

Расчет тока в ветви, содержащей сопротивление  $R_4$ , методом эквивалентного генератора

Метод эквивалентного генератора позволяет достаточно просто определить ток в одной ветви сложной линейной схемы, не находя токи в остальных ветвях.

По отношению к выделенной ветви  $mn$  с сопротивлением  $R_n$  вся остальная часть сложной цепи, содержащая источники ЭДС, может быть заменена одним эквивалентным генератором с ЭДС  $E_0$  и внутренним сопротивлением  $R_0$ .

Расчет осуществляется в два этапа:

1. Любым из известных методов расчета линейных электрических цепей определяют напряжение  $U_{mn}$  на зажимах  $mn$  активного двухполюсника при разомкнутой исследуемой ветви.

2. При разомкнутой исследуемой ветви определяется входное сопротивление активного двухполюсника, заменяемого при этом пассивным. Данная замена осуществляется путем устранения из структуры активного двухполюсника всех источников энергии, но при сохранении на их месте их собственных (внутренних) сопротивлений. В случае идеальных источников это соответствует закорачиванию всех источников ЭДС и размыканию всех ветвей с источниками тока.

Для расчета ЭДС эквивалентного источника напряжения необходимо разомкнуть ветвь с сопротивлением  $R_4$  и произвести расчет оставшейся цепи (рис. 4, а).

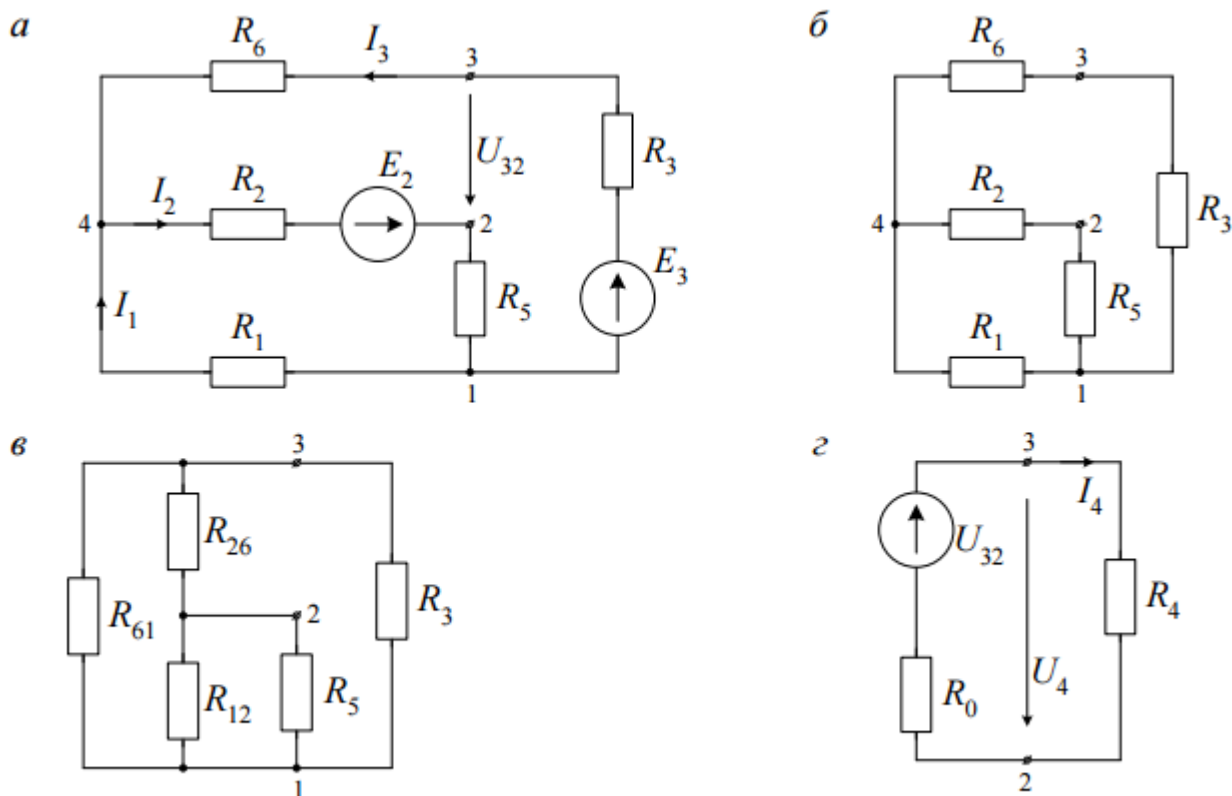


рис. 4

Разность потенциалов между точками 3 и 2 дает величину ЭДС эквивалентного источника  $E_0$ .

