

# 上海交通大学试卷

( 2021 至 2022 学年 第 2 学期 2022 年 9 月 8 日 )

班级 F21 学号 姓名

课程名称 电路理论 (缓考重考) 成绩

## 一、判断题(每小题 3 分, 共 30 分)

( ) 1、题图 1-1 所示一阶动态电路的时间常数为 3s。

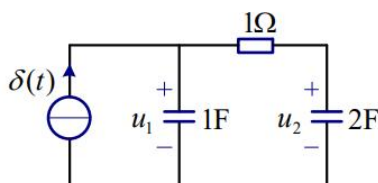


图 1-1

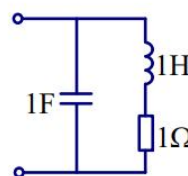


图 1-2

答案: 错误

解析:

法一:

由节点 KCL 可知, 有方程:

$$\frac{du_1}{dt} + 2\frac{du_2}{dt} = \delta(t)$$

积分得:  $u_1 + 2u_2 = 1$ 。又由 KVL,  $u_1 = 2\frac{du_2}{dt} + u_2$ , 代入求解微分方程可得  $u_2 = \frac{C}{3}e^{-\frac{3}{2}t} + \frac{1}{3}$ 。

由一阶动态电路时间常数的唯一性可知,  $\tau = \frac{2}{3}s$ 。

法二:

两个电容串联,  $C_{eq} = \frac{2}{3}F$ ,  $\tau = \frac{2}{3}s$ 。

( ) 2、题图 1-2 所示电路的谐振角频率  $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

答案:

解析:

( ) 3、题图 1-3 所示含全耦合电感的电路，从  $ab$  两端看进去的等效电感  $L_{ab} = 0H$

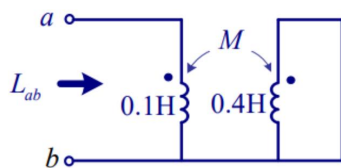


图 1-3

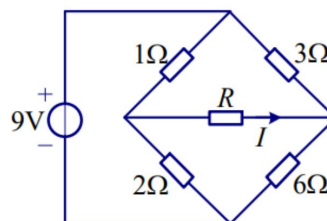
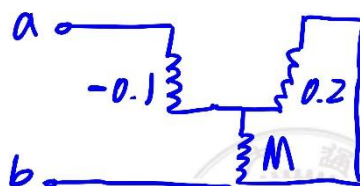


图 1-4

答案：正确

解析：由全耦合可知， $M = \sqrt{L_1 L_2} = 0.2$ ；由 T 型去耦电路（如下图所示）可得，

等效电感  $L_{ab} = 0H$ 。



( ) 4、题图 1-4 所示电路中，无论线性电阻  $R$  值多大，电流  $I$  的大小总为零。

答案：正确

解析：R 所在支路为电桥，两边电阻分压一致，易得 R 上无电流。

( ) 5、题图 1-5 所示电路，互易双口 N 在 (a)、(b) 两种端接情况下，有  $u_2 = u_1$

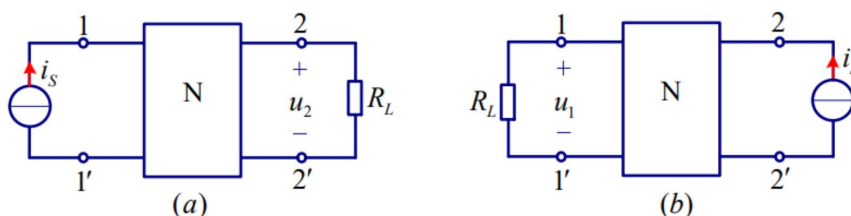


图 1-5

答案：正确

解析：由互易定理形式二，可得

$$\frac{u_2}{i_s} = \frac{u_1}{i_s}$$

易得  $u_2 = u_1$

（一般我们不常用互易定理，通常使用特勒根定理更为好记好用，可以尝试使用特勒根定理进行计算）



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

( ) 6、题图 1-6 所示电路外施正弦交流电源  $\dot{U}_s$ ，且已处于稳态， $u_C(0_-) = 0V$ 。  $t = 0$  时开关  $S$  闭合，则换路瞬间电流表的读数不变。

