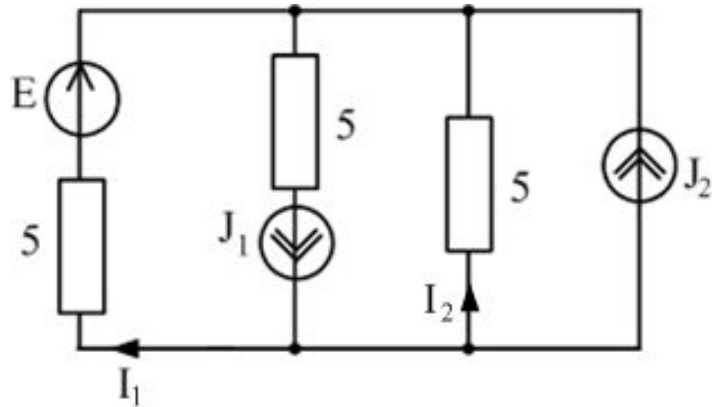


Метод контурных токов

帶等值电流的电路计算

Задача №1



$$J_1 = 10 \text{ A}, J_2 = 20 \text{ A}, E = 100 \text{ V}$$

Определить ток I

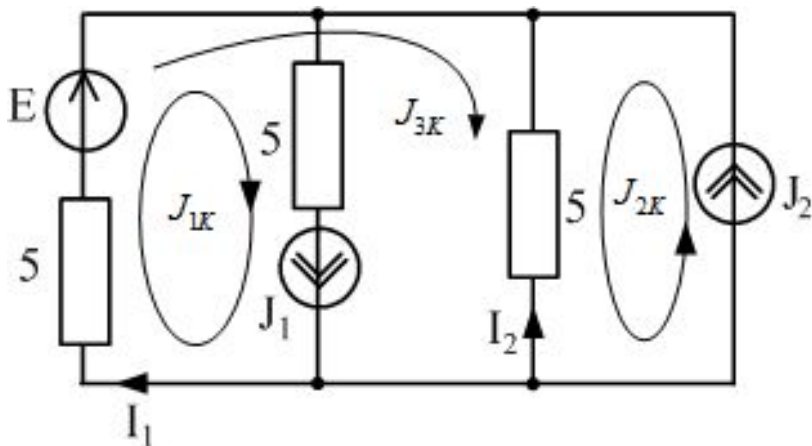
Решение

В схеме 3 независимых контура, нужно задать 3 контурных тока

**该电路有3个独立的电路
必须设置3个回路电流**

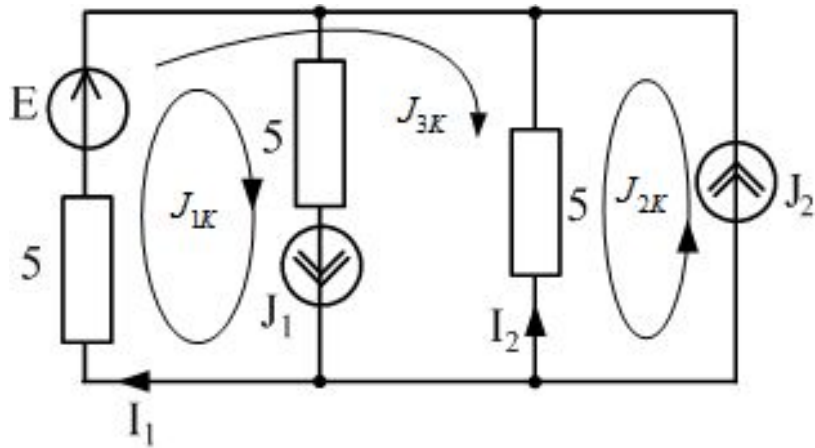
Через источник тока может проходить только 1 контурный ток, который будет равен по величине источнику тока

只有一个循环电流可以流经电流源



$$J_{1K} = J_1 = 10 \text{ A}$$

$$J_{2K} = J_2 = 20 \text{ A}$$



Для J_{3K} составляем уравнение

$$J_{3K} (5 + 5) + J_{1K} 5 + J_{2K} 5 = E$$

получаем $J_{3K} = -5 A$

Определяем токи ветвей

$$I_1 = J_{1K} + J_{3K} = 5 A, I_2 = -(J_{2K} + J_{3K}) = -15 A$$

Задача №2

$$J = 2 \text{ A}, \quad E = 40 \text{ V},$$

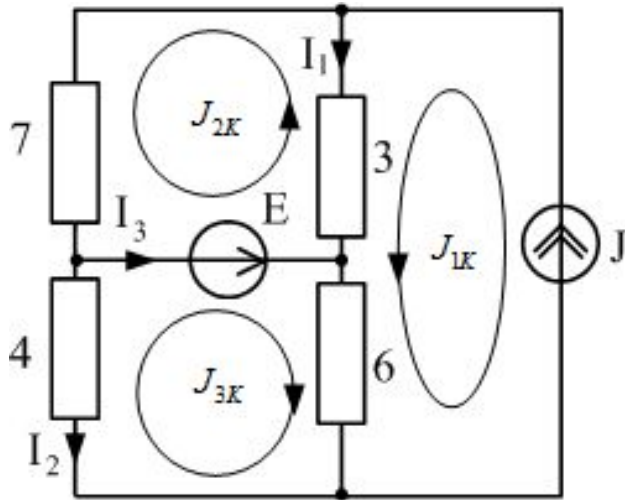
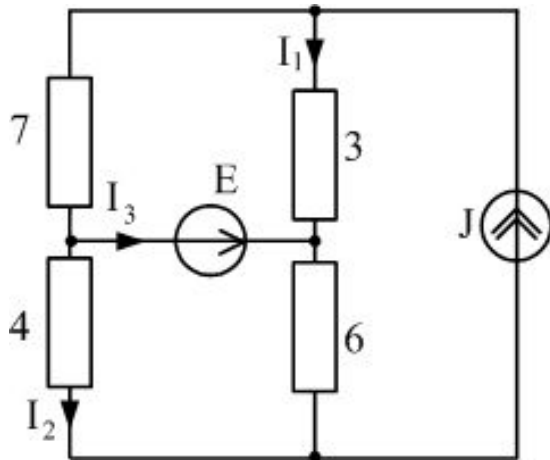
Определить токи I_1 , I_2 , I_3

