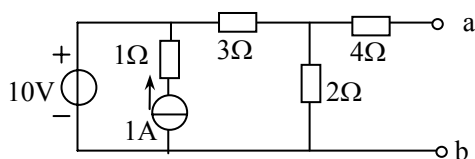


《电路原理》期中考试参考答案

一、计算下列各题

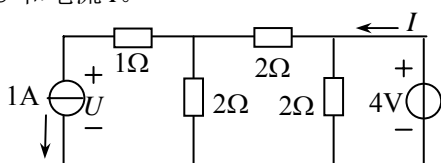
1. 求端口 a、b 的戴维南等效电路。



解 $U_{oc} = \frac{2}{3+2} \times 10 = 4V$

$$R_i = 4 + 2 // 3 = 5.2\Omega$$

2. 求电压 U 和电流 I 。



解 应用叠加定理

1A 电流源作用：

$$U' = -(1 + 2 // 2) \times 1 = -2V$$

$$I' = \frac{1}{2} \times 1 = 0.5A$$

4V 电压源作用：

$$I'' = \frac{4}{2 // 4} = 3A$$

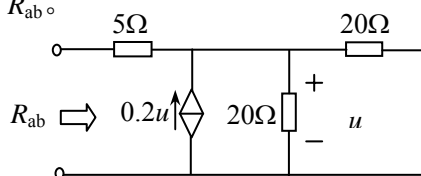
$$U'' = \frac{4}{2+2} \times 2 = 2V$$

所以

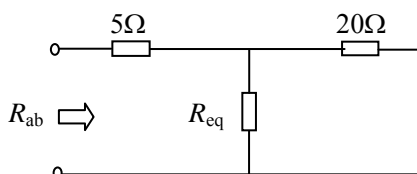
$$U = U' + U'' = 2 - 2 = 0V$$

$$I = I' + I'' = 0.5 + 3 = 3.5A$$

3. 求等效电阻 R_{ab} 。



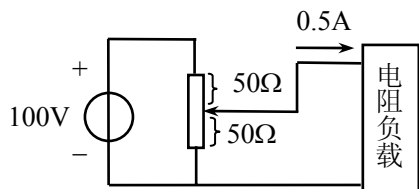
解 可先将受控源消去，原电路可先简化如下：



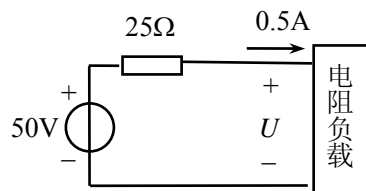
$$R_{eq} = \frac{u}{\frac{20u}{20} - 0.2u} = -\frac{20}{3} \Omega$$

$$R_{ab} = 5 + 20 // (-\frac{20}{3}) = 5 - 10 = -5 \Omega$$

4. 求电路中电阻负载消耗的功率 P 。



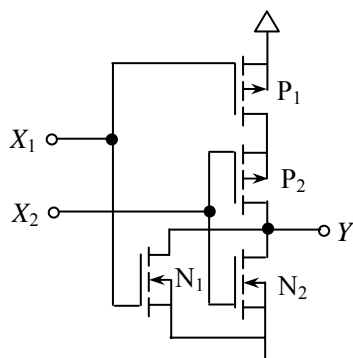
解 应用戴维南定理对电路进行等效，等效电路为



$$U = 50 - 25 \times 0.5 = 37.5 \text{ V}$$

$$P_{\text{吸收}} = 37.5 \times 0.5 = 18.75 \text{ W}$$

5.



电路如图所示。P₁、P₂ 为 P 沟道增强型 MOSFET，输入为逻辑“0”时导通；N₁、N₂ 为 N 沟道增强型 MOSFET，输入为逻辑“1”时导通。求输出 Y 与输入 X_1 、 X_2 的逻辑关系表达式。

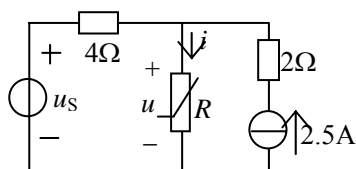
解 真值表为

X_1	X_2	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$$\text{逻辑表达式为 } Y = \bar{X}_1 \cdot \bar{X}_2 = \overline{X_1 + X_2}$$

所以，这是一个或非门电路。

6.



电路如图所示， $u_s = (10 + \Delta u_s) \text{ V}$ ， $|\Delta u_s| \ll 10$ 。非线性电阻 R ： $u \leq 0$ 时， $i = 0$ ； $u > 0$ 时， $i = 0.25u^2$ 。画出电路在工作点处的小信号等效电路。

解 (1) 先求工作点

以 U 为变量列写节点方程

$$0.25U^2 + \frac{U-10}{4} - 2.5 = 0$$

整理得

$$U^2 + U - 20 = 0$$

解得

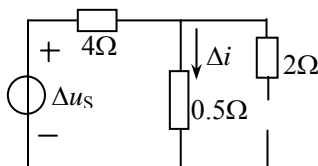
$$U = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - 4 \times (-20)}}{2} = \frac{-1 \pm 9}{2}$$

即 $U = 4V$ ，或 $U = -5V$ （不合理，舍去）

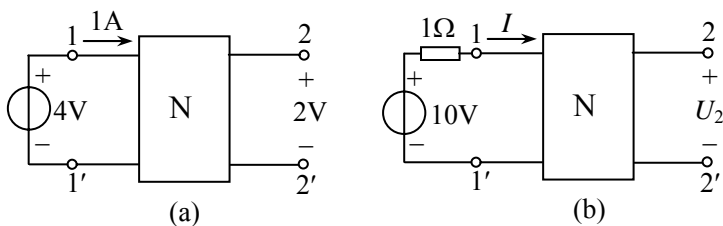
(2) 求小信号等效电路

$$G_d = \left. \frac{di}{du} \right|_{u=4} = 0.5u|_{u=4} = 2S, \quad R_d = \frac{1}{G_d} = 0.5\Omega$$

小信号等效电路为



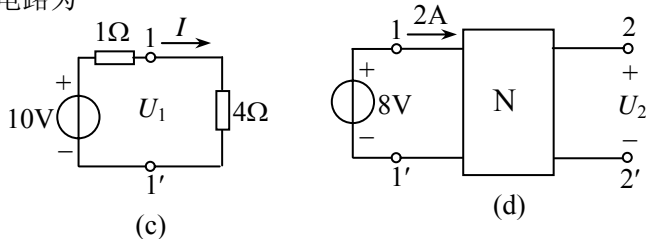
7. 下图中 N 为线性无源电阻网络，当将其接成图(a) 时，其工作状态如图中所示。现将端口 1-1' 支路换成图(b) 所示，则电压 $U_2 = ?$



解 由图(a)可求得 1'1 右侧的等效电阻为

$$R_i = \frac{4}{1} = 4\Omega$$

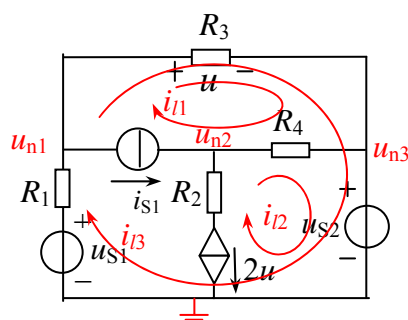
图(b)的等效电路为



由图(c)可求得 $U_1 = 8V$ 。对图(b)应用替代定理得图(d)。对图(a)和图(d)应用齐性原理，得

$$U_2 = \frac{8}{4} \times 2 = 4\text{V}$$

二、分别用回路法和节点法列写图二所示电路的方程（不必求解）。



解 回路电流和节点电压参考方向如图所示。

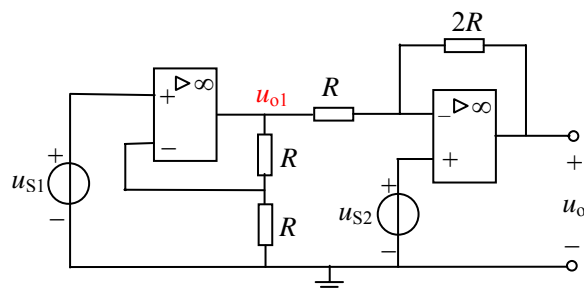
(1) 回路电流方程为

$$\begin{cases} i_{l1} = -i_{S1} \\ i_{l2} = -2u \\ R_3 i_{l1} + (R_1 + R_3) i_{l3} = u_{S1} - u_{S2} \\ u = R_3 (i_{l1} + i_{l3}) \quad (\text{补充方程}) \end{cases}$$

(2) 节点电压为

$$\begin{cases} (\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}) u_{n1} - \frac{1}{R_3} u_{n3} = -i_{S1} + \frac{u_{S1}}{R_1} \\ \frac{1}{R_4} u_{n2} - \frac{1}{R_4} u_{n3} = i_{S1} - 2u \\ u_{n3} = u_{S2} \\ u = u_{n1} - u_{n3} \quad (\text{补充方程}) \end{cases}$$

三、含理想运算放大器的电路如图三所示。电路中的运放工作在线性区，求输出电压 u_o 。



图三

解 第一个运放得输出为

$$u_{o1} = 2u_{S1} \quad (1)$$

对第二个运放反相输入端列写方程为

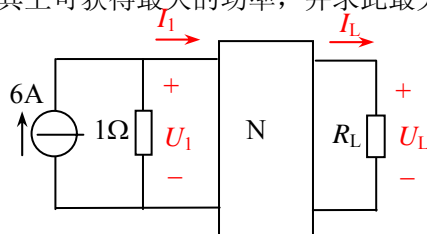
$$\frac{u_{o1} - u_{S2}}{R} = \frac{u_{S2} - u_o}{2R} \quad (2)$$

联立求解(1)、(2)得

$$u_o = -4u_{s1} + 3u_{s2}$$

四、图四所示电路中，二端口 N 的传输参数 $T = \begin{bmatrix} 4 & 5\Omega \\ 2S & 3 \end{bmatrix}$ 。

(1) 求 $R_L = ?$ 时其上可获得最大的功率，并求此最大功率值。(2) 求此时电流源发出的有功功率。



图四

解 二端口方程为

$$\begin{cases} U_1 = 4U_L + 5I_L \\ I_1 = 2U_L + 3I_L \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} U_1 = (6 - I_1) \times 1 \\ U_L = R_L I_L \end{cases} \quad (2)$$

(1)

求对负载端的戴维南等效电路。

(a) 求开路电压 U_{Loc}

此时 $I_L = 0$ 。由式(1)和(2)可得 $U_{Loc} = 1V$ 。

(b) 求等效电阻

方程为

$$\begin{cases} U_1 = 4U_L + 5I_L \\ I_1 = 2U_L + 3I_L \\ U_1 = -I_1 \end{cases}$$

解得 $R_i = \frac{U_L}{-I_L} = \frac{4}{3}\Omega$ 。

(c) 由等效电路可知，当 $R_L = R_i = \frac{4}{3}\Omega$ 时负载获得最大功率，且最大功率为

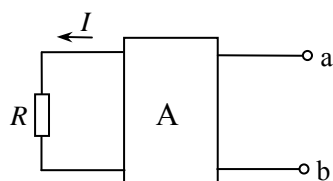
$$P_{Lmax} = \frac{U_{Loc}^2}{4R_i} = \frac{1}{4 \times 4/3} = 0.1875W$$