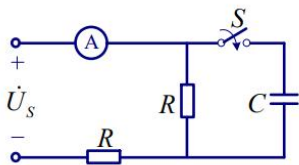


图 1-6

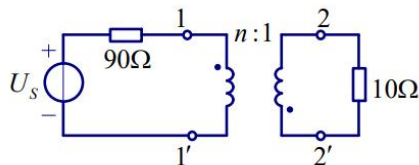


图 1-7

答案：错误

解析：开关闭合后，由于电容  $C$  与电阻  $R$  并联，电容  $C$  无强迫跳变，故闭合后电阻  $R$  被短路，电流大小改变



上海交通大学  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

( ) 7、题图 1-7 中，要使  $10\Omega$  从信号源获得最大功率，则需理想变压器变比  $n = 3$ 。

答案：正确

解析：由阻抗等效， $R_{eq} = n^2 \cdot 10$ ，由最大功率匹配， $R_{eq} = 90 \Rightarrow n = 3$ 。

版权所有 翻录必究

( ) 8、题图 1-8 所示电路中，非线性元件的 VCR 为  $\begin{cases} i_3 = 0, & u_3 \leq 0 \\ i_3 = u_3^2, & u_3 > 0 \end{cases}$ ，则电路中  $u_3 = 3V$

或  $u_3 = -5V$ 。

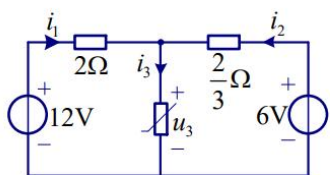


图 1-8

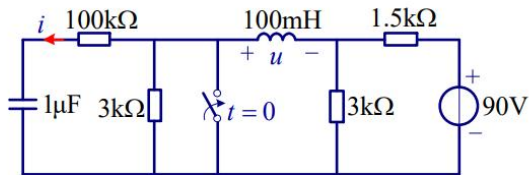


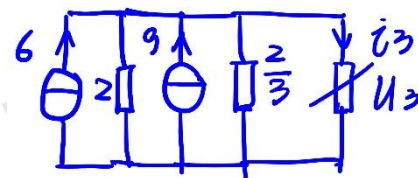
图 1-9

答案：错误

解析：若  $u_3 \leq 0$ ， $i_1 = -i_2 = \frac{9}{4}A$ ，解得  $u_3 = 7.5V$ ，不符；

若  $u_3 > 0$ ，进行戴维宁 $\rightarrow$ 诺顿等效，可得电路如右图所示；

故由 KCL, KVL 有方程



上海交通大学  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

$$\begin{cases} i_3 = u_3^2 \\ u_3 = (15 - i_3) \cdot \frac{1}{2} \end{cases}$$

解得  $u_3 = 3V$ 。

( ) 9、题图 1-9 所示电路原已处于稳态， $t=0$  时开关闭合，则  $u(0_+) = -45V$

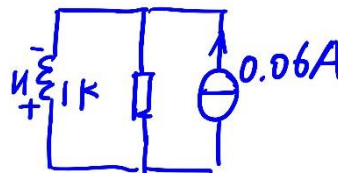
答案：正确

解析：开关闭合前， $i_L(0_-) = 0.015A$ ；开关闭合后，由换路定理， $i_L(0_+) = 0.015A$ ；（注

意， $i_L$  的方向与  $i$  的方向是相反的）

对 90V 电源所在电路进行戴维宁 $\rightarrow$ 诺顿等效，可得右图等效；

故  $u = -(0.06 - 0.015) \cdot 1k = -45V$ 。



( ) 10、求解题图 1-10 所示电路中的电流  $i_1$ 、 $i_2$ ，可用 T 型去耦的方式进行分析。

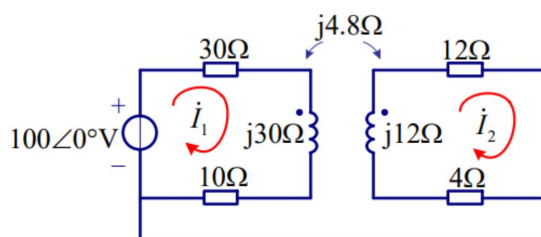


图 1-10

答案：正确

解析：（解析待定）

仅限上海交通大学电路理论学科营使用

请勿用于其他用途

版权所有 翻录必究

## 二、选择题(每小题 3 分, 共 30 分)

1、题图 2-1 所示电路中,  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$  均为线性电阻。已知当  $R_L = 2\Omega$ ,  $u_1 = 8V$  时,  $u_L = 2V$ ,