Решение

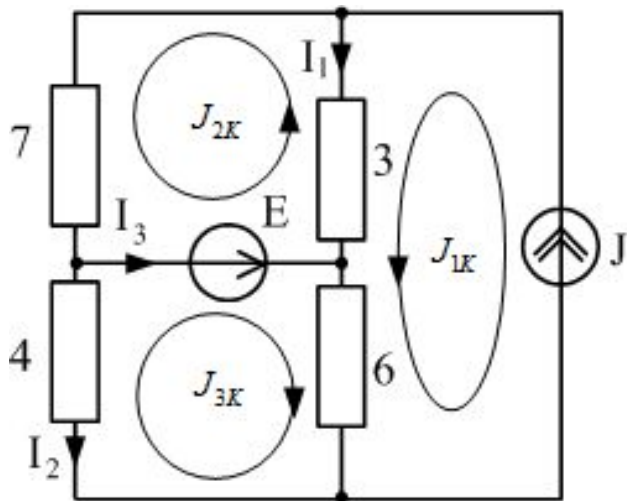
В схеме 3 независимых контура,
нужно задать 3 контурных тока

该电路有3个独立的电路
必须设置3个回路电流

Через источник тока может
проходить только 1 контурный
ток, который будет равен по
величине источнику тока



只有一个循环电流可以流经电流源 $J_{1K} = J = 2 \text{ A}$



Для J_{2K} и J_{3K} составляем уравнения:

$$J_{2K}(7 + 3 + 0) - J_{1K}3 + J_{3K}0 = E$$

$$J_{3K}(4 + 6 + 0) + J_{1K}6 + J_{2K}0 = E$$

$$R_E = 0$$

получаем $J_{2K} = 4.6 \text{ A}$, $J_{3K} = 2.8 \text{ A}$

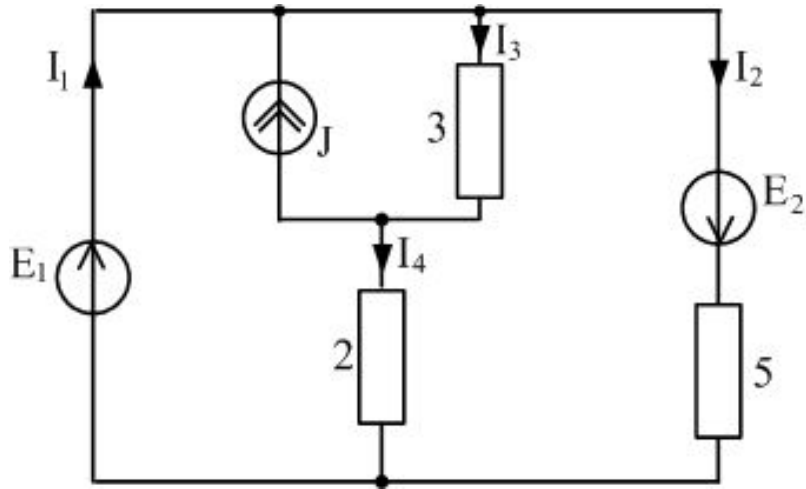
Определяем токи ветвей

电路分支电流

$$I_1 = J_{1K} - J_{2K} = -2.6 \text{ A}, I_2 = -J_{3K} = -2.8 \text{ A},$$

$$I_3 = J_{2K} + J_{3K} = 7.4 \text{ A}$$

Задача №3



$$J = 2 \text{ A}, E_1 = 26 \text{ V}, E_2 = 24 \text{ V}$$

Определить токи I_1, I_2, I_3, I_4

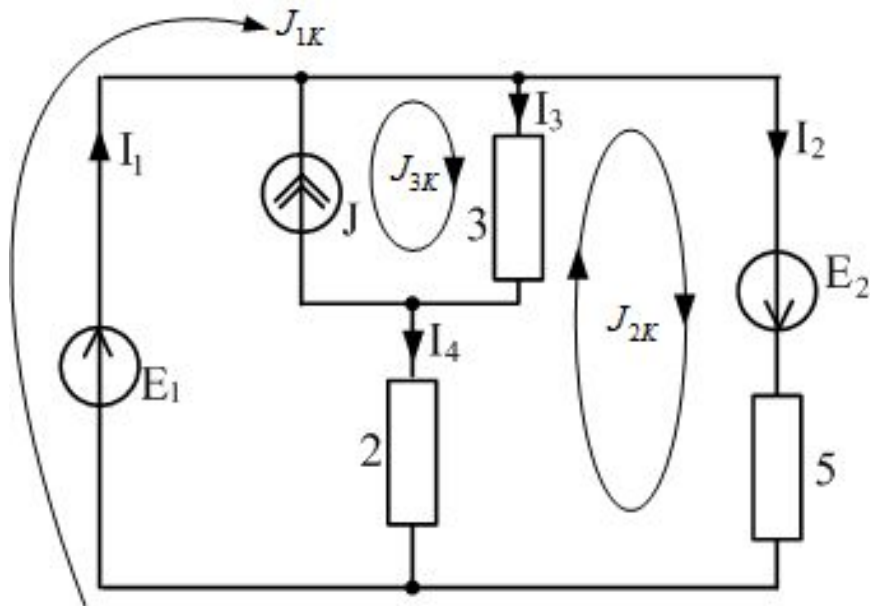
Решение

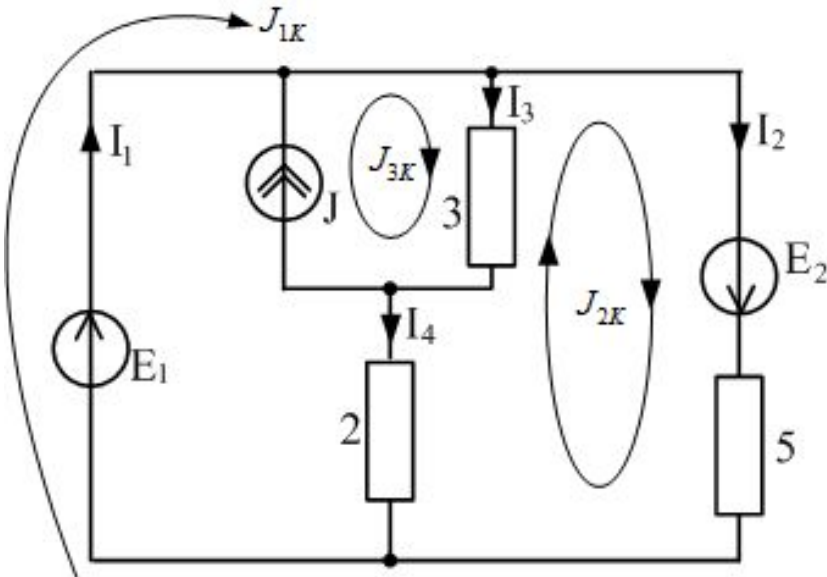
В схеме 3 независимых контура, нужно задать 3 контурных тока

