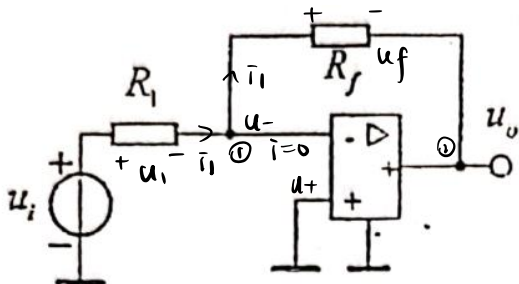


电路复习作业 2

(总分 50 分, 限时 50 分钟)

2022.7.27 上交时间: 2022.7.28 23:00 前 请通过雨课堂拍照提交

1. (4分) (直接写出结果) 电路如图所示, 则电路为 (A)
 (A) 反相放大电路 (B) 同相放大电路 (C) 减法器 (D) 加法器
 (得出结果后请附上规范分析过程, 写详细分析过程不计分)



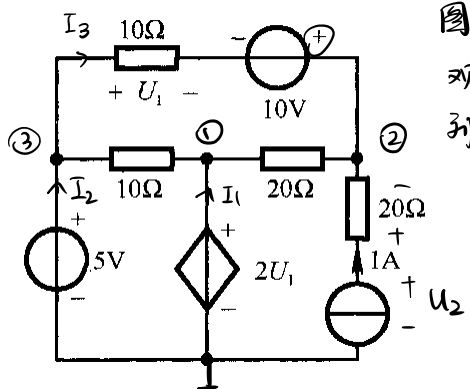
$$u_+ = 0$$

$$\Rightarrow u_- = u_+ = 0 \text{ (虚短)}$$

从地到图示①节点, 电位为 u_1
 再降 u_1 , 故 $u_i = u_1$
 又由欧姆定律 $i_1 = \frac{u_1}{R_1}$
 $\Rightarrow u_f = i_1 R_f = \frac{u_1 R_f}{R_1}$

从①节点到②节点, 电位降 u_f
 故 $u_o = 0 - u_f = -\frac{R_f}{R_1} u_1$
 即 u_o 与 u_1 成倍数关系, 且
 正负相反, 故为反相放大电路。

2. (10分) 利用节点电压法, 计算下图所示电路中各电源的功率。



图中有4个节点, 选1个节点为参考节点, 列另外3个节点的节点电压方程。
 观察可得③节点的节点电压已知(5V), 故对①-②节点
 列节点电压方程, (从参考节点出发, 升5V)

$$\text{①: } \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{20}\right) u_{n1} - \frac{1}{20} u_{n2} - \frac{1}{10} u_{n3} = I_1 \text{ (出现无伴电压源, 设出其上电流并列进方程右端)}$$

$$\text{②: } \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{10}\right) u_{n2} - \frac{1}{20} u_{n1} - \frac{1}{10} u_{n3} = \frac{10}{10} + I$$

(20Ω电阻与1A电流源相连, 该支路电流是确定的, 不必再将20Ω电阻列进自导中!!)

(之所以列此方程是因为要5V电压源上的电流) \rightarrow $\text{③: } \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10}\right) u_{n3} - \frac{1}{10} u_{n1} - \frac{1}{10} u_{n2} = -\frac{10}{10} + I_2$ (出现无伴电压源, 设出其上电流并列进方程右端)

补充受控源控制量方程: $u_{n3} - u_1 + 10 = u_{n2}$
 (从③走到②节点, 先降 u_1 再升10V)
 $u_{n1} = 2u_1$

代入 $u_{n3} = 5V$, 联立解得

$$u_{n1} = -2V$$

$$u_{n2} = 16V$$

$$I_1 = -1.6A$$

$$u_1 = -1V$$

$$I_2 = 0.6A$$

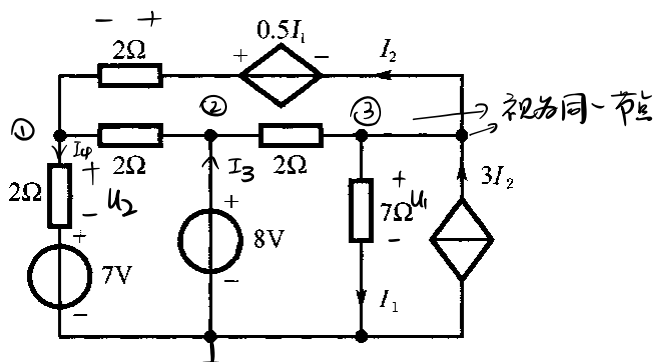
$\Rightarrow I_3 = \frac{u_1}{10} = -0.1A, u_2 = u_{n2} + 20 \times 1 = 36V$
 \Rightarrow 5V电压源发出功率 $P_1 = 5V \times I_2 = 3W$
 10V电压源发出功率 $P_2 = 10V \times (-0.1A) = -1W$
 1A电流源发出功率 $P_3 = 36W$
 受控源发出功率 $P_4 = 2 \times (-1) \times (-1.6) = 3.2W$