$i_1 = -2A$ ; 当  $R_L = 4\Omega$ ,  $u_1 = 12V$  时,  $i_1 = -2.4A$ , 此时的  $u_L$  为 ( )

- A.  $-9.6V$       B.  $9.6V$       C.  $-6.9V$       D.  $6.9V$

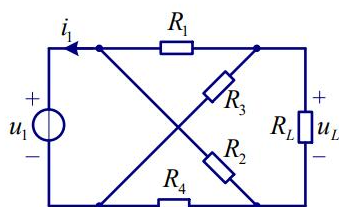


图 2-1

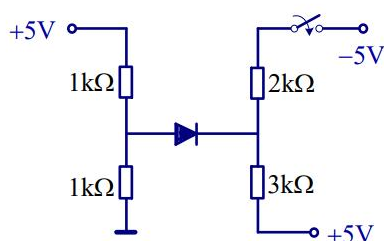


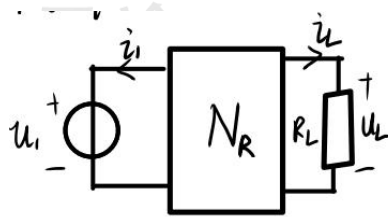
图 2-2

答案: B

解析: 电路转化为二端口电路, 如下图所示;

由题,  $u_1 = 8V, u_L = 2V, i_1 = -2A, i_L = 1A; u_1 = 12V, u_L = xV, i_1 = -2.4A, i_L = \frac{x}{4}A$ ;

故有方程  $-19.2 + \frac{x}{2} = -24 + x$ , 解得  $x = 9.6V$ 。



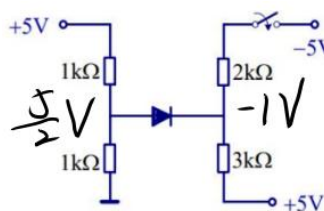
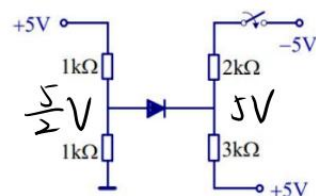
2、题图 2-2 所示含理想二极管电路中, 当开关由断开状态变为闭合状态时二极管将( )

- A. 由截止变为导通      B. 由导通变为截止      C. 保持导通      D. 保持截止

答案: A

解析: 初始时电路如右图所示, 处于截止状态;

开关闭合后, 电路如下图所示, 处于导通状态。



版权所有 翻录必究



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



3、题图 2-3 所示电路中，若电压源  $u_s = 1V$  时，它提供的功率为零，则参数  $g$  值为( )

- A. 2S      B. 1S      C. -1S      D. -2S

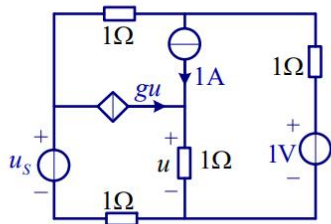


图 2-3

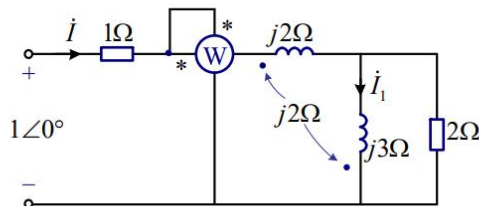


图 2-4

答案：C

解析：电路图标记如右图所示；

对 a 点使用 KCL 得： $gu + 1 = u$ ；

由  $i_{u_s} = 0$  得  $u_{bc} = u_s = 1V$ ；

由外圈 KVL 得方程  $gu + u_{bc} + (gu + 1) = 1$ ，解得  $gu = -\frac{1}{2}V$ ；

代入上式得  $u = \frac{1}{2}V$ ， $g = -1s$ 。

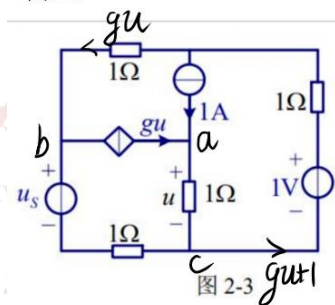


图 2-3

4、题图 2-4 所示稳态电路中功率表的读数  $P_1$  与  $2\Omega$  电阻吸收的有功功率  $P_2$  间关系( )