Через источник тока может проходить только 1 контурный ток, который будет равен по величине источнику тока

$$J_{3K} = J = 2 \text{ A}$$

Составляем уравнения для неизвестных контурных токов





$$R_E = 0$$

$$J_{1K} (5 + 0) + J_{2K} 5 = E_1 + E_2$$

$$J_{2K} (5 + 2 + 3) + J_{1K} 5 - J_{3K} 3 = E_2$$

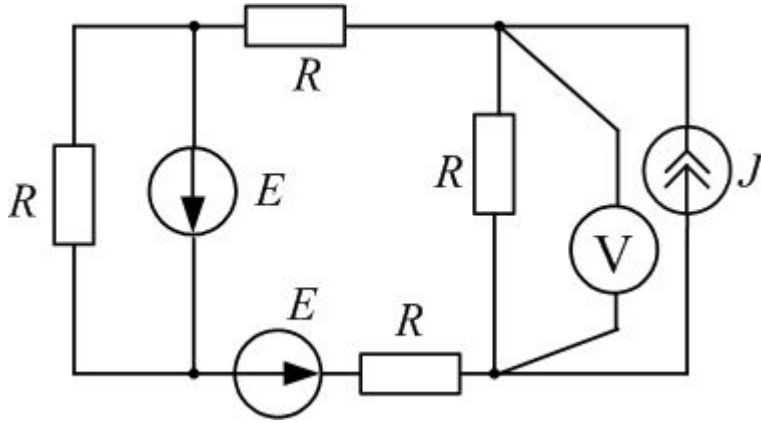
получаем $J_{1K} = 14 \text{ A}$, $J_{2K} = -4 \text{ A}$

Определяем токи ветвей

$$I_1 = J_{1K} = 14 \text{ A}, I_2 = J_{2K} + J_{1K} = -4 + 14 = 10 \text{ A},$$

$$I_3 = -J_{2K} + J_{3K} = 4 + 2 = 6 \text{ A}, I_4 = -J_{2K} = 4 \text{ A}$$

Задача №4



$$E = 100 \text{ В}$$

$$J = 2 \text{ А}$$

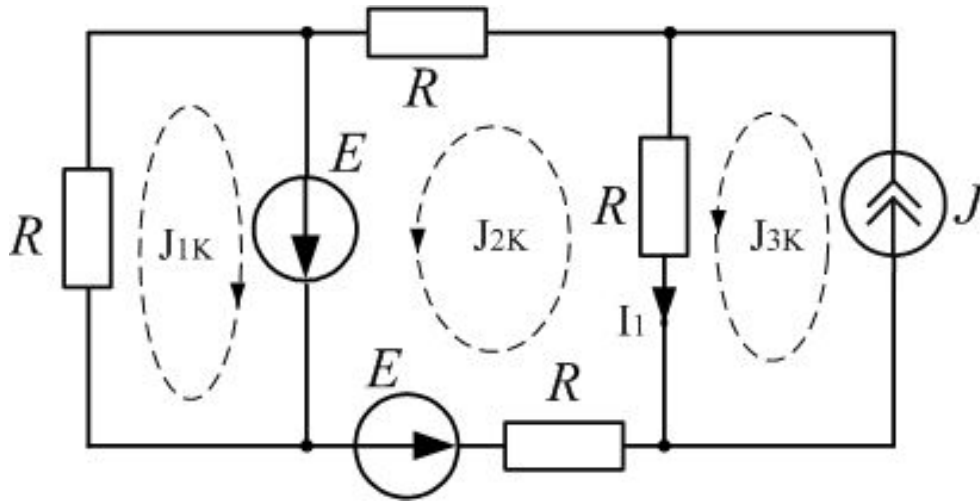
$$R = 50 \text{ Ом}$$

Определить U_V -?

$$R_V = \infty$$

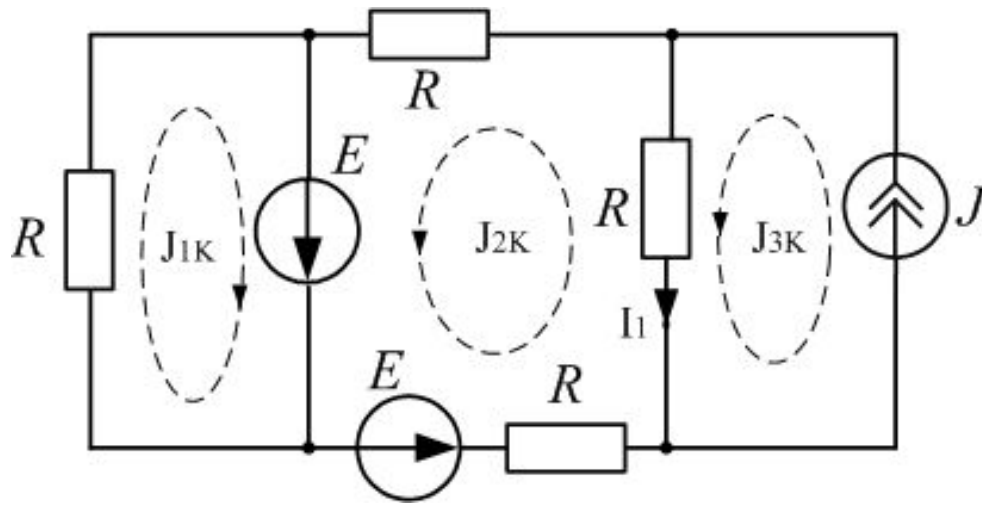
Решение

В схеме 3 независимых контура, зададим контурные токи:



Через источник тока может проходить только 1 контурный ток, который будет равен по величине источнику тока

