

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Теоретические основы электротехники»

В. В. Соленков, Я. О. Шабловский, В. В. Брель

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ЗАДАЧНИК

**по курсу «Теоретические основы электротехники»
для студентов электротехнических
и энергетических специальностей
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2010

УДК 621.3.011.7(075.8)
ББК 31.211я73
С60

*Рекомендовано научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 10 от 30.06.2010 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Автоматизированный электропривод»
ГГТУ им. П. О. Сухого *А. В. Козлов*

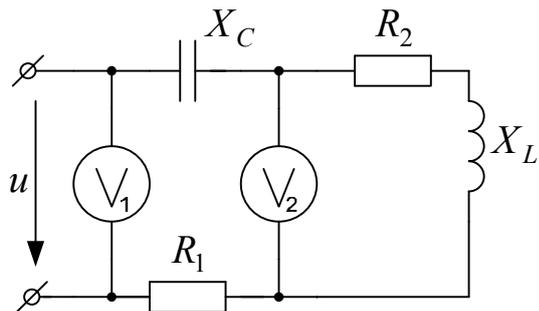
Соленков, В. В.
С60 Электрические цепи переменного тока : задачник по курсу «Теоретические основы электротехники» для студентов электротехн. и энергет. специальностей днев. и заоч. форм обучения / В. В. Соленков, Я. О. Шабловский, В. В. Брель. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 74 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Курс «Теоретические основы электротехники» является базовым при подготовке инженеров электротехнических специальностей. При изучении данного курса студент учится правильно ставить электротехническую задачу, составлять ее расчетную модель, выбирать наиболее рациональный метод решения и интерпретировать полученные результаты. Цель пособия – повышение эффективности использования задач в процессе изучения курса ТОЭ и систематизация знаний студента при подготовке к экзаменам. Приводятся примеры решения задач.

Для студентов электротехнических и энергетических специальностей дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.3.011.7(075.8)
ББК 31.211я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

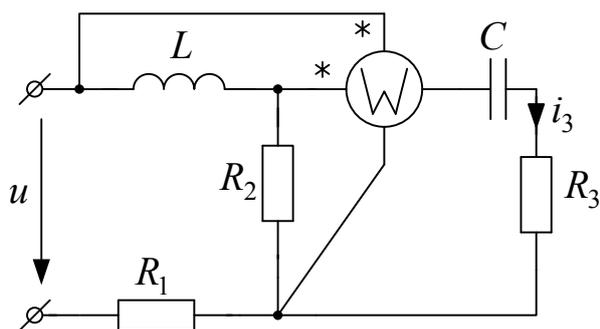


$$U_{V1} = 100 \text{ В};$$

$$R_1 = 10 \text{ Ом}; R_2 = 20 \text{ Ом};$$

$$X_C = 20 \text{ Ом}; X_L = 60 \text{ Ом}.$$

Определить показание
вольтметра U_{V2} .

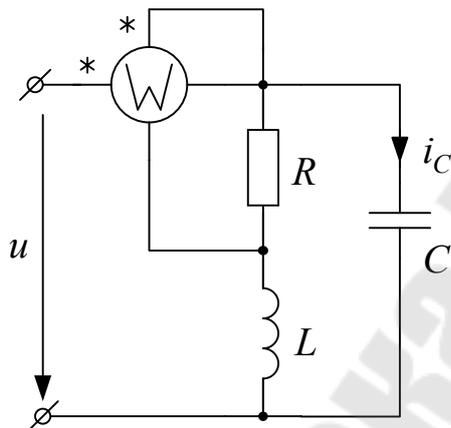


$$u = 311 \sin(\omega t - 60^\circ) \text{ В}; f = 63,71 \text{ Гц};$$

$$L = 50 \text{ мГн}; C = 83,8 \text{ мкФ};$$

$$R_1 = 5 \text{ Ом}; R_2 = 25 \text{ Ом}; R_3 = 15 \text{ Ом};$$

1. Рассчитать мгновенное значение тока i_3 .
2. Определить показания ваттметра.

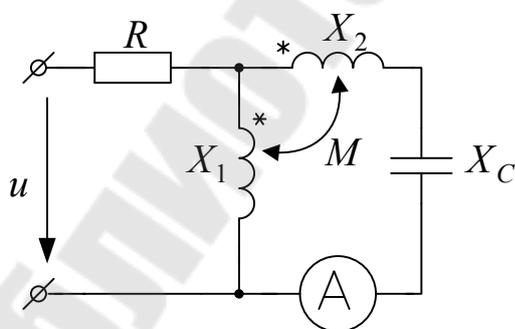


В цепи резонанс.

$$u = 240 \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ В};$$

$$L = 60 \text{ мГн}; R = 25 \text{ Ом};$$

1. Рассчитать мгновенное значение тока i_C .
2. Определить показания ваттметра.



$$u = 170 \cos(\omega t - 45^\circ) \text{ В};$$

$$R = 40 \text{ Ом}; X_C = 30 \text{ Ом}; X_1 = 80 \text{ Ом};$$

$$X_2 = 20 \text{ Ом}; X_M = 25 \text{ Ом};$$

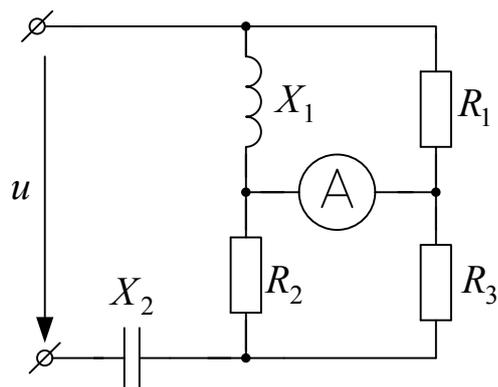
1. Рассчитать активную мощность, потребляемую цепью.
2. Определить показания амперметра.

К источнику переменного напряжения подключили резистор и индуктивную катушку, соединенные последовательно.

Ток в цепи $i = 2,82 \sin(500t - 15^\circ)$ А.

Сопротивление резистора $R = 25$ Ом.

Определить параметры катушки R_k и L_k , если напряжение источника $u = 150 \sin(500t + 30^\circ)$ В.

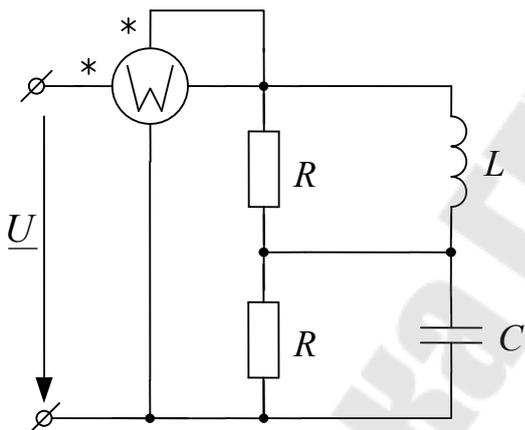


$u = 170 \cos(\omega t - 40^\circ)$ В;

$R_1 = 50$ Ом; $X_1 = 30$ Ом;

$R_2 = X_2 = 60$ Ом; $R_3 = 40$ Ом;

1. Определить показания амперметра.
2. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

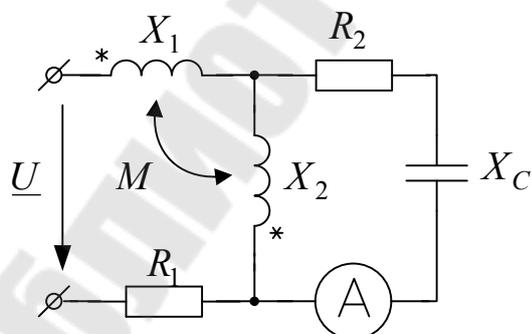


$U = 180$ В; $f \approx 159,2$ Гц;

$L = 80$ мГн; $C = 25$ мкФ.

Определить:

- сопротивление R , при котором в цепи возникает резонанс;
- показание ваттметра при резонансе.

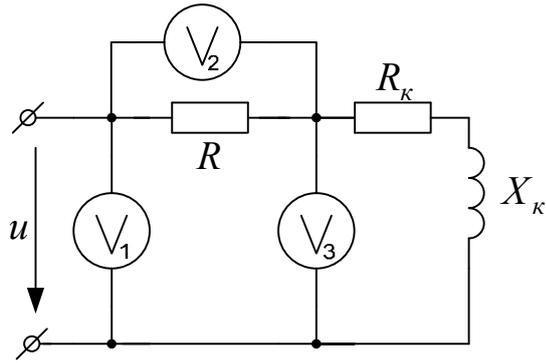


$U = 160$ В;

$R_1 = X_1 = 40$ Ом; $R_2 = 15$ Ом;

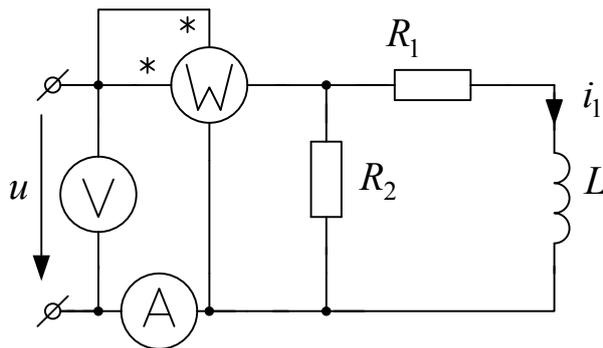
$R_2 = X_C = 30$ Ом; $k = 0,8$.

1. Рассчитать активную мощность, потребляемую цепью.
2. Определить показания амперметра.



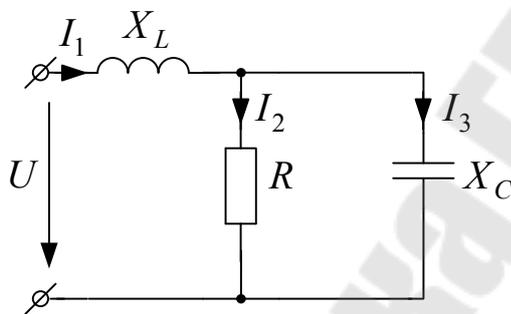
Для определения параметров катушки R_k и X_k собрали цепь:
 $U_{V1} = 45 \text{ В}; U_{V2} = 20 \text{ В}; U_{V3} = 30 \text{ В};$
 $R = 20 \text{ Ом}.$

Определить R_k и X_k .



$I_1 = 1 \text{ А}; R_1 = 100 \text{ Ом}; R_2 = 200 \text{ Ом};$
 $L = 276 \text{ мГн}; f = 100 \text{ Гц}.$

Определить показания приборов.

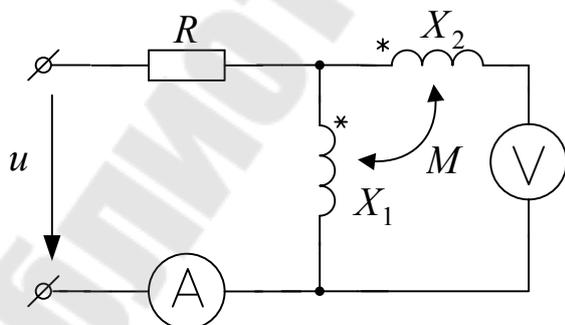


В цепи резонанс.

$R = X_C = 2 \text{ Ом}; I_3 = 5 \text{ А}.$

Определить:

- напряжение U в цепи;
- ток I_1 ;
- активную мощность P , потребляемую цепью.

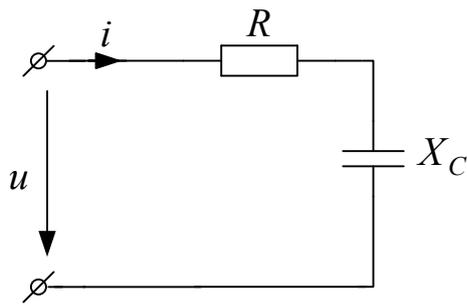


$u = 200 \sin \omega t \text{ В};$

$R = 10 \text{ Ом}; X_1 = 20 \text{ Ом};$

$X_2 = 40 \text{ Ом}; X_M = 10 \text{ Ом};$

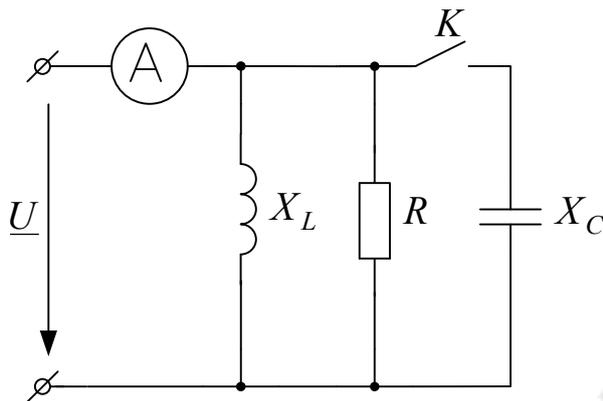
Определить показания приборов.



$$u = 141 \sin 500t \text{ В};$$

$$i = 14,1 \sin(500t + 30^\circ) \text{ А}$$

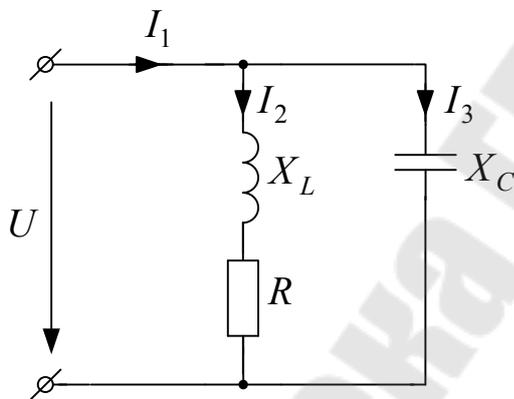
Определить ток в приемнике, если частота f питающего напряжения уменьшится вдвое.



До замыкания ключа К амперметр показывал $I_A = 15 \text{ А}$;

$$R = 20 \text{ Ом}; X_L = X_C = 20 \text{ Ом}.$$

Как изменится показание прибора после замыкания ключа?

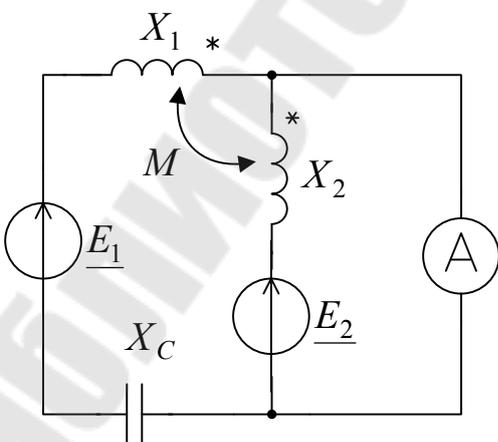


В цепи резонанс.

$$R = 4 \text{ Ом}; I_2 = 2\sqrt{2} \text{ А}; I_3 = 2 \text{ А}.$$

Определить:

- напряжение U в цепи;
- ток I_1 ;
- активную мощность P , потребляемую цепью

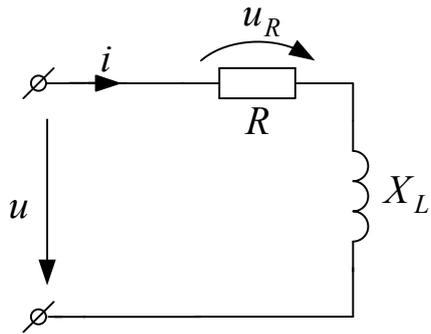


$$\underline{E}_1 = (80 - j60) \text{ В};$$

$$\underline{E}_2 = (40 + j30) \text{ В}; X_1 = 40 \text{ Ом};$$

$$X_2 = 10 \text{ Ом}; X_M = 50 \text{ Ом}; k = 1.$$

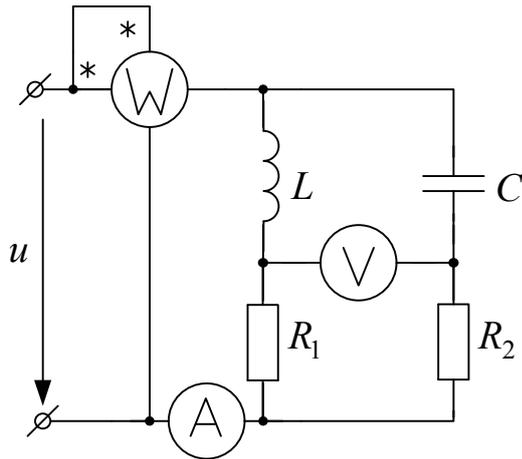
Определить показания амперметра.



$$u = 100\sqrt{2} \sin(314t + 30^\circ) \text{ В};$$

$$R = X_L = 10 \text{ Ом}.$$

Определить мгновенное значение напряжения на сопротивлении u_R .

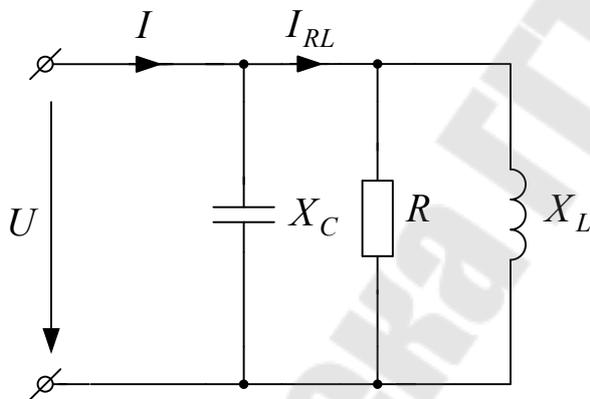


$$u = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$$

$$L = 0,1 \text{ Гн}; X_L = 4 \text{ Ом};$$

$$R_1 = R_2 = 2 \text{ Ом}; X_C = 3 \text{ Ом}.$$

Определить показания приборов.

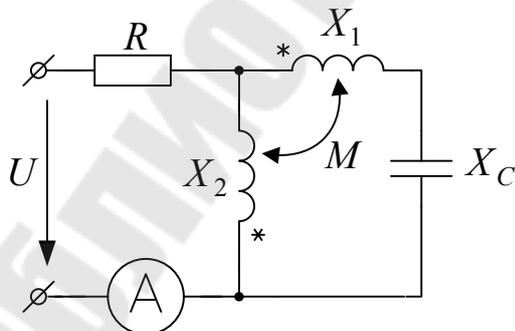


В цепи резонанс.

$$U = 10 \text{ В}; I = 4 \text{ А}; I_{RL} = 5 \text{ А}.$$

Определить:

- сопротивления R , X_L и X_C ;
- активную мощность P , потребляемую цепью.