- A.  $P_1 < P_2$       B.  $P_1 > P_2$       C.  $P_1 = P_2$       D. 无法确定

答案：C

解析：电感不消耗有功功率

5、题图 2-5 所示电路中，已知  $u_s(t) = \sqrt{2} \cos(2t - 45^\circ) V$ ，要使流过  $R$  的稳态电流为最大， $C$  应为( )

- A. 0.125F      B. 0.25F      C. 4.25F      D. 8.125F

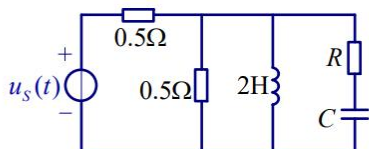


图 2-5

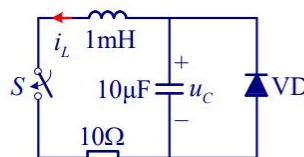


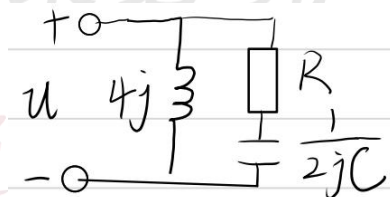
图 2-6

答案：A

解析：转化为符号电路如右图所示， $\omega = 2rad/s$ ；

左边电路端口电压恒定为  $u$ ，易知并联谐振电流最大，

故有  $4 = \frac{1}{2C}$ ， $C = \frac{1}{8}F$



6、题图 2-6 所示电路中， $u_C(0_-) = U_0$ ， $i_L(0_-) = 0$ ，则电路中的理想二极管会( )

- A. 始终导通      B. 有时会导通      C. 始终截止      D. 无法确定

答案：B

解析：初始状态  $u_C > 0$ ，二极管截止；

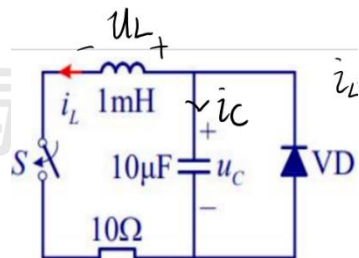
$$i_L = -i_C = -C \frac{du_C}{dt}, \quad u_L = L \frac{di_L}{dt} = -LC \frac{d^2 u_C}{dt^2};$$

由 KVL 可得， $u_L + 10i_L = u_C$ ，故有

$$LC \frac{d^2 u_C}{dt^2} + RC \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

可得  $\Delta = (RC)^2 - 4LC < 0$ ，电路为欠阻尼状态， $u_C$  会出现小于 0；

故二极管必然会出现导通，并使得电容被短路，之后变为 LR 电路。



7、题图 2-7 所示电路中  $N_1$  的 VCR 为  $u = 2i + 10$ ，其中  $u$  的单位为 V， $i$  的单位为 mA， $i_s$  为

2mA，则 N 的 VCR 为( )

- A.  $u = 2i_1 - 6$       B.  $u = 2i_1 + 4$       C.  $u = 2i_1 + 6$       D.  $u = 2i_1 + 14$

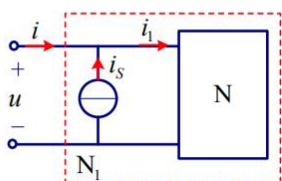


图 2-7

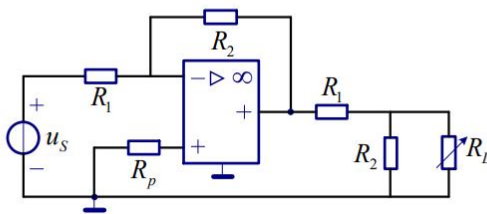


图 2-8

答案：C

解析：对于  $N_1$  的端口，有

$$\begin{cases} i = i_1 - i_s \\ u = u_1 \end{cases}$$

故根据  $N_1$  的 VCR 方程， $u_1 = 2(i_1 - i_s) + 10 = 2i_1 + 6$



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

8、题图 2-8 所示电路中电阻均为正电阻， $u_s = 1V$ ，当  $R_L = \frac{2}{3}k\Omega$  时， $R_L$  上获得最大功率，且有  $P_{\max} = \frac{2}{3}mW$ ，则  $R_1$  和  $R_2$  值为( )