$$J_{3K} = J = 2 \text{ А}$$



Составляем уравнения

$$J_{2K} (50 + 50 + 50 + 0) + J_{1K} \cdot 0 - J_{3K} 50 = E + E$$

Уравнение для контурного тока J_{1K} составлять не нужно

Получаем: $J_{2K} = 2 \text{ A}$

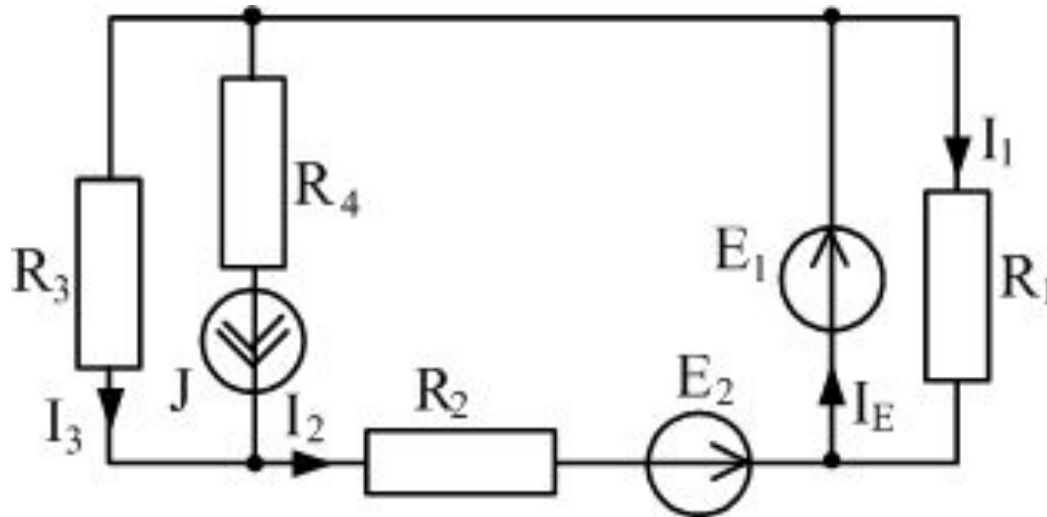
ток ветви $I_1 = J_{3K} - J_{2K} = 0 \text{ A}$

Показание вольтметра: $U_V = I_1 \cdot R = 0 \text{ B}$

Метод узловых потенциалов

节点电势法

Задача №1



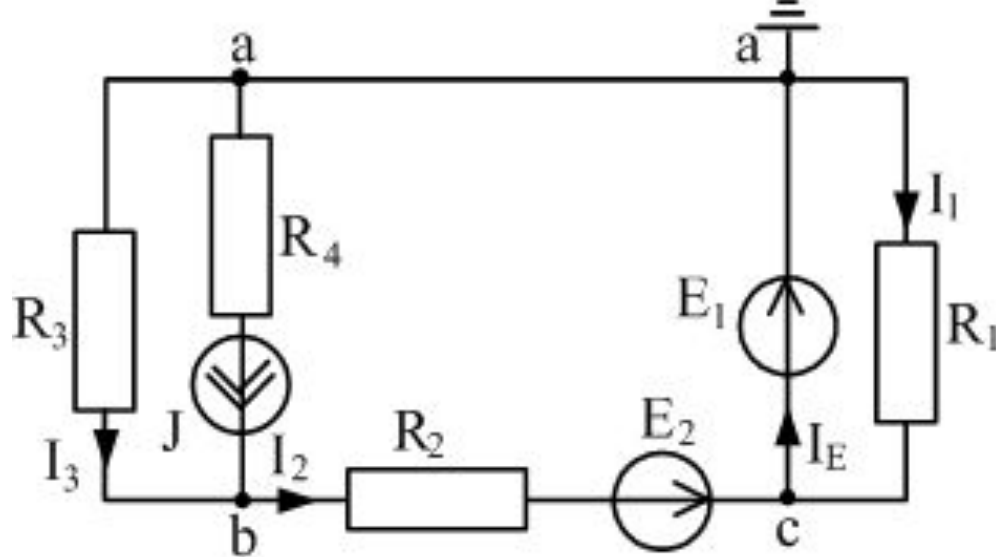
$$E_1 = 2 \text{ В}, E_2 = 4 \text{ В}, J = 0.8 \text{ А},$$

$$R_1 = R_2 = 20 \text{ Ом}, R_3 = R_4 = 30 \text{ Ом} \quad R_E = 0, R_J = \infty$$

Определить токи в схеме

Решение

Обозначим узлы в схеме



В схеме 3 узла. **接线图中有三个节点**

За узел с $\varphi = 0$

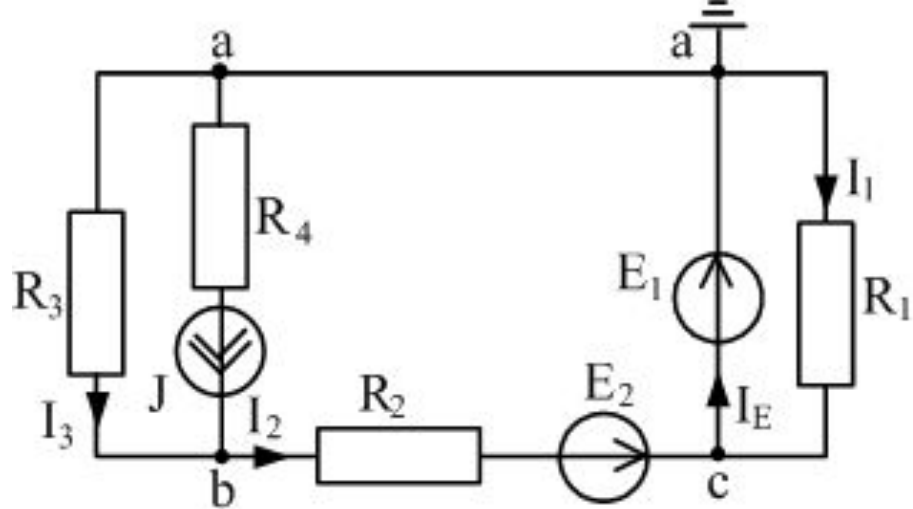
всегда принимается узел, к которому подключена ветвь с ЭДС без сопротивления (при наличии такой ветви)

一个电位为零的节点

始终是连接无电阻的电压源分支的节点。

Если такой ветви нет, то любой узел

Принимаем $\varphi_a = 0$, тогда $\varphi_c = -E_1 = -2 \text{ В}$



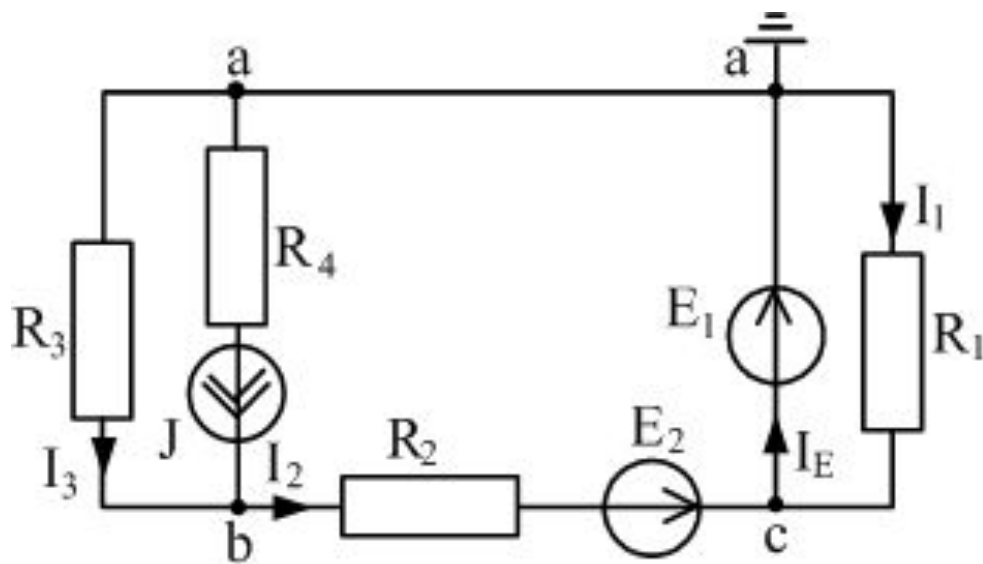
Для узла b составляем уравнение
 对于节点b, 我们做出了这样的公式

$$\varphi_b \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + \infty} \right) - \varphi_c \frac{1}{R_2} - \varphi_a \left(\frac{1}{R_4 + \infty} + \frac{1}{R_3} \right) = -\frac{E_2}{R_2} + J$$

поскольку $\varphi_a = 0$, $\frac{1}{R_4 + \infty} = 0$, то:

$$\varphi_b \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) - \varphi_c \frac{1}{R_2} = -\frac{E_2}{R_2} + J$$

получаем $\varphi_b = 6 \text{ В}$

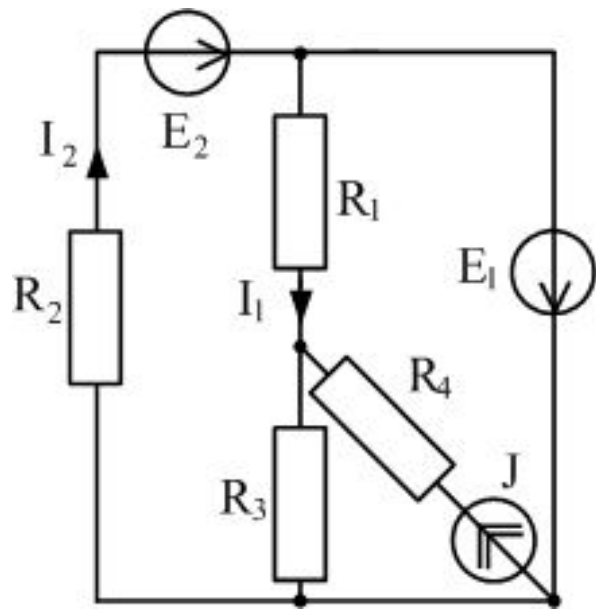


Определим токи ветвей **通过节点电势算出支路电流:**

$$I_1 = \frac{\varphi_a - \varphi_c}{R_1} = \frac{0 - (-2)}{20} = 0.1 \text{ A} \quad I_2 = \frac{\varphi_b - \varphi_c + E_2}{R_2} = \frac{6 - (-2) + 4}{20} = 0.6 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{\varphi_a - \varphi_b}{R_3} = \frac{0 - 6}{30} = -0.2 \text{ A}$$

По 1 закону Кирхгофа: $I_E = I_1 + I_2 = 0.7 \text{ A}$



Задача №2

$$E_1 = 100 \text{ В}, E_2 = 20 \text{ В}, J = 3 \text{ А},$$

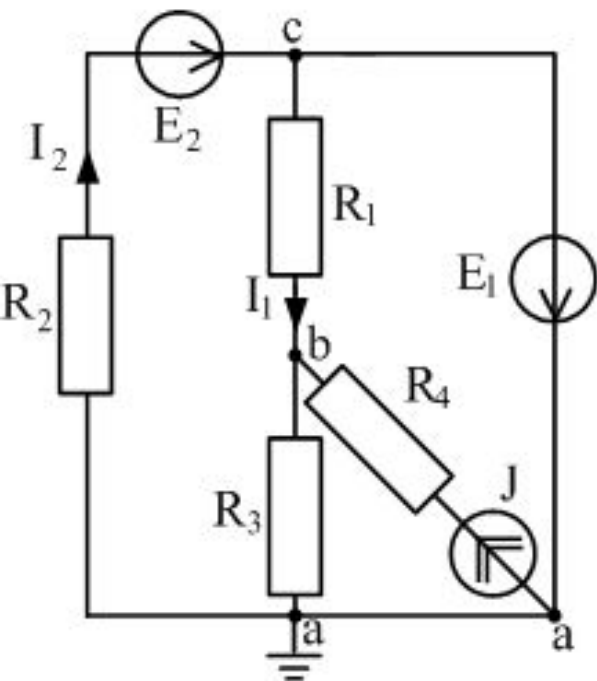
$$R_1 = 10 \text{ Ом}, R_2 = 4 \text{ Ом}, R_3 = R_4 = 40 \text{ Ом}$$

$$R_E = 0, R_J = \infty$$

Определить токи I_1, I_2

Решение

В схеме 3 узла **接线图中有三个节点**

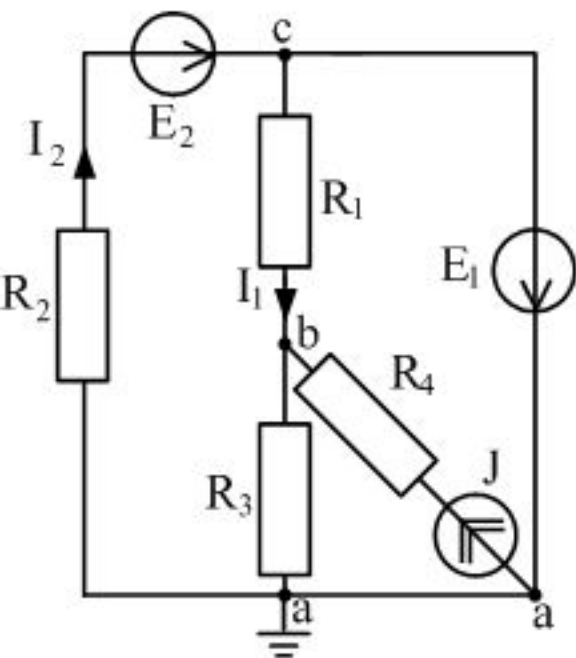


За узел с $\varphi = 0$

всегда принимается узел, к которому
подключена ветвь с ЭДС без
сопротивления (при наличии такой ветви)
一个电位为零的节点

始终是连接无电阻的电压源分支的节点。

Принимаем $\varphi_a = 0$, тогда $\varphi_c = -E_1 = -100 \text{ В}$



Для узла b составляем уравнение

$$\varphi_b \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + \infty} \right) - \varphi_c \frac{1}{R_1} - \varphi_a \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + \infty} \right) = J$$

или
$$\varphi_b \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \right) - \varphi_c \frac{1}{R_1} = J$$

получаем
$$\varphi_b = -56 \text{ В}$$

Определим токи ветвей:

$$I_1 = \frac{\varphi_c - \varphi_b}{R_1} = \frac{-100 - (-56)}{10} = -4.4 \text{ А}$$

$$I_2 = \frac{\varphi_a - \varphi_c + E_2}{R_2} = \frac{0 - (-100) + 20}{4} = 30 \text{ А}$$

Задача №3

$$E_1 = 400 \text{ В}$$

$$E_2 = 200 \text{ В}$$

$$R = 100 \text{ Ом} \quad R_V = \infty$$

Определить U_V — ?

