

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА.

ЗАДАЧА № 4

Для цепи даны значения $r_0, r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6$ и I_2 . Определить ЭДС источника, а также показания амперметра и вольтметра. Считая ЭДС источника неизменной, определить показания тех же приборов при сопротивлении $r_6=0$ (кз) и $r_6=\infty$ (обрыв цепи).

Дано:

$$r_0 = 0,1 \text{ Ом}$$

$$r_1 = 1,1 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 100 \text{ Ом}$$

$$r_3 = 20 \text{ Ом}$$

$$r_4 = 10 \text{ Ом}$$

$$r_5 = 6 \text{ Ом}$$

$$r_6 = 10 \text{ Ом}$$

$$I_2 = 0,1 \text{ А}$$

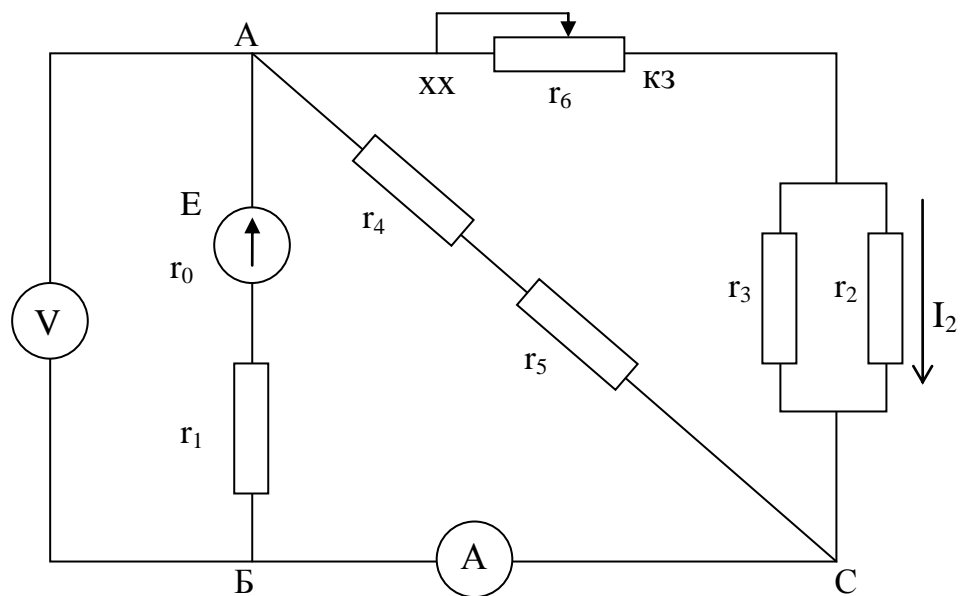
Найти:

$$E, I, U_{AB} - ?$$

$$I, U_{AB} (r_6=0) - ?$$

$$I, U_{AB} (r_6=\infty) - ?$$

Схема цепи



Решение:

1) Найдем эквивалентное сопротивление всей цепи r_3 .

Для начала найдем сопротивление r_2 и r_3 , Ом, соединенных в цепи параллельно. Их общее сопротивление будет вычисляться по формуле:

$$r_{2,3} = \frac{r_2 \cdot r_3}{r_2 + r_3} = \frac{100 \cdot 20}{100 + 20} = 16,67 \quad (1)$$

2) Сопротивление r_6 и $r_{2,3}$, Ом, соединены последовательно. Их общее сопротивление вычислим по формуле:

$$r_{2,3,6} = r_{2,3} + r_6 = 16,67 + 10 = 26,67 \quad (2)$$

3) Сопротивление r_4 и r_5 , Ом, соединены последовательно. Их общее сопротивление вычислим по формуле:

$$r_{4,5} = r_4 + r_5 = 10 + 6 = 16 \quad (3)$$

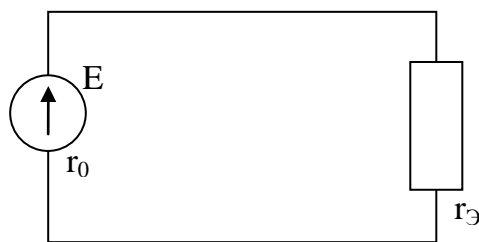
4) Сопротивление $r_{2,3,6}$ и $r_{4,5}$, Ом, соединены параллельно. Их общее сопротивление вычислим по формуле:

$$r_{2,3,6,4,5} = \frac{r_{2,3,6} \cdot r_{4,5}}{r_{2,3,6} + r_{4,5}} = \frac{26,67 \cdot 16}{26,67 + 16} = 10 \quad (4)$$

5) Сопротивление r_1 и $r_{2,3,6,4,5}$, Ом, соединены последовательно. Их общее сопротивление вычислим по формуле:

$$r_{1,2,3,6,4,5} = r_{\Sigma} = r_1 + r_{2,3,6,4,5} = 1,1 + 10 = 11,1 \quad (5)$$

Эквивалентная схема цепи



6) Напряжение U_2 , В, на сопротивлении r_2 по закону Ома вычисляем по формуле:

$$U_2 = I_2 \cdot r_2 = 0,1 \cdot 100 = 10 \quad (6)$$

7) Так как сопротивления r_2 и r_3 соединены параллельно, то

$$U_2 = U_3 = I_3 \cdot r_3 \Rightarrow I_3 = \frac{U_3}{r_3} = \frac{10}{20} = 0,5 \text{ (A)} \quad (7)$$

по закону Ома для участка цепи.

8) По первому закону Кирхгофа I_6 , А, вычисляем по формуле:

$$I_6 = I_2 + I_3 = 0,1 + 0,5 = 0,6 \quad (8)$$

9) По закону Ома для участка цепи U_{AC} , В, вычисляем по формуле:

$$U_{AC} = I_6 \cdot r_{2,3,6} = 0,6 \cdot 26,67 = 16 \quad (9)$$

10) С другой стороны, т.к. сопротивления $r_{2,3,6}$ и $r_{4,5}$ соединены параллельно,

то
$$U_{AC} = I_4 \cdot r_{4,5} \Rightarrow I_4 = I_5 = \frac{U_{AC}}{r_{4,5}} = \frac{16}{16} = 1 \text{ (A)} \quad (10)$$

11) По первому закону Кирхгофа I, А, вычисляем по формуле:

$$I = I_4 + I_6 = 1 + 0,6 = 1,6 \quad (11)$$

- это показания амперметра.

12) Так как сопротивление амперметра бесконечно мало, то U_{AB} , В, равно:

$$U_{AB} = U_{AC} = 16 \quad (12)$$

- это показания вольтметра.

13) Так как сопротивление вольтметра бесконечно велико, то I, А, равен:

$$I = I_1 = 1,6 \quad (13)$$

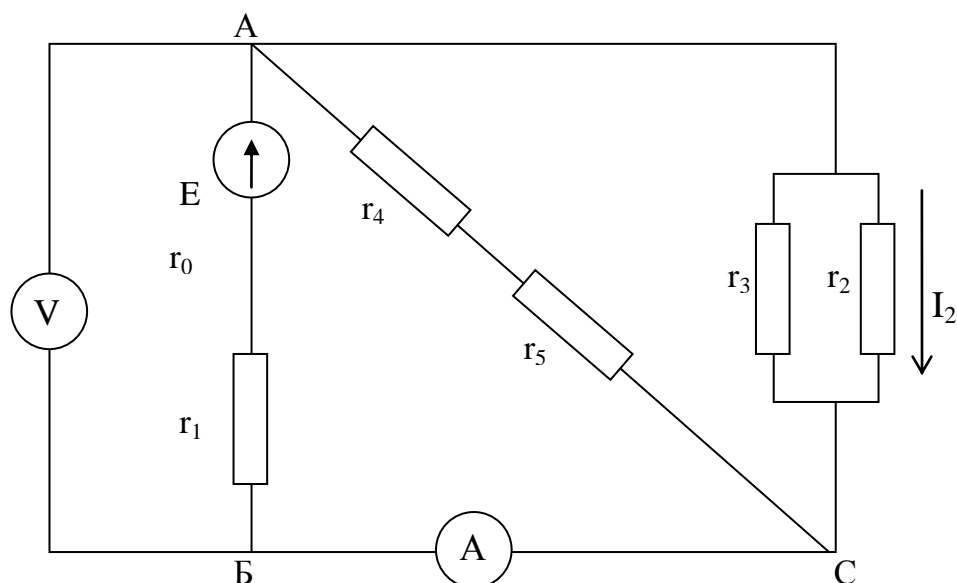
14) По закону Ома для полной цепи:

$$I = \frac{E}{r_0 + r_{\Sigma}} \Rightarrow E = I (r_0 + r_{\Sigma}) = 1,6 (0,1 + 11,1) = 17,9 \text{ (В)} \quad (14)$$

- ЭДС источника.

15) Считая ЭДС источника неизменной, определим показания тех же приборов при коротком замыкании резистора r_6 ($r_6 = 0$).

Схема цепи при $r_6 = 0$ принимает вид



$$r_{2,3} = \frac{r_2 \cdot r_3}{r_2 + r_3} = \frac{100 \cdot 20}{100 + 20} = 16,67(\text{Ом})$$

$$r_{4,5} = r_4 + r_5 = 10 + 6 = 16(\text{Ом})$$

$$r_{2,3,4,5} = \frac{r_{2,3} \cdot r_{4,5}}{r_{2,3} + r_{4,5}} = \frac{16,67 \cdot 16}{16,67 + 16} = 8,16 (\text{Ом}) \quad (15)$$

16) Эквивалентное сопротивление цепи r_{Σ} , Ом, вычислим по формуле:

$$r_{\Sigma} = r_1 + r_{2,3,4,5} = 1,1 + 8,16 = 9,26 \quad (16)$$

17) По закону Ома для полной цепи вычислим I по формуле:

$$I = \frac{E}{r_0 + r_{\Sigma}} = \frac{17,9}{0,1 + 9,26} = 1,9 \text{ (А)} \quad (17)$$

- показания амперметра при $r_6 = 0$.

По закону Ома для участка цепи U_{AC} вычисляем по формуле

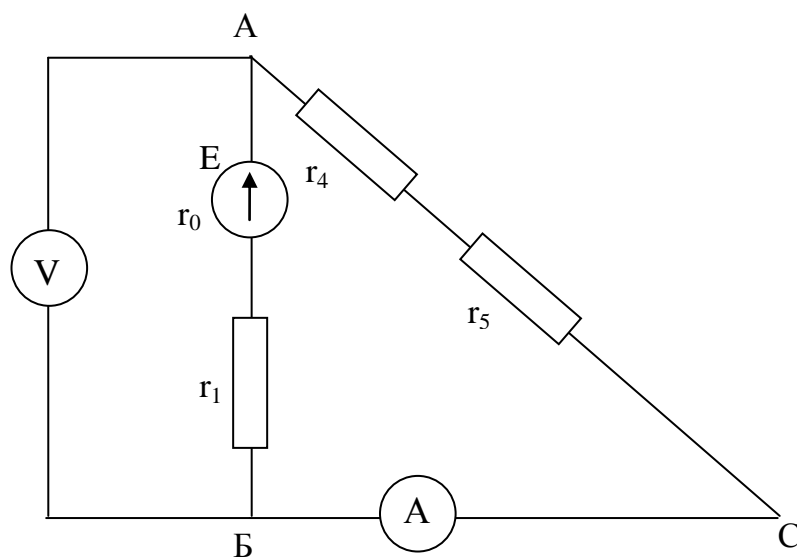
$$U_{AC} = I \cdot r_{2,3,4,5} = 1,9 \cdot 8,16 = 15,5 \text{ (В)} \quad (18)$$

$U_{AB} = U_{AC} = 15,5$ (т.к. сопротивление амперметра бесконечно мало)

- показания вольтметра при $r_6 = 0$.

18) Определим показания тех же приборов при обрыве r_6 ($r_6 = \infty$).

Схема цепи при $r_6 = \infty$ принимает вид



19) Эквивалентное сопротивление цепи r_{Σ} , Ом, вычислим по формуле:

$$r_{\Sigma} = r_1 + r_4 + r_5 = 1,1 + 10 + 6 = 17,1 \quad (19)$$

20) По закону Ома для полной цепи вычислим I по формуле:

$$I = \frac{E}{r_0 + r_{\Sigma}} = \frac{17,9}{0,1 + 17,1} = 1,04 \text{ (A)} \quad (20)$$

- показания амперметра при $r_6 = \infty$.

$$U_{AB} = U_{AC} = I \cdot r_{4,5} = 1,04 \cdot 16 = 16,6 \text{ (B)} \quad (21)$$

- показания вольтметра при $r_6 = \infty$.

Ответ:

$E = 17,9 \text{ В}$ - ЭДС источника; $I = 1,6 \text{ А}$ - показания амперметра; $U_{AB} = 16 \text{ В}$ - показания вольтметра.

$I = 1,9 \text{ А}$; $U_{AB} = 15,5 \text{ В}$ - показания амперметра и вольтметра при $r_6 = 0$ (кз).

$I = 1,04 \text{ А}$; $U_{AB} = 16,6 \text{ В}$ - показания амперметра и вольтметра при $r_6 = \infty$ (обрыв цепи).

ЗАДАЧА № 12

В цепь переменного тока частотой 50 Гц включена катушка, обладающая активным сопротивлением r и индуктивным сопротивлением x_L . К цепи приложено напряжение $u = U_m \cdot \sin \omega t$. Определить показания измерительных приборов, включенных в цепь, а также реактивную мощность цепи. Построить треугольник сопротивлений и векторную диаграмму.

Дано:

$$r = 6,34 \text{ Ом}$$

$$x_L = 4,9 \text{ Ом}$$

$$U_m = 282 \text{ В}$$

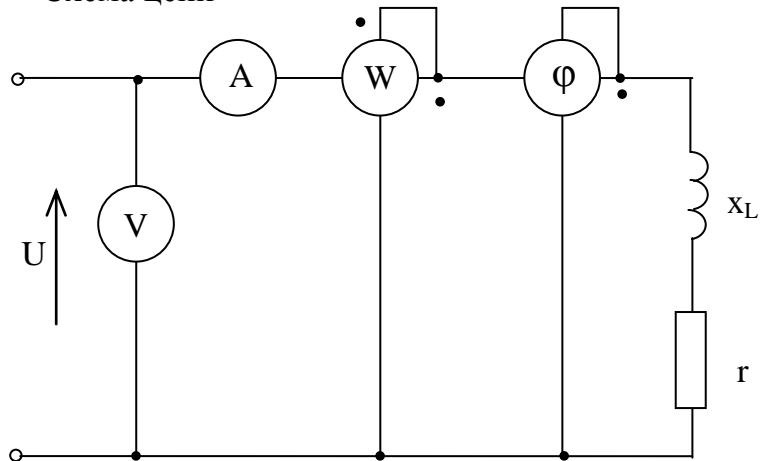
$$u = U_m \cdot \sin \omega t$$

$$f = 50 \text{ Гц}$$

Найти:

$$U, I, \cos \varphi, P, Q, S$$

Схема цепи



Решение:

1) Действующее значение приложенного напряжения U , В, вычисляем по формуле:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{282}{\sqrt{2}} = 200 \quad (1)$$

Вольтметр покажет значение 200 В.

2) Полное сопротивление цепи Z , Ом, вычислим по формуле:

$$Z = \sqrt{r^2 + x_L^2} = \sqrt{6,34^2 + 4,9^2} = 8 \quad (2)$$

Тогда ток I , А, в цепи по закону Ома вычислим по формуле:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{200}{8} = 25 \quad (3)$$

Амперметр покажет значение 25 А.

3) Сдвиг фаз между током I и напряжением U вычислим по формуле:

$$\sin \varphi = \frac{X_L}{Z} = \frac{4,9}{8} = 0,6125 \quad (4)$$

$$\cos \varphi = \frac{r}{Z} = \frac{6,34}{8} = 0,7925 \quad (5)$$

$$\varphi = 37,58^\circ$$

Фазометр покажет значение 0,79.

4) Активную мощность P цепи вычислим по формуле:

$$P = I^2 \cdot r = I \cdot U \cdot \cos \varphi = 25 \cdot 200 \cdot 0,7925 = 3962,5 \text{ Вт} \quad (6)$$

Ваттметр покажет значение 3,96 кВт.

5) Реактивную мощность Q цепи вычислим по формуле:

$$Q = I^2 \cdot X_L = I \cdot U \cdot \sin \varphi = 25 \cdot 200 \cdot 0,6125 = 3062,5 \text{ вар} \quad (7)$$

6) Полную мощность S цепи вычислим по формуле:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = I \cdot U = 25 \cdot 200 = 5 \text{ кВ} \cdot \text{А} \quad (8)$$

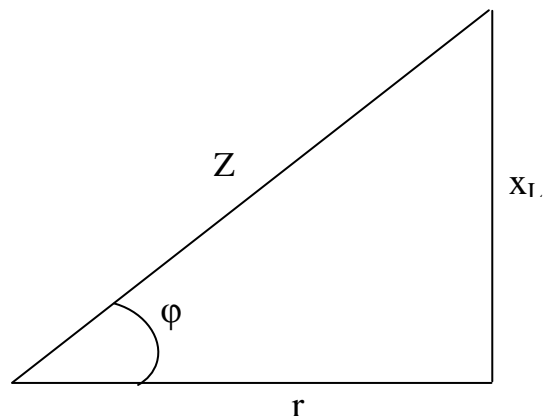
7) Построим треугольник сопротивлений в масштабе $1 \text{ см} = 1 \text{ Ом}$:

$$r = 6,34 \text{ Ом}$$

$$X_L = 4,9 \text{ Ом}$$

$$Z = 8 \text{ Ом}$$

$$\varphi = 37,58^\circ$$



8) Падение напряжений U_r и U_L , В, на элементах цепи вычисляем по формулам:

$$U_r = I \cdot r = 25 \cdot 6,34 = 158,5 \quad (9)$$

$$U_L = I \cdot X_L = 25 \cdot 4,9 = 122,5 \quad (10)$$

9) Построим векторную диаграмму цепи с масштабом:

$M_I = 2 \text{ A/cm}$, $M_U = 20 \text{ B/cm}$.

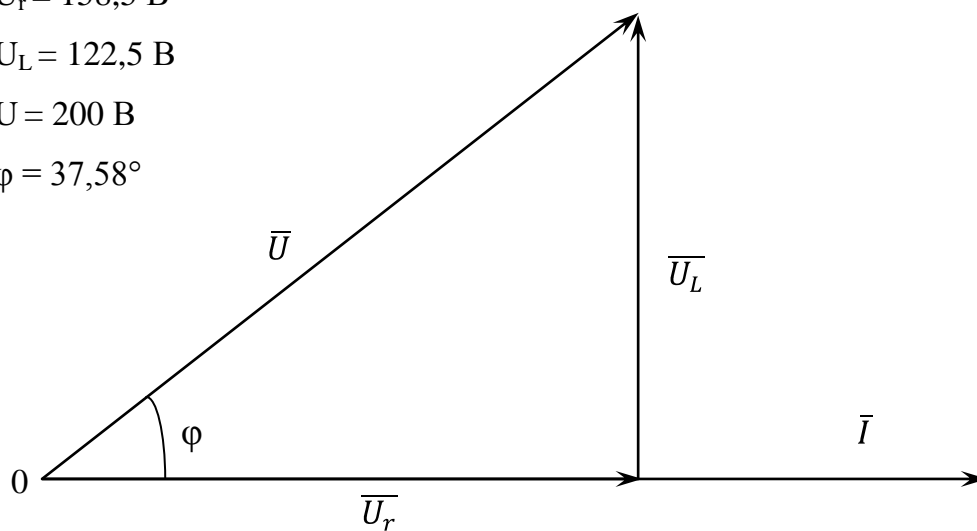
$$I = 25 \text{ A}$$

$$U_r = 158,5 \text{ B}$$

$$U_L = 122,5 \text{ B}$$

$$U = 200 \text{ B}$$

$$\varphi = 37,58^\circ$$



Ответ:

$U = 200 \text{ B}$; $I = 25 \text{ A}$; $\cos \varphi = 0,79$ - показания вольтметра, амперметра и фазометра.

$P = 3,96 \text{ кВт}$ – показания ваттметра; $Q = 3,06 \text{ квар}$; $S = 5 \text{ кВ} \cdot \text{А}$.

ЗАДАЧА № 17

В сеть переменного тока частотой 50 Гц включены параллельно два резистора с активным сопротивлением r_1 и r_2 . Напряжение сети $u = U_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$. Определить показания измерительных приборов, включенных в сеть, написать выражения мгновенного значения тока в неразветвленной части цепи.

Дано:

$$U = U_m \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$U_m = 360 \text{ В}$$

$$r_1 = 40 \text{ Ом}$$

$$r_2 = 50 \text{ Ом}$$

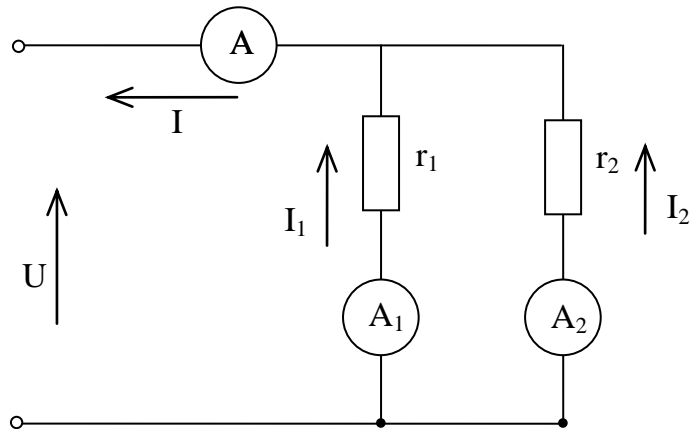
$$\varphi = 90^\circ$$

$$f = 50 \text{ Гц}$$

Найти:

$$I_1, I_2, I, i = f(t)$$

Схема цепи



Решение:

1) Мгновенное значение напряжения U , В, сети вычислим по формуле:

$$u = 360 \cdot \sin(\omega t + \varphi) = 360 \cdot \sin(2\pi f \cdot t + 90) = 360 \cdot \sin(314 \cdot t + 90) \quad (1)$$

2) Эквивалентное сопротивление r_3 , Ом, всей цепи вычислим по формуле:

$$r_3 = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} = \frac{40 \cdot 50}{40 + 50} = 22,22 \quad (2)$$

3) Амплитудное значение тока I_m , А, по закону Ома вычислим по формуле:

$$I_m = \frac{U_m}{r_3} = \frac{360}{22,22} = 16,2 \quad (3)$$

4) Амплитудные значения токов I_{m1} и I_{m2} , А, в ветвях цепи по закону Ома вычислим по формуле:

$$I_{m1} = \frac{U_m}{r_1} = \frac{360}{40} = 9 \quad (4)$$

$$I_{m2} = \frac{U_m}{r_2} = \frac{360}{50} = 7,2 \quad (5)$$

5) Мгновенное значение тока I , А, вычислим по формуле:

$$i = I_m \cdot \sin(314 \cdot t + 90) = 16,2 \cdot \sin(314 \cdot t + 90) \quad (6)$$

6) Амперметры покажут действующее значение токов:

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{16,2}{\sqrt{2}} = 11,5 \text{ А} \quad (7)$$

$$I_1 = \frac{I_{m1}}{\sqrt{2}} = \frac{9}{\sqrt{2}} = 6,4 \text{ А} \quad (8)$$

$$I_2 = \frac{I_{m2}}{\sqrt{2}} = \frac{7,2}{\sqrt{2}} = 5,1 \text{ А} \quad (9)$$

Ответ:

$I = 11,5 \text{ А}$; $I_1 = 6,4 \text{ А}$; $I_2 = 5,1 \text{ А}$ – показания амперметров.

$i = 16,2 \cdot \sin(314 \cdot t + 90) \text{ [А]}$ – выражение мгновенного значения тока в неразветвленной цепи.