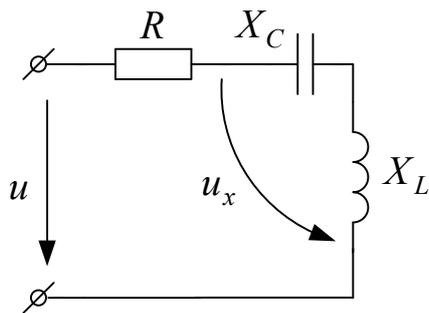


$$U = 50 \text{ В};$$

$$R = 2,5 \text{ Ом}; X_1 = 20 \text{ Ом};$$

$$X_2 = X_C = 10 \text{ Ом}; X_M = 15 \text{ Ом};$$

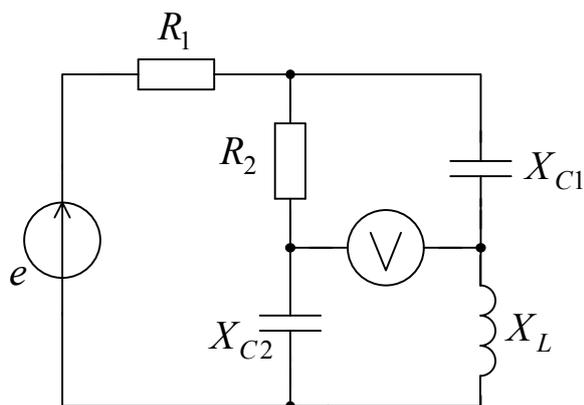
Определить показания амперметра.



$$u_x = 40 \sin \omega t \text{ В};$$

$$R = 3 \text{ Ом}; X_C = 6 \text{ Ом}; X_L = 6 \text{ Ом}.$$

Определить мгновенное значение напряжения сети $u(t)$.

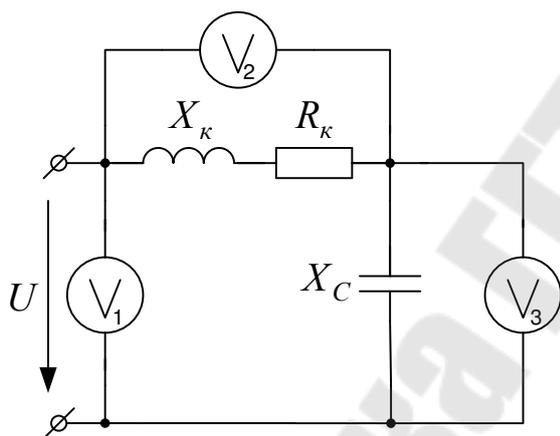


$$e = 30 \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ В};$$

$$X_L = X_{C1} = 20 \text{ Ом}; X_{C2} = 40 \text{ Ом};$$

$$R_1 = 30 \text{ Ом}; R_2 = 40 \text{ Ом}.$$

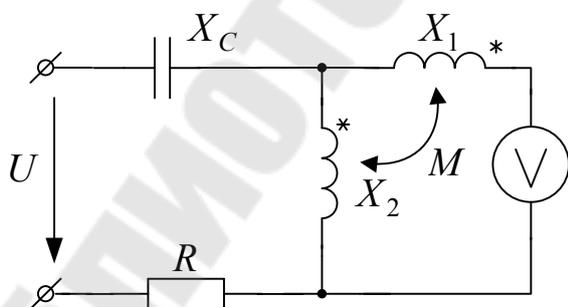
Определить показания вольтметра.



В цепи резонанс.

$$U_{V1} = 40 \text{ В}; U_{V3} = 30 \text{ В}.$$

Определить показания вольтметра U_{V2} .

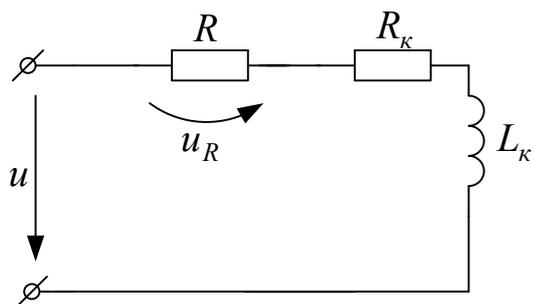


$$U = 100 \text{ В};$$

$$X_2 = 15 \text{ Ом}; X_1 = 8 \text{ Ом};$$

$$R = X_C = 10 \text{ Ом}; X_M = 5 \text{ Ом};$$

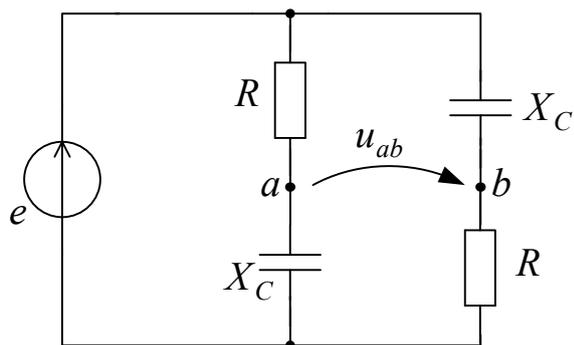
1. Определить показания вольтметра.
2. Как изменится показание вольтметра, если поменять местами зажимы одной из индуктивностей.



$$u_R = 10 \sin \omega t \text{ В}; \quad \omega = 40 \text{ с}^{-1};$$

$$R_k = 3 \text{ Ом}; \quad L_k = 0,1 \text{ Гн}; \quad R = 1 \text{ Ом}.$$

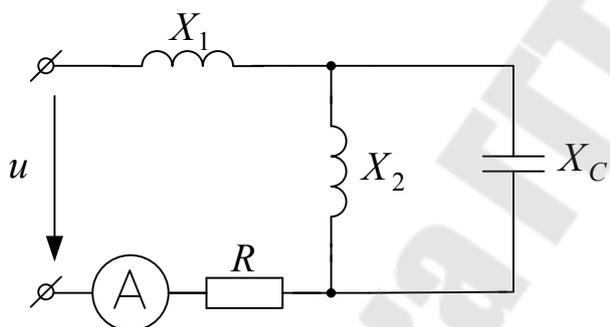
Определить мгновенное значение напряжения сети $u(t)$.



$$e = 10\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$$

$$R = X_C.$$

Определить мгновенное значение напряжения u_{ab} .



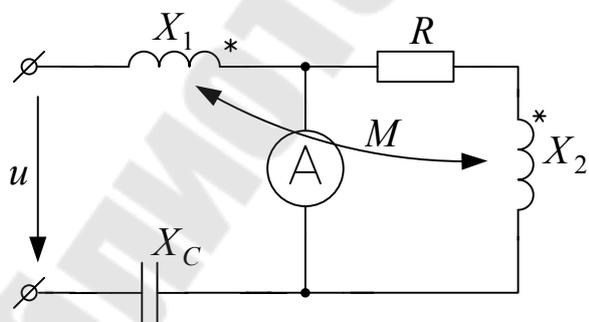
В цепи резонанс.

$$u = 60\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В}; \quad X_2 = 20 \text{ Ом};$$

$$X_C = 10 \text{ Ом}; \quad R = 15 \text{ Ом};$$

Определить:

- сопротивление X_1 , при котором в цепи возникает резонанс напряжений;
- показания амперметра при резонансе.

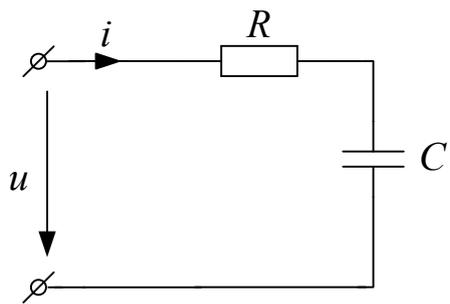


$$u = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$$

$$R = 10 \text{ Ом}; \quad X_1 = 30 \text{ Ом};$$

$$X_2 = X_C = 20 \text{ Ом}; \quad X_M = 10 \text{ Ом};$$

Определить показания амперметра.

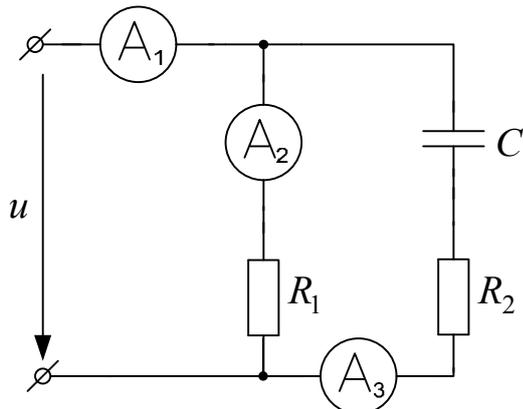


$$u = 283 \sin 500t \text{ В};$$

$$R = 8 \text{ Ом}; C = 250 \text{ мкФ}.$$

Определить:

- i, \underline{I}, I_m ;
- P, Q и S приемника;
- построить векторную диаграмму токов и напряжений.

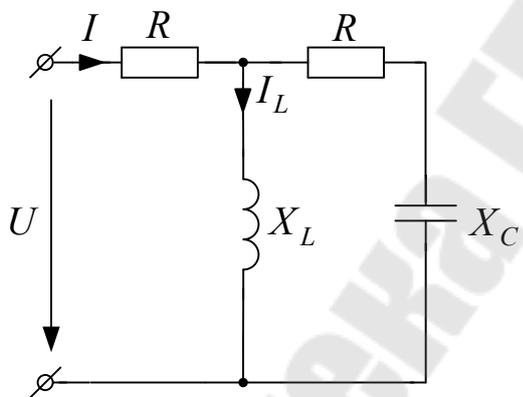


$$I_{A1} = 2\sqrt{3} \text{ А};$$

$$I_{A2} = I_{A3} = 2 \text{ А}; R_1 = 50 \text{ Ом}.$$

Определить:

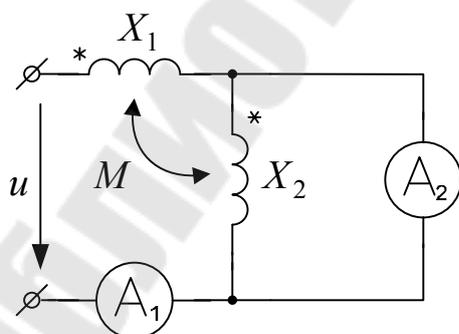
- значения R_2 и X_C ;
- $\cos \varphi$ цепи.



В цепи резонанс.

$$I_L = 10 \text{ А}; R = \sqrt{3} \text{ Ом};$$

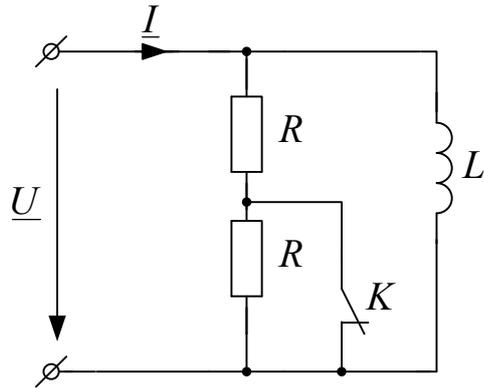
Определить ток I в неразветвленной части цепи.



$$u = 150\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$$

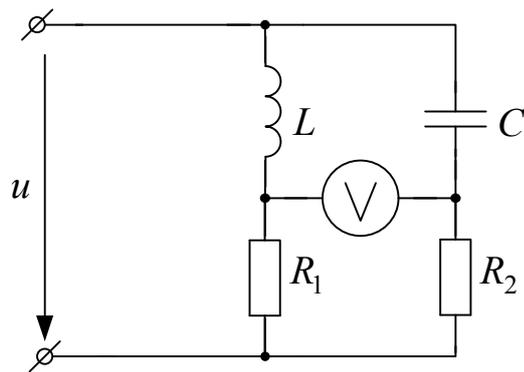
$$X_1 = X_2 = 10 \text{ Ом}; k = 0,5.$$

Определить показания амперметров.



При замкнутом ключе К сдвиг фаз между напряжением и током равен 45° .

Определить сдвиг фаз при разомкнутом ключе.

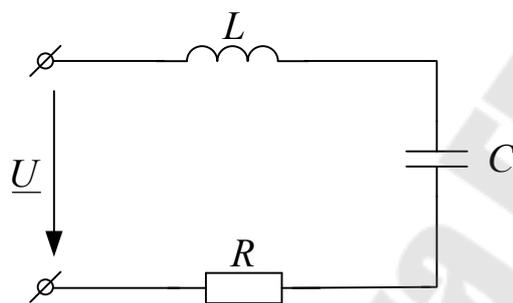


$$u = 100\sqrt{2} \sin(314t + 30^\circ) \text{ В};$$

$$R_1 = 50 \text{ Ом}; R_2 = 25 \text{ Ом};$$

$$L = 0,159 \text{ Гн}; C = 127 \text{ мкФ}.$$

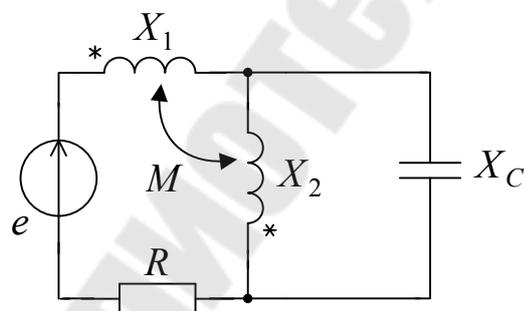
Определить показание вольтметра.



$$U = 120 \text{ В}; f = 50 \text{ Гц};$$

$$X_L = 2 \text{ Ом}; X_C = 50 \text{ Ом}; R = 10 \text{ Ом};$$

Определить ток в цепи и напряжение на ее элементах при резонансной частоте.

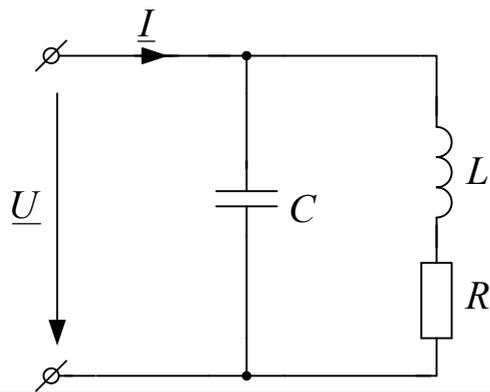


$$e = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В}; X_1 = 20 \text{ Ом};$$

$$X_M = R = 10 \text{ Ом}; X_2 = 30 \text{ Ом};$$

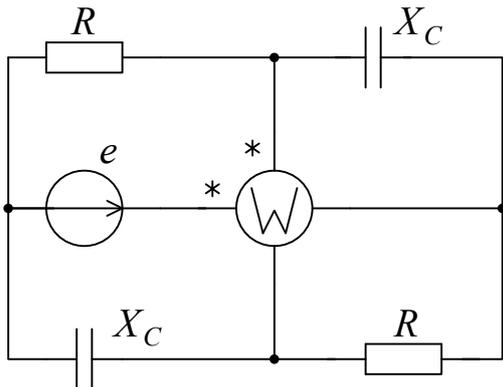
Определить:

- при каком X_C источник ЭДС развивает максимальную мощность;
- величину этой мощности.



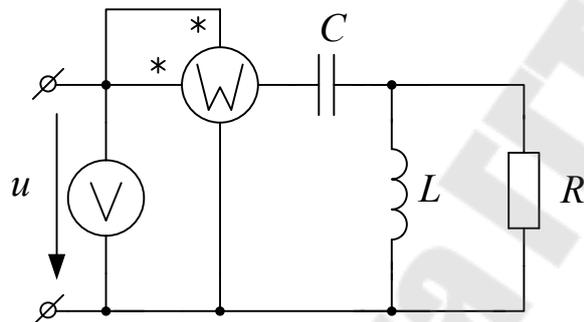
$U = const; 0 < \omega < \infty;$
 $C; R; L.$

Провести анализ и построить зависимости $P = f(\omega)$ и $\varphi = f(\omega)$.



$e = 100 \sin \omega t \text{ В};$
 $X_C = R = 10 \text{ Ом}.$

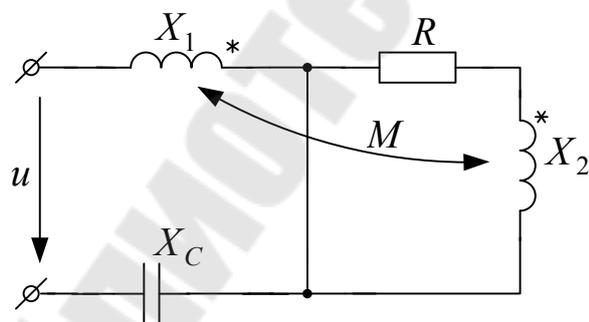
Рассчитать показания ваттметра.



В цепи резонанс.

$P_W = 4 \text{ Вт}; U_V = 4 \text{ В}; X_L = 2 \text{ Ом}.$

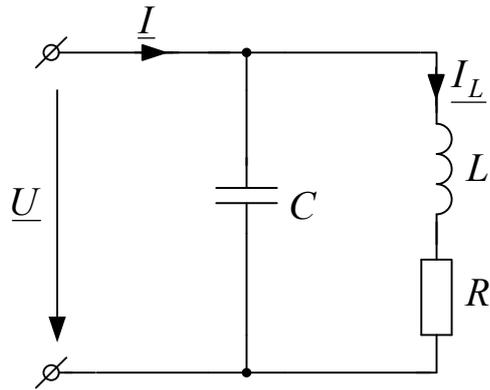
Определить сопротивления R и X_C .



$R = 30 \text{ Ом}; X_C = 40 \text{ Ом}; X_1 = 50 \text{ Ом};$
 $X_2 = 40 \text{ Ом}; X_M = 10 \text{ Ом}.$

Определить:

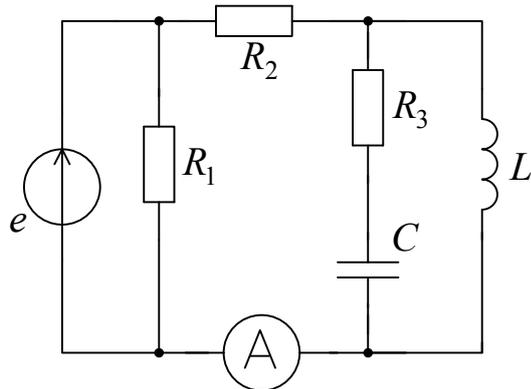
- входное сопротивление цепи;
- коэффициент магнитной связи k .



$$U = \text{const}; 0 < \omega < \infty;$$

$$C; R; L.$$

Провести анализ и построить зависимости $I = f(\omega)$ и $I_L = f(\omega)$.