Решение

Обозначим узлы в схеме

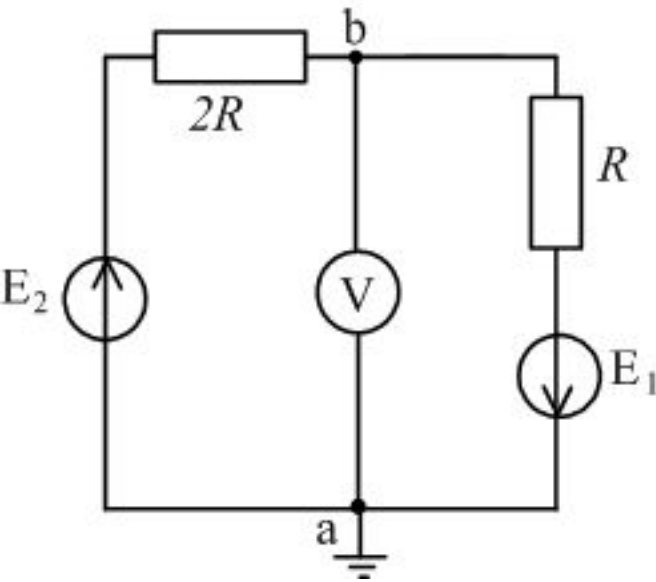
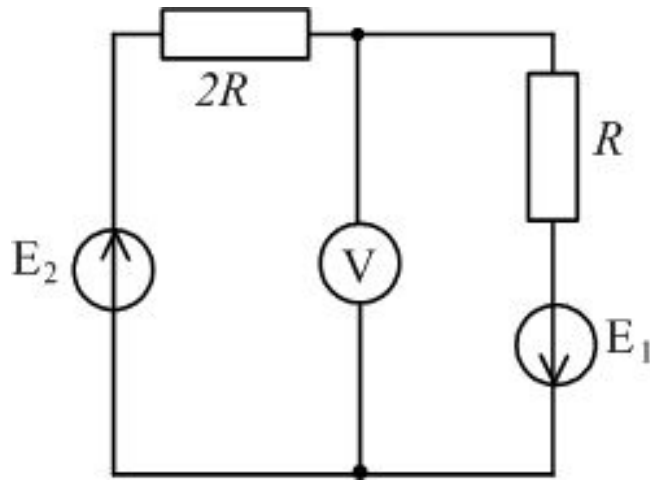
Принимаем $\varphi_a = 0$

$$\varphi_b \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{\infty} \right) - \varphi_a \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{2R} + \frac{1}{\infty} \right) = \frac{E_2}{2R} - \frac{E_1}{R}$$

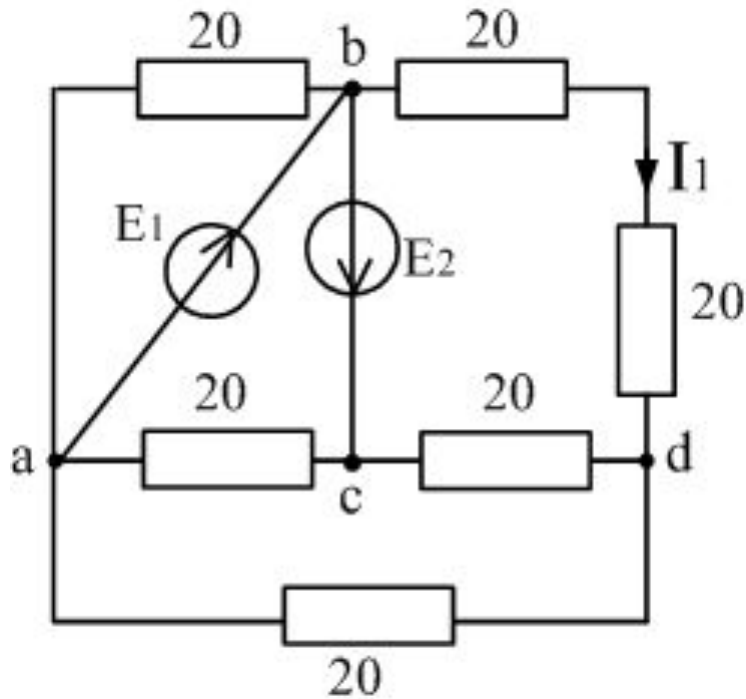
получаем $\varphi_b = -200 \text{ В}$

Показание вольтметра 电压表读数:

$$U_V = \varphi_b - \varphi_a = -200 \text{ В}$$



Задача №4



$E_1=50 \text{ В}$, $E_2=30 \text{ В}$,
определить ток I_1 -?

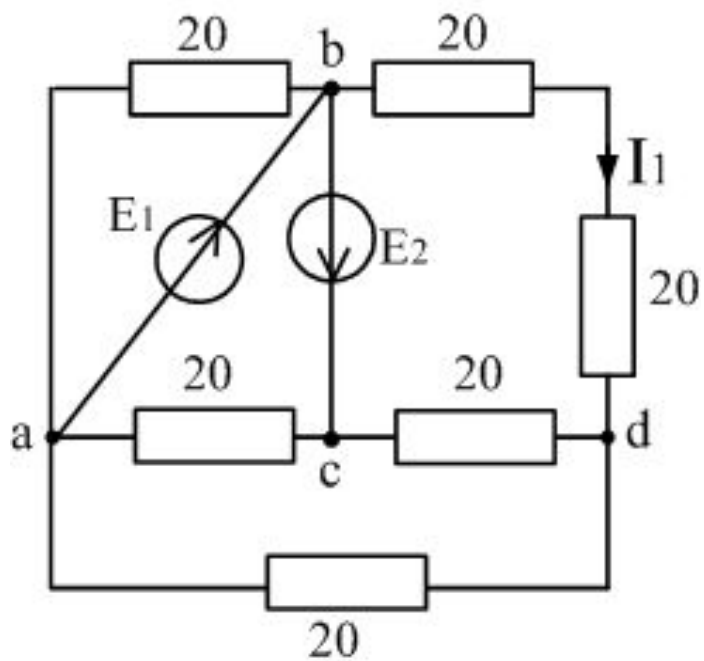
Решение

Принимаем $\varphi_a = 0$, тогда

$$\varphi_b = E_1 = 50 \text{ В}, \varphi_c = \varphi_b + E_2 = 50 + 30 = 80 \text{ В}$$

Уравнение для узла φ_d :

$$\varphi_d \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20+20} \right) - \varphi_b \frac{1}{20+20} - \varphi_c \frac{1}{20} = 0$$

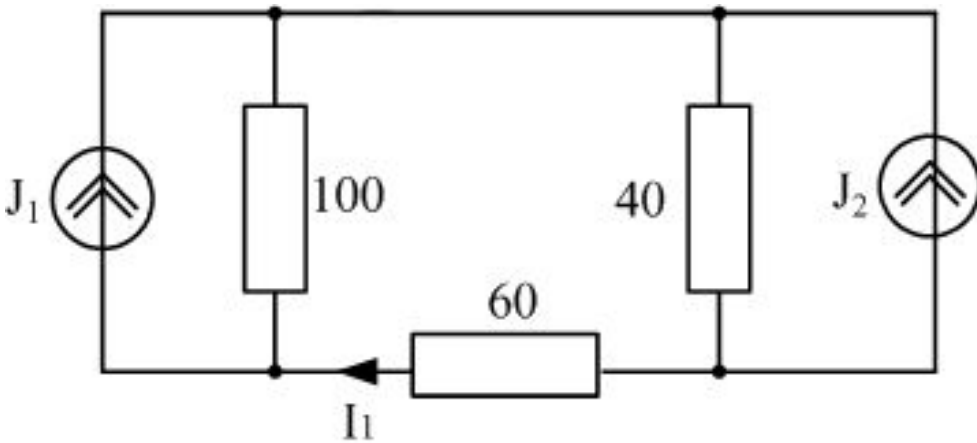


получаем $\varphi_d = 42 \text{ В}$, тогда

$$I_1 = \frac{\varphi_b - \varphi_d}{20 + 20} = \frac{50 - 42}{40} = 0.2 \text{ А}$$

Метод преобразования 电路的等效转换方法

Задача №1



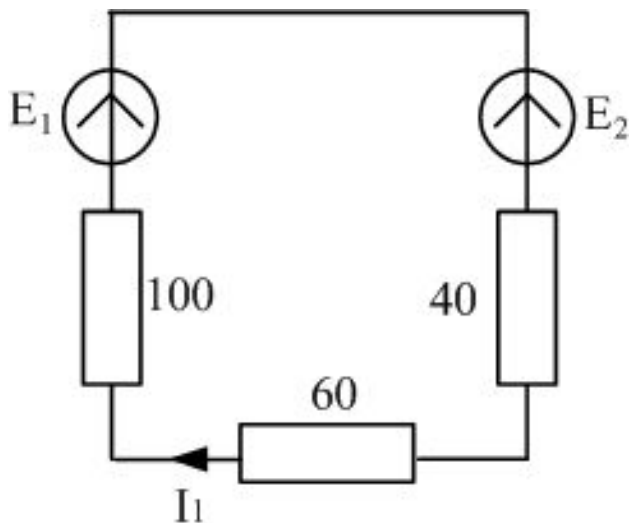
$$J_1 = 1 \text{ A}, J_2 = 2 \text{ A}$$

рассчитать ток I_1

Решение

Преобразуем параллельное соединение источников тока и резисторов в последовательное соединение источников ЭДС и резисторов

将电流源和电阻的并联转换为电磁场源和电阻的串联



$$E_1 = J_1 \cdot 100 = 100\ B;$$

$$E_2 = J_2 \cdot 40 = 80\ B;$$

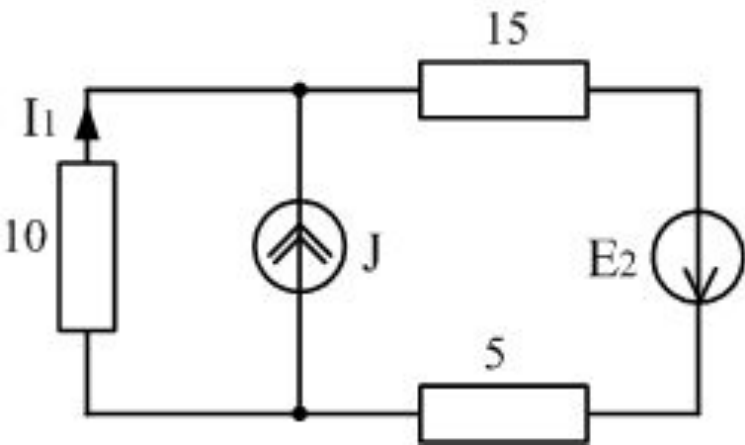
По 2 закону Кирхгофа

$$I_1(60 + 100 + 40) = E_1 - E_2$$

Получаем:

$$I_1 = \frac{E_1 - E_2}{200} = \frac{100 - 80}{200} = 0.1\ A$$

Задача №2

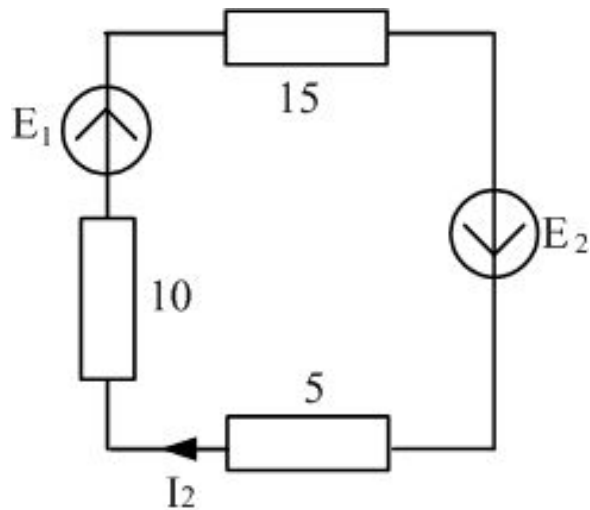


Определить ток I_1 , если
 $J=5$ А, $E=40$ В

Решение

Преобразуем параллельное соединение источника тока и резистора в последовательное соединение источника ЭДС и резистора