- A.  $R_1 = 1k\Omega$ ,  $R_2 = 1k\Omega$       B.  $R_1 = 1k\Omega$ ,  $R_2 = 2k\Omega$   
C.  $R_1 = 2k\Omega$ ,  $R_2 = 1k\Omega$       D.  $R_1 = 2k\Omega$ ,  $R_2 = 2k\Omega$

答案：B

解析：对于图 2-8 的左半部分，构成反相放大器，

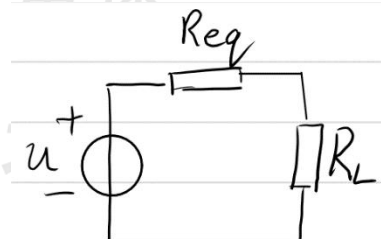
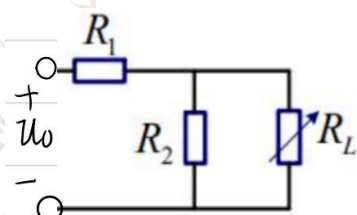
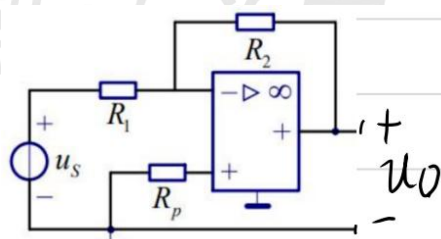
有  $u_o = -\frac{R_2}{R_1}u_s = -\frac{R_2}{R_1}$ ，故可化简为右图：

化简后可进行戴维宁->诺顿等效，此时有

$$R_{eq} = R_1 \parallel R_2, \quad u = u_o \cdot \frac{R_1 \parallel R_2}{R_1} = -\frac{R_2^2}{R_1(R_1 + R_2)}$$

由最大功率匹配，当  $R_L$  获得最大功率，此时  $R_L = R_{eq}$ ，

$$\begin{cases} I = \sqrt{\frac{P}{R_L}} = 10^{-3}A \\ I = \left| \frac{U}{R_{eq} + R_L} \right| = \frac{R_2}{2R_1^2} \end{cases}, \text{故可求得} \begin{cases} R_1 = 1k\Omega \\ R_2 = 2k\Omega \end{cases}$$



9、题图 2-9 所示电路工作于正弦稳态，角频率为  $\omega = 1000rad/s$ ，则其开路阻抗参数为( )

- A.  $\begin{bmatrix} 2-j3 & -j1 \\ -j3 & -j1 \end{bmatrix} \Omega$       B.  $\begin{bmatrix} 2-j3 & -j1 \\ -j3 & j1 \end{bmatrix} \Omega$       C.  $\begin{bmatrix} 2+j3 & -j1 \\ -j3 & -j1 \end{bmatrix} \Omega$       D.  $\begin{bmatrix} 2+j3 & -j1 \\ -j3 & j1 \end{bmatrix} \Omega$

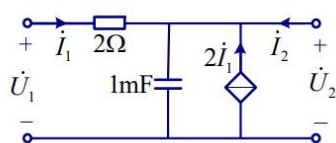


图 2-9

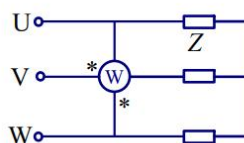


图 2-10

答案：A

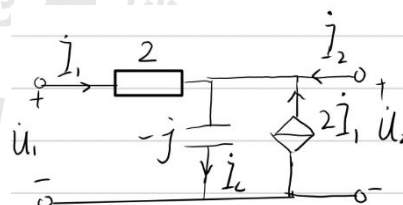
解析：转化为符号电路如右图所示：

由 KCL 得  $\dot{I}_C = 3\dot{I}_1 + \dot{I}_2$ ；由 KVL，

$$\dot{U}_1 = 2\dot{I}_1 - j\dot{I}_C = (2-3j)\dot{I}_1 - j\dot{I}_2;$$

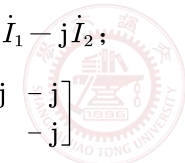
$$\dot{U}_2 = -j\dot{I}_C = -3j\dot{I}_1 - j\dot{I}_2;$$

$$\text{故可得 } R = \begin{bmatrix} 2-3j & -j \\ -3j & -j \end{bmatrix}$$



请勿用于其他用途

版权所有 翻



上海交通大学  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY



10、题图 2-10 所示对称三相电路中，已知线电压  $U_l = 380\text{V}$ ，线电流  $I_l = 2\text{A}$ 。如果此时功率表的读数为  $380\text{W}$ ，则可判断图中三相对称阻抗为如下哪一种类型？（ ）