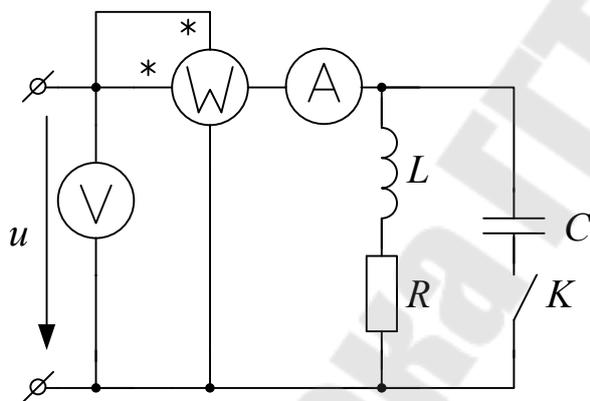


$$u = 100\sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ В};$$

$$R_1 = 50 \text{ Ом}; R_2 = \omega L = 10 \text{ Ом};$$

$$R_3 = 1/(\omega C) = 5 \text{ Ом}.$$

Определить показание амперметра.

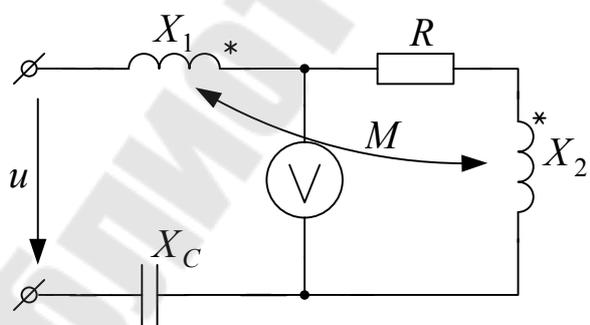


До замыкания ключа К:

$$P_W = 40 \text{ Вт}; U_V = 50 \text{ В};$$

$$I_A = 1 \text{ А}; \omega = 1000 \text{ с}^{-1}.$$

Какую емкость необходимо включить, чтобы в цепи был резонанс?

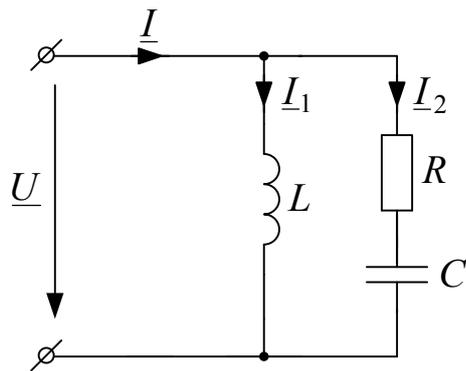


$$u = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В}; R = 30 \text{ Ом};$$

$$X_C = 10 \text{ Ом}; X_1 = 30 \text{ Ом};$$

$$X_2 = 40 \text{ Ом}; X_M = 10 \text{ Ом}.$$

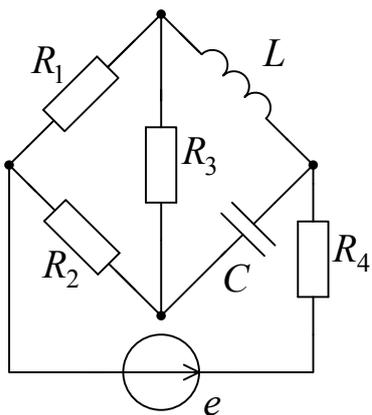
Определить показания вольтметра.



$$i_2 = 5 \sin \omega t \text{ A};$$

$$R = 4 \text{ Ом}; X_C = X_L = 3 \text{ Ом}.$$

Определить мгновенные значения тока i и напряжения u .

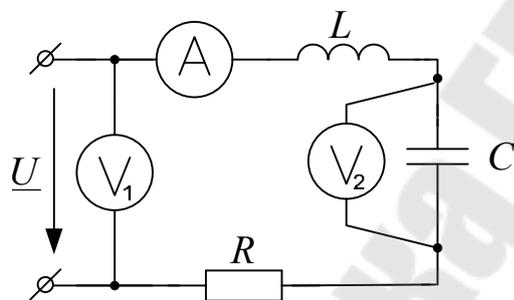


$$e = 34 \sin \omega t \text{ В};$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 6 \text{ Ом};$$

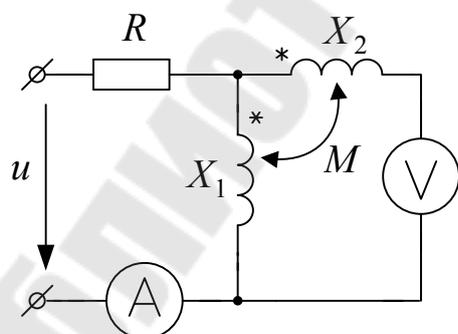
$$R_4 = X_C = X_L = 2 \text{ Ом}$$

Рассчитать мгновенное значение тока в емкости.



При изменении емкости C максимальное показание амперметра $I_{\max} = 10 \text{ А}$ при этом $U_{V1} = U_{V2} = 100 \text{ В}$.

Определить R и X_L .

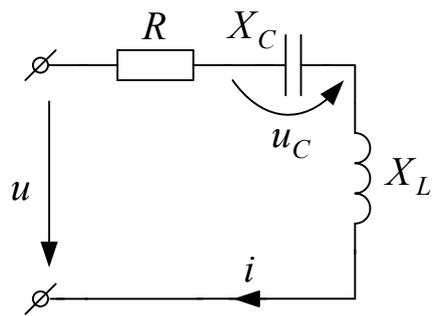


$$u = 120\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В}; R = 20 \text{ Ом};$$

$$X_1 = 20 \text{ Ом}; X_2 = 40 \text{ Ом};$$

$$X_M = 10 \text{ Ом}.$$

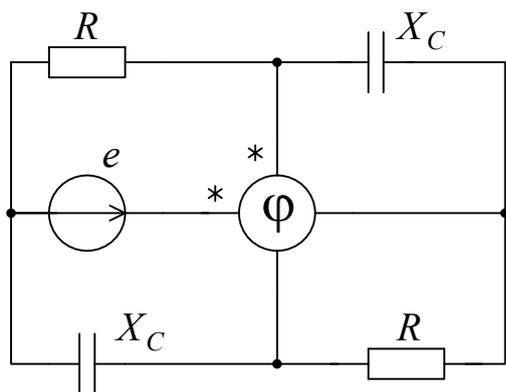
Определить показания приборов.



$$U = \text{const}; \quad 0 < \omega < \infty;$$

$$C; R; L.$$

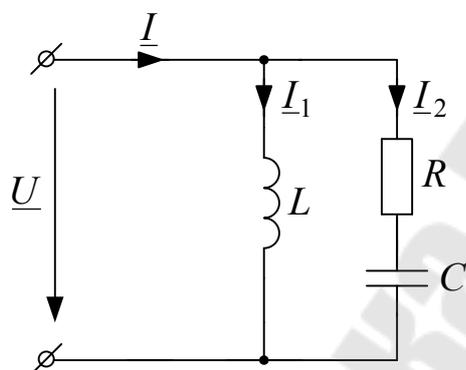
Построить зависимости $I = f(\omega)$ и $U_C = f(\omega)$.



$$e = 100 \sin \omega t \text{ В};$$

$$X_C = R = 10 \text{ Ом}.$$

Рассчитать показания фазометра.



В цепи резонанс.

$$I = 4 \text{ А}; \quad I_1 = 3 \text{ А};$$

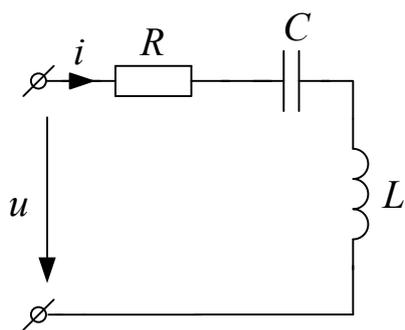
$$f = 50 \text{ Гц}; \quad U = 10 \text{ В}.$$

Определить параметры элементов R , L и C .

Две индуктивно связанные катушки соединены последовательно. Ток в цепи и напряжение на зажимах одной катушки соответственно равны:

$$I = 8e^{-j26^\circ} \text{ А}; \quad U = 64e^{-j26^\circ} \text{ В};$$

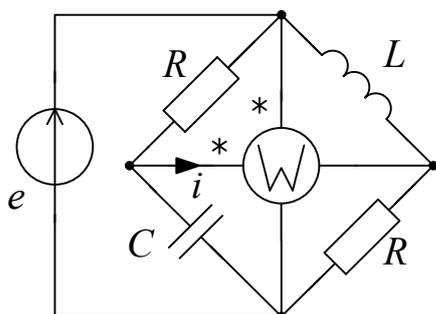
Определить R и L катушки, если $M = 0.16 \text{ Гн}$.



$$U = \text{const}; 0 < \omega < \infty;$$

$$C; R; L.$$

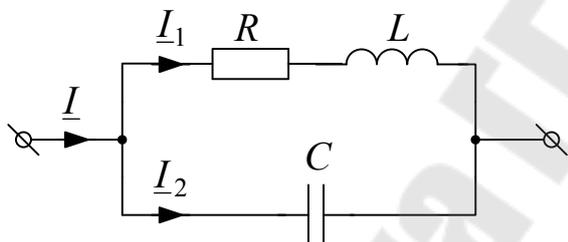
Провести анализ и построить зависимости $P = f(\omega)$ и $\cos \varphi = f(\omega)$.



$$e = 100 \sin \omega t \text{ В};$$

$$X_L = X_C = 2,3 \text{ Ом}; R = 4 \text{ Ом}.$$

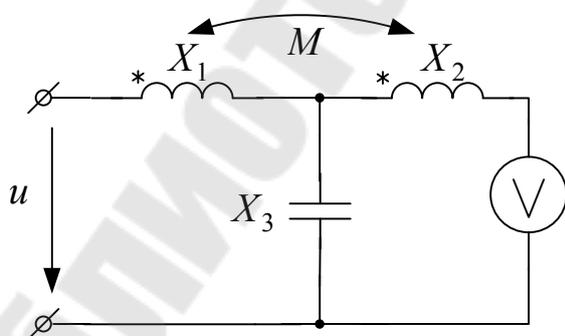
Рассчитать показания ваттметра.



В цепи резонанс.

$$I = 3,6 \text{ А}; I_1 = 6 \text{ А}.$$

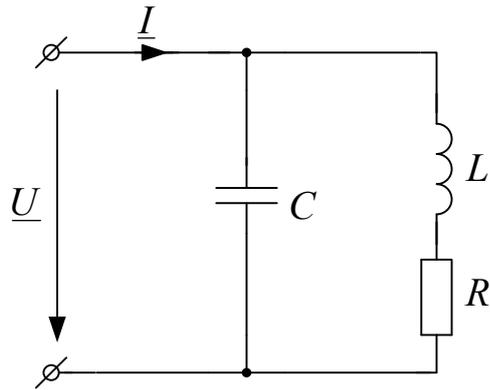
Определить ток I_2 .



$$u = 141 \sin \omega t \text{ В};$$

$$X_2 = X_3 = 10 \text{ Ом}; X_M = 5 \text{ Ом}.$$

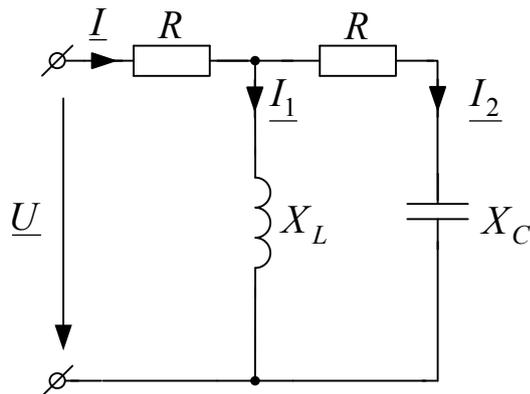
Определить показания вольтметра.



$$U = \text{const}; 0 < \omega < \infty;$$

$$C; R; L.$$

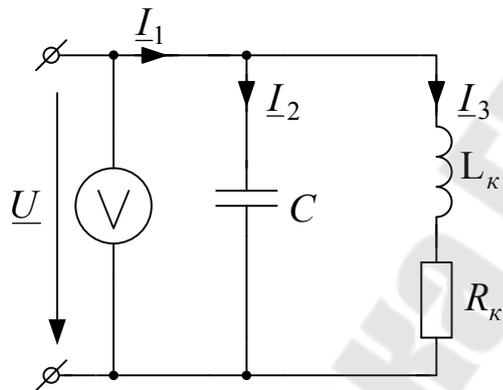
Провести анализ и построить зависимости $I = f(\omega)$ и $\cos \varphi = f(\omega)$.



$$i_2 = 4 \sin \omega t \text{ A};$$

$$R = \omega L = \frac{1}{\omega C} = 10 \text{ Ом.}$$

Определить мгновенное значение напряжения источника $u(t)$.

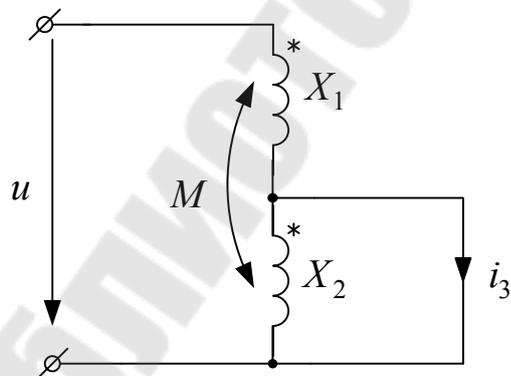


В цепи резонанс.

$$U_V = 60 \text{ В}; \omega = 100 \text{ с}^{-1};$$

$$I_1 = 4 \text{ А}; I_2 = 3 \text{ А.}$$

Определить параметры катушки R_k, L_k и емкость конденсатора C .

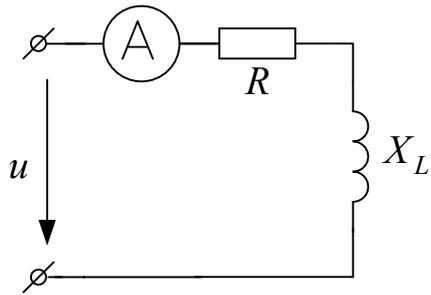


$$U = 120 \text{ В};$$

$$X_1 = X_2 = 10 \text{ Ом}; X_M = 5 \text{ Ом.}$$

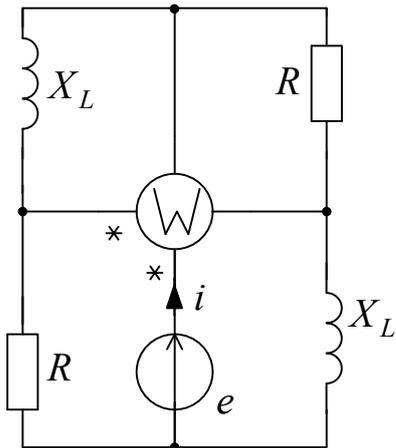
Определить:

- входное сопротивление цепи Z_{ex}
- ток в закоротке i_3 .



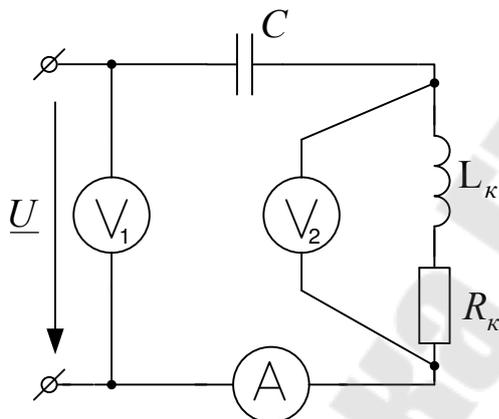
$R = 40 \text{ Ом}; L = 10 \text{ мГн};$
 при частоте источника $f = 50 \text{ Гц}$
 амперметр показывает $I_A = 10 \text{ А}.$

Что покажет прибор после увеличе-
 ния частоты в 3 раза?



$R = 8 \text{ Ом};$
 $I_{A2} = I_{A3} = 2 \text{ А}; R_1 = 50 \text{ Ом}.$

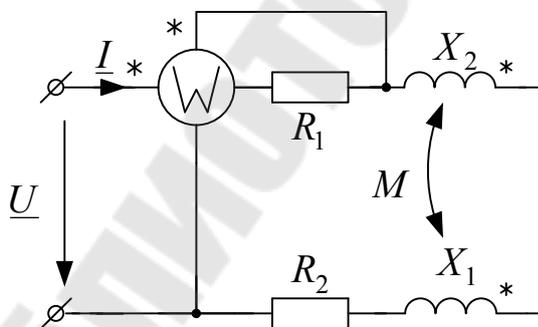
Рассчитать показания ваттметра.



В цепи резонанс.
 $U_{V1} = 90 \text{ В}; U_{V2} = 120 \text{ В};$
 $I_A = 5 \text{ А}.$

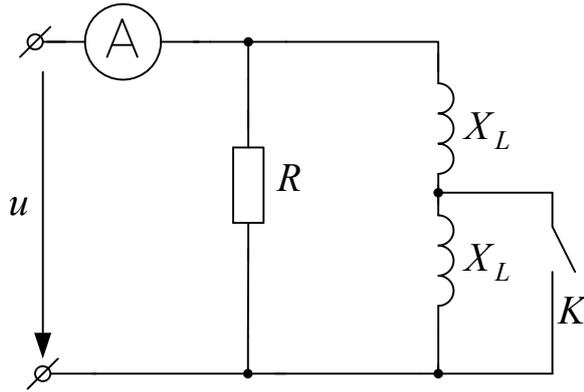
Определить:

- добротность контура;
- параметры катушки R_k и $L_k.$



$U = 100 \text{ В}; I = 2 \text{ А};$
 $X_1 = X_2 = 2X_M = R_1 = R_2.$

Определить показания ваттметра.

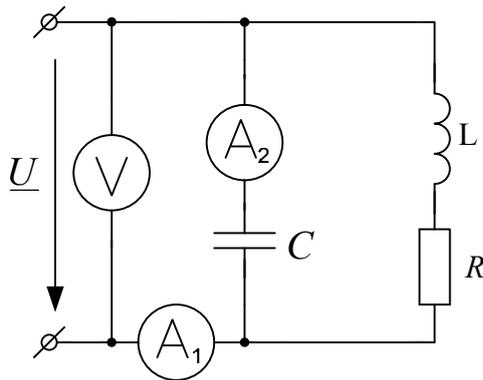


$$R = X_L \cdot \sqrt{2} \text{ Ом};$$

до замыкания ключа К

$$I_A = 7 \text{ А}$$

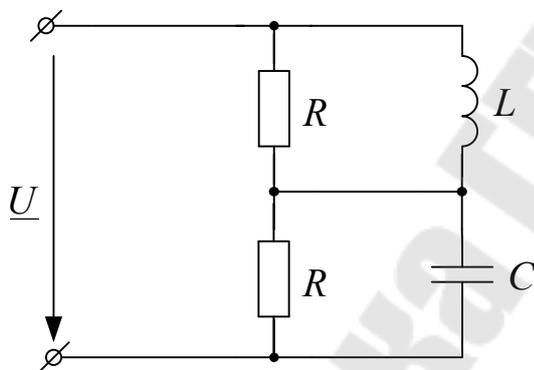
Рассчитать показание амперметра после замыкания ключа.



$$I_{A2} = 6 \text{ А}; R = 8 \text{ Ом};$$

$$X_L = X_C = 6 \text{ Ом}.$$

Определить показание электрических приборов.

