

28 Метод узловых потенциалов

Методом узловых потенциалов удобно пользоваться, когда в схеме много параллельных ветвей, а число узлов меньше, чем число контуров. Один узел заземляется (его потенциал равен 0), для остальных составляется система уравнений, где в левой части присутствуют потенциалы, умноженные на проводимости, в правой – узловые токи. Решают систему, определяют потенциалы. Затем определяют токи в ветвях по закону Ома – разность потенциалов с учётом ЭДС ветви делят на сопротивление ветви.

Методом узловых потенциалов для расчета токов в ветвях сложной электрической цепи целесообразно воспользоваться, если в электрической цепи независимых контуров больше количества узлов -1 .

Ток в любой ветви схемы можно найти по закону Ома для участка цепи, содержащего ЭДС. Однако для этого необходимо знать потенциалы узлов схемы.

Метод расчета электрических цепей, в котором за неизвестные принимают потенциалы узлов схемы, называют *методом узловых потенциалов*.

Рассмотрим преимущества метода узловых потенциалов на примере

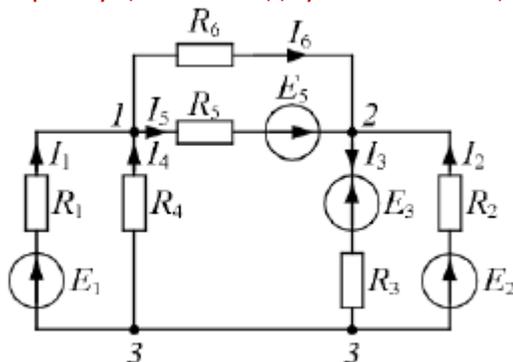


Рис. 4.15. Схема цепи для иллюстрации метода узловых потенциалов

В данной схеме три узла. Так как любая одна точка схемы может быть заземлена без изменения токораспределения в схеме, то потенциал одного этого узла можно принять равным нулю. Допустим $\Phi_3 = 0$. Тогда число неизвестных потенциалов узлов сократилось на единицу.

Составим уравнения для первого и второго узлов по первому закону Кирхгофа:

$$I_1 + I_4 - I_5 - I_6 = 0;$$

$$I_5 + I_6 + I_2 - I_3 = 0.$$

Токи в ветвях на основании закона Ома:

$$I_1 = \frac{\varphi_3 - \varphi_1 + E_1}{R_1} = (-\varphi_1 + E_1) g_1; \quad I_2 = \frac{\varphi_3 - \varphi_2 + E_2}{R_2} = (-\varphi_2 + E_2) g_2;$$

$$I_3 = (\varphi_2 - E_3) g_3; \quad I_4 = -\varphi_1 g_4; \quad I_5 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2 + E_5}{R_5} = (\varphi_1 - \varphi_2 + E_5) g_5;$$

$$I_6 = (\varphi_1 - \varphi_2) g_6.$$

Подставляем значения токов в уравнения, составленные по первому закону Кирхгофа.

Для узла 1:

$$(-\varphi_1 + E_1) g_1 - \varphi_1 g_4 - (\varphi_1 - \varphi_2 + E_5) g_5 - (\varphi_1 - \varphi_2) g_6 = 0.$$

Для узла 2:

$$(\varphi_1 - \varphi_2 + E_5) g_5 + (\varphi_1 - \varphi_2) g_6 + (-\varphi_1 + E_2) g_2 - (\varphi_2 - E_3) g_3 = 0.$$

После преобразований получим систему уравнений:

$$\begin{aligned} \varphi_1(g_1 + g_4 + g_5 + g_6) - \varphi_2(g_5 + g_6) &= E_1 g_1 - E_5 g_5; \\ -\varphi_1(g_5 + g_6) + \varphi_1(g_2 + g_3 + g_5 + g_6) &= E_5 g_5 + E_2 g_2 + E_3 g_3. \end{aligned}$$

Введем обозначения:

$g_{11} = g_1 + g_4 + g_5 + g_6$ – сумма проводимостей всех ветвей, сходящихся в узле 1;

$g_{22} = g_5 + g_6 + g_2 + g_3$ – сумма проводимостей всех ветвей, сходящихся в узле 2;