[归纳总结] 待求物理量如何体现于我们的方程中? 下降三例:

- ① 无伴电压源上的电流 (如题中 I_1, I_2)。作为未知量列进节点电压方程右端
- ② 电流源两端的电压 (如题中 u_2)。利用节点电压之差, 再加上它所在支路上其他元件的电压升/降, 即可得。
- ③ 有电阻相伴电压源上的电流。利用节点电压之差, 再减去电源上的电压升/降, 即可知与电压源串联的电阻上的电压, 进而可知通过电阻的电流。
 于是知道通过电压源的电流, (该量不列进节点电压方程中)
 节点电压之差 + 这两个节点之间所连元件上的已知信息, 能帮我们求解很多别的东西。
 (如电流 [电流源支路], 阻值等)

3. (10分) 提供的功率。

在如图所示的直流电路中，试用节点电压法求 I_1 、 I_2 及独立电源提供的功率。



列写节点电压方程有：

$$\textcircled{1}: \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right) U_{n1} - \frac{1}{2} U_{n2} - \frac{1}{2} U_{n3} = \frac{7}{2} + \frac{0.5I_1}{2}$$

$$\textcircled{2}: \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right) U_{n2} - \frac{1}{2} U_{n3} - \frac{1}{2} U_{n1} = I_3$$

$$U_{n2} = 8V$$

$$\textcircled{3}: \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{7} + \frac{1}{2}\right) U_{n3} - \frac{1}{2} U_{n2} - \frac{1}{2} U_{n1} = -\frac{0.5I_1}{2} + 3I_2$$

补充受控源控制量方程 $I_1 = \frac{U_1}{7} = \frac{U_{n3}}{7}$

$$U_{n1} + 2 \times I_2 - 0.5 I_1 = U_{n3} \quad \rightarrow \text{利用节点之间电压升降关系求解.}$$

解得 $U_{n1} = 10V$

$$U_{n3} = 14V$$

$$I_1 = 2A$$

$$I_2 = 2.5A$$

$$I_3 = -4A$$

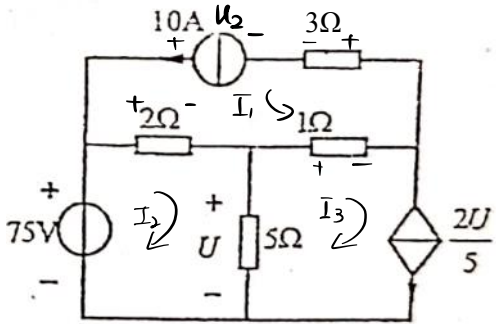
$$\Rightarrow U_2 = U_{n1} - 7V = 3V$$

$$I_4 = 1.5A$$

7V电源提供的功率为 $P_1 = -7V \times 1.5A = -10.5W$

8V电源提供的功率为 $P_2 = 8V \times (-4A) = -32W$

4. (10分) 用回路电流法求图示电路中 1Ω 电阻吸收的功率和两个独立电源发出的功率。



选网孔列回路电流方程, 有:

$$\begin{cases} I_1 = 10A; & \text{(相对流向决定) 方程右侧, 沿电流方向} \\ & \text{电压升取正, 电压降取负} \\ (2+5)I_2 + 2I_1 - 5I_3 = 75 & \text{自阻} \quad \text{互阻} \\ \cancel{(5+1)I_3 - 5I_2 + I_1 = U_1} & \text{互阻} \end{cases}$$

(可不列写)

补充方程 $(I_2 - I_3) \times 5 = U$ (5Ω电阻的电压电流关系) (因为无级知道受控源两端电压)

$$I_3 = \frac{2U}{5} \quad \text{(受控源控制量与被控量关系)}$$

解得 $\begin{cases} I_2 = 15 \text{ A} \\ I_3 = 10 \text{ A} \\ U = 25 \text{ V} \end{cases}$

1Ω 电阻上的电流: $I_4 = I_1 + I_3 = 20\text{A} \Rightarrow$ 吸收功率 $p = I_4^2 R = 400\text{W}$

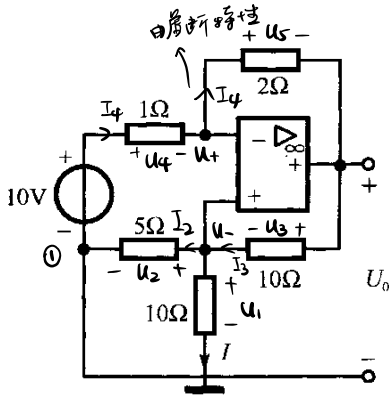
75V电源上流过的电流 (取非关联参考方向) 即为 I_2 , $\Rightarrow P_{\text{发}1} = 75\text{V} \times 15\text{A} = 1125\text{W}$

10A电流源两端电压: (由KVL)(电流源上电压, 电流取非关联参考方向)

$$U_2 = (I_1 + I_2) \times 2 + I_4 \times 1 + 3 \times I_1 = 30 + 20 + 50 = 100\text{V} \quad \Rightarrow P_{\text{发}2} = 1000\text{W}$$

5. (8分)

图示为含运算放大器电路，求 I 、 U_0 。



由①点与地相连，知①点电位为0。

$$u_- = u_1 = 10I \quad (\text{欧姆定律}) \quad ①$$

$$u_- = u_2 = 5I_2 \quad (\text{欧姆定律}) \quad ②$$

$$u_0 = u_1 + u_3 \quad ③$$

$$u_3 = 10I_3 \quad (\text{欧姆定律}) \quad ④$$

$$I_3 = I + I_2 \quad (\text{KCL}) \quad ⑤$$

联立①②⑤ 知 $I_2 = 2I, I_3 = 3I$

代入③ 知 $u_0 = 10I + 30I = 40I$

$$u_+ = 10V - I_4 \quad (\text{从①节点起先升10V再降 } I_4) \quad ⑥$$

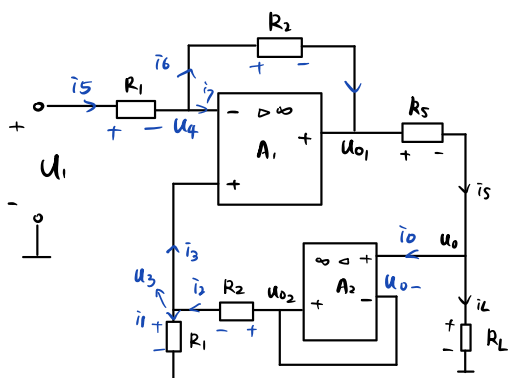
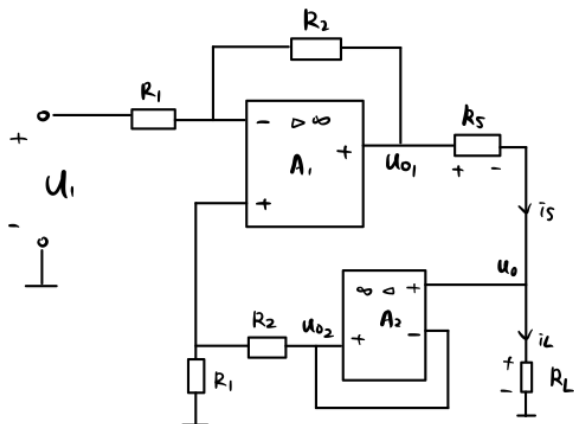
$$u_+ = u_- \quad (\text{虚短}) \quad ⑦$$

$$u_0 = u_+ - 2I_4 \quad ⑧$$

之所以流过2Ω电阻的电流还是 I_4 ，是因为运放的虚断特性。

$$\begin{aligned} \text{联立①⑥⑦: } 10I &= 10 - I_4 & \Rightarrow I_4 &= 30A \\ \text{结合⑧: } 40I &= 10I - 2I_4 & \Rightarrow I &= -2A \\ & & \Rightarrow u_0 &= -80V \\ & & \Rightarrow I_4 &= -15I \end{aligned}$$

6. (8分) 含运算放大器 A_1 、 A_2 的电路如图所示。求输出电流 i_L 与输入电压 u_1 的关系。(图中电阻阻值均为已知量)



$$u_{o2} = u_{o-} = u_o = i_L R_L$$

且由 $i_3 = 0$, 得 $i_2 = i_1$

因此, $u_{o2} = i_1 (R_1 + R_2)$

$$u_3 = i_1 R_1$$

$$\text{得 } u_3 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_{o2}$$

$$\text{则 } u_4 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} u_{o2}$$

由 $i_7 = 0$ 得 $i_5 = i_L$, 故

$$u_{o1} = i_5 R_S + i_L R_L = i_L (R_L + R_S)$$

由 $i_7 = 0$, 有 $i_5 = i_6$,

$$\text{又 } i_5 = \frac{u_1 - u_4}{R_1}$$

→ 此处亦可对虚拟回路列KVL

$$i_6 = \frac{u_4 - u_{o1}}{R_2}$$

$$\text{代入解得: } i_L = -\frac{R_2}{R_S R_1} u_1$$

(综合运用虚短虚断特性, 结合KVL解题)