

Примеры решения задач

Пример 1. Определить внутреннее сопротивление источника ЭДС (рисунок 1) по его нагрузочной прямой (рисунок 2). Рассчитать сопротивление нагрузки, при котором напряжение на выходе источника упадет до 6 В.

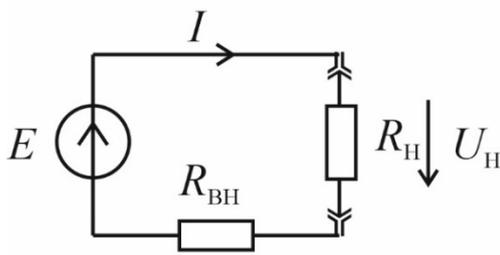


Рисунок 1

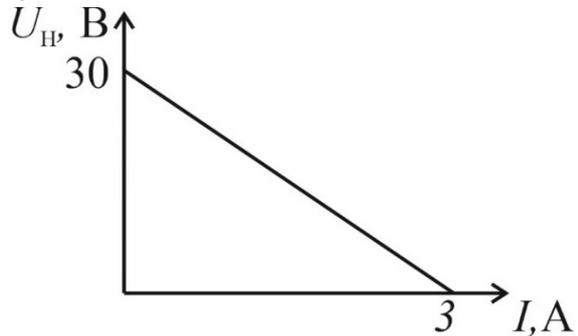


Рисунок 2

Решение

1) По нагрузочной прямой в режиме холостого хода (при $R_H = \infty$ и $I = 0$ А) найдем значение ЭДС источника $E = U_{xx} = 30$ В.

2) По нагрузочной прямой в режиме короткого замыкания (при $R_H = 0$ Ом и $U_H = 0$ В) найдем значение тока короткого замыкания $I_{K3} = \frac{E}{R_{BH}} = 3$ А.

3) Откуда можно найти внутреннее сопротивление источника ЭДС как

$$R_{BH} = \frac{E}{I_{K3}} = \frac{30}{3} = 10 \text{ Ом.}$$

3) Запишем для заданной одноконтурной цепи уравнение по второму закону Кирхгофа, обходя контур по часовой стрелке $E = U_H + I \cdot R_{BH}$.

Откуда найдем выражение для тока $I = \frac{E - U_H}{R_{BH}} = \frac{30 - 6}{10} = 2,4$ А.

4) Рассчитаем сопротивление нагрузки, при котором напряжение на выходе источника упадет до 6 В $R_H = \frac{U_H}{I} = \frac{6}{2,4} = 2,5$ Ом.

5) Отметим, что если график нагрузочной прямой нарисован с соблюдением масштаба, то значение тока I можно получить из него. Для этого проведем параллельно оси токов прямую, выходящую из точки, соответствующей 6 В на оси напряжений до пересечения с нагрузочной прямой в точке Т1 (рисунок 3).

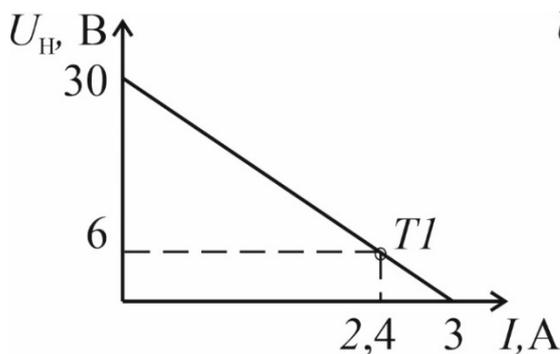


Рисунок 3

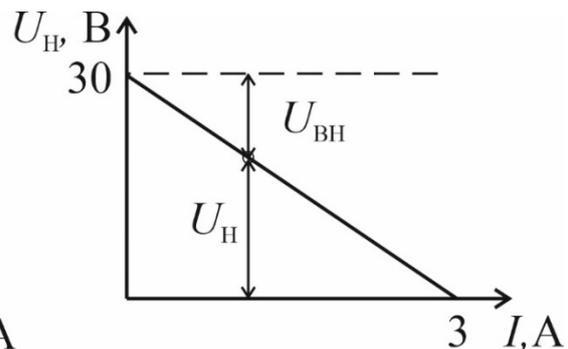


Рисунок 4

Проекция точки $T1$ на ось токов и будет равна искомому току $I = 2,4 \text{ A}$.

б) По любой точке на нагрузочной прямой (рисунок 4) можно найти напряжения, падающие на сопротивлении нагрузки и на внутреннем сопротивлении источника ЭДС.

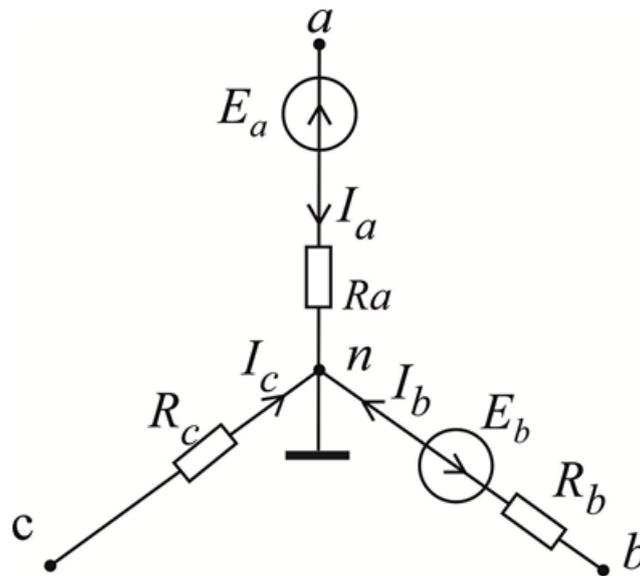
При этом в соответствии со вторым законом Кирхгофа для $U_H + U_{BH} = E$.

Пример 2.

Выразить токи в ветвях через заданные параметры схемы

$$E_a = 10 \text{ В}, E_b = 20 \text{ В}, \varphi_a = 15 \text{ В}, \varphi_b = 30 \text{ В}, \varphi_n = 0 \text{ В}$$

$$R_a = 100 \text{ Ом}, R_b = 150 \text{ Ом}, R_c = 200 \text{ Ом},$$



Решение

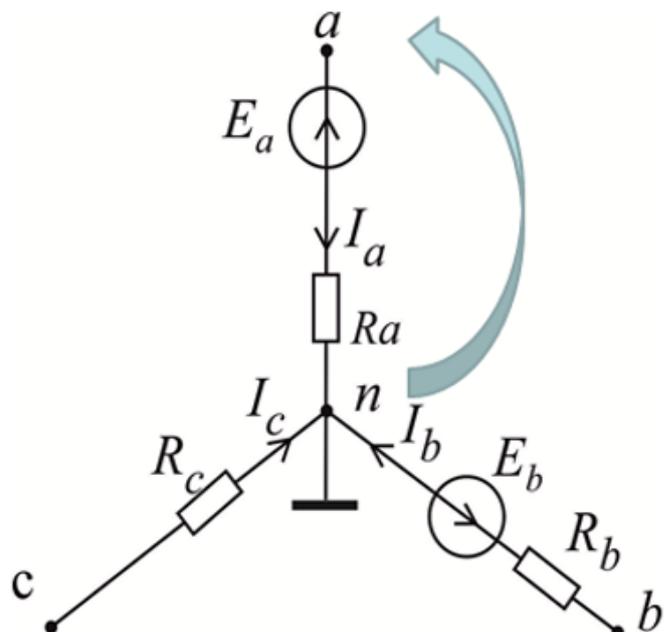
1) Для нахождения тока I_a запишем уравнение по второму закону Кирхгофа для контура, включающего в себя ветвь $a-n$, и замкнем его через напряжение U_{na}

$$I_a \cdot R_a + U_{na} = -E_a$$

2) Откуда найдем выражение для тока I_a как

$$I_a = \frac{-E_a - U_{na}}{R_a} =$$

$$= \frac{-E_a - (\varphi_n - \varphi_a)}{R_a} = 0,05 \text{ A.}$$



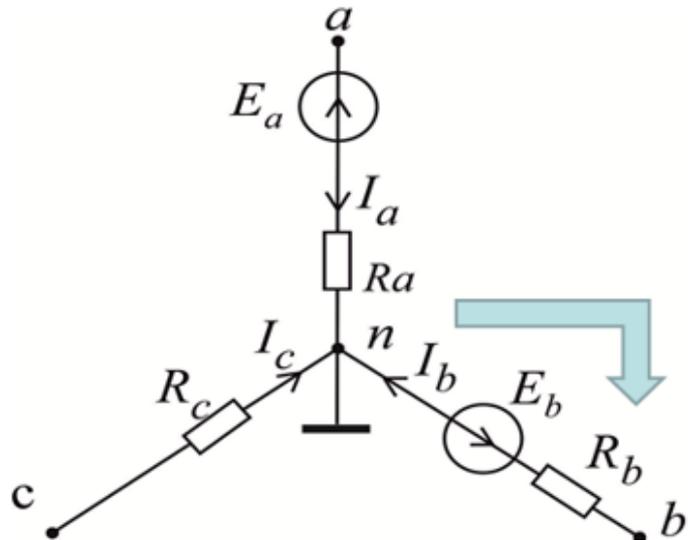
3) Для нахождения тока I_b запишем уравнение по второму закону Кирхгофа для контура, включающего в себя ветвь $b-n$, и замкнем его через напряжение U_{nb}

$$I_b \cdot R_b + U_{nb} = -E_b$$

4) Откуда найдем выражение для тока I_b как

$$I_b = \frac{-E_b - U_{nb}}{R_b} =$$

$$= \frac{-E_b - (\varphi_n - \varphi_b)}{R_b} = 0,067 \text{ A.}$$



5) Ток в ветви $c-n$ найдем на основании первого закона Кирхгофа

$$I_c = -I_a - I_b = -0,117 \text{ A.}$$

6) Для нахождения тока I_a можно также записать уравнения на основании закона Ома для участка цепи с источником:

$$U_{an} = E_a + I_a \cdot R_a$$

Откуда найдем выражение для тока I_a как

$$I_a = \frac{-E_a + U_{an}}{R_a} =$$

$$= \frac{-E_a + (\varphi_a - \varphi_n)}{R_a} = 0,05 \text{ A.}$$