(2) $U_1 = 4U_L + 5I_L = (4 + \frac{5}{4/3}) \times 0.5 = 3.875V$

电流源发出的功率为

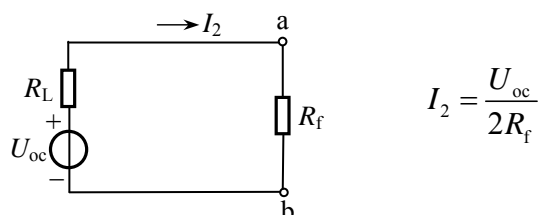
$$P = U_1 \times 6 = 23.25W$$

五、图五电路中方框部分为含独立源和电阻的网络。当 ab 端口短接时, R 支路的电流为 I_{S1} ; 当端口 ab 开路时, R 支路的电流为 I_{S2} 。当端口 ab 接电阻 R_f 时, R_f 获得最大功率。求当端口 ab 接电阻 R_f 时, 流过 R 支路的电流 I 。

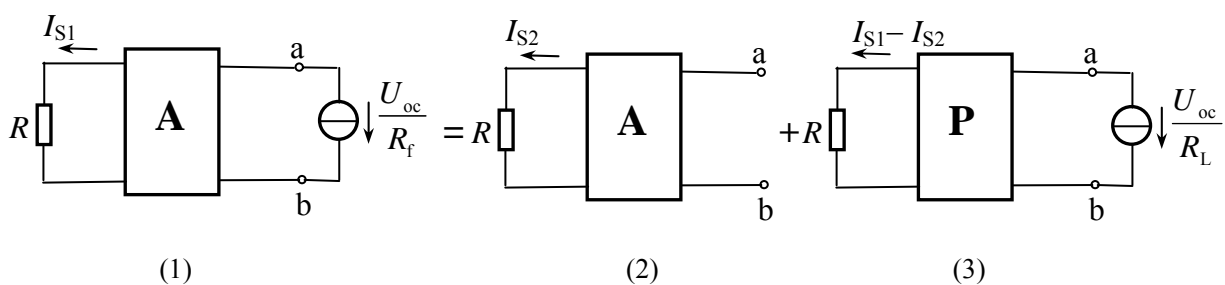


图五

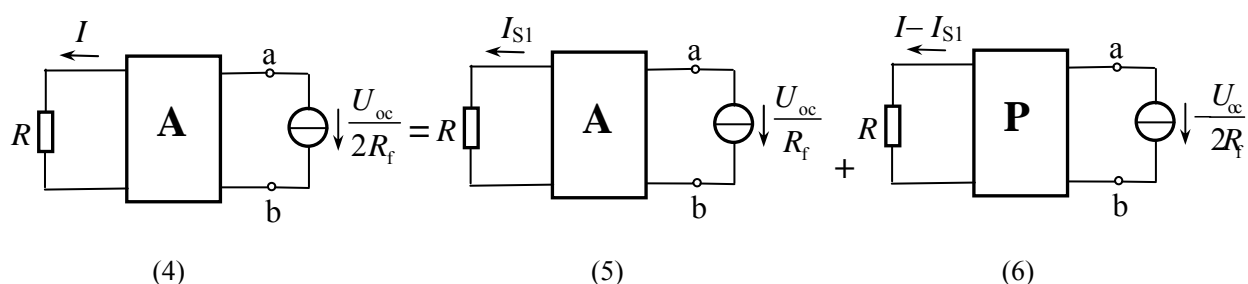
解 由已知条件可得如等效电路:



当 a 、 b 两端短路时, 由替代定理及叠加定理, 得



当 a 、 b 两端接电阻 R_f 时, 同样由替代定理及叠加定理, 得



由图(3)、(6)及齐性原理, 得

$$\frac{I_{S1} - I_{S2}}{I - I_{S1}} = \frac{\frac{U_{oc}}{R_f}}{-\frac{U_{oc}}{2R_f}} = -2$$

解得 $I = \frac{I_{S1} + I_{S1}}{2}$ 。