将电流源和电阻的并联转换为电磁场源和电阻的串联

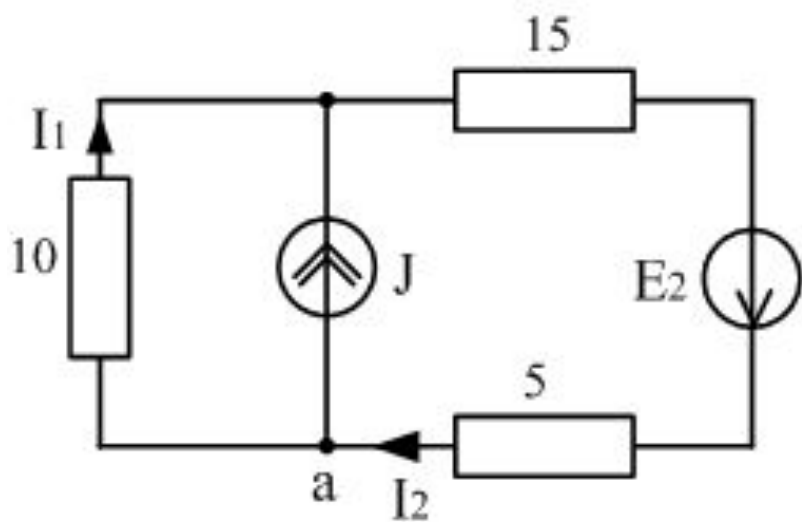


$$E_1 = J \cdot 10 = 50 \text{ B}$$

Определим вспомогательный ток I_2
确定辅助电流

$$I_2(10 + 15 + 5) = E_1 + E_2$$

$$I_2 = \frac{E_1 + E_2}{30} = \frac{50 + 40}{30} = 3 \text{ A}$$

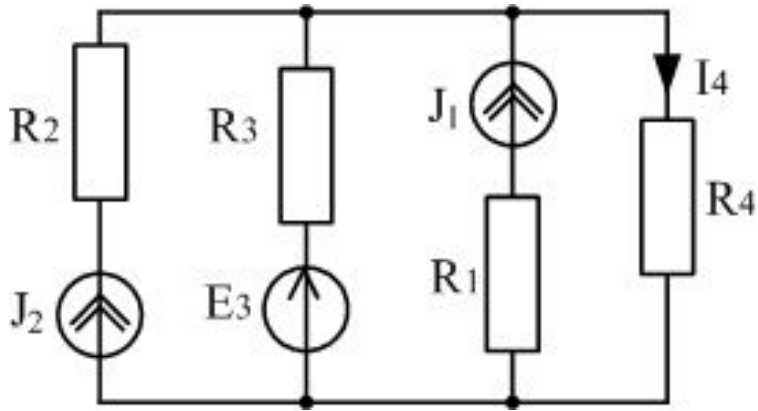


По 1 закону Кирхгофа для узла а:

$$I_2 - I_1 - J = 0, \text{ получим}$$

$$I_1 = 3 - 5 = -2 \text{ A}$$

Задача №3



Определить ток I_4 , если
 $J_1=4$ А, $J_2=8$ А, $E_3=8$ В,
 $R_1=R_2=R_3=8$ Ом, $R_4=5$ Ом

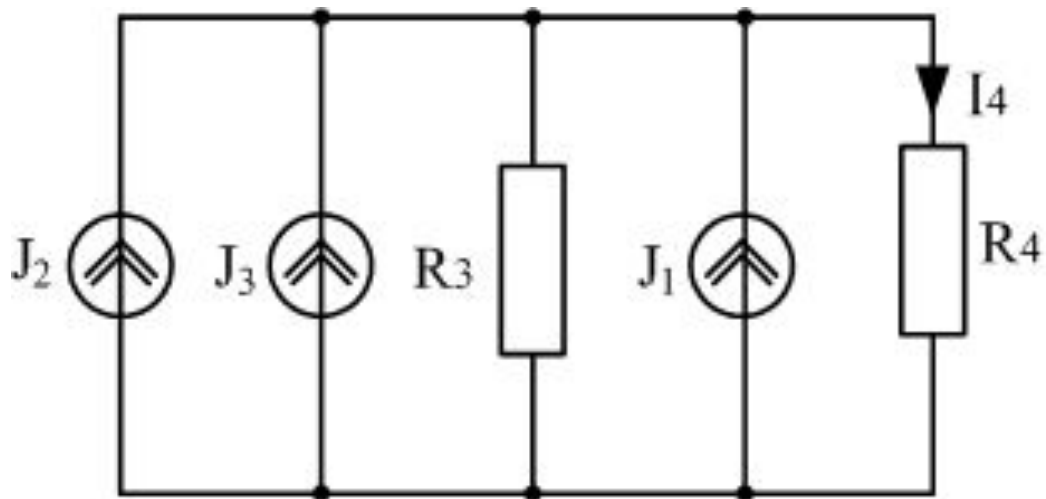
Решение

Преобразуем источник ЭДС E_3 в источник тока J_3 .

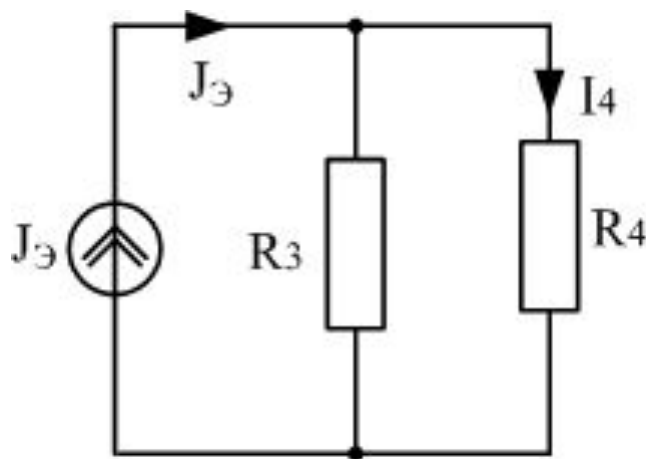
将电压源 E_3 转换为电流源 J_3

Внутреннее сопротивление источников тока $R_{J_1} = R_{J_2} = \infty$, поэтому сопротивления R_1 и R_2 можно исключить из схемы при расчете тока I_4 .

电流源的内阻是无限大的,所以在计算电流 I_4 时,可以将电阻 R_1 和 R_2 从电路中排除。



$$J_3 = \frac{E_3}{R_3} = \frac{8}{8} = 1 \text{ A}$$



Параллельное включение
источников тока

电流源并联在一起:

$$J_Э = J_1 + J_2 + J_3 = 4 + 8 + 1 = 13 \text{ A}$$

По правилу разброса токов

в параллельных ветвях

并行分支电流分配规则:

$$I_4 = J_Э \frac{R_3}{R_3 + R_4} = 13 \frac{8}{8 + 5} = 8 \text{ A}$$