- A. 感性      B. 容性      C. 电阻性      D. 无法判断

答案：A

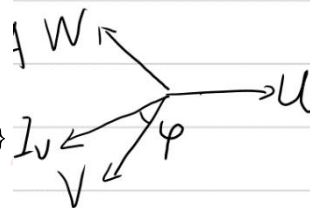
解析：可知  $\dot{U}_U = 220 \angle 0^\circ \text{V}$ ，设  $\dot{I}_V = 2 \angle (-120^\circ - \varphi) \text{A}$ ，相量图如下图所示：

对于功率表，有

$$P = \text{Re}\{(\dot{U}_W - \dot{U}_U) \cdot \dot{I}_V^*\}$$

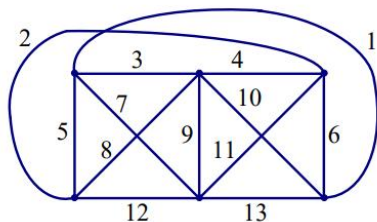
$$= \text{Re}\{380 \angle 150^\circ \cdot 2 \angle (\varphi + 120^\circ)\}$$

故有  $\cos(\varphi + 270^\circ) = \frac{1}{2}$ ，得  $\varphi = 30^\circ$ ，为感性电路。



### 三、计算题（共 40 分）

1、题图所示连通图中，树支数为\_\_\_\_\_，试选择一树，写出其树支集合，并对你所选择的树写出该连通图的所有基本割集



解析：树枝数为 5（因为图上总共有 6 个节点，树枝数比节点数少一个）

树枝集合：{3, 4, 9, 12, 13}

该树对应的所有基本割集：

{1, 3, 7, 5}

{2, 4, 11, 6}

{2, 5, 8, 12}

{1, 6, 10, 13}

{2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 6, 1}

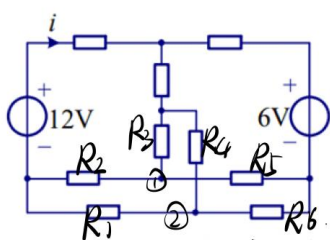
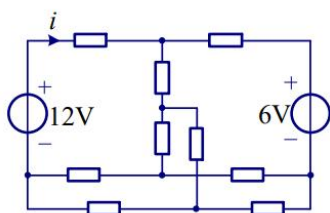
版权所有 翻录必究



上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

2、题图所示电路中所有电阻均为  $2\Omega$ ，则电流  $i$  为多少？

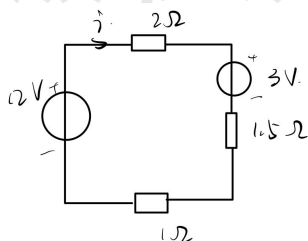
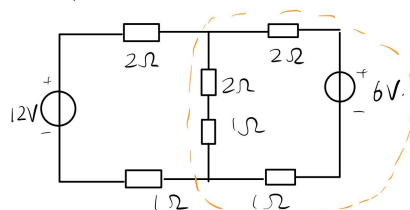


解析：通过观察电路，由电路的对称性可以看出，1、2 两点为等电位点，因此电阻  $R_1$  与  $R_2$ ， $R_3$  与  $R_4$ ， $R_5$  与  $R_6$  可以进行并联。于是得到如右图所示电路：