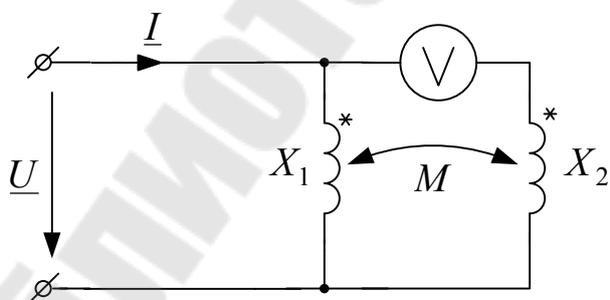


$$U = 100 \text{ В}; \omega = 1000 \text{ с}^{-1};$$

$$C = 50 \text{ мкФ}; L = 0,1 \text{ Гн}.$$

Определить:

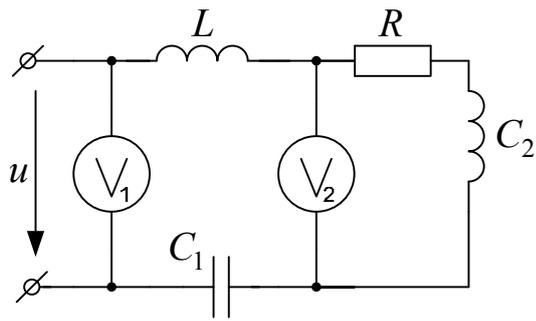
- при каком R в цепи резонанс;
- мощность, потребляемую цепью при резонансе.



$$I = 5 \text{ А};$$

$$X_1 = X_2 = 15 \text{ Ом}; X_M = 5 \text{ Ом}.$$

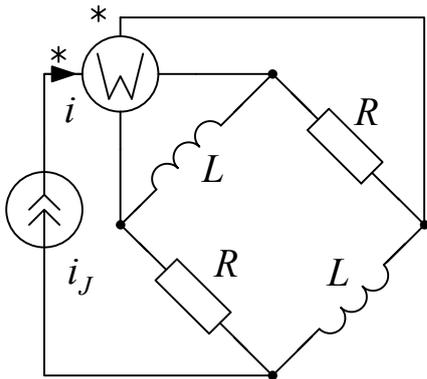
Определить показания вольтметра.



$$U_{V2} = 60 \text{ В}; X_L = 80 \text{ Ом.}$$

$$R = 40 \text{ Ом}; X_{C1} = X_{C2} = 30 \text{ Ом.}$$

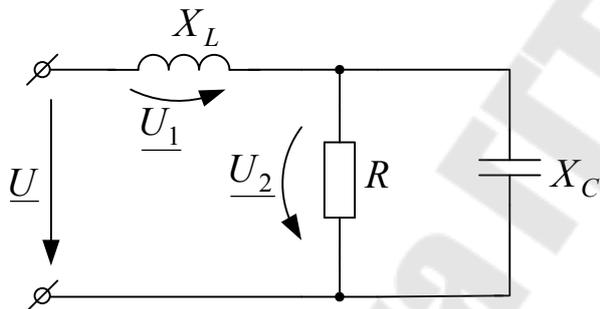
Определить показание
вольтметра U_{V1}



$$i_j = 5\sqrt{2} \sin \omega t \text{ А};$$

$$R = X_L = 2 \text{ Ом.}$$

Рассчитать показание ваттметра.



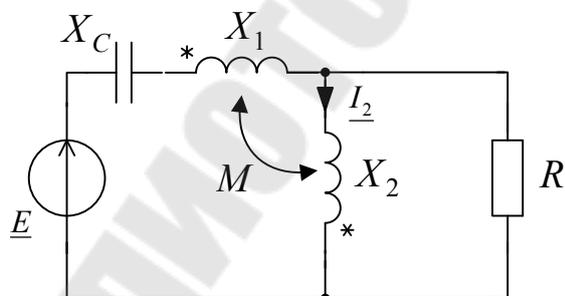
В цепи резонанс.

$$U = 40 \text{ В}; U_1 = 30 \text{ В}; U_2 = 50 \text{ В};$$

$$\text{Мощность потребляемая цепью:}$$

$$P = 200 \text{ Вт.}$$

Определить токи в ветвях.

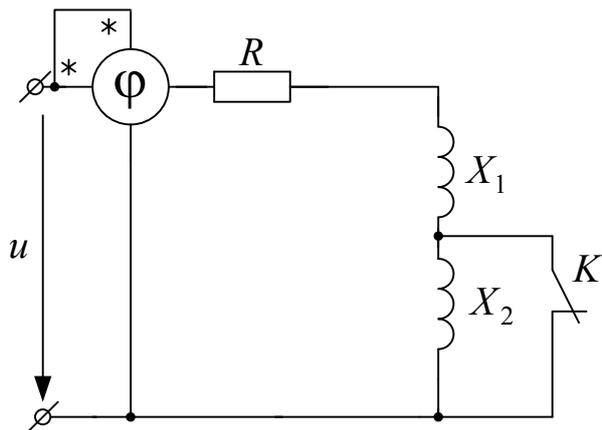


$$I_2 = 1 \text{ А};$$

$$X_2 = 60 \text{ Ом}; X_M = 10 \text{ Ом};$$

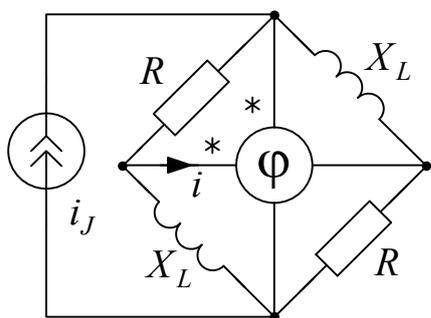
$$X_1 = R = 20 \text{ Ом}; X_C = 35 \text{ Ом.}$$

Определить действующее значение
ЭДС \underline{E} .



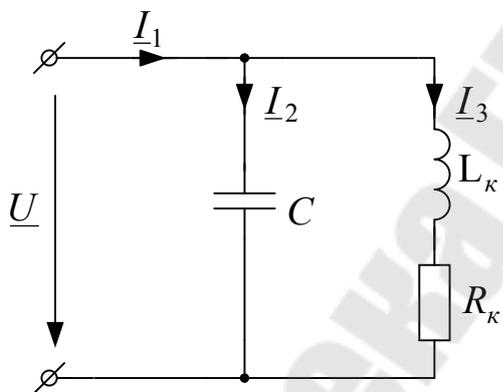
$X_2 = 0,5X_1$ Ом;
до размыкания ключа К фазометр показывал $\varphi = 50^\circ$.

Определить показание фазометра после размыкания ключа.



$i_j = 4\sqrt{2} \sin \omega t$ А;
 $R = X_L = 4$ Ом.

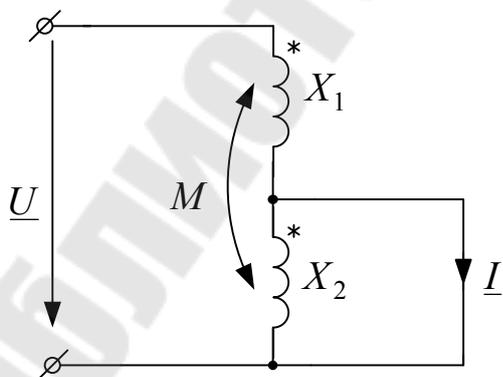
Рассчитать показание фазометра.



В цепи резонанс.
 $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$; $L_k = 0,1$ Гн
 $I_1 = I_2 = 5$ А .

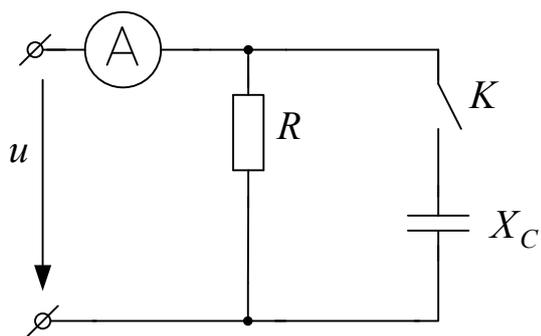
Определить:

- мощность потерь в катушке;
- емкость конденсатора.



$U = 150$ В; $\omega M = 5$ Ом;
 $X_1 = X_2 = 10$ Ом.

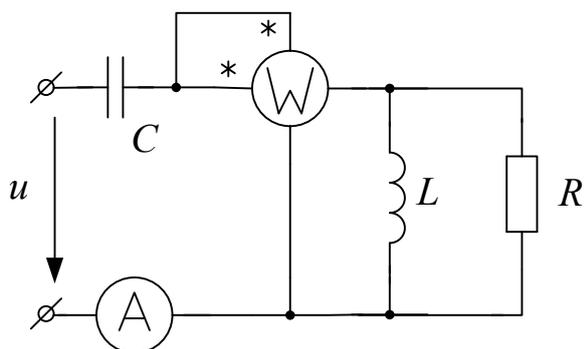
Определить ток I .



До замыкания ключа К показание амперметра $I_A = 10 \text{ А}$.

$$R = X_C = 10 \text{ Ом.}$$

Как изменится показание амперметра после замыкания ключа?

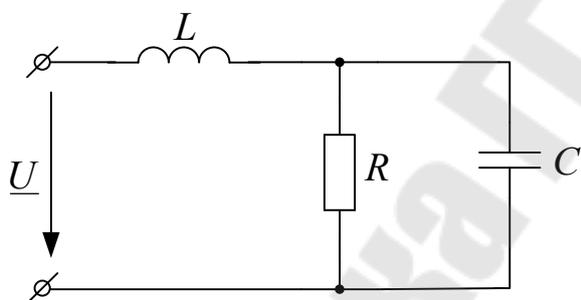


$$u = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В;}$$

$$X_C = X_L = 40 \text{ Ом; } R = 20 \text{ Ом.}$$

Определить показания:

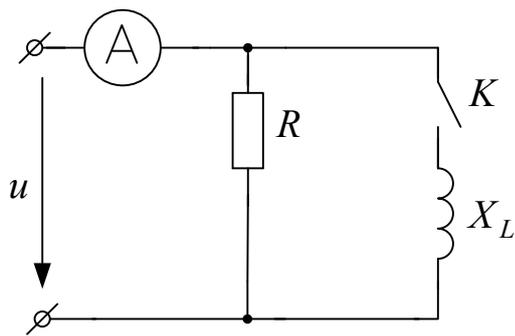
- электромагнитного амперметра;
- электродинамического ваттметра.



$$\omega = 1000 \text{ с}^{-1}; \quad R = 10 \text{ Ом.}$$

При каких значениях L и C входной сопротивление чисто активное и равно 5 Ом ?

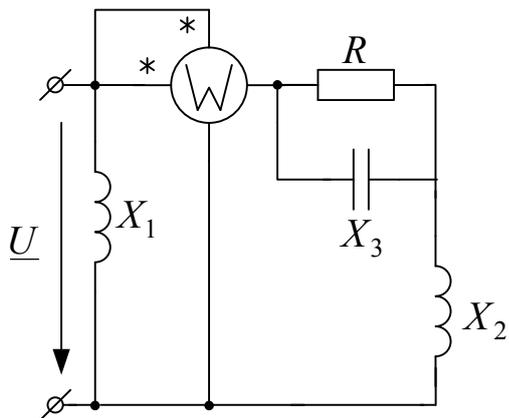
Две катушки соединены последовательно и подключены к источнику синусоидального напряжения $U = 100 \text{ В}$; $f = 50 \text{ Гц}$. При встречном включении катушек ток в цепи 2 А и потребляемая мощность 120 Вт . При согласном включении ток в цепи $1,2 \text{ А}$. Определить взаимную индуктивность катушек.



До замыкания ключа К показание амперметра $I_A = 5 \text{ А}$.

$$R = 10 \text{ Ом}; X_L = 15 \text{ Ом}.$$

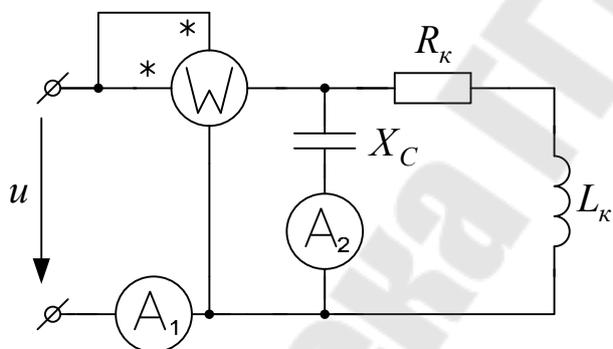
Как изменится показание амперметра после замыкания ключа?



$$U = 100 \text{ В};$$

$$R = X_1 = X_3 = 10 \text{ Ом}; X_2 = 14,14 \text{ Ом}.$$

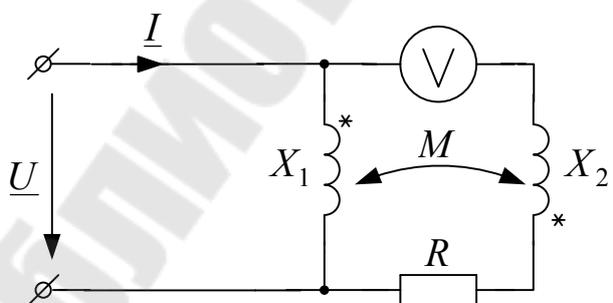
Определить показание ваттметра.



В цепи резонанс.

$$I_{A1} = I_{A2} = 2 \text{ А}; P_W = 20 \text{ Вт}.$$

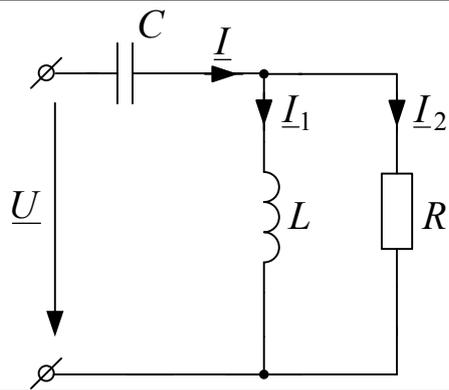
Определить параметры катушки R_K и L_K .



$$I = 5 \text{ А}; R = X_M = 5 \text{ Ом};$$

$$X_1 = X_2 = 15 \text{ Ом}.$$

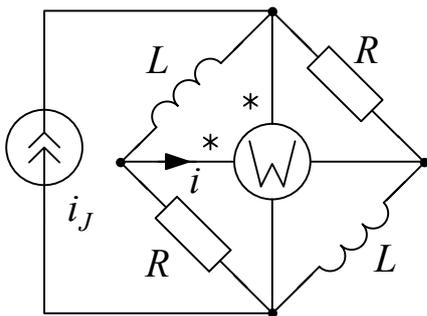
Определить показания вольтметра.



$$I = 5 \text{ A}; I_1 = 3 \text{ A};$$

$$R = 9 \text{ Ом}; X_C = 5 \text{ Ом}.$$

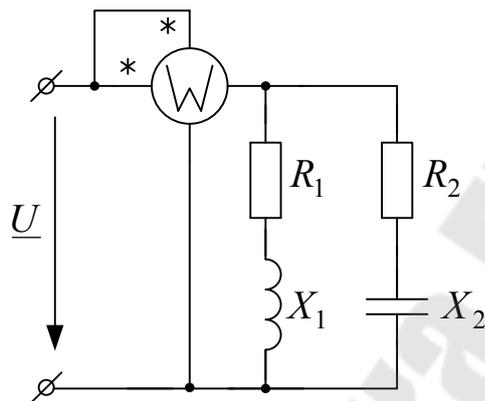
Построить векторную диаграмму токов и напряжений.



$$i_J = 4\sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ A};$$

$$R = X_L = 2 \text{ Ом}.$$

Рассчитать показание ваттметра.



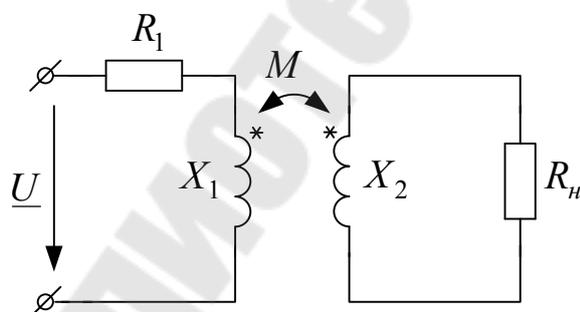
В цепи резонанс.

$$U = 20 \text{ В}; X_1 = 1 \text{ Ом};$$

$$X_2 = 4 \text{ Ом}; R_2 = 2 \text{ Ом}.$$

Определить:

- при каком значении R_1 в цепи наступит резонанс;
- показания ваттметра при резонансе.

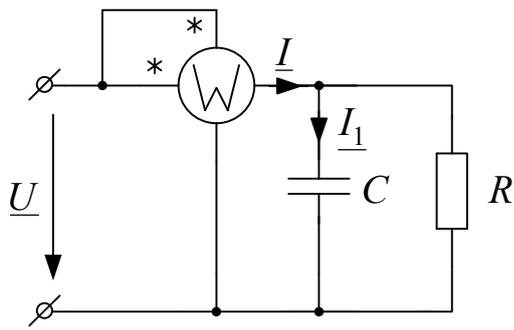


$$U = 40 \text{ В}; R_1 = 2 \text{ Ом};$$

$$X_1 = X_2 = R_n = 2 \text{ Ом};$$

$$X_M = R = 1 \text{ Ом}.$$

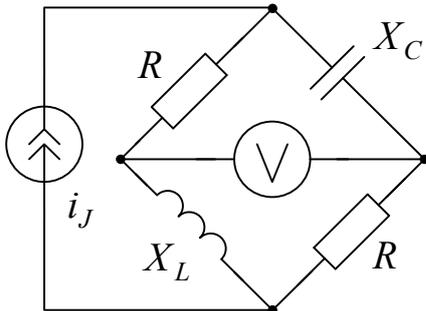
Определить активную мощность, потребляемую из сети.



$$P_W = 80 \text{ Вт}; \quad f = 1000 \text{ Гц};$$

$$I = 6 \text{ А}; \quad I_1 = 3 \text{ А}.$$

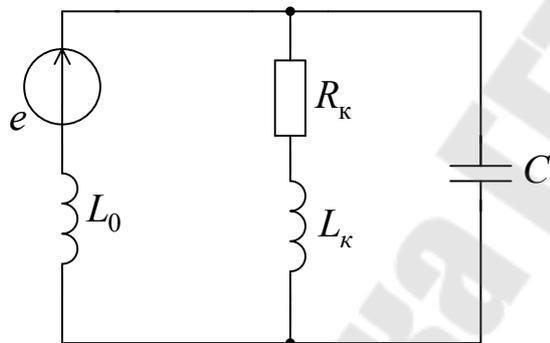
Определить активное сопротивление R и емкость конденсатора C .



$$i_J = 10 \sin \omega t \text{ А}; \quad R = 5 \text{ Ом};$$

$$X_C = X_L = 2,9 \text{ Ом}.$$

Рассчитать показание вольтметра.