$$E_0 = U_{32} = \varphi_3 - \varphi_2 = E_3 - R_5 I_2 - R_3 I_3.$$

Токи в ветвях  $I_1, I_2, I_3$  найдем методом контурных токов. Система уравнений будет иметь вид:

$$\begin{cases} (R_1 + R_2 + R_5)I_1 + (R_2 + R_5)I_3 = E_2, \\ (R_2 + R_5)I_1 + (R_2 + R_3 + R_5 + R_6)I_3 = E_2 + E_3. \end{cases} \quad \begin{cases} 30I_1 + 20I_3 = 20, \\ 20I_1 + 40I_3 = 50. \end{cases}$$

Решив ее, получаем

$$\begin{aligned} I_1 &= -0,25 \text{ A}; \\ I_3 &= 1,36 \text{ A}; \\ I_2 &= I_1 + I_3 = 1,13 \text{ A}. \end{aligned}$$

Тогда

$$E_0 = E_3 - R_5 I_2 - R_3 I_3 = 30 - 5 \cdot 1,13 - 10 \cdot 1,38 = 10,63 \text{ В}.$$

Внутреннее сопротивление источника  $R_0$  определяется как входное сопротивление цепи (без  $R_4$ ) со стороны узлов 2 и 3 при замкнутых накоротко источниках  $E_2$  и  $E_3$ .

Для расчета сопротивления  $R_0$  целесообразно преобразовать звезду сопротивлений  $R_1, R_2, R_6$ , соединенных в узел 4, в эквивалентное соединение треугольником  $R_{12}, R_{26}, R_{61}$

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_6 + R_2 R_6}{R_6} = \frac{10 \cdot 15 + 10 \cdot 10 + 15 \cdot 10}{10} = 40 \text{ Ом};$$

$$R_{26} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_6 + R_2 R_6}{R_1} = \frac{10 \cdot 15 + 10 \cdot 10 + 15 \cdot 10}{10} = 40 \text{ Ом};$$

$$R_{61} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_6 + R_2 R_6}{R_2} = \frac{10 \cdot 15 + 10 \cdot 10 + 15 \cdot 10}{15} = 26,67 \text{ Ом}.$$

Сопротивления  $R_5$  и  $R_{12}$  соединены между собой параллельно, также как и сопротивления  $R_3$  и  $R_{61}$ . Между собой они соединены последовательно, а весь этот участок цепи соединен параллельно с сопротивлением  $R_{26}$ .

Тогда сопротивление  $R_0$

$$R_0 = \frac{\left( \frac{R_5 \cdot R_{12}}{R_5 + R_{12}} + \frac{R_3 \cdot R_{61}}{R_3 + R_{61}} \right) \cdot R_{26}}{\frac{R_5 \cdot R_{12}}{R_5 + R_{12}} + \frac{R_3 \cdot R_{61}}{R_3 + R_{61}} + R_{26}} = \frac{\left( \frac{5 \cdot 40}{5 + 40} + \frac{10 \cdot 26,67}{10 + 26,67} \right) \cdot 40}{\frac{5 \cdot 40}{5 + 40} + \frac{10 \cdot 26,67}{10 + 26,67} + 40} = 9,0 \text{ Ом.}$$

Для определения тока  $I_4$  окончательно получаем схему (рис. 4, г), из которой

$$I_4 = \frac{E_0}{R_0 + R_4} = \frac{10,625}{9,063 + 10} = 0,5 \text{ А.}$$

Полученное значение тока  $I_4$  должно совпадать со значением этого тока, рассчитанным другим методом.