

Практическая работа №3.

Расчёт электрических цепей постоянного тока методом двух узлов

Метод двух узлов предполагает расчёт напряжения между узлами по формуле $U_{ea} = \Sigma \pm E_g / \Sigma g$. Здесь Σ в числителе означает, что берётся сумма произведений ЭДС ветвей на их проводимости, знак \pm означает что учитывается направление ЭДС, если она направлена от **a** к **e**, то берётся со знаком «+», если навстречу – со знаком «-». В знаменателе сумма проводимости всех ветвей между **a** и **e**.

Рассмотрим применение метода 2 узлов на примере задачи 2 КП

Дано: $E_1=12$ В; $E_4=9$ В; $R_1=2$ Ом; $R_2=4$ Ом;

$R_3=5$ Ом; $R_4=1$ Ом; $R_5=3$ Ом; $R_6=6$ Ом.

4 Преобразовать Δ сопротивлений между узлами **b**, **c** и **d** в Y, начертить преобразованную схему.

5 Рассчитать потенциал вновь полученного узла **e** (потенциал узла **a** считать равным 0) и токи методом двух узлов.

6 Рассчитать потенциалы узлов **b**, **c** и **d**. Вернуться к исходной схеме и рассчитать остальные токи.

РЕШЕНИЕ

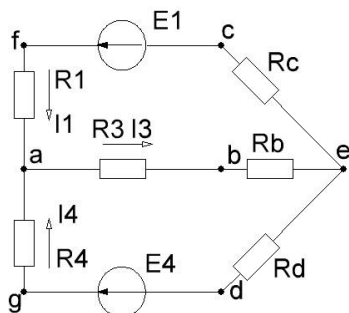
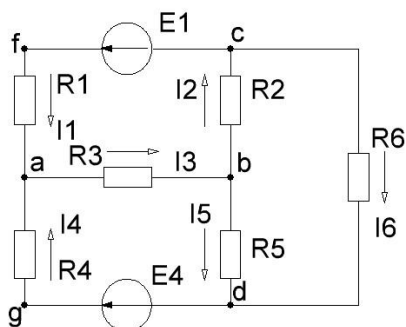
4 Преобразуем Δ сопротивлений между узлами **b**, **c** и **d** в Y, начертим преобразованную схему:

Для определения резистора звезды следует перемножить примыкающие к узлу резисторы треугольника, и разделить это на сумму всех резисторов треугольника.

$$R_b = R_2 R_5 / (R_2 + R_5 + R_6) = 4 \cdot 3 / (4 + 3 + 6) = 0,923 \text{ Ом.}$$

$$R_c = R_2 R_6 / (R_2 + R_5 + R_6) = 4 \cdot 6 / (4 + 3 + 6) = 1,85 \text{ Ом.}$$

$$R_d = R_5 R_6 / (R_2 + R_5 + R_6) = 3 \cdot 6 / (4 + 3 + 6) = 1,38 \text{ Ом.}$$



5 Расчёт методом двух узлов.

Рассчитаем проводимости ветвей:

$$g_1 = 1/(R_1 + R_c) = 1/(2 + 1,85) = 0,260 \text{ См.}$$

$$g_3 = 1/(R_3 + R_b) = 1/(5 + 0,923) = 0,169 \text{ См.}$$

$$g_4 = 1/(R_4 + R_d) = 1/(1 + 1,38) = 0,420 \text{ См.}$$

Рассчитаем напряжение между узлами U_{ea}

$$U_{ea} = (-E_1 g_1 - E_4 g_4) / (g_1 + g_3 + g_4) =$$

$$= (-12 \cdot 0,26 - 9 \cdot 0,42) / (0,26 + 0,169 + 0,42) = -8,13 \text{ В.}$$

Рассчитаем токи в ветвях. Чтобы не запутаться со знаками при U_{ea} и E выразим потенциал узла e через потенциал узла a :

$$\varphi_e = \varphi_a - E_1 + I_1(R_1 + R_c); \text{ откуда}$$

$$I_1 = (U_{ea} + E_1) / (R_1 + R_c) = (-8,13 + 12) / (2 + 1,85) = 1,005 \text{ А.}$$

$$\varphi_e = \varphi_a - I_3(R_3 + R_b), \text{ откуда}$$

$$I_3 = -U_{ea} / (R_3 + R_b) = 8,13 / (5 + 0,923) = 1,37 \text{ А.}$$

$$\varphi_e = \varphi_a - E_4 + I_4(R_4 + R_d); \text{ откуда}$$

$$I_4 = (U_{ea} + E_4) / (R_4 + R_d) = (-8,13 + 9) / (1 + 1,38) = 0,366 \text{ А.}$$

6 Рассчитаем потенциалы узлов b , c и d . Мы знаем потенциал точки e

$\varphi_e = -8,13 \text{ В}$. Для определения потенциала узла b движемся против тока, и потенциал увеличивается

$$\varphi_b = \varphi_e + R_b I_3 = -8,13 + 0,923 \cdot 1,37 = -6,86 \text{ В (идём против тока).}$$

При определении потенциалов c и d идём по току и потенциалы уменьшаются

$$\varphi_c = \varphi_e - R_c I_1 = -8,13 - 1,85 \cdot 1,005 = -9,99 \text{ В (идём по току).}$$

$$\varphi_d = \varphi_e - R_d I_4 = -8,13 - 1,38 \cdot 0,366 = -8,63 \text{ В (идём по току).}$$

Вернёмся к исходной схеме и рассчитаем остальные токи.

$$I_2 = (\varphi_b - \varphi_c) / R_2 = [(-6,86) - (-9,99)] / 4 = 0,783 \text{ А.}$$

$$I_5 = (\varphi_b - \varphi_d) / R_5 = [(-6,86) - (-8,63)] / 3 = 0,59 \text{ A.}$$

$$I_6 = (\varphi_c - \varphi_d) / R_6 = [(-9,99) - (-8,63)] / 6 = -0,226 \text{ A (на самом деле ток идёт вверх).}$$

Выполнить пункты 4, 5 и 6 задачи 2 КП по своему варианту.