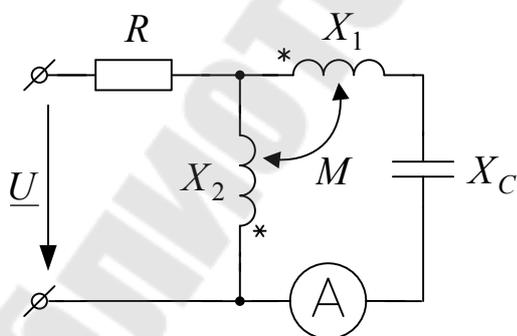
В цепи резонанс токов.

$$e = 141 \sin 1000t \text{ В}; \quad L_K = 3 \text{ мГн};$$

$$L_0 = 10 \text{ мГн}; \quad R_K = 1 \text{ Ом}.$$

Определить:

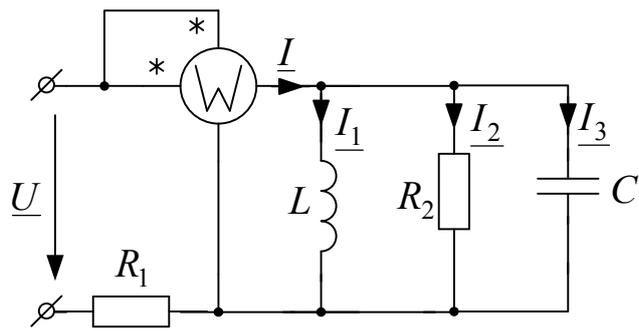
- емкость конденсатора C ;
- активную мощность потребляемую катушкой.



$$U = 40 \text{ В}; \quad R = 2,5 \text{ Ом}; \quad X_1 = 20 \text{ Ом};$$

$$X_C = X_2 = 10 \text{ Ом}; \quad X_M = 5 \text{ Ом}.$$

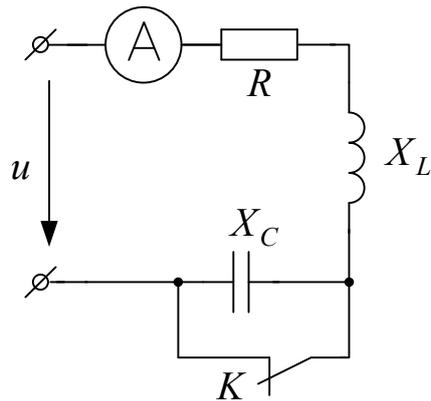
Определить показания амперметра.



$$R_1 = 10 \text{ Ом}; R_2 = 5 \text{ Ом};$$

$$I_1 = 5 \text{ А}; I_2 = 8 \text{ А}; I_3 = 11 \text{ А}.$$

Определить показание
ваттметра P_W .

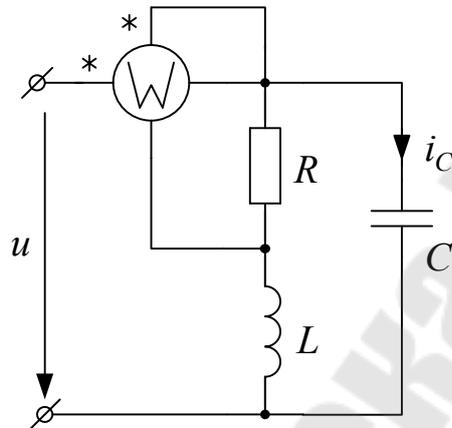


$$u = 14\sqrt{2} \sin 314t \text{ В};$$

$$L = 0,4 \text{ Гн}; R = 4 \text{ Ом}.$$

Определить:

- показания амперметра;
- величину емкости C , при которой после размыкания ключа K показания амперметра не изменятся.

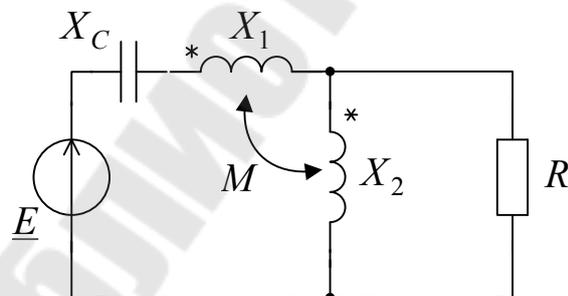


В цепи резонанс.

$$u = 150 \sin(\omega t - 60^\circ) \text{ В};$$

$$L = 30 \text{ мГн}; R = 25 \text{ Ом};$$

1. Рассчитать мгновенное значение тока i_C .
2. Определить показания ваттметра.

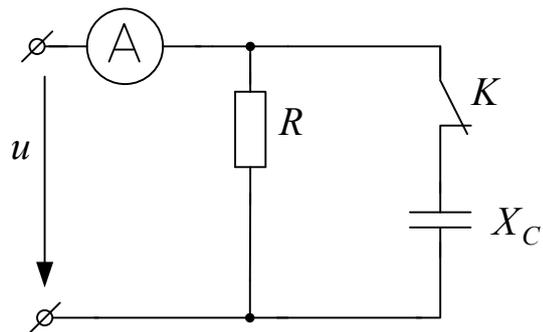


$$E = 190 \text{ В}; X_1 = 25 \text{ Ом};$$

$$R = 30 \text{ Ом}; X_2 = 60 \text{ Ом};$$

$$X_C = 35 \text{ Ом}; X_M = 10 \text{ Ом}.$$

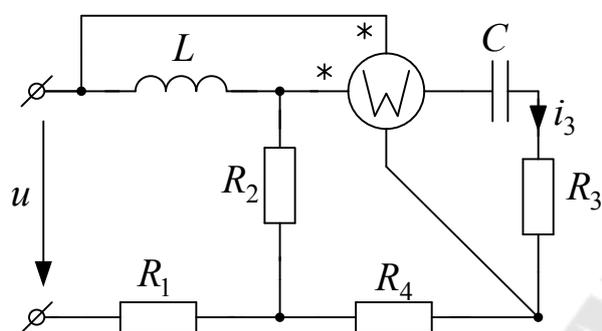
Рассчитать мощность, выделяющуюся в резисторе R .



До размыкания ключа К показание амперметра $I_A = 10 \text{ А}$.

$$R = X_C.$$

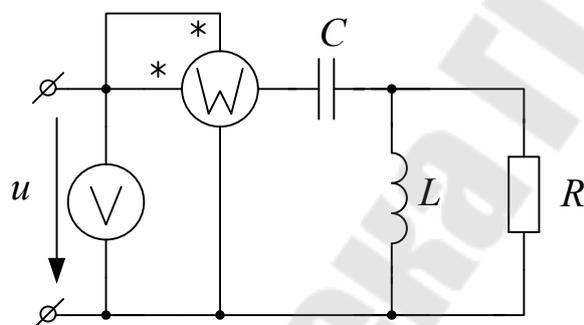
Как изменится показание амперметра после размыкания ключа?



$u = 210 \sin(\omega t + 160^\circ) \text{ В}$; $f = 63,71 \text{ Гц}$;
 $L = 50 \text{ мГн}$; $C = 83,8 \text{ мкФ}$;

$$R_1 = 5 \text{ Ом}; R_2 = 25 \text{ Ом}; R_3 = R_4 = 15 \text{ Ом};$$

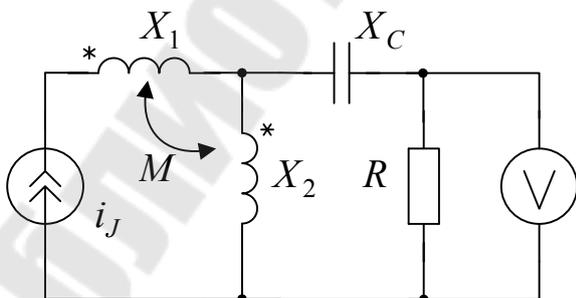
1. Рассчитать мгновенное значение тока i_3 .
2. Определить показания ваттметра.



В цепи резонанс.

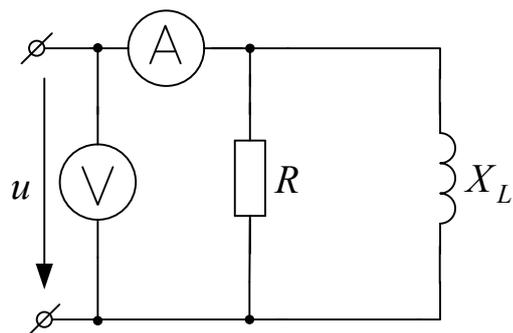
$$P_W = 16 \text{ Вт}; U_V = 40 \text{ В}; X_L = 12 \text{ Ом}.$$

Определить сопротивления R и X_C .



$i_J = 10 \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ А}$; $X_2 = 20 \text{ Ом}$;
 $X_C = X_1 = R = 30 \text{ Ом}$; $k = 0,8$.

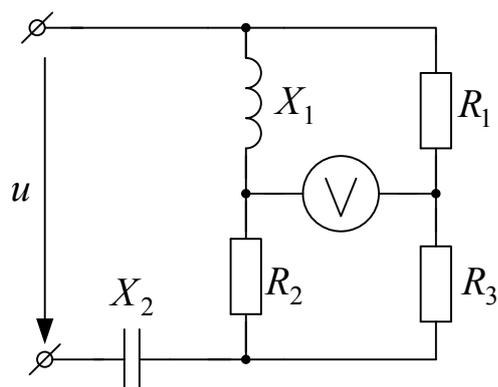
1. Рассчитать активную мощность, потребляемую цепью.
2. Определить показания вольтметра.



$$U_V = 100 \text{ В}; f = 500 \text{ Гц};$$

$$R = X_L; I_A = 10\sqrt{2} \text{ А}.$$

Определить параметры цепи R и L .

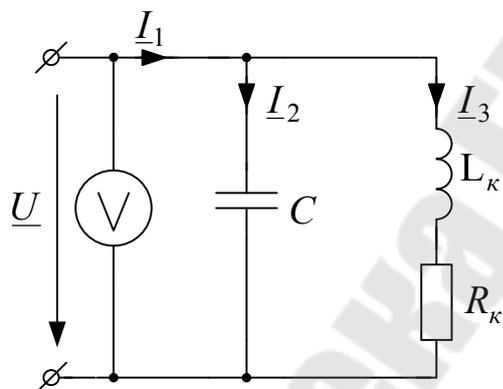


$$u = 110 \cos(\omega t - 30^\circ) \text{ В};$$

$$R_1 = 50 \text{ Ом}; X_1 = 30 \text{ Ом};$$

$$R_2 = X_2 = 60 \text{ Ом}; R_3 = 40 \text{ Ом};$$

1. Определить показания вольтметра.
2. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

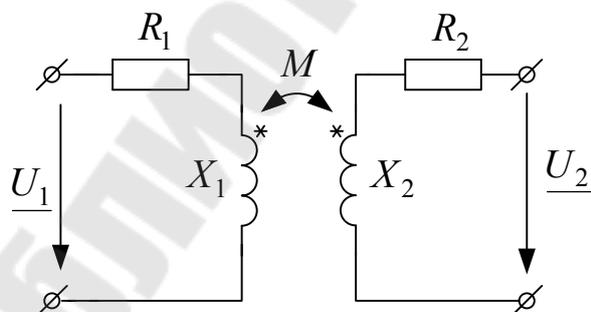


В цепи резонанс.

$$U_V = 90 \text{ В}; \omega = 130 \text{ с}^{-1};$$

$$I_1 = 5 \text{ А}; I_2 = 4 \text{ А}.$$

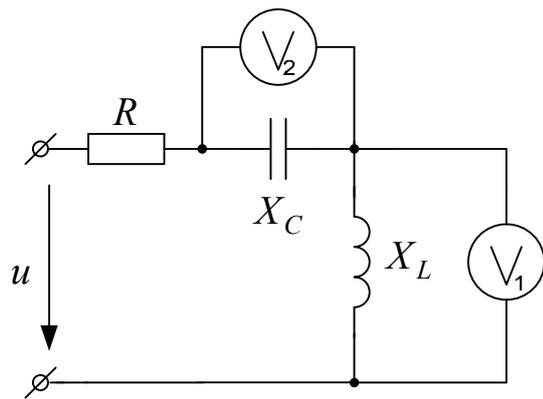
Определить параметры катушки R_k , L_k и емкость конденсатора C .



$$U_1 = 150 \text{ В}; R_1 = 12 \text{ Ом}; X_1 = 18 \text{ Ом};$$

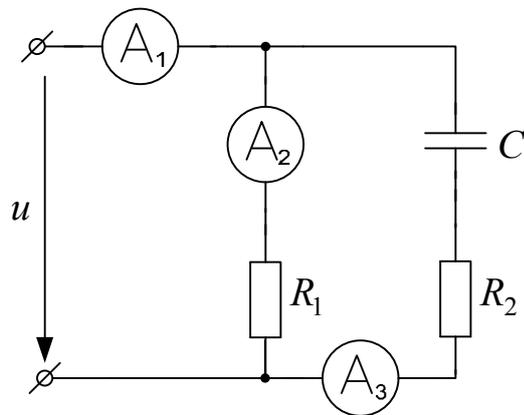
$$X_2 = 10 \text{ Ом}; k = 0,75.$$

Определить напряжение U_2 .



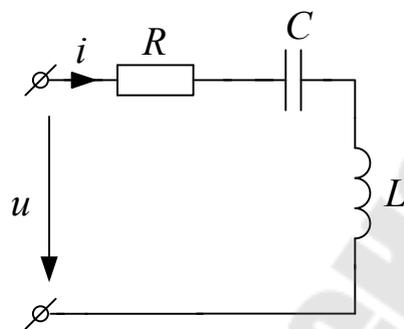
$U_{V1} = U_{V2} = 80 \text{ В};$
 $u = 80 \sin 314t \text{ В}; R = 20 \text{ Ом}.$

 Определить параметры цепи C и L .



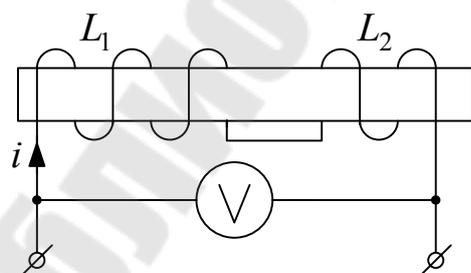
$I_{A1} = 11 \text{ А};$
 $I_{A2} = I_{A3} = 8 \text{ А}; R_1 = 70 \text{ Ом}.$

 Определить:
 - значения R_2 и X_C ;
 - $\cos \varphi$ цепи.



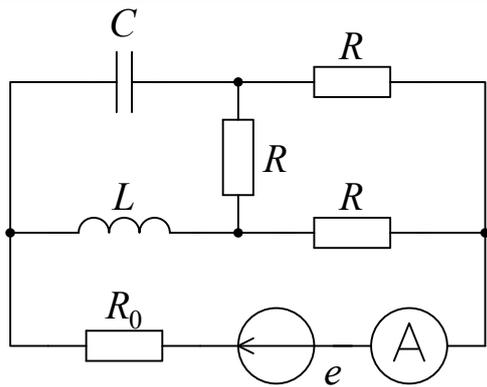
$u = 100 \sin \omega t \text{ В}; L = 20 \text{ мГн};$
 $C = 50 \text{ мкФ}; R = 20 \text{ Ом}.$

 1. Определить мгновенное значение напряжения на индуктивности при резонансе.
 2. Рассчитать активную мощность, потребляемую цепью.



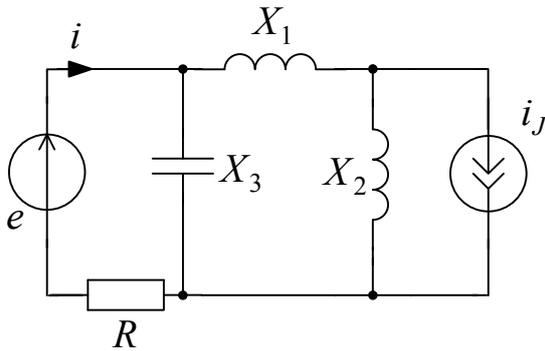
$I = 8 \text{ А};$
 $L_1 = L_2 = 1,5 \text{ Гн}.$

 Определить показания вольтметра.



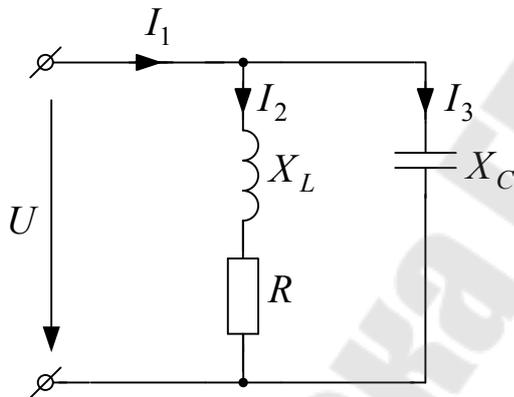
$e = 17 \sin \omega t$ В; $X_C = X_L = R_0 = 1$ Ом;
 $R = 3$ Ом.

Определить показание амперметра.



$e = 14,1 \sin \omega t$ В;
 $i_J = 2,82 \sin(\omega t + 90^\circ)$ А;
 $R = X_3 = 10$ Ом; $X_1 = X_2 = 5$ Ом.

Рассчитать ток i в источнике ЭДС.

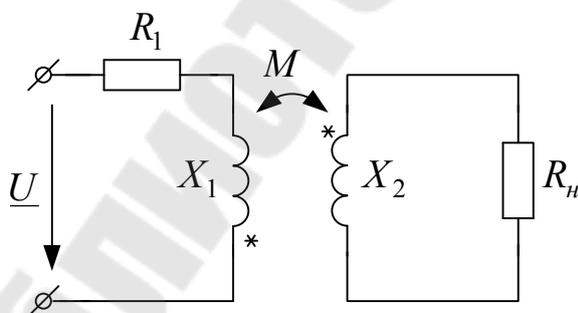


В цепи резонанс.

$R = 4$ Ом; $I_2 = 2\sqrt{2}$ А; $I_3 = 2$ А.

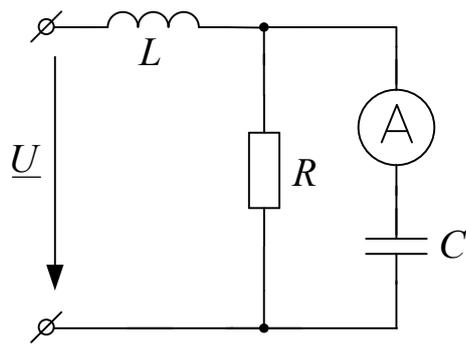
Определить:

- напряжение U в цепи;
- ток I_1 ;
- активную мощность P , потребляемую цепью



$U = 80$ В; $R_1 = 8$ Ом;
 $X_1 = X_2 = R_n = 6$ Ом;
 $X_M = R = 4$ Ом.

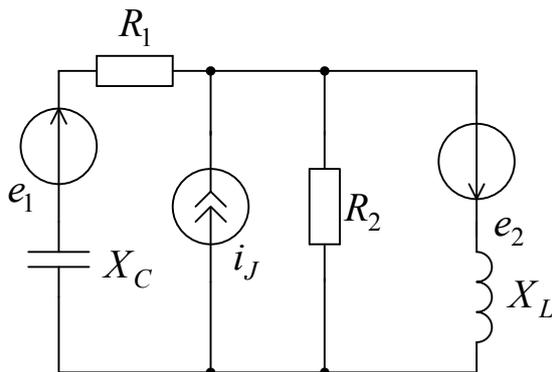
Определить полную мощность цепи.



$$I_A = 2 \text{ A};$$

$$R = X_C = X_L = 5 \text{ Ом.}$$

Рассчитать величину входного напряжения U .



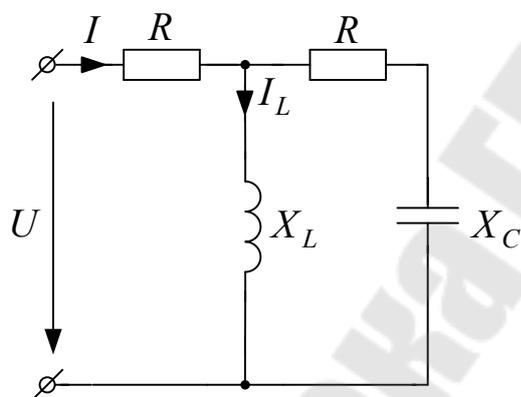
$$e_1 = 25\sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ В};$$

$$e_2 = 100 \cos(\omega t - 45^\circ) \text{ В};$$

$$i_J = 5\sqrt{2} \sin \omega t \text{ А}; R_1 = 5 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом}; X_L = 10 \text{ Ом}; X_C = 5 \text{ Ом.}$$

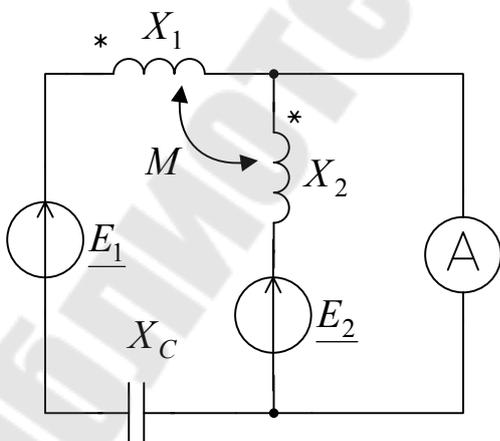
МЭГ рассчитать ток в конденсаторе C .



В цепи резонанс.

$$I_L = 10 \text{ А}; R = \sqrt{3} \text{ Ом};$$

Определить ток I в неразветвленной части цепи.

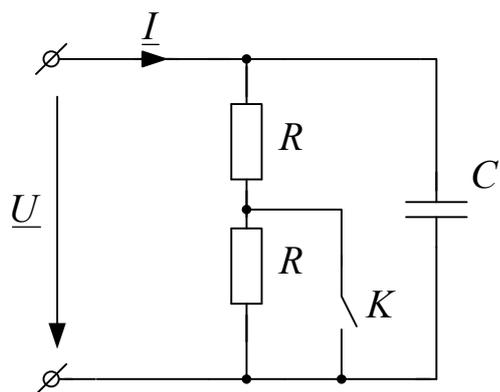


$$\underline{E}_1 = (40 - j60) \text{ В};$$

$$\underline{E}_2 = (50 + j40) \text{ В}; X_1 = 20 \text{ Ом};$$

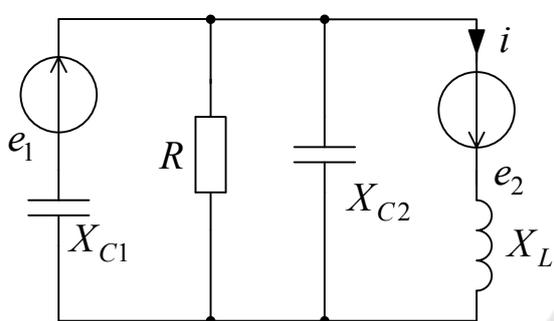
$$X_2 = 10 \text{ Ом}; X_M = 25 \text{ Ом}; k = 1.$$

Определить показания амперметра.



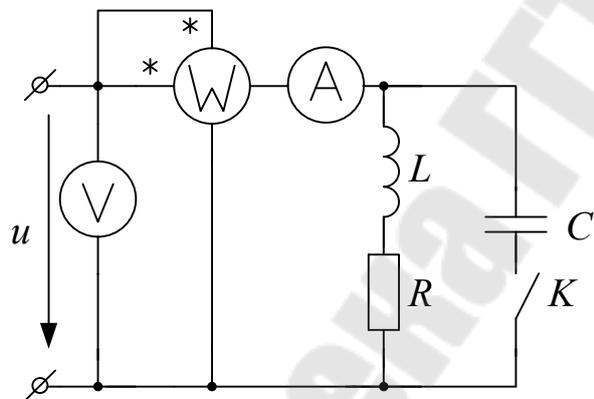
До замыкания ключа К сдвиг фаз между напряжением и током равен $\varphi = -50^\circ$.

Определить сдвиг фаз при замкнутом ключе.



$e_1 = 80\sqrt{2} \sin \omega t$ В;
 $e_2 = 40 \cos(\omega t - 180^\circ)$ В;
 $R = X_L = 10$ Ом;
 $X_{C1} = X_{C2} = 20$ Ом.

Рассчитать мгновенное значение тока i .

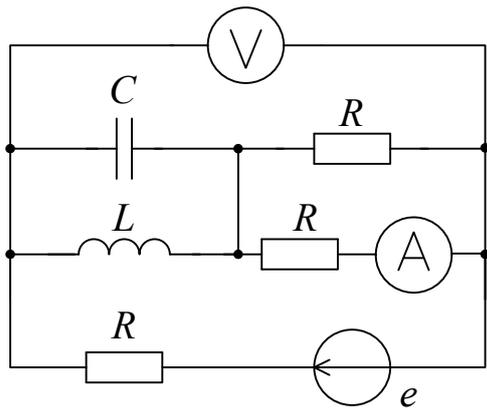


До замыкания ключа К:
 $P_W = 40$ Вт; $U_V = 50$ В;

$I_A = 1$ А; $\omega = 1000$ с⁻¹.

Какую емкость необходимо включить, чтобы в цепи был резонанс?

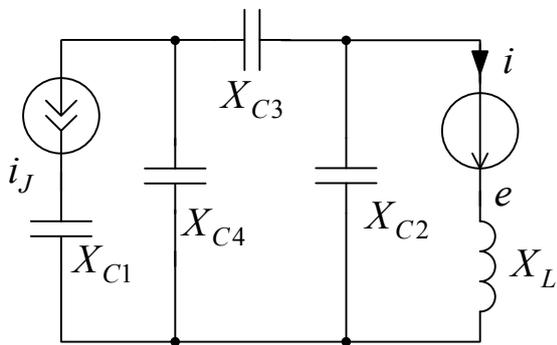
Две катушки соединены последовательно и подключены к источнику синусоидального напряжения $U = 200$ В; $f = 400$ Гц. При встречном включении катушек ток в цепи 2 А и потребляемая мощность 220 Вт. При согласном включении ток в цепи 2,2 А. Определить взаимную индуктивность катушек.



$$I_A = 1,5 \text{ A}; \quad X_C = 2 \text{ Ом};$$

$$X_L = 7 \text{ Ом}; \quad R = 3 \text{ Ом}.$$

Определить показание вольтметра.



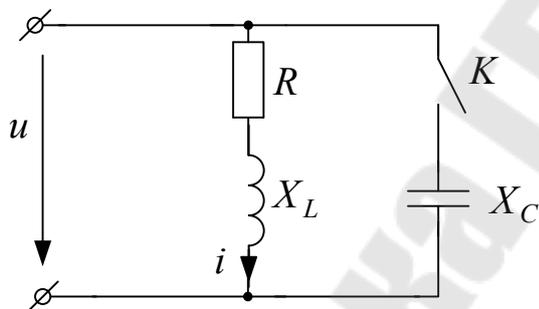
$$i_J = 10\sqrt{2} \sin \omega t \text{ A};$$

$$e = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ B};$$

$$X_L = X_{C3} = X_{C4} = 10 \text{ Ом};$$

$$X_{C1} = X_{C2} = 20 \text{ Ом}.$$

МКТ рассчитать мгновенное значение тока i .

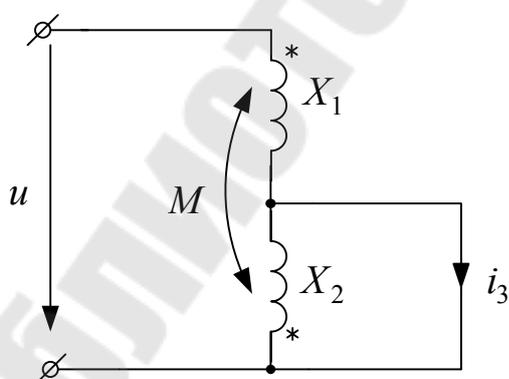


$$U = 200 \text{ В}; \quad f = 50 \text{ Гц};$$

при разомкнутом ключе К:

$$I = 5 \text{ A}; \quad \cos \varphi = 0,5.$$

Определить емкость конденсатора C , которую необходимо включить в схему, чтобы $\cos \varphi$ стал равен 0,9.

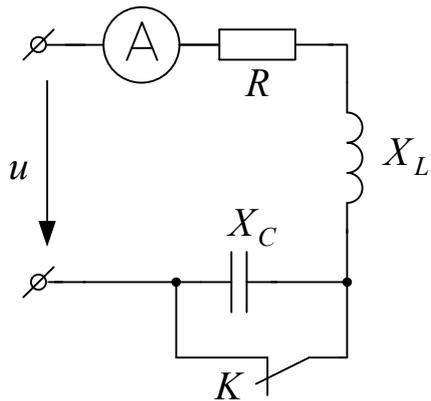


$$U = 100 \text{ В};$$

$$X_1 = X_2 = 40 \text{ Ом}; \quad X_M = 10 \text{ Ом}.$$

Определить:

- входное сопротивление цепи Z_{ex}
- ток в коротке i_3 .

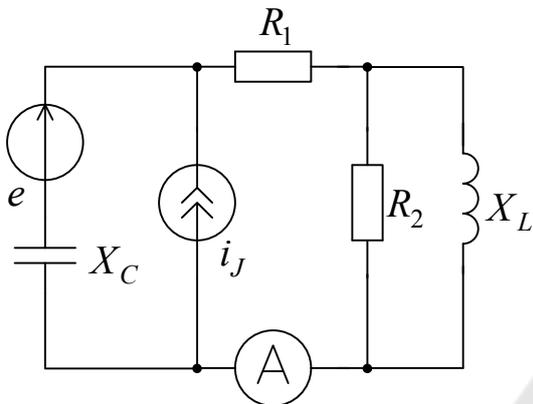


$$u = 1000\sqrt{2} \sin 100t \text{ В};$$

$$L = 100 \text{ мГн}; R = 4 \text{ Ом}.$$

Определить:

- показания амперметра;
- величину емкости C , при которой после размыкания ключа K показания амперметра не изменятся.

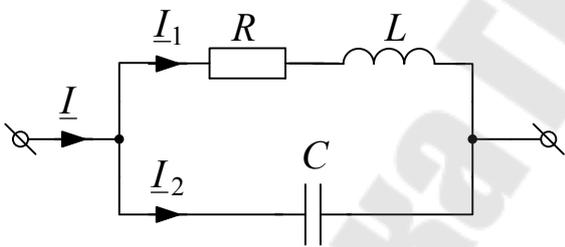


$$e = 250 \sin(\omega t + 70^\circ) \text{ В};$$

$$i_J = 25 \sin \omega t \text{ А}; R_1 = 5 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом}; X_L = 10 \text{ Ом}; X_C = 5 \text{ Ом}.$$

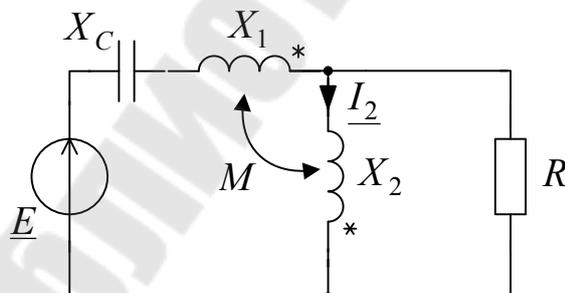
Рассчитать показание прибора.



В цепи резонанс.

$$I = 2 \text{ А}; I_1 = 12 \text{ А}.$$

Определить ток I_2 .

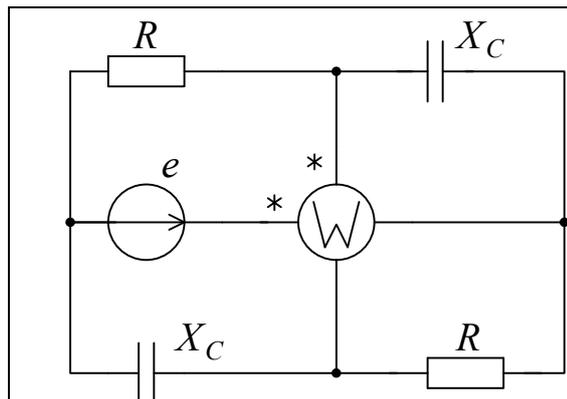


$$I_2 = 3 \text{ А};$$

$$X_2 = 50 \text{ Ом}; X_M = 10 \text{ Ом};$$

$$X_1 = R = 20 \text{ Ом}; X_C = 50 \text{ Ом}.$$

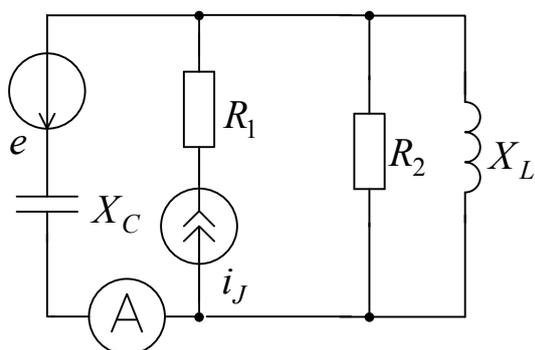
Определить действующее значение ЭДС \underline{E} .



$$e = 210 \sin \omega t \text{ В};$$

$$X_C = R = 50 \text{ Ом}.$$

Рассчитать показания ваттметра.



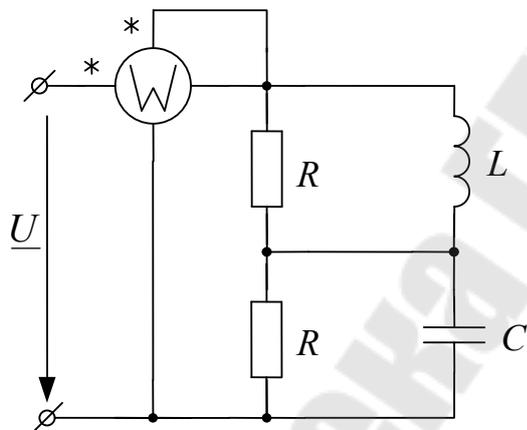
$$e = 50 \sin(\omega t + 50^\circ) \text{ В};$$

$$i_J = 5 \sin \omega t \text{ А}; R_1 = 12 \text{ Ом};$$

$$R_2 = 14 \text{ Ом}; X_L = 18 \text{ Ом};$$

$$X_C = 30 \text{ Ом}.$$

МУП рассчитать показание прибора.

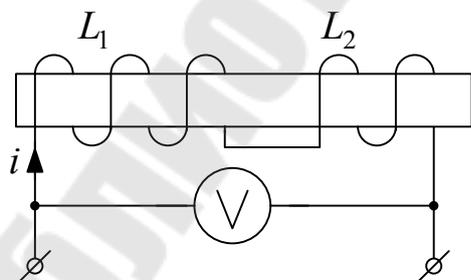


$$U = 100 \text{ В}; f \approx 159,2 \text{ Гц};$$

$$L = 45 \text{ мГн}; C = 30 \text{ мкФ}.$$

Определить:

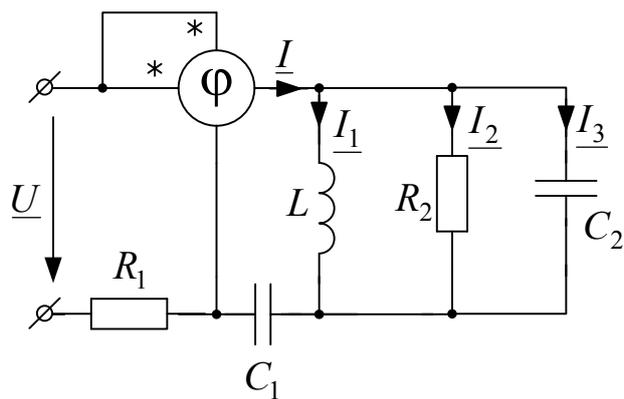
- сопротивление R , при котором в цепи возникает резонанс;
- показание ваттметра при резонансе.



$$I = 5 \text{ А};$$

$$L_1 = L_2 = 4 \text{ Гн}.$$

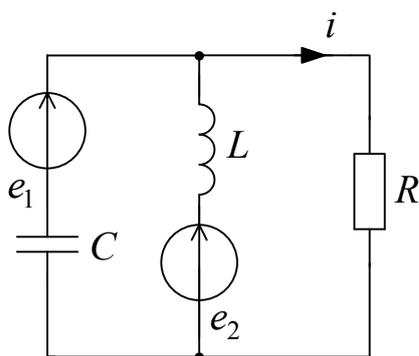
Определить показания вольтметра.



$$R_1 = 20 \text{ Ом}; R_2 = 15 \text{ Ом}; X_{C1} = 9 \text{ Ом};$$

$$I_1 = 5 \text{ А}; I_2 = 8 \text{ А}; I_3 = 12 \text{ А}.$$

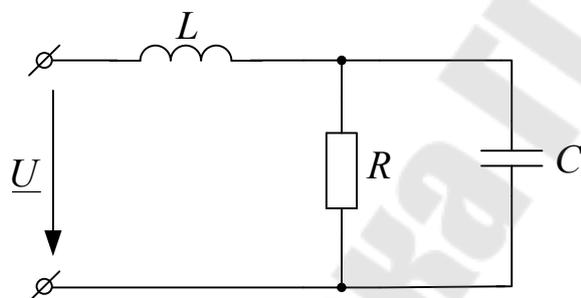
Определить показание фазометра.



$$e_1 = e_2 = 141 \sin \omega t \text{ В};$$

$$R = 3 \text{ Ом}; X_L = 5 \text{ Ом}; X_C = 20 \text{ Ом}.$$

МЭГ определить ток i .

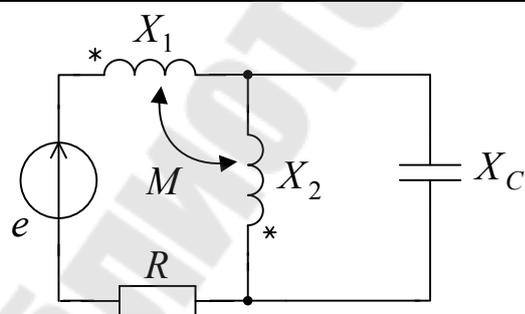


В состоянии резонанса при $\omega = \omega_0$
входное сопротивление цепи
 $Z_{\text{ex}}(\omega) = 15 \text{ Ом}.$

В случае источника постоянного
напряжения ($\omega = 0 \text{ с}^{-1}$)

$$Z_{\text{ex}}(\omega) = 30 \text{ Ом}.$$

Определить X_C , R и X_L .

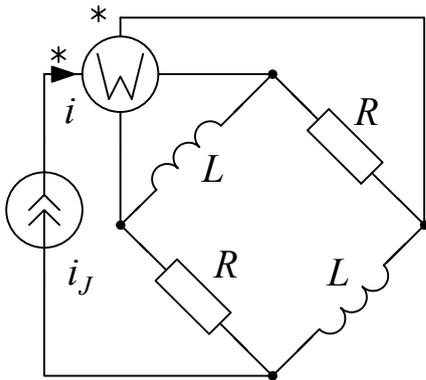


$$E = 100 \text{ В}; X_1 = 30 \text{ Ом};$$

$$X_M = R = 15 \text{ Ом}; X_2 = 25 \text{ Ом};$$

Определить:

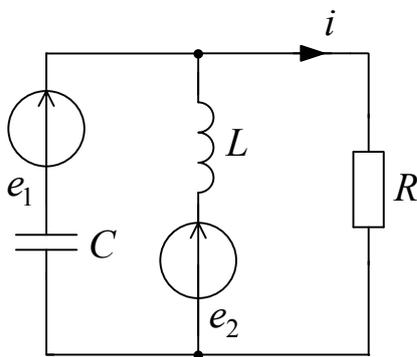
- при каком X_C источник ЭДС развивает максимальную мощность;
- величину этой мощности.



$$i_J = 15 \sin \omega t \text{ A};$$

$$R = X_L = 22 \text{ Ом.}$$

Рассчитать показание ваттметра.

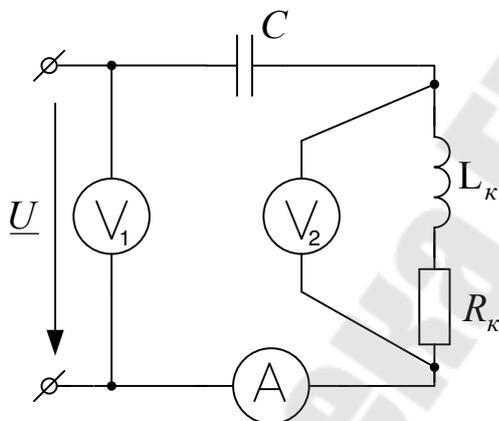


$$e_1 = e_2 = 220\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$$

$$R = 45 \text{ Ом}; X_L = 15 \text{ Ом};$$

$$X_C = 20 \text{ Ом.}$$

МН определить ток i .



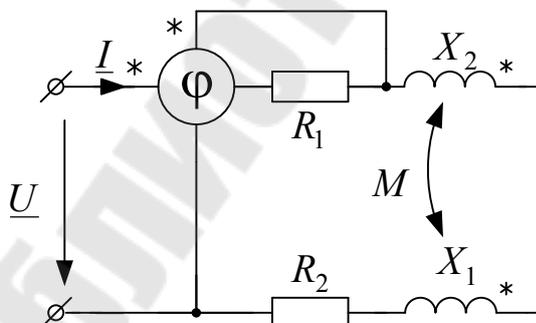
В цепи резонанс.

$$U_{V1} = 100 \text{ В}; U_{V2} = 120 \text{ В};$$

$$I_A = 4 \text{ А.}$$

Определить:

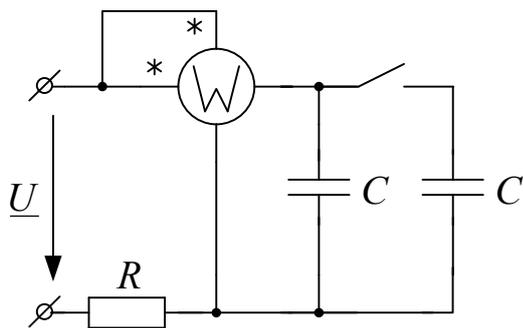
- добротность контура;
- параметры катушки R_k и L_k .



$$R_1 = 20 \text{ Ом}; R_2 = 10 \text{ Ом};$$

$$X_1 = X_2 = 10 \text{ Ом}; X_M = 5 \text{ Ом.}$$

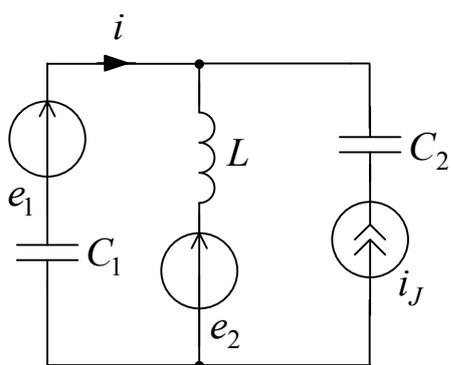
Определить показания фазометра.



$$X_C = R\sqrt{3};$$

до подключения конденсатора
 $P_W = 800$ Вт.

Как изменится показание ваттметра после подключения конденсатора емкостью C ? Определить новое показание ваттметра.



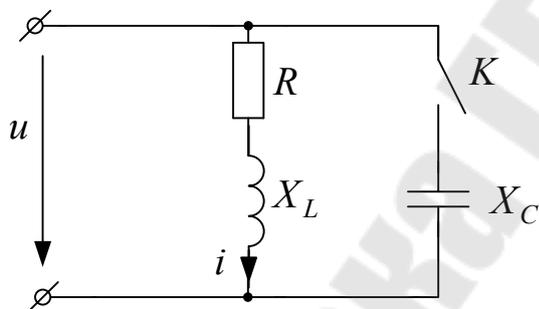
$$e_1 = e_2 = 311 \sin \omega t \text{ В};$$

$$i_J = 10 \sin \omega t \text{ А};$$

$$R = 30 \text{ Ом}; X_L = 50 \text{ Ом};$$

$$X_C = 40 \text{ Ом}.$$

МУК определить ток i .

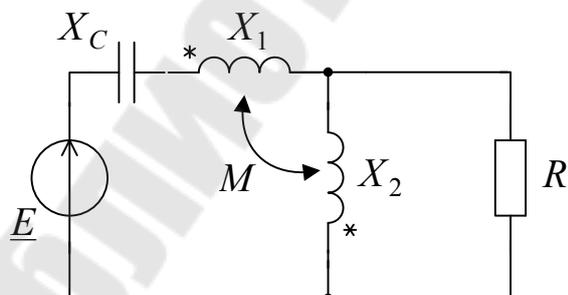


$$U = 90 \text{ В}; f = 400 \text{ Гц};$$

при разомкнутом ключе К:

$$I = 3 \text{ А}; \cos \varphi = 0,5.$$

Определить емкость конденсатора C , которую необходимо включить в схему, чтобы $\cos \varphi$ стал равен 0,8.

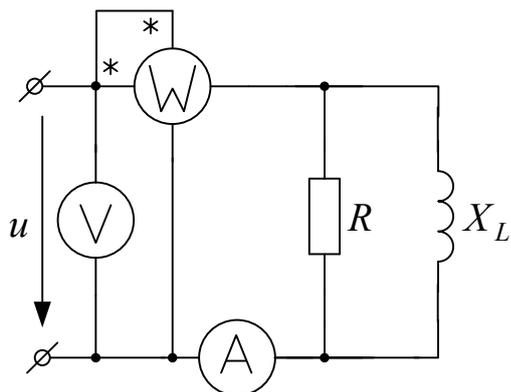


$$E = 120 \text{ В}; R = X_1 = 20 \text{ Ом};$$

$$X_2 = 60 \text{ Ом}; X_C = 35 \text{ Ом};$$

$$X_M = 10 \text{ Ом}.$$

Рассчитать мощность, выделяющуюся в резисторе R .

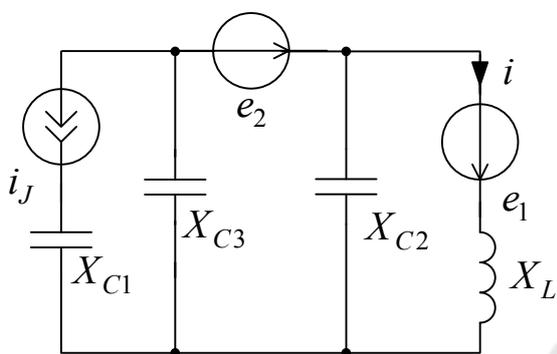


$$U_V = 100 \text{ В}; f = 100 \text{ Гц};$$

$$R = X_L; I_A = 10 \text{ А}.$$

Определить:

- параметры цепи R и L ;
- показание ваттметра.



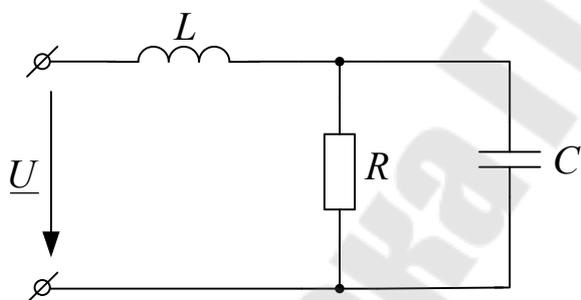
$$i_J = 5\sqrt{2} \sin \omega t \text{ А};$$

$$e_1 = e_2 = 120\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$$

$$X_L = X_{C3} = 25 \text{ Ом};$$

$$X_{C1} = X_{C2} = 40 \text{ Ом}.$$

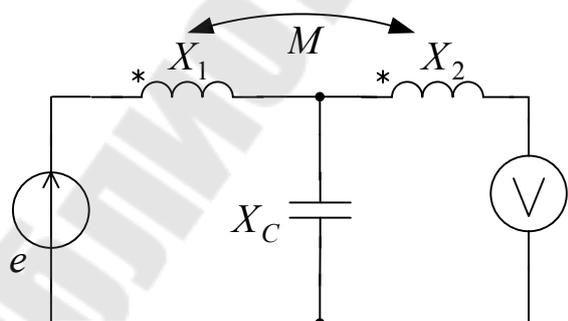
МКТ рассчитать мгновенное значение тока i .



В состоянии резонанса при $\omega = \omega_0$ входное сопротивление цепи $Z_{\text{ex}}(\omega) = 2,5 \text{ Ом}$.

В случае источника постоянного напряжения ($\omega = 0 \text{ с}^{-1}$) $Z_{\text{ex}}(\omega) = 5 \text{ Ом}$.

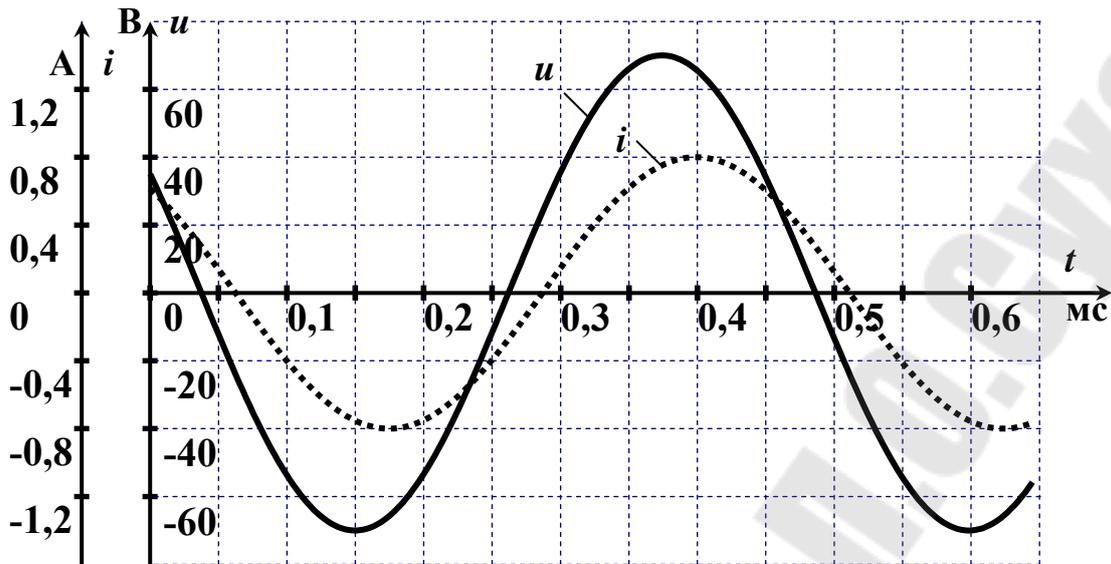
Определить X_C , R и X_L .



$$e = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В}; X_1 = 20 \text{ Ом};$$

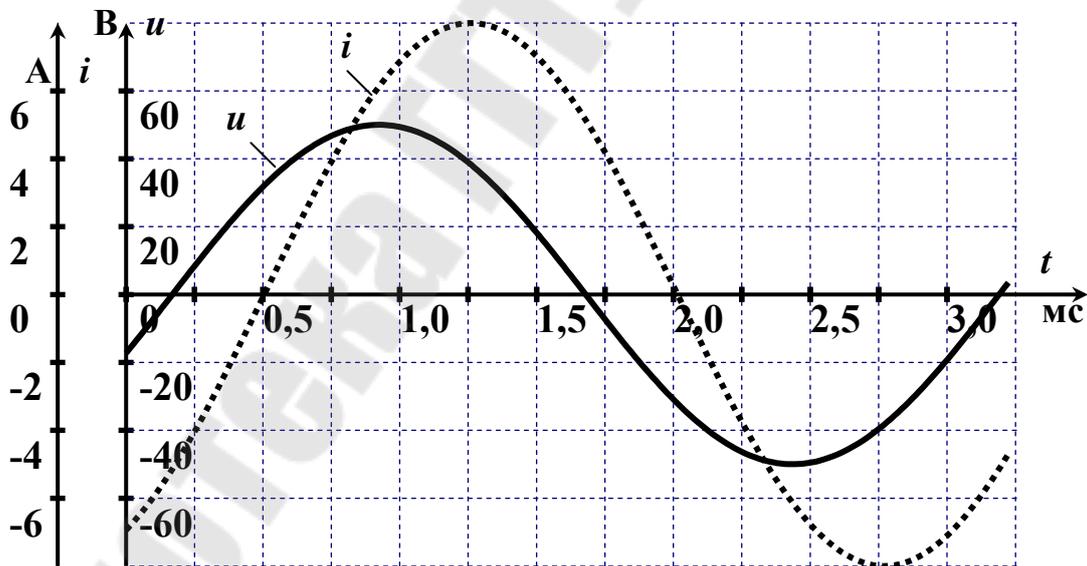
$$X_C = X_2 = 10 \text{ Ом}; k = \sqrt{2}/2.$$

Определить показания вольтметра.



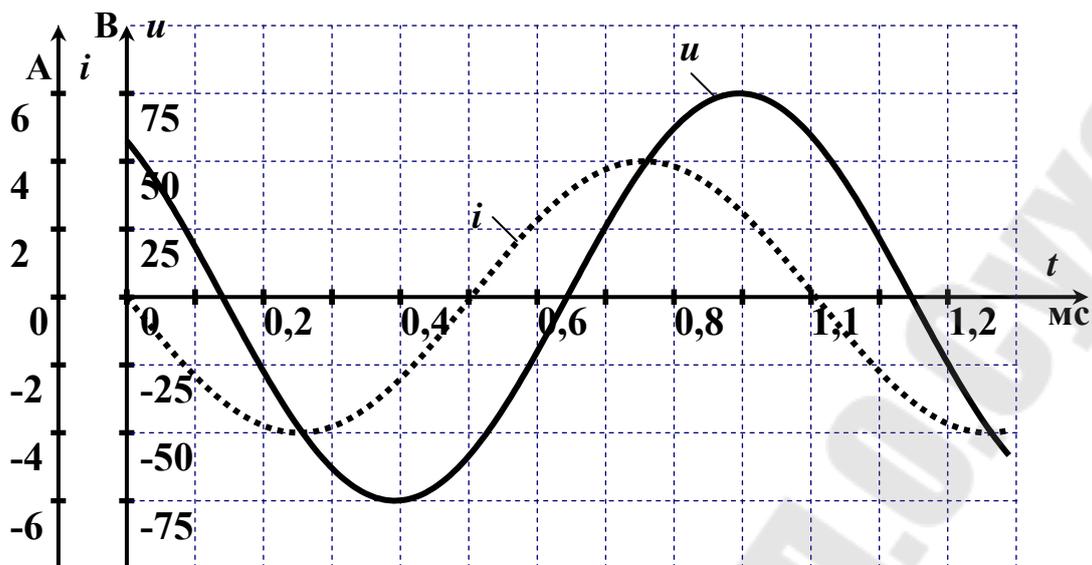
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую осциллограмме.



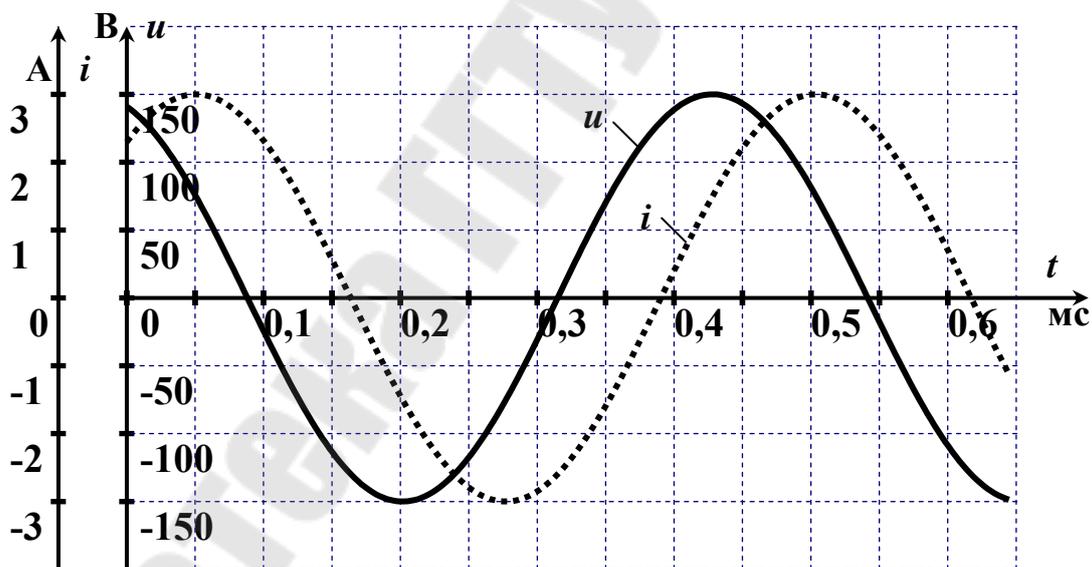
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



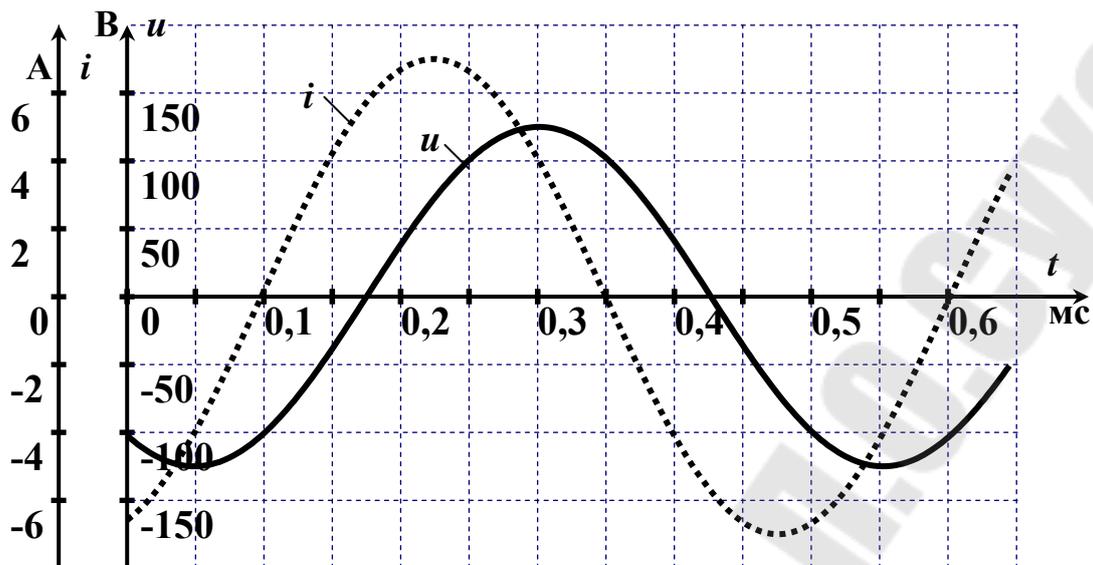
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую осциллограмме.



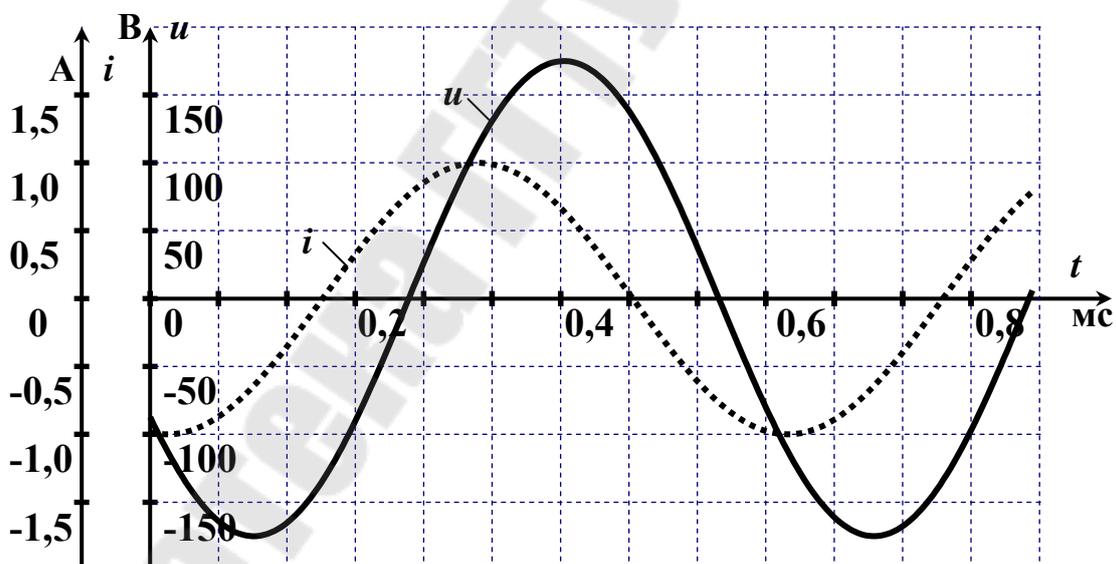
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник сопротивлений.



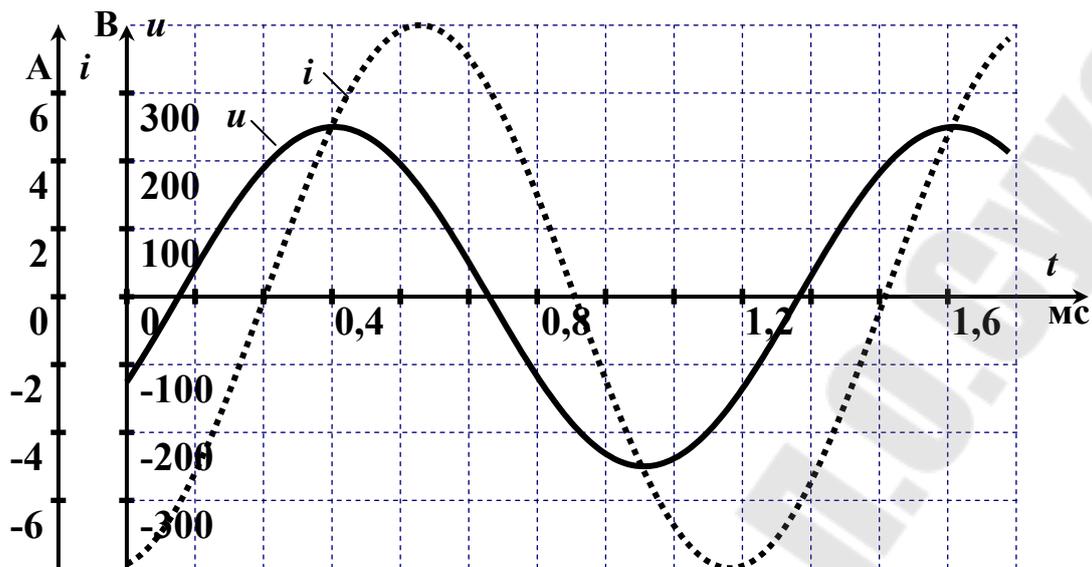
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



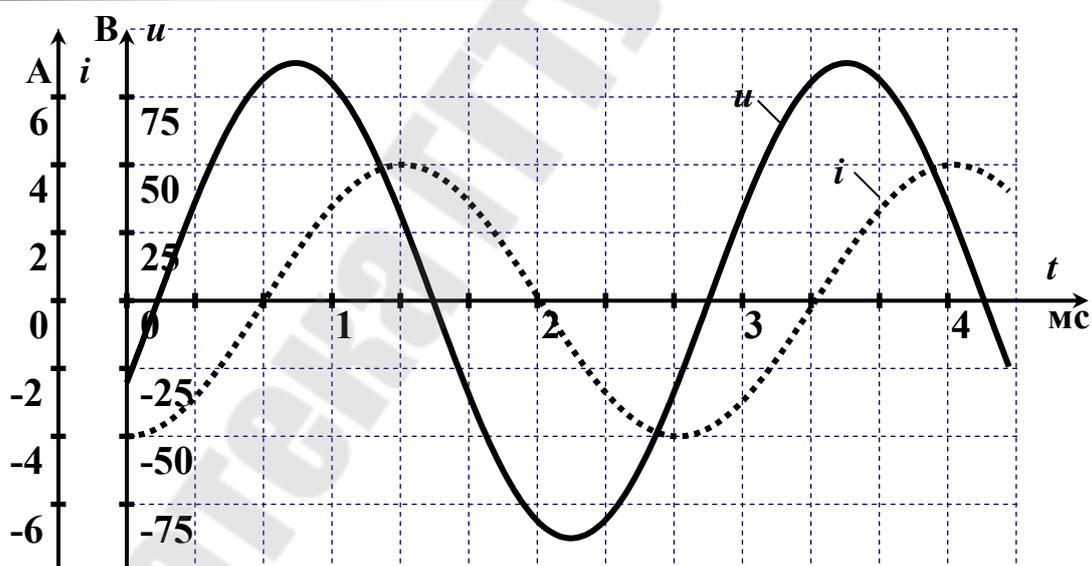
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.



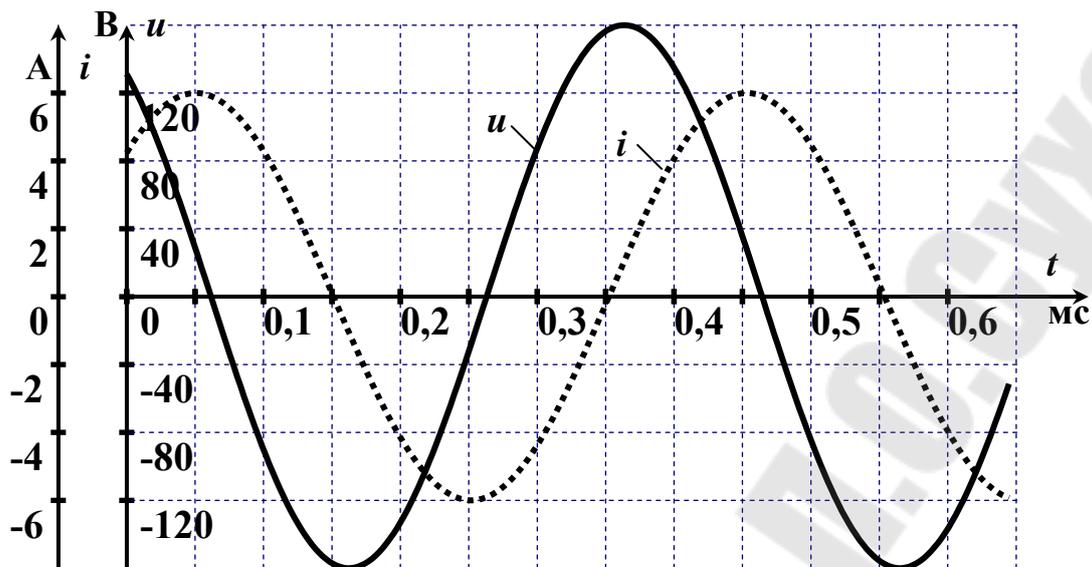
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



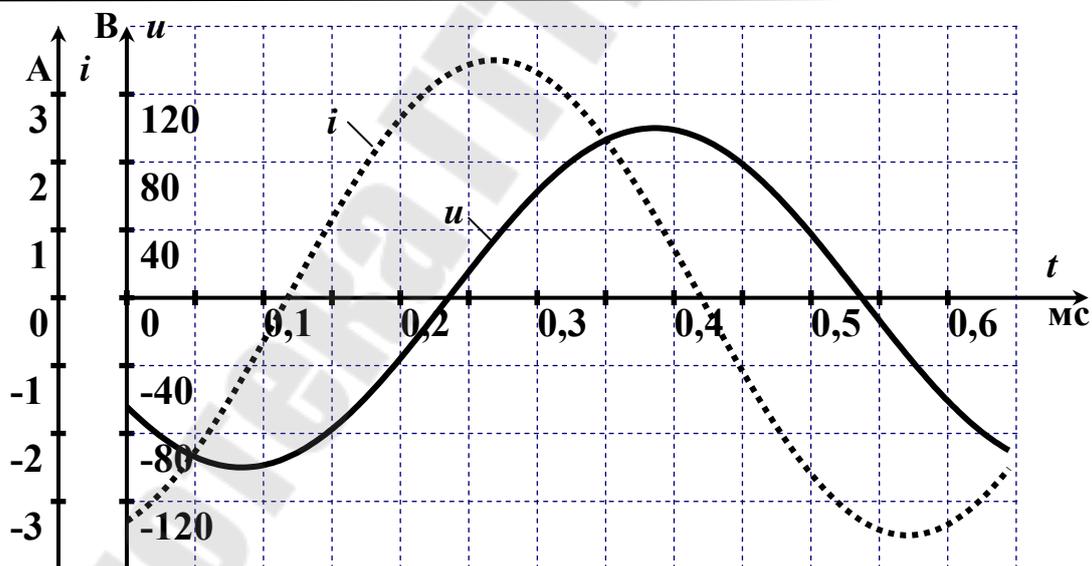
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.



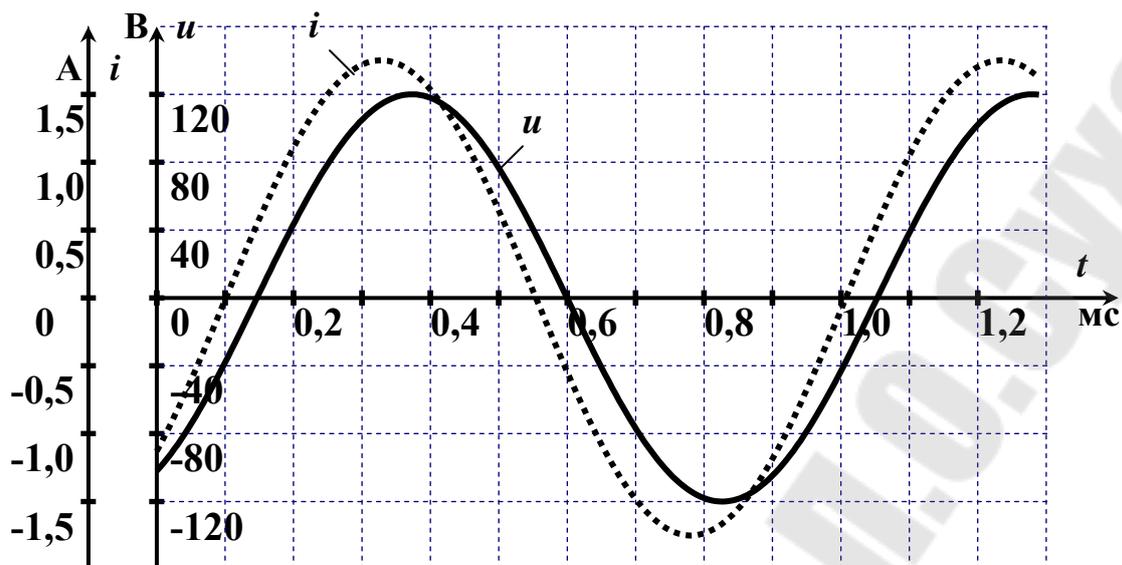
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую осциллограмме.



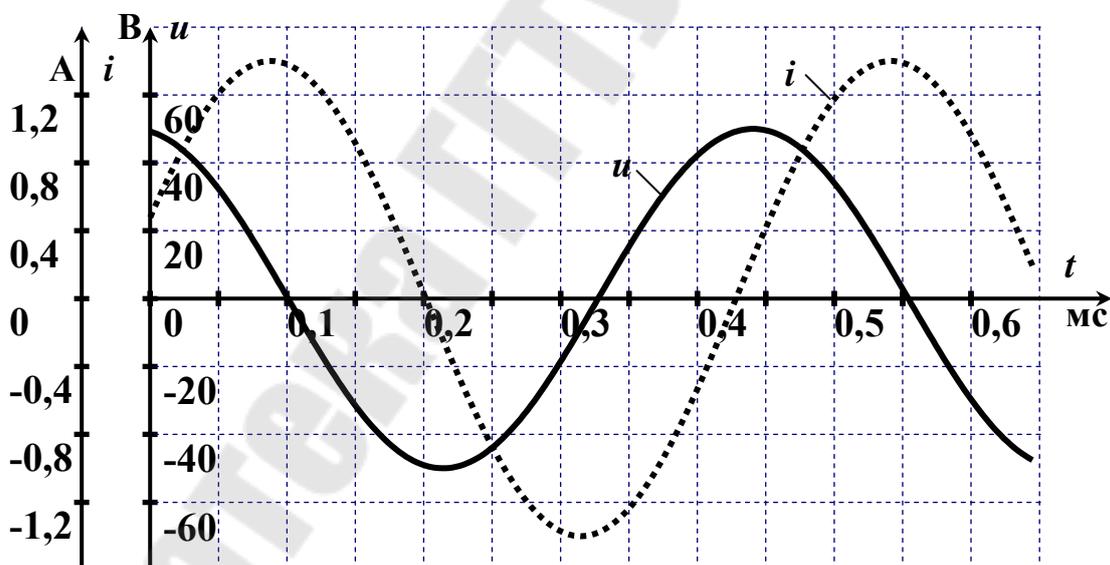
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник сопротивлений.