对虚线部分进行戴维宁等效，有 
$$\begin{cases} E = 3V \\ R = \frac{3}{2}\Omega \end{cases}$$

因此进一步化简得到电路如图

最终可以解得  $i = \frac{12 - 3}{2 + 1.5 + 1} = 2A$



仅限上海交通大学电路理论学科营使用

请勿用于其他用途

版权所有 翻录必究

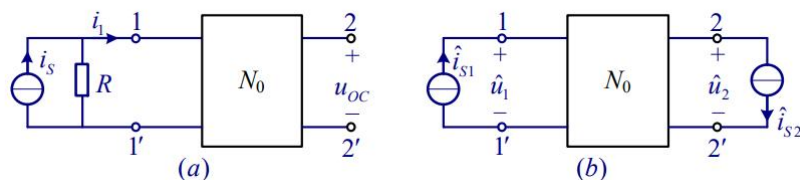


上海交通大学

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

3、题图电路中  $N_0$  是对称双口网络，图  $a$  中  $R = 2\Omega$ ， $i_s = \varepsilon(t)A$ ， $i_1 = 0.5\varepsilon(t)A$ ， $u_{OC} = e^{-t}\varepsilon(t)V$ ；

图  $b$  中  $\hat{i}_{s1} = t\varepsilon(t)A$ ， $\hat{i}_{s2} = \delta(t)A$ 。试用运算法求  $\hat{u}_1$ ， $\hat{u}_2$



解析：对于双口网络，电压电流关系可以用  $\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix}$  描述。

同时由于题目中说  $N_0$  是双口网络，因此  $r_{11} = r_{22}$ ， $r_{12} = r_{21}$ 。

记  $r = r_{11} = r_{22}$ ， $r' = r_{12} = r_{21}$

对图 (a) 中的量进行拉普拉斯变换，有

$$u_1(s) = \frac{1}{s}, i_1(s) = \frac{1}{2s}, u_2(s) = \frac{1}{s+1}, i_2(s) = 0$$

代入矩阵，解得  $r = 2$ ， $r' = \frac{2s}{s+1}$

对于图 (b) 电路，同样有  $\begin{bmatrix} \hat{u}_1 \\ \hat{u}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} \\ r_{21} & r_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{i}_{s1} \\ \hat{i}_{s2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r & r' \\ r' & r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{i}_{s1} \\ \hat{i}_{s2} \end{bmatrix}$ ，

再根据题目给出的  $\hat{i}_{s1} = t\varepsilon(t)A$ ， $\hat{i}_{s2} = \delta(t)A$

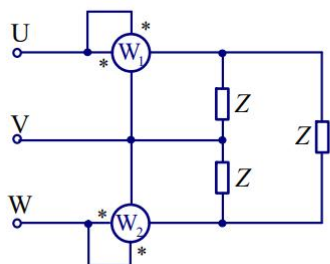
进行拉普拉斯变化，得到  $\hat{s}_{s1}(s) = \frac{1}{s^2}$ ， $\hat{i}_{s2} = 1$ 。

利用矩阵解得  $\hat{u}_1(s) = \frac{2}{s^2} + \frac{2s}{s+1}$ ， $\hat{u}_2 = \frac{2}{s(s+1)} + 2$ ；

最后再拉普拉斯反变换，得到  $\hat{u}_1 = 2t + 2\delta(t) - 2e^{-t}$ ， $\hat{u}_2 = 2 + 2\delta(t) - 2e^{-t}$ 。

4、题图所示电路外接三相对称正序电源，已知两功率表读数分别为  $P_1$  和  $P_2$ ，试证明此三相电

路的无功功率  $Q = \sqrt{3}(P_2 - P_1)$



解析：设三相电源为星形连接（不影响结果）

阻抗的阻抗角为  $\varphi_z$ ，线电压大小为  $U_L$ ，线电流大小为  $I_L$ 。

则相电压大小为  $\frac{U_L}{\sqrt{3}}$ ，无功功率  $Q = 3 \cdot \frac{U_L}{\sqrt{3}} \cdot I_L \sin \varphi_z = \sqrt{3} U_L I_L \sin \varphi_z$

而  $P_1 = \text{Re}(U_{UV} I_U^*)$ ,  $U_{UV} \angle -30^\circ$ ,  $I_U = I_L \angle -\varphi_z$ ，所以  $P_1 = U_L I_L \cos(\varphi_z - 30^\circ)$

同理可解得  $P_2 = U_L I_L \cos(\varphi_z + 30^\circ)$

最终经计算得到  $Q = \sqrt{3} U_L I_L \sin \varphi_z = \sqrt{3}(P_2 - P_1)$ ，得证



上海交通大学  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

仅限上海交通大学电路理论学科营使用

请勿用于其他用途

版权所有 翻录必究



上海交通大学  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY