{V}$$

$$i_R(t) = \frac{u_L}{2} = \frac{8}{3} e^{-2t} \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

## 六、本题满分 10 分

【解】(1) 各电流的有效值相量分别为

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}}{R_1 + j\omega L_1} = \frac{48 \angle 0^\circ}{16 \angle 60^\circ} \text{A} = 3 \angle -60^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I}_2 = j\omega C \dot{U} = \frac{48 \angle 0^\circ}{-j16\sqrt{3}} \text{A} = \sqrt{3} \angle 90^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = \sqrt{3} \angle -30^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) 功率因数为 \cos \varphi = \cos 30^\circ = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{有功功率为 } P = I_1^2 R_1 = 72 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

## 七、本题满分 12 分

【解】根据线电压和相电压之间的关系可得

$$\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ \text{V} \quad (2 \text{ 分})$$

三角型负载转换成星形负载

$$Z' = \frac{Z}{3} = (30 + j30) \Omega \quad (2 \text{ 分})$$

A 相等效电路如图 7-2 所示。

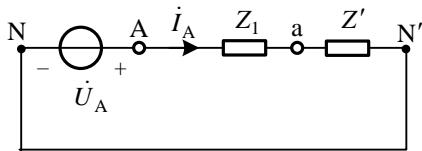


图7-2

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z_1 + Z'} = \frac{220/0^\circ}{50/\underline{37^\circ}} = 4.4/\underline{-37^\circ} \text{ A} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\sqrt{3}}{3} \dot{I}_A / \underline{30^\circ} = 2.54/\underline{-7^\circ} \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{U}_{ab} = Z \dot{I}_{ab} = 323/\underline{38^\circ} \text{ V} \quad (3 \text{ 分})$$

### 八、本题满分 12 分

【解】与原电路相对应的运算电路如图 8-2 所示。 (2 分)

$$u_C(0_-) = 10 \text{ V}, i_L(0_-) = 0 \text{ A}$$

在运算电路中得

$$\left( \frac{1}{2/3} + \frac{1}{2/s} + \frac{1}{s} \right) U_C(s) = \frac{10/s}{2/3} + \frac{10/s}{2/s} \quad (2 \text{ 分})$$

上式可变为

$$U_C(s) = \frac{10s + 30}{s^2 + 3s + 2} = \frac{K_1}{s+1} + \frac{K_2}{s+2}$$

其中，待定系数

$$K_1 = \frac{10s+30}{s+2} \Big|_{s=-1} = 20 \quad (2 \text{ 分})$$

$$K_2 = \frac{10s+30}{s+1} \Big|_{s=-2} = -10 \quad (2 \text{ 分})$$

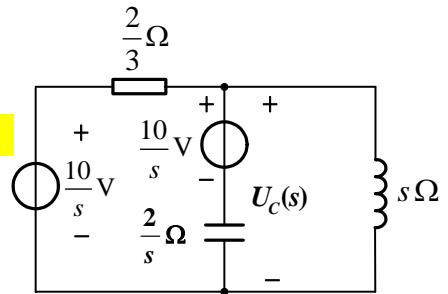


图8-2

所以

$$U_C(s) = \frac{20}{s+1} + \frac{-10}{s+2} \quad (2 \text{ 分})$$

电容两端的电压

$$u_C(t) = (20e^{-t} - 10e^{-2t}) \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

齐鲁工业大学 13/14 学年第二学期《电路原理 I》期末考试试卷 (A 卷)

## 参考答案及评分标准

一、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

$$1. -24, 64; \quad 2. 18, 6; \quad 3. 30, 0.02, -\frac{\pi}{6}; \quad 4. 0.5, 3;$$

$$5. 10, 0.05, 50; \quad 6. 4, 10; \quad 7. 3, 3, 1, 5; \quad 8. 100;$$

$$9. \frac{4s^2 + 7s + 10}{s^2(s+5)} \text{ 或 } \frac{1}{s} + \frac{2}{s^2} + \frac{3}{s+5}$$

## 二、单项选择题（每小题 3 分，共 15 分）

$$1. C \quad 2. B \quad 3. C \quad 4. D \quad 5. D$$

## 三、本题满分 10 分

**【解】**该电路共有 3 个网孔，设各网孔电流的参考方向如图所示，相应的网孔电流方程分别为

$$(R_1 + R_2)I_1 - R_2 I_2 = U_{S1} \quad (2 \text{ 分})$$

$$-R_2 I_1 + (R_2 + R_3 + R_4)I_2 - R_3 I_3 = -U_{S2} \quad (2 \text{ 分})$$

$$I_3 = 4U_x \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{补充方程: } U_x = U_{S2} + I \quad (2 \text{ 分})$$

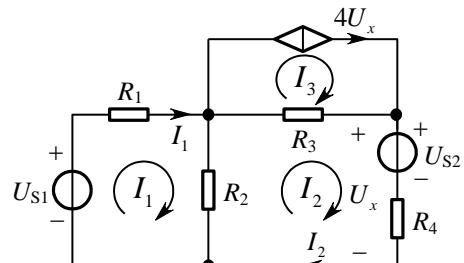


图3

代入数据得

$$\left. \begin{array}{l} 4I_1 - 2I_2 = 4 \\ -2I_1 + 4I_2 - I_3 = -2 \\ I_3 = 4U_x \\ U_x = 2 + I_2 \end{array} \right\} \Rightarrow I_1 = -3A, I_2 = -8A \quad (2 \text{ 分})$$

## 四、本题满分 7 分

$$\text{【解】 } i_1 = \frac{u_{II} - u_-}{R_1}, \quad i_2 = \frac{u_{I2} - u_-}{R_2}, \quad i_f = \frac{u_- - u_O}{R_f}$$

$$\text{根据“虚断”和 KCL 得 } i_1 + i_2 = i_f$$

将  $i_1$ 、 $i_2$  和  $i_3$  代入上式并整理得

$$u_- = \frac{2}{5}(u_{II} + u_{I2}) + \frac{u_O}{5} \quad (2 \text{ 分})$$

$$u_+ = u_{I3} \quad (2 \text{ 分})$$

根据“虚短”可知

$$u_- = u_+$$

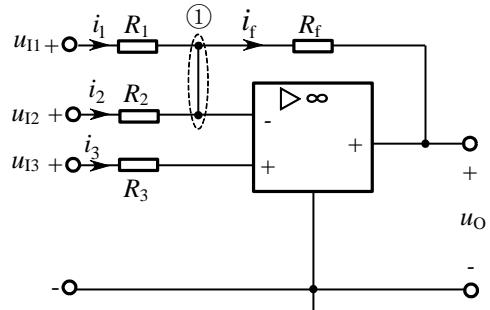


图4

$$\text{即 } \frac{2}{5}(u_{II} + u_{I2}) + \frac{u_O}{5} = u_{I3} \quad (2 \text{ 分}) \Rightarrow u_O = 5u_{I3} - 2(u_{II} + u_{I2}) \quad (1 \text{ 分})$$

## 五、本题满分 12 分

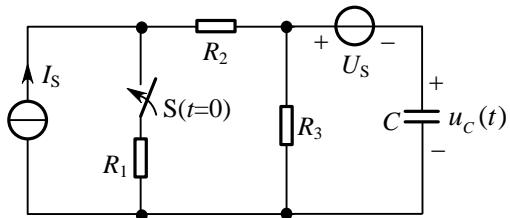


图5

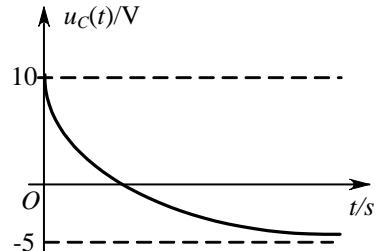
【解】根据换路定律得  $u_c$  的初始值  $u_c(0_+) = u_c(0_-) = 10V$  (2分)

$$u_c \text{ 的稳态值 } u_c(\infty) = \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} I_s R_3 - U_s = \left( \frac{10 \times 1}{10 + 30} \right) \times 20 - 10 = -10V \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{电路的时间常数 } \tau = (R_1 + R_2) // R_3 = 10 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} = 0.1s \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{根据三要素公式得 } u_c(t) = (-5 + 15e^{-10t})V \quad (2 \text{ 分})$$

$u_c(t)$  随时间的变化曲线如图所示 (4分)。



## 六、本题满分 14 分

【解】(1) 电路的等效阻抗为

$$Z_{eq} = j\omega L + R // \frac{1}{j\omega C} = j4 + \frac{3 \times (-j4)}{3 - j4} = (1.92 + j2.56)\Omega = 3.2/\underline{53^\circ}\Omega \quad (2 \text{ 分})$$

$$I = \frac{\dot{U}_s}{Z_{eq}} = \frac{16/\underline{53^\circ}}{3.2/\underline{53^\circ}} = 5/\underline{0^\circ}A \quad (2 \text{ 分})$$

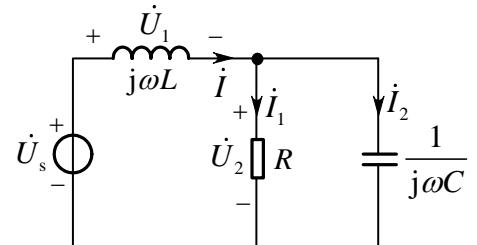


图6

根据分流公式得

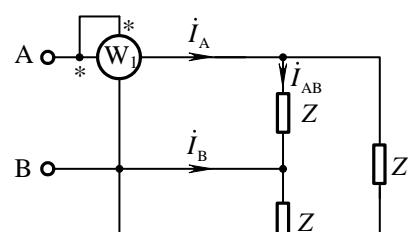
$$I_1 = \frac{-j4}{3-j4} \times 5 = \frac{4/\underline{-90^\circ}}{5/\underline{53^\circ}} \times 5 = 4/\underline{-37^\circ}A \quad (2 \text{ 分}), \quad I_2 = \frac{3}{3-j4} \times 5 = \frac{3}{5/\underline{-53^\circ}} \times 5 = 3/\underline{53^\circ}A \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{U}_1 = j\omega L I = j4 \times 5 = 20/\underline{90^\circ} \quad (2 \text{ 分}) \quad \dot{U}_2 = R I_1 = 3 \times 4/\underline{-37^\circ} = 12/\underline{-37^\circ}V \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 电路所消耗的功率为  $P = \dot{I}^T R = 16 \times 3 = 48$  (2分)

## 七、本题满分 10 分

$$【解】① \quad \dot{I}_{AB} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z} = \frac{380/\underline{30^\circ}}{200/\underline{30^\circ}} A = 1.9/\underline{0^\circ}A \quad (1 \text{ 分})$$



$$I_A = \sqrt{3} I_{AB} / -30^\circ \approx 3.3 / -30^\circ \text{A} \quad (1 \text{ 分})$$

W<sub>1</sub> 的读数为

$$P_1 = \operatorname{Re}[\dot{U}_{AB} \dot{I}_A^*] = \operatorname{Re}[380 / 30^\circ \times 3.3 / -30^\circ] = 627 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I}_C = \dot{I}_A / 120^\circ \approx 3.3 / 90^\circ \text{A} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\dot{U}_{CB} = -\dot{U}_{BC} = -380 / -90^\circ = 380 / 90^\circ \text{V} \quad (1 \text{ 分})$$

$$W_2 \text{ 的读数为 } P_2 = \operatorname{Re}[\dot{U}_{CB} \dot{I}_C^*] = \operatorname{Re}[380 / 90^\circ \times 3.3 / 90^\circ] = 1254 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{三相负载吸收的有功功率为 } P = P_1 + P_2 = (627 + 1254) \text{W} = 1881 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

## 八、本题满分 12 分

【解】  $t > 0$  时的运算电路如图所示。 (2 分)

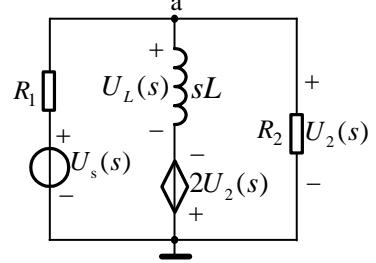
结点 a 的结点电压方程为：

$$\left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{sL} \right) U_2(s) = \frac{U_s(s)}{R_1} - \frac{2U_2(s)}{sL} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{即 } \left( \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{s} \right) U_2(s) \Rightarrow \frac{1}{4} \left( \frac{1}{s+1} + \frac{2}{s+6} \right) U_2(s)$$

解得

$$U_2(s) = \frac{5s}{(s+1)(s+6)} = \frac{k_1}{s+1} + \frac{k_2}{s+6} \quad (2 \text{ 分})$$



$$k_1 = (s+1)U_2(s)|_{s=-1} = -1 \quad (2 \text{ 分})$$

$$k_2 = (s+6)U_2(s)|_{s=-6} = 6 \quad (2 \text{ 分})$$

所以

$$U_L(s) = \mathcal{B}_2 s(-) = \frac{3}{s+1} + \frac{18}{s+6}$$

$$u_L(t) = (-3e^{-t} + 18e^{-6t})\varepsilon(t) \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

齐鲁工业大学 13/14 学年第二学期《电路原理 I》期末考试试卷 (B 卷)

## 参考答案及评分标准

一、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

- |  |  |         |    |
|--|--|---------|----|
| 1. 8   | 2  | 2. 7    | 2  |
| 3. 电压  | 电流   | 4. 1000 |    |
| 5. 1000                                      | 5  | 200     |    |
| 6. $L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$ | $-M \frac{di_1}{dt} - L_2 \frac{di_2}{dt}$ | 7. 50   | 30 |

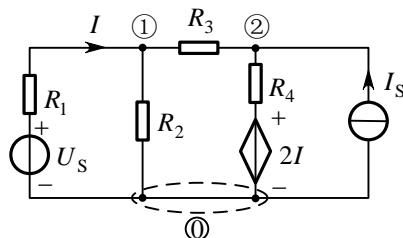
8. 2      760  
 9. 1       $-0.5$        $-1$       2

## 二、单项选择题（每小题 3 分，共 15 分）

1. A    2. D    3. B    4. D    5. C

## 三、本题满分为 12 分

【解】用结点电压法解。



结点①和②的结点电压方程分别为

$$\left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) U_{n1} - \frac{1}{R_3} U_{n2} = \frac{U_s}{R_1} \quad (2 \text{ 分})$$

$$-\frac{1}{R_3} U_{n1} + \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) U_{n2} = I_s + \frac{2I}{R_4} \quad (2 \text{ 分})$$

补充方程

$$I = \frac{U_s - U_{n1}}{R_1} \quad (2 \text{ 分})$$

代入数据得

$$\begin{cases} 2.25U_{n1} - U_{n2} = 10 \\ -U_{n1} + 1.5U_{n2} = 2 + I \\ I = 10 - U_{n1} \end{cases}$$

解得

$$U_{n1} = 8V, \quad U_{n2} = 8V, \quad I = 2A$$

电压源发出的功率为

$$P_1 = U_s I = 10 \times 2 = 20W \quad (3 \text{ 分})$$

电流源发出的功率为

$$P_2 = U_{n2} I_s = 8 \times 2 = 16W \quad (3 \text{ 分})$$

## 四、本题满分为 7 分

【解】

$$i_1 = \frac{u_1 - u_-}{R_1}, \quad i_2 = \frac{u_2 - u_-}{R_2}, \quad i_f = \frac{u_- - u_o}{R_f}$$

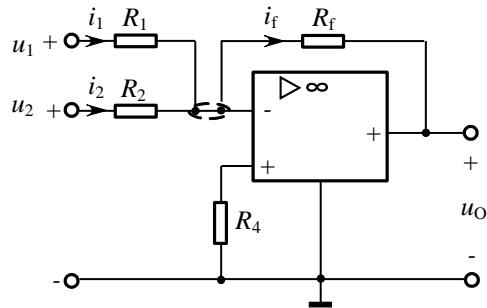
由“虚断”规则可知

$$u_+ = 0 \quad (2 \text{ 分})$$

根据“虚短”规则可知  $u_- = u_+ \quad (2 \text{ 分})$

根据“虚断”规则和 KCL 得

$$i_1 + i_2 = i_f \Rightarrow \frac{u_1}{R_1} + \frac{u_2}{R_2} = \frac{-u_o}{R_f} \quad (2 \text{ 分})$$



将上式整理得  $u_o = \left( \frac{R_f}{R_1} u_1 + \frac{R_f}{R_2} u_2 \right) = 0.5(u_1 + u_2) \quad (1 \text{ 分})$

五、本题满分为 12 分

【解】① 求  $u_C$  的初始值

$$u_C(0_+) = U_s = 9 \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

$u_C$  的稳态值

$$u_C(\infty) = \frac{R_3}{R_1 + R_3} U_s = \frac{6}{3+6} \times 9 = 6 \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

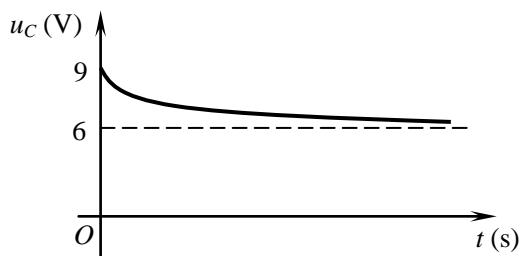
电路的时间常数

$$\tau = (R_2 + R_1 // R_3)C = 4 \times 10^3 \times 1 \times 10^{-6} = 4 \times 10^{-3} \text{ s} \quad (2 \text{ 分})$$

故根据三要素公式得

$$u_C = u_C(\infty) + [u_C(0_+) - u_C(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = [6 + (9 - 6)e^{-250t}] \text{ V} = (6 + 3e^{-250t}) \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

② 如图所示。 (4 分)



六、本题满分为 12 分

【解】原电路的戴维宁等效电路参数为

$$\text{开路电压: } U_{oc} = 12 + 4 \times j4 = (12 + j16) \text{ V} \quad (3 \text{ 分})$$

$$\text{等效阻抗: } Z_{eq} = R + \frac{1}{j\omega C} = (4 - j4) \Omega \quad (3 \text{ 分})$$

所以, 当  $Z_L = Z_{eq}^* = (4 + j4) \Omega$  (3 分) 时, 负载获得最大功率, 最大功率为

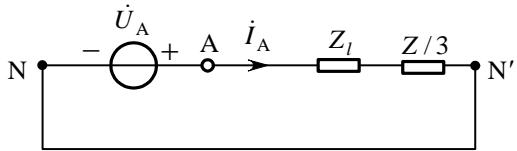
$$P = \frac{U_{oc}^2}{4R} = \frac{(12^2 + 16^2)}{4 \times 4} = \frac{400}{16} = 25W \quad (3 \text{ 分})$$

### 七、本题满分为 10 分

【解】计算电路如图所示，其中

$$\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ V \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z} = \frac{220 \angle 0^\circ}{10 \angle 53^\circ} A = 22 \angle -53^\circ A \quad (2 \text{ 分})$$



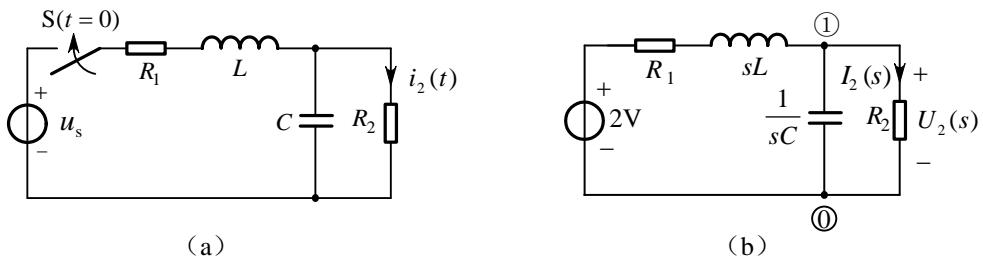
根据对称性，可得

$$\dot{I}_B = 22 \angle -173^\circ A \quad (2 \text{ 分}), \quad \dot{I}_C = 22 \angle 67^\circ A \quad (2 \text{ 分})$$

$$P = 3RI^2 = 3 \times 6 \times 22^2 = 8712W \quad (2 \text{ 分})$$

### 八、本题满分为 12 分

【解】换路后的运算电路如图 (b) 所示 (2 分)。



结点①结点电压方程为

$$\left( \frac{1}{R_1 + sL} + sC + \frac{1}{R_2} \right) U_2(s) = \frac{2}{R_1 + sL} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{代入数据并整理得} \quad U_2(s) = \frac{40}{s^2 + 11s + 30} = \frac{40}{s+5} - \frac{4}{s+6} \quad (4 \text{ 分})$$

$$u_2(t) = (40e^{-5t} - 40e^{-6t})V \quad (2 \text{ 分}) \quad i_2(t) = \frac{u_2}{R_2} = (20e^{-5t} - 20e^{-6t})A \quad (2 \text{ 分})$$

或

$$\text{根据串联分压公式得} \quad U_2(s) = \frac{2R_2}{R_2 L C s^2 + (R_1 R_2 C + L)s + R_1 R_2} \quad (2 \text{ 分})$$

代入数据并整理得

$$U_2(s) = \frac{40}{s^2 + 11s + 30} = \frac{40}{s+5} - \frac{40}{s+6} \quad (4 \text{ 分})$$

$$u_2(t) = (40e^{-5t} - 40e^{-6t})V \quad (2 \text{ 分}) \quad i_2(t) = \frac{u_2}{R_2} = (20e^{-5t} - 20e^{-6t})A \quad (2 \text{ 分})$$

## 参考答案及评分标准

### 一、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

1. 20, -4;
2. 短路, 开路;
3. 0.1, 1,  $i_L(t) = 2e^{-10t} A$ ,  $i_L(t) = 10(1 - e^{-10t}) A$ ;
4.  $u_+ = u_-$ ,  $i_+ = i_- = 0$ ;
5.  $10/\underline{60^\circ}\Omega$  或  $(5 + j5\sqrt{3})\Omega$ ,  $40/\underline{60^\circ}V \cdot A$  或  $(20 + j20\sqrt{3})V \cdot A$ ;
6. 10, 10;
7. 2, -2, -10, -6;
8. 低频, 低通。

### 二、单项选择题 (每小题 3 分, 共 15 分)

1. B
2. A
3. C
4. D
5. C

### 三、本题满分 10 分

【解】结点电压法方程为

$$\begin{cases} (2+3)u_{n1} - 3u_{n2} = 3 + 10I_1 \\ u_{n2} = 5 \end{cases} \quad (2 \text{ 分})$$

补充方程  $I_1 = 2u_{n1}$  (2 分)

解得

$$u_{n1} = -\frac{6}{5} = -1.2V \quad (2 \text{ 分})$$

$$U = u_{n2} - u_{n1} = \frac{31}{5} = 6.2V \quad (2 \text{ 分})$$

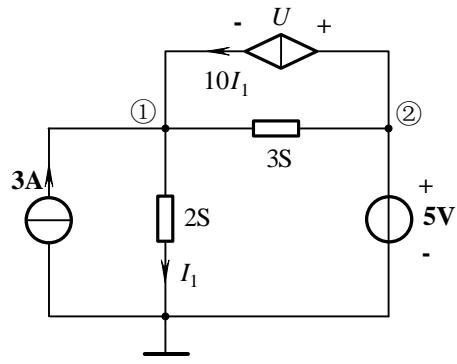


图3-1

### 四、本题满分 10 分

【解】如图 4-1 (a) 所示, 求开路电压  $U_{OC}$ 。可由支路电流法求得

结点①的 KCL 方程为  $I_1 + I_2 = 2$  (1 分)

回路 I 的 KVL 方程为  $3I_2 + 30 - 6I_1 = 0$  (1 分)

$$\Rightarrow I_1 = 4A \quad U_{OC} = 6I_1 = 24V \quad (2 \text{ 分})$$

【或  $\left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\right)U_{n1} = 2 + \frac{30}{3}$  (2 分)  $\Rightarrow U_{OC} = U_{n1} = 24V$  (2 分)】

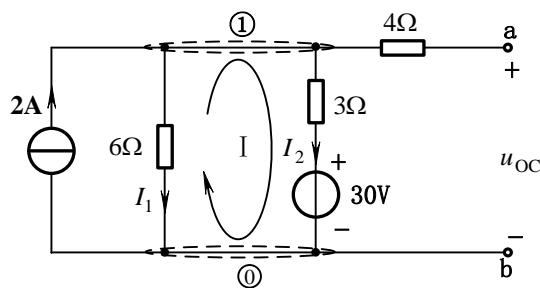


图4-1(a)

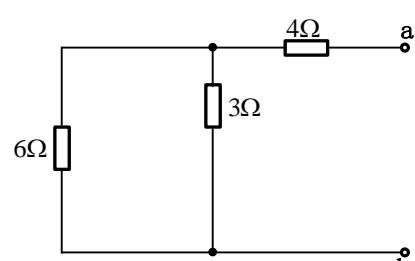


图4-1(b)

由图 4-1 (b) 求戴维宁等效电阻  $R_{\text{eq}} = 6\Omega$  (2 分)

由最大功率传输定理可知当  $R_L = R_{\text{eq}} = 6\Omega$  (2 分)

可获得最大传输功率  $P_{\max} = \frac{U_{\text{oc}}^2}{4R_{\text{eq}}} = 24\text{W}$  (2 分)

## 五、本题满分 12 分

【解】根据换路定律得  $u_C$  的初始值

$$u_C(0_+) = u_C(0_-) = 150\text{V} \quad (2 \text{ 分})$$

$u_C$  的稳态值

$$u_C(\infty) = \frac{R_4}{R_1 + R_2 // R_3 + R_4} U_s = 60\text{V} \quad (2 \text{ 分})$$

电路的时间常数

$$R_{\text{eq}} = (R_2 // R_3 + R_1) // R_4 = 0.8\text{k}\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$\tau = R_{\text{eq}} \times C = 4\text{ms} \quad (2 \text{ 分})$$

根据三要素公式得  $u_C(t) = (60 + 90e^{-25t})\text{V}$  (3 分)

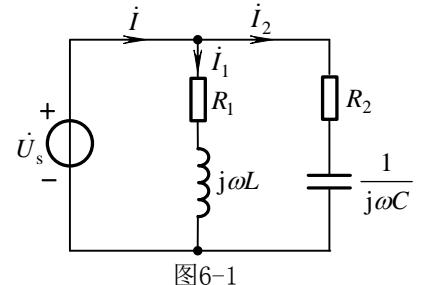
$$i(t) = \frac{u_C(t)}{R_4} = (60 + 90e^{-25t})\text{mA} \quad (2 \text{ 分})$$

## 六、本题满分 10 分

【解】(1) 各支路阻抗为

$$Z_1 = R_1 + j\omega L_1 = 10 + j10 = 10\sqrt{2}/45^\circ\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$Z_2 = R_2 + \frac{1}{j\omega C} = 10 - j10 = 10\sqrt{2}/-45^\circ\Omega \quad (1 \text{ 分})$$



$$I_1 = \frac{\dot{U}_s}{Z_1} = \frac{20/0^\circ}{10\sqrt{2}/45^\circ} = \sqrt{2}/-45^\circ\text{A} \quad (2 \text{ 分}), \quad I_2 = \frac{\dot{U}_s}{Z_2} = \frac{20/0^\circ}{10\sqrt{2}/-45^\circ} = \sqrt{2}/45^\circ\text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$I = I_1 + I_2 = 2\text{A} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 电路的功率因数  $\lambda = \cos \varphi = 1$  (1 分)

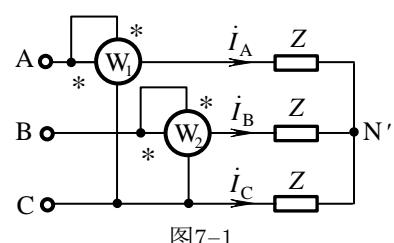
所消耗的功率为

$$P = U_s I \cos \varphi = 40\text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

## 七、本题满分 10 分

【解】(1)

$$\text{设 } \dot{U}_A = 220/0^\circ$$



$$\dot{U}_{AC} = 380 \angle -30^\circ, \quad \dot{U}_{BC} = 380 \angle -90^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z} = 11 \angle -30^\circ \text{ A}, \quad \dot{I}_B = 11 \angle -150^\circ \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$W_1 \text{ 的读数为 } P_1 = \operatorname{Re}[\dot{U}_{AC} \dot{I}_A^*] = \operatorname{Re}[380 \angle -30^\circ \times 11 \angle 30^\circ] = 4180 \text{ W} \quad (2 \text{ 分})$$

$$W_2 \text{ 的读数为 } P_2 = \operatorname{Re}[\dot{U}_{BC} \dot{I}_B^*] = \operatorname{Re}[380 \angle -90^\circ \times 11 \angle 150^\circ] = 2090 \text{ W} \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) C \text{ 相负载断开时} \quad I_A = I_B = \frac{U_{AB}}{2|Z|} = 9.5 \text{ A}$$

$$\text{功率为} \quad P = 2I_A^2 \times 10\sqrt{3} = 3126 \text{ W} \quad (2 \text{ 分})$$

## 八、本题满分 13 分

【解】由题意得:  $u_C(0_-) = 1V, i_L(0_-) = 0A$ ,  $t > 0$  时的运算电路如图所示。 (3 分)

列写结点电压方程:

$$\left(\frac{1}{s+1} + 1 + \frac{1}{6/s}\right)U_C(s) = \frac{1/s}{s+1} + \frac{1/s}{6/s} \quad (2 \text{ 分})$$

解得

$$U_C(s) = \frac{s^2 + s + 6}{s(s^2 + 7s + 12)} \quad (1 \text{ 分})$$

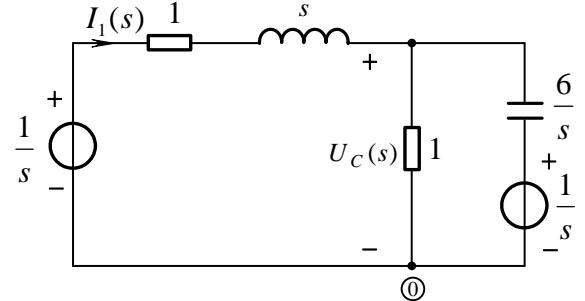


图8-1

则

$$I_1(s) = \frac{1/s - U_C(s)}{s+1} = \frac{6}{s(s_2 + 7s + 12)} = \frac{k_1}{s} + \frac{k_2}{s+3} + \frac{k_3}{s+4} \quad (2 \text{ 分})$$

$$k_1 = sI_1(s)|_{s=0} = 0.5 \quad (1 \text{ 分})$$

$$k_2 = (s+3)I_1(s)|_{s=-3} = -2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$k_3 = (s+4)I_1(s)|_{s=-4} = 1.5 \quad (1 \text{ 分})$$

则

$$i_1(t) = (0.5 - 2e^{-3t} + 1.5e^{-4t})A \quad (2 \text{ 分})$$

# 齐鲁工业大学 14/15 学年第二学期《电路原理 I》期末考试试卷 (B 卷)

## 参考答案及评分标准

### 一、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

1. 2, 1;      2.  $i_C = -C \frac{du_C}{dt}$ ,  $u_L = -L \frac{di_L}{dt}$ ;      3. 短路, 开路;  
 4. 不变, 不变, 变小;      5.  $20\angle -30^\circ$  或  $10\sqrt{3} - j10$ ,  $10\sqrt{3}$ , 0.866;  
 6. 11,  $25\sqrt{3}$  (或 43.3);      7. 2, 760;      8. 1, -1, -0.5, 2

### 二、单项选择题 (每小题 3 分, 共 15 分)

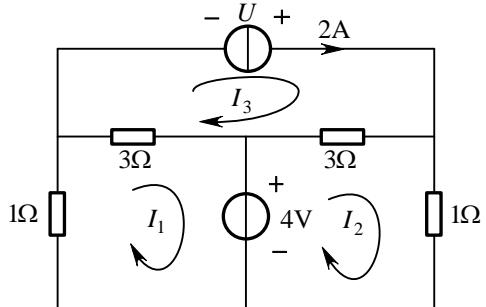
1. B      2. D      3. A      4. A      5. B

### 三、本题满分 10 分

【解】回路电流方程为

$$\begin{cases} (1+3)I_1 - 3I_3 = -4 \\ (1+3)I_2 - 3I_3 = 4 \\ I_3 = 2 \end{cases} \quad (2 \text{ 分})$$

解得  $I_1 = 0.5A$ ,  $I_2 = 2.5A$ , (2 分)



则  $U = 3(I_3 - I_2) + 3(I_3 - I_1) = 3V$  (2 分)

图3-1

【或  $U = 1 \times I_2 + 1 \times I_1 = 3V$ 】

### 四、本题满分 12 分

【解】

分别画出两个独立源单独作用时的电路, 如图 4-1 (a) 和 4-1(b) 所示。(2 分)

由图 4-1 (a) 可得

$$I' = \frac{18}{3+6} = 2A \quad (2 \text{ 分})$$

$$U' = 6I' = 12V \quad (2 \text{ 分})$$

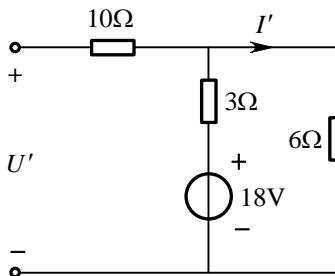


图4-1-a

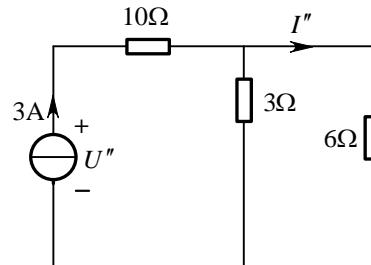


图4-1-b

由图 4-1 (b) 得  $I'' = \frac{3}{3+6} \times 3 = 1\text{A}$  (2 分)  $U'' = 10 \times 3 + 6I'' = 36\text{V}$  (2 分)

由叠加定理得  $I = I' + I'' = 3\text{A}$ ,  $U = U' + U'' = 48\text{V}$  (2 分)

**五、本题满分 10 分**

【解】根据换路定律得  $u_c$  的初始值

$$u_c(0_-) = 20 \times 1 - 10 = 10\text{V}$$

$$u_c(0_+) = u_c(0_-) = 10\text{V}$$
 (2 分)

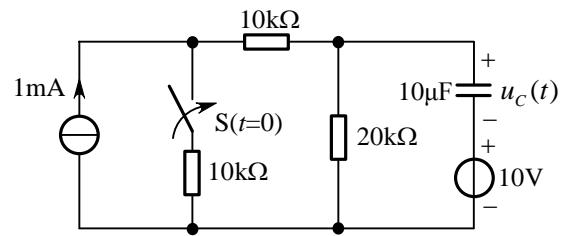


图5-1

$u_c$  的稳态值

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

电路的时间常数

$$R_{eq} = 10\text{k}\Omega$$
 (1 分)

$$\tau = R_{eq}C = 10 \times 10 \times 10^{-3} = 0.1\text{s}$$
 (2 分)

根据三要素公式得

$$u_c(t) = u_c(\infty) + [u_c(0+) - u_c(\infty)]e^{-\frac{t}{\tau}} = (-5 + 15e^{-10t})\text{V}$$
 (3 分)

**六、本题满分 10 分**

将时域电路变为相量电路，如图所示。

$$(1) \quad \dot{U} = 220 \angle 0^\circ \text{V} \quad X_L = \omega L = 40\Omega \quad (1 \text{ 分})$$

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}}{R + jX_L} = \frac{220 \angle 0^\circ}{50 \angle 53^\circ} = 4.4 \angle -53^\circ \text{A}$$
 (2 分)

$$\dot{U}_R = R\dot{I} = 132 \angle -53^\circ \text{V}$$
 (2 分)

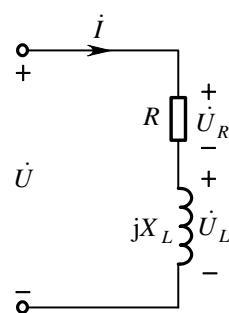


图6-1

$$\dot{U}_L = jX_L \dot{I} = 176 \angle 37^\circ \text{V}$$
 (2 分)

$$(2) \quad P = RI^2 = 580.8\text{W}$$
 (2 分)  $\lambda = \cos \varphi = 0.6$  (1 分)

**七、本题满分 10 分**

【解】本题可采用三相归一相（选 A 相）的计算方法，计算电路如图所示。

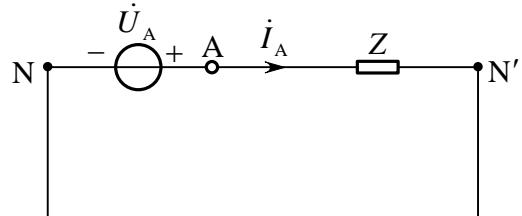
$$\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ \text{V} \quad (1 \text{ 分})$$

由题意知，每相负载的阻抗

$$Z = 50 \angle \arccos 0.8 = 50 \angle 37^\circ \Omega \quad (1 \text{ 分})$$

于是，有

$$I_A = \frac{\dot{U}_A}{Z} = \frac{220 \angle 0^\circ}{50 \angle 37^\circ} \text{A} = 4.4 \angle -37^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$



根据对称性，可得  $\dot{I}_B = 4.4 \angle -157^\circ \text{A}$  (2 分),  $\dot{I}_C = 4.4 \angle 83^\circ \text{A}$  (2 分)

$$P = 3RI^2 = 3 \times 40 \times 4.4^2 = 2323.2 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

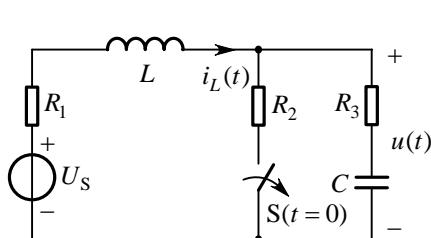
### 八、本题满分 13 分

【解】根据换路前的等效电路可以求出电感电流

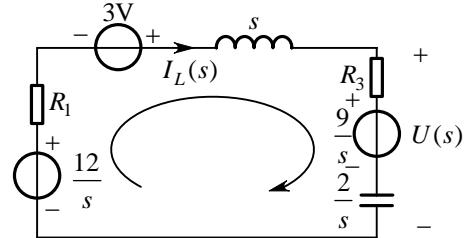
$$i_L(0_-) = \frac{U_s}{R_1 + R_2} = \frac{12}{4} = 3 \text{A} \quad (1 \text{ 分})$$

电容端电压

$$u_C(0_-) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_s = 9 \text{V} \quad (1 \text{ 分})$$



(a)



(b)

换路后的运算电路如图 (b) 所示 (2 分)。根据 KVL 可得

$$(R_1 + R_3 + s + \frac{2}{s}) I_L(s) = \frac{12}{s} + 3 - \frac{9}{s} \quad (2 \text{ 分})$$

整理，并化简得

$$I_L(s) = \frac{3}{s+2} \quad (1 \text{ 分})$$

于是，得

$$i_L(t) = 3e^{-2t} \varepsilon(t) \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$U(s) = \frac{15s + 24}{s^2 + 2s} = \frac{12}{s} + \frac{3}{s+2} \quad (2 \text{ 分})$$

于是，得

$$u(t) = (12 + 3e^{-2t}) \varepsilon(t) \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

## 一、填空题（每空 1 分，共 20 分）

- |  |      |                    |                                 |                                |
|--|------|--------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. -14                                   | 1    | 2. 4               |                                 |                                |
| 3. $[50 - 100 \cos(2t + \frac{\pi}{3})]$ | 4. 9 | 15                 | 0.01                            |                                |
| 5. 30                                    | 50   | 6. 1 和 2 或 1' 和 2' | 正向                              |                                |
| 7. 1000                                  | 100  | 10                 | 8. $400\sqrt{2} \cos(\omega t)$ | $-0.04\sqrt{2} \cos(\omega t)$ |
| 9. 5                                     | 5    | 5                  | 3                               |                                |

## 二、单项选择题（每小题 3 分，共 15 分）

1. C 2. A 3. B 4. B 5. D

## 三、本题满分为 11 分

【解】该电路共有三个网孔，各网孔电流方程分别为

$$\begin{cases} I_{m1} = -5A & (3 \text{ 分}) \\ -2I_{m1} + 5I_{m2} - 3I_{m3} = -8 & (3 \text{ 分}) \\ -3I_{m2} + 4I_{m3} = 2 & (3 \text{ 分}) \end{cases}$$

解得

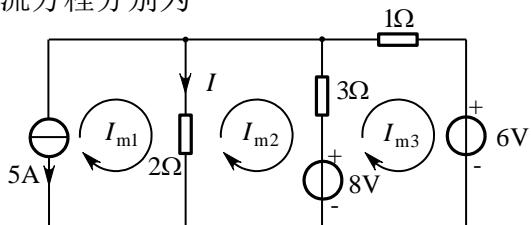


图3

$$I_{m1} = -5A, I_{m2} = -6A, I = I_{m1} - I_{m2} = -5 - (-6) = 1A \quad (2 \text{ 分})$$

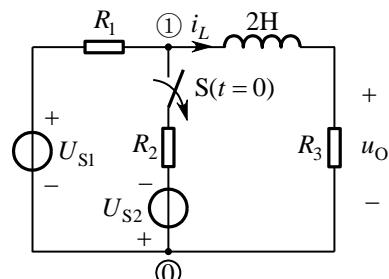
## 四、本题满分为 12 分

【解】① 因换路前电路已处于稳态，故应将电感视为短路，结点①的结点电压方程为

$$\left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) U_{n1} = \frac{U_{S1}}{R_1} - \frac{U_{S2}}{R_2}$$

代入数据并解得

$$U_{n1} = \frac{8}{3} V \quad i_L(0_+) = i_L(0_-) = \frac{U_{n1}}{R_3} = \frac{4}{3} A \quad (2 \text{ 分})$$

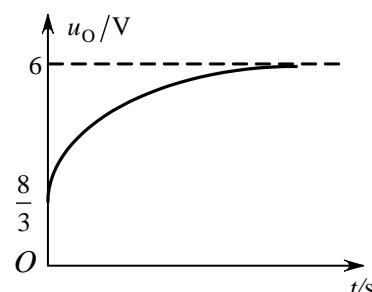


换路后  $i_L$  的稳态值

$$i_L(\infty) = \frac{U_{S1}}{R_1 + R_3} = \frac{12}{4} = 3 A \quad (2 \text{ 分})$$

电路的时间常数

$$\tau = \frac{L}{R_1 + R_3} = 0.5 s \quad (2 \text{ 分})$$

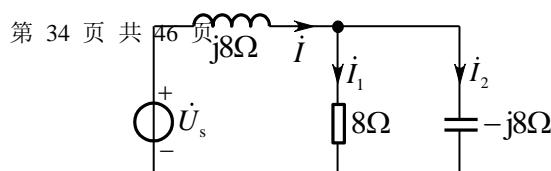


根据三要素公式，得

$$i_L = (3 - \frac{5}{3} e^{-2t}) A \quad (2 \text{ 分})$$

$$u_O = i_L R_3 = (6 - \frac{10}{3} e^{-2t}) V \quad (2 \text{ 分})$$

②  $u_O$  的变化曲线如图所示 (2 分)



## 五、本题满分为 12 分

【解】

$$\text{设 } \dot{U}_s = 50 \angle 0^\circ \text{V}$$

电路总的等效阻抗为

$$Z_{\text{eq}} = j8 + \frac{8 \times (-j8)}{8 - j8} = j8 + 4\sqrt{2} \angle -45^\circ = 4 + j4 = 4\sqrt{2} \angle 45^\circ \Omega \quad (2 \text{ 分})$$

总电流相量为

$$\dot{I} = \frac{\dot{U}_s}{Z_{\text{eq}}} = \frac{50 \angle 0^\circ}{4\sqrt{2} \angle 45^\circ} = 8.84 \angle -45^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

根据并联分流公式得

$$\dot{I}_1 = \frac{-j8}{8 - j8} \dot{I} = \frac{8 \angle -90^\circ}{8\sqrt{2} \angle -45^\circ} \times 8.84 \angle -45^\circ = 6.25 \angle -90^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I}_2 = \frac{8}{8 - j8} \dot{I} = \frac{8}{8\sqrt{2} \angle -45^\circ} \times 8.84 \angle -45^\circ = 6.25 \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

电路消耗的有功功率为

$$P = I_1^2 \times 8 = 6.25^2 \times 8 = 312.5 \text{W} \quad (2 \text{ 分})$$

功率因数为

$$\lambda = \cos \varphi = \cos 45^\circ = 0.707 \quad (2 \text{ 分})$$

## 六、本题满分为 12 分

【解】原电路去耦等效电路如图所示。

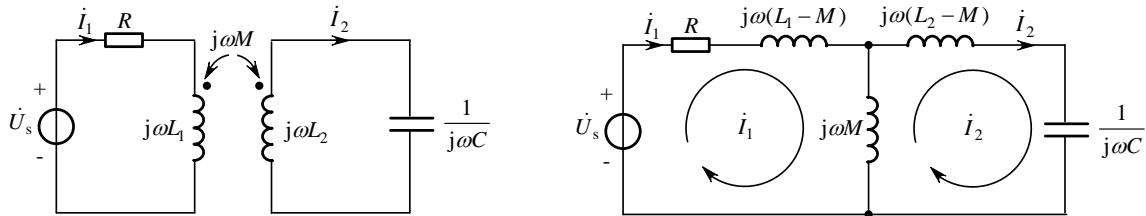


图6

根据

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}} = \frac{\omega M}{\sqrt{\omega L_1 \omega L_2}} = 1 \quad (2 \text{ 分})$$

得

$$\omega M = \sqrt{\omega L_1 \omega L_2} = \sqrt{64} = 8 \Omega \quad (2 \text{ 分})$$

两网孔电流方程分别为

$$\begin{cases} (R + j\omega L_1)I_1 - j\omega M I_2 = \dot{U}_s \\ -j\omega M I_1 + (j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C})I_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (1 + j2)I_1 - j8I_2 = 8 \angle 0^\circ \\ -j8I_1 + (j32 - j32)I_2 = 0 \end{cases} \quad (4 \text{ 分})$$

解得

$$\dot{I}_1 = 0 \text{A}, \dot{I}_2 = j \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

于是得

$$i_2 = \sqrt{2} \cos(314t + 90^\circ) \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

### 七、本题满分为 8 分

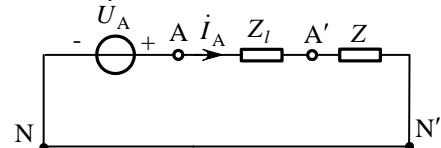
【解】本题可采用三相归一相（选 A 相）的计算方法。A 相等效电路如图所示。

根据题意知

$$\dot{U}_A = 220 \angle -90^\circ \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

于是，有

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z_L + Z} = \frac{220 \angle -90^\circ}{6 + j8} = \frac{220 \angle -90^\circ}{10 \angle 53.13^\circ} = 22 \angle -143.13^\circ \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$



根据对称性，可得

$$\dot{I}_B = 22 \angle 96.87^\circ \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I}_C = 22 \angle -23.13^\circ \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

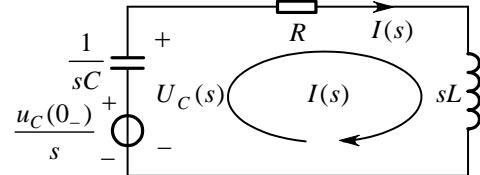
$$(或 \dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ \text{ V}, \dot{I}_A = 22 \angle -53.13^\circ \text{ A}, \dot{I}_B = 22 \angle -173.13^\circ \text{ A}, \dot{I}_C = 22 \angle 66.87^\circ \text{ A})$$

### 八、本题满分为 10 分

【解】根据运算阻抗  $\frac{1}{sC} = \frac{1}{0.25s} = \frac{4}{s}$ ,  $sL = 0.25s = \frac{s}{4}$  画出运算电路模型如图所示。(2 分)

列写回路电流方程

$$(R + sL + \frac{1}{sC})I(s) = \frac{u_C(0_-)}{s} \quad (2 \text{ 分})$$



$$(2.5 + \frac{s}{4} + \frac{4}{s})I(s) = \frac{6}{s}$$

$$I(s) = \frac{24}{s^2 + 10s + 16} = \frac{K_1}{s+2} + \frac{K_2}{s+8} \quad (2 \text{ 分})$$

$$K_1 = \left. \frac{24}{s+8} \right|_{s=-2} = 4, K_2 = \left. \frac{24}{s+2} \right|_{s=-8} = -4$$

$$I(s) = \frac{4}{s+2} - \frac{4}{s+8} \quad (2 \text{ 分})$$

进行拉氏反变换得

$$i(t) = (4e^{-2t} - 4e^{-8t})\varepsilon(t) \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

### 三、填空题（每空 1 分，共 20 分）

- |        |     |    |         |                      |
|--------|-----|----|---------|----------------------|
| 1. 24  | 36  | 12 | 2. 100  | $\frac{R}{1+\alpha}$ |
| 3. 短路  | 开路  |    | 4. 0.01 | 1                    |
| 5. 最大值 | 角频率 | 初相 | 6. 0.4  |                      |
| 7. 5   | 0.1 | 1  | 8. 1.5  | -0.5                 |
|        |     |    |         | 1.5                  |

### 四、单项选择题（每小题 3 分，共 15 分）

1. C    2. A    3. A    4. D    5. B

### 三、本题满分为 12 分

【解】结点①和②的结点电压方程分别为

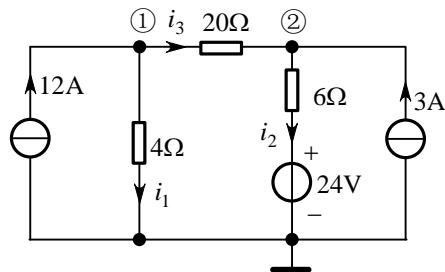


图3

$$\begin{cases} \left( \frac{1}{20} + \frac{1}{4} \right) u_{n1} - \frac{1}{20} u_{n2} = 12 & (3 \text{分}) \\ -\frac{1}{20} u_{n1} + \left( \frac{1}{20} + \frac{1}{6} \right) u_{n2} = 3 + \frac{24}{6} & (3 \text{分}) \end{cases}$$

联立求解得

$$u_{n1} = 47.2 \text{ V}, u_{n2} = 43.2 \text{ V}$$

各支路电流分别为

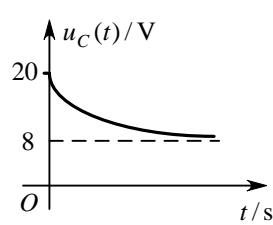
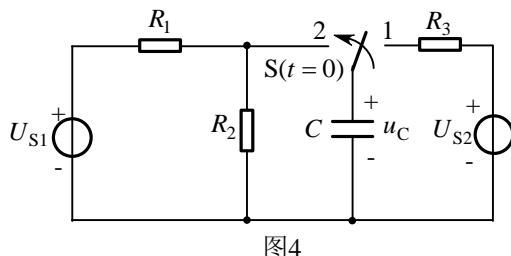
$$i_1 = \frac{u_{n1}}{4} = 11.8 \text{ A}, i_2 = \frac{u_{n2} - 24}{6} = 3.2 \text{ A}, i_3 = \frac{u_{n1} - u_{n2}}{20} = 0.2 \text{ A} \quad (6 \text{ 分})$$

### 四、本题满分为 12 分

【解】 $u_C$  的初始值  $u_C(0_+) = u_C(0_-) = 20 \text{ V}$  (2 分)

换路后  $u_C$  的稳态值  $u_C(\infty) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_{S1} = \frac{6}{3+6} \times 12 = 8 \text{ V}$  (2 分)

等效电阻  $R_{eq} = R_1 // R_2 = 2 \text{ k}\Omega$  (2 分)



时间常数

$$\tau = R_{\text{eq}} C = 2 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6} = 0.2 \text{ s}$$
 (2 分)

根据三要素公式得

$$u_C = u_C(\infty) + [u_C(0_+) - u_C(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}} = (8 + 12e^{-5t}) \text{ V}$$
 (2 分)

$u_C$  随时间  $t$  ( $t \geq 0$ ) 的变化曲线如图所示。 (2 分)

## 五、本题满分为 10 分

【解】设以电压为参考相量，即  $\dot{U}_s = 20/0^\circ \text{ V}$ ，于是有

$$(1) \quad \dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_s}{R_1 + j\omega L_1} = \frac{20/0^\circ}{10 + j10\sqrt{3}} = 1/-60^\circ \text{ A}$$
 (2 分)

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_s}{R_2} = \frac{20/0^\circ}{20} = 1/0^\circ \text{ A}$$
 (2 分)

根据 KCL 得  $\dot{I} = \dot{I}_1 + \dot{I}_2 = \frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} + 1 = \frac{3}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} = 1.5 - j0.866 = 1.73/-30^\circ \text{ A}$  (2 分)

$$(2) \quad P = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 = 1 \times 10 + 1 \times 20 = 30 \text{ W}$$
 (2 分)

(3) 整个电路的功率因数  $\lambda = \cos \varphi = \cos 30^\circ = 0.866$  (2 分)

## 六、本题满分为 10 分

【解】戴维宁等效电路如图所示。 (2 分)

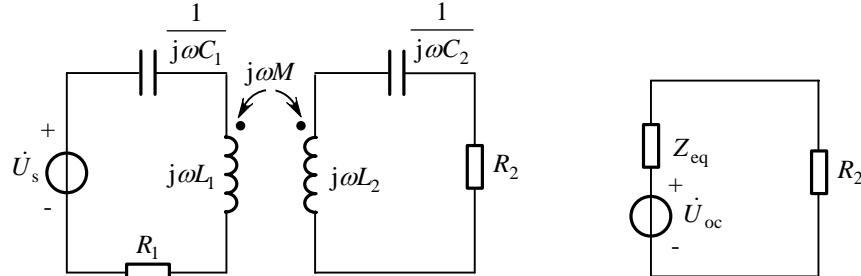


图6

其中，开路电压

$$\dot{U}_{oc} = j\omega M \frac{\dot{U}_s}{R_1 + j(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1})} = 20/90^\circ \text{ V}$$
 (2 分)

$$\text{等效阻抗 } Z_{eq} = (\omega M)^2 Y_{11} + j(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}) = (10^6 \times 0.02 \times 10^{-3})^2 \times \frac{1}{10} = 40 \Omega$$
 (2 分)

当  $R_2 = Z_{eq}^* = R_{eq} = 40 \Omega$  时 (2 分)， $R_2$  将获得最大功率，其最大功率为

$$P_{\max} = \frac{U_{oc}^2}{4R_{eq}} = \frac{400}{4 \times 40} = 2.5 \text{ W}$$
 (2 分)

## 七、本题满分为 12 分

**【解】**将对称的 Y-△ 电路等效变换为对称的 Y-Y 电路，如图所示。

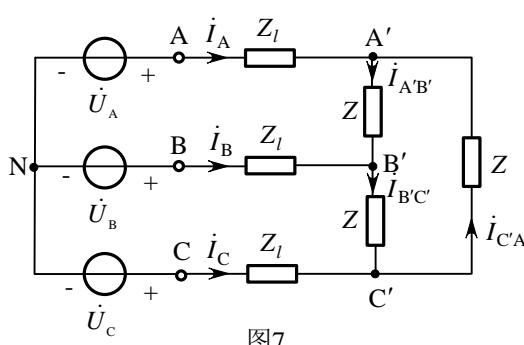
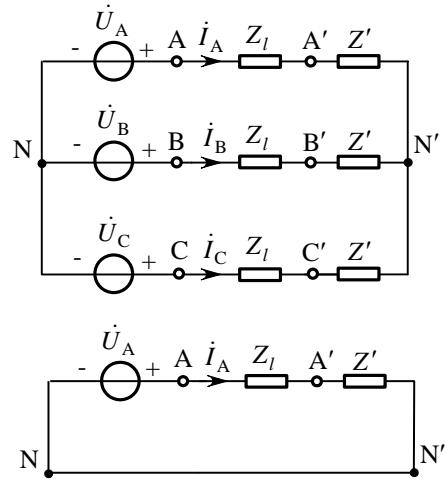


图7



其中  $Z' = \frac{Z}{3} = (3 + j4)\Omega$  (2分)

$\dot{U}_A = 220/0^\circ \text{V}$  (2分), A 相等效电路如图所示。

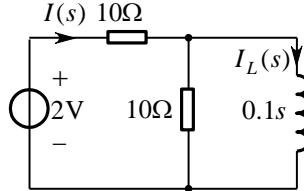
$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_{AN}}{Z_l + Z'} = \frac{220/0^\circ}{6 + j8} \text{A} = 22/-53^\circ \text{A} \quad (2 \text{分})$$

根据对称性得  $\dot{I}_B = 22/-173^\circ \text{A}$  (2分)  $\dot{I}_C = 22/67^\circ \text{A}$  (2分)

$$P = \sqrt{3}U_l I_l \cos \varphi = (\sqrt{3} \times 380 \times 22 \times \cos 53^\circ) \text{W} = 8687.9 \text{W} \quad (2 \text{分})$$

## 八、本题满分为 9 分

**【解】**画出运算电路模型如图所示。(3分)



根据运算形式的欧姆定律得

$$I(s) = \frac{2}{10 + 10//0.1s} = \frac{0.1s + 10}{s + 50} \quad (2 \text{分})$$

根据并联分流公式得  $I_L(s) = \frac{10}{10 + 0.1s} I(s) = \frac{10}{s + 50}$  (2分)

进行拉氏反变换有

$$i_L(t) = 10e^{-50t} \varepsilon(t) \text{A} \quad (2 \text{分})$$

齐鲁工业大学 16/17 学年第二学期《电路原理》期末考试试卷 (A 卷)

## 参考答案及评分标准

### 五、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

- |                                 |                       |                        |                       |              |
|---------------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|--------------|
| 1. -12                          | 1                     | 2. 7                   |                       |              |
| 3. $4\cos(2t + \frac{\pi}{3})A$ | 4. 9                  | 15                     | 0.01                  |              |
| 5. $-30^\circ$                  | $10 \angle -30^\circ$ | 6. $4 \angle 45^\circ$ | $100 \angle 45^\circ$ | $50\sqrt{2}$ |
| 7. 20                           | 0                     | 串联谐振                   | $2\sqrt{2}\cos(314t)$ |              |
| 8. 50                           | 30                    |                        |                       |              |
| 9. 无功率损耗                        | 1                     |                        |                       |              |

### 六、单项选择题 (每小题 2 分, 共 12 分)

1. D    2. D    3. B    4. A    5. B    6. C

### 三、本题满分为 9 分

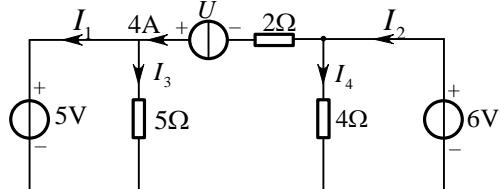
【解】由图可得

$$I_3 = \frac{5}{5} = 1A \quad (1 \text{ 分})$$

根据 KCL 得

$$I_1 = 4 - I_3 = 4 - 1 = 3A \quad (1 \text{ 分})$$

$$I_4 = \frac{6}{4} = 1.5A \quad (1 \text{ 分})$$



根据 KCL 得

$$I_2 = 4 + I_4 = 4 + 1.5 = 5.5A \quad (1 \text{ 分})$$

$$U = 5 - 6 + 2 \times 4 = 7V \quad (2 \text{ 分})$$

4A 电流源发出的功率

$$P_1 = U \times 4 = 7 \times 4 = 28 \quad (1 \text{ 分})$$

5V 电压源发出的功率

$$P_2 = -5I_1 = -5W \quad (1 \text{ 分})$$

6V 电压源发出的功率

$$P_3 = 6I_2 = 6 \times 5.5 = 33W \quad (1 \text{ 分})$$

### 四、本题满分为 8 分

【解】

开路电压

$$U_{oc} = 17V \quad (2 \text{ 分})$$

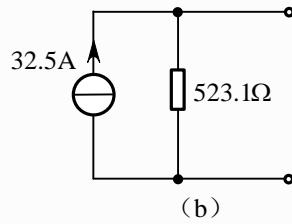
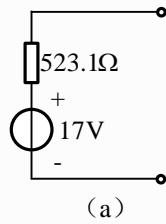
短路电流

$$I_{sc} = 32.5A \quad (2 \text{ 分})$$

戴维宁等效电阻

$$R_{eq} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}} = 523.1\Omega$$

戴维宁等效电路和诺顿等效电路分别如图 (a) 和 (b) 所示 (4 分)。

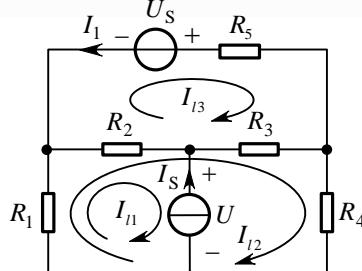


五、本题满分为 11 分

【解】

各回路电流方程分别为

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{l1} = -I_s \quad (3 \text{ 分}) \\ (R_1 + R_2)I_{l1} + (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)I_{l2} - (R_2 + R_3)I_{l3} = 0 \quad (3 \text{ 分}) \\ -R_2 I_{l1} - (R_2 + R_3)I_{l2} + (R_2 + R_3 + R_5)I_{l3} = U_s \quad (3 \text{ 分}) \end{array} \right.$$



代入数据并整理得

$$\begin{cases} I_{l1} = -5 \\ 7I_{l1} + 10I_{l2} - 5I_{l3} = 0 \\ -4I_{l1} - 5I_{l2} + 7I_{l3} = 6 \end{cases}$$

解得

$$I_1 = -I_{l3} = \frac{7}{9} \approx -0.78 \text{ A} \quad (2 \text{ 分})$$

六、本题满分为 10 分

【解】(1) 确定  $u_C$  的初始值

$$u_C(0_+) = \frac{U_2 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 \times (2 \times 10^3)}{(1+2) \times 10^3} = \frac{10}{3} \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

确定  $u_C$  的稳态值

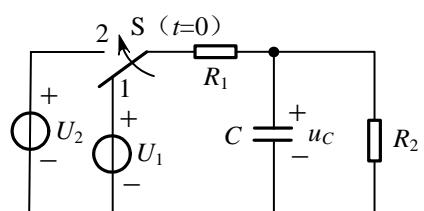
$$u_C(\infty) = \frac{U_{12} R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \times (2 \times 10^3)}{(1+2) \times 10^3} = 2 \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

确定电路的时间常数

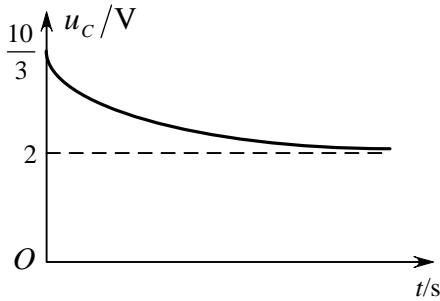
$$\tau = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} C = \frac{1 \times 2}{1+2} \times 10^3 \times 3 \times 10^{-6} = 2 \times 10^{-3} \text{ s} \quad (2 \text{ 分})$$

于是，根据三要素公式得

$$u_C = u_C(\infty) + [u_C(0_+) - u_C(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}} = (2 + \frac{4}{3} e^{-500t}) \text{ V} \quad (2 \text{ 分})$$

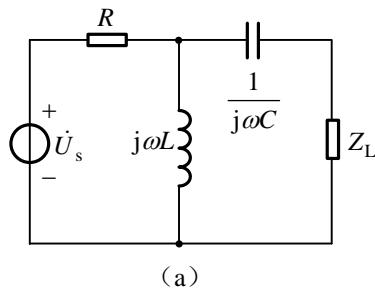


(2)  $u_C$  的变化曲线如图所示 (2 分)。

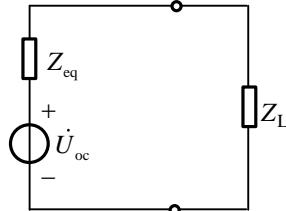


七、本题满分为 12 分

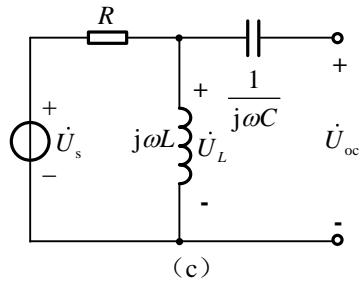
【解】



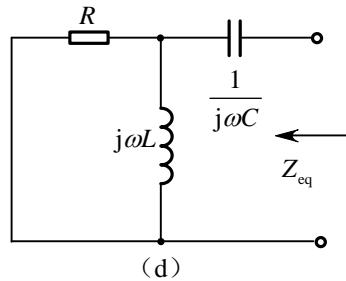
(a)



(b)



(c)



(d)

原电路的戴维宁等效电路参数为

开路电压

$$U_{oc} = U_L = \frac{j\omega L}{R + j\omega L} U_s = \frac{j4}{4 + j4} \times 12 \angle 0^\circ V = 6\sqrt{2} \angle 45^\circ V \quad (3 \text{ 分})$$

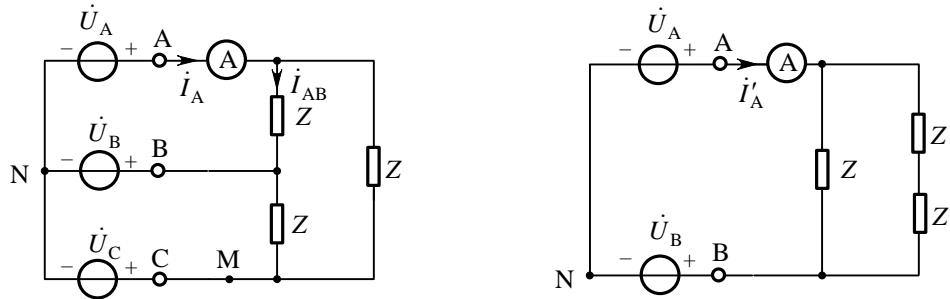
$$\text{等效阻抗: } Z_{eq} = \frac{1}{j\omega C} + R // j\omega L = -j4 + \frac{j16}{4 + j4} = 2 - j2 = 2\sqrt{2} \angle -45^\circ \Omega \quad (3 \text{ 分})$$

所以, 当  $Z_L = Z_{eq}^* = (2 + j2)\Omega$  (3 分) 时, 负载获得最大功率, 最大功率为

$$P = \frac{U_{oc}^2}{4R} = \frac{36 \times 2}{4 \times 2} = 9W \quad (3 \text{ 分})$$

### 八、本题满分为 10 分

【解】 ①  $\dot{I}_{AB} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z} = \frac{380 \angle 30^\circ}{100 \angle 53^\circ} A = 3.8 \angle -23^\circ A$  (2 分)



$$I_A = \sqrt{3} I_{AB} \approx 6.58 A$$
 (2 分)

故电流表的读数为 6.58A。

三相负载消耗的总有功功率为

$$P = \sqrt{3} U_I I_l \cos \varphi = \sqrt{3} \times 380 \times 6.58 \times 0.6 \approx 2599 W$$
 (2 分)

②若将 C 端线断开，则三相电路将变为单相电路，如图所示。

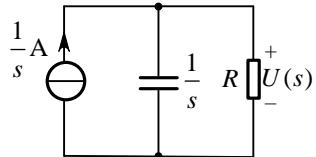
$$I'_A = \frac{3}{2} I_{A'B'} = 1.5 \times 3.8 = 5.7 A$$
 (2 分)

$$P' = U_{AB} I'_A \cos \varphi = 380 \times 5.7 \times 0.6 \approx 1299.6 W$$
 (2 分)

### 八、本题满分为 8 分

【解】 运算电路如图所示。 (2 分)

$$U(s) = \frac{1}{s} \frac{1}{s+1} / 1 = \frac{1}{s(s+1)}$$
 (2 分)



$$U(s) = \frac{1}{s(s+1)} = \frac{K_1}{s} + \frac{K_2}{s+1}$$

其中  $K_1 = s \frac{1}{s(s+1)} \Big|_{s=0} = 1$ ,  $K_2 = (s+1) \frac{1}{s(s+1)} \Big|_{s=-1} = -1$

$$U(s) = \frac{1}{s} - \frac{1}{s+1}$$
 (2 分)

进行拉氏反变换得原函数

$$u(t) = (1 - e^{-t}) \varepsilon(t) V$$
 (2 分)

# 齐鲁工业大学 2016/2017 学年第二学期《电路原理》期末考试试卷 (B 卷)

## 参考答案及评分标准

### 七、 填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

- |  |     |         |       |                 |
|--|-----|---------|-------|-----------------|
| 1. 36W                                   | 54W | 2. 100V | 100Ω  | 3. $(1-\mu)R_1$ |
| 4. 短路                                    | 开路  | 5. 0.01 | 100H  |                 |
| 6. $50\sqrt{2}$                          | 1   | 50      | 7. 谐振 | 最小 最大           |
| 8. 3 H                                   | 1/2 | 9. 0.1  | 1     |                 |
| 10. $\frac{3}{s-\alpha} + \frac{2}{s-1}$ |     |         |       |                 |

### 二、单项选择题 (每小题 2 分, 共 12 分)

1. B      2. C      3. B      4. C      5. A      6. B

### 三、本题满分为 12 分

【解】(1) 根据结点电压法, 可得

$$\begin{cases} \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{4} + \frac{1}{3}\right)u_{n1} - \frac{1}{3}u_{n2} = 2 \\ -\frac{1}{3}u_{n1} + \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{6}\right)u_{n2} = 7 \end{cases} \quad (3 \text{ 分})$$
$$\begin{cases} \frac{2}{3}u_{n1} - \frac{1}{3}u_{n2} = 2 \\ -\frac{1}{3}u_{n1} + \frac{1}{2}u_{n2} = 7 \end{cases} \quad (3 \text{ 分})$$

$$u_{n1} = 15V \quad u_{n2} = 24V \quad (2 \text{ 分})$$

$$i_1 = 0.75A, i_2 = 0A \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 最左边支路 12V 电压源发出功率

$$P_1 = 24 \times \frac{3}{4} = 18W \quad (1 \text{ 分})$$

中间支路 12V 电压源吸收功率

$$P_2 = 24 \times 0 = 0W \quad (1 \text{ 分})$$

电流源发出功率

$$P_3 = 24 \times 3 = 72W \quad (1 \text{ 分})$$

### 四、本题满分为 10 分

【解】本题求解方法较多, 根据同学们的解题方法, 步骤, 给分。

根据结点电压法, 可得

$$\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{6}\right)u_{n1} = 5 + 2 \quad (4 \text{ 分})$$

解得  $u_{n1} = 12.0V$  (2 分)

从而  $I_1 = \frac{12 - 12}{6} = 0A$  (2 分)

$$I_2 = \frac{12}{6} = 2A \quad (2 \text{ 分})$$

五、本题满分为 12 分

【解】换路前初态为:  $u_C(0+) \neq u_C(0-) = 2$  (2 分)

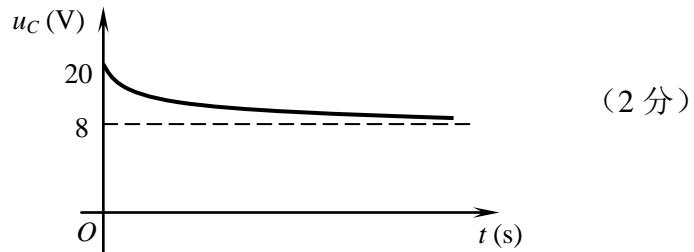
换路后  $u_C$  的稳态值:  $u_C(\infty) = 12 \times \frac{6}{3+6} = 8$  (2 分)

$$R_{eq} = R_1 // R_2 + R_3 = 3 // 4 + 8 = 10k\Omega \quad (2 \text{ 分})$$

时间常数  $\tau = R_{eq}C = 10 \times 10^3 \times 100 \times 10^{-6} = 1s$  (2 分)

根据三要素公式  $u_C = u_C(\infty) + [u_C(0+) - u_C(\infty)] e^{-\frac{t}{\tau}} = 8 + 12e^{-t} V$  (2 分)

② 如图所示。



六、本题满分为 14 分

【解】该电路的去耦等效电路如图所示。(3 分)

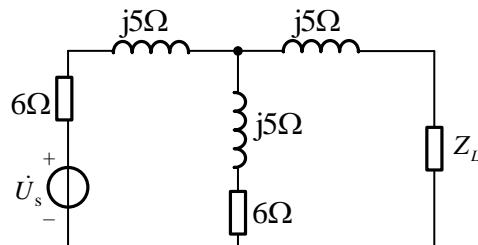


图6

$$\dot{U}_{oc} = 12 \angle 0^\circ \times \frac{6 + j5}{12 + j10} = 6 \angle 0^\circ V \quad (3 \text{ 分})$$

戴维宁阻抗 (从  $Z_L$  向左看)

$$Z_{\text{eq}} = j5 + \frac{6+j5}{2} = 3+j7.5 \quad (3 \text{ 分})$$

当  $Z_L = Z_{\text{eq}}^* = (3-j7.5)\Omega$  时， $P$  最大。 (2 分)

$$P_{\max} = \frac{U_{\text{oc}}^2}{4 \times R_{\text{eq}}} = \frac{6^2}{4 \times 3} = 3 \text{W} \quad (3 \text{ 分})$$

**七、本题满分为 12 分**

【解】由  $\dot{U}_{AB} = 380 \angle 30^\circ \text{V}$ ，得

$$\dot{U}_A = 220 \angle 0^\circ \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{因此, } \dot{I}_A = \frac{\dot{U}_A}{Z} = \frac{220 \angle 0^\circ}{40 + j30} = \frac{220 \angle 0^\circ}{50 \angle 36.9^\circ} = 4.4 \angle -36.9^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I}_B \text{ 滞后 } \dot{I}_A 120^\circ, \quad \dot{I}_B = 4.4 \angle (-36.9^\circ - 120^\circ) = 4.4 \angle -156.9^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\dot{I}_C \text{ 超前 } \dot{I}_A 120^\circ, \quad \dot{I}_C = 4.4 \angle (-36.9^\circ + 120^\circ) = 4.4 \angle 83.1^\circ \text{A} \quad (2 \text{ 分})$$

$$P = 3UI \cos \varphi = 3 \times 220 \times 4.4 \cos 36.9^\circ = 2323.2 \text{W} \quad (4 \text{ 分})$$

**八、本题满分为 8 分**

$$U(s) = \frac{s}{s^2 + 3s + 2} = \frac{s}{(s+1)(s+2)} \quad (2 \text{ 分})$$

$$U(s) = \frac{k_1}{(s+1)} + \frac{k_2}{(s+2)} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{通过部分分式展开法, 得 } U(s) = \frac{-1}{(s+1)} + \frac{2}{(s+2)} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{进行拉氏反变换有} \quad u(t) = -e^{-t} + 2e^{-2t} \text{V} \quad (2 \text{ 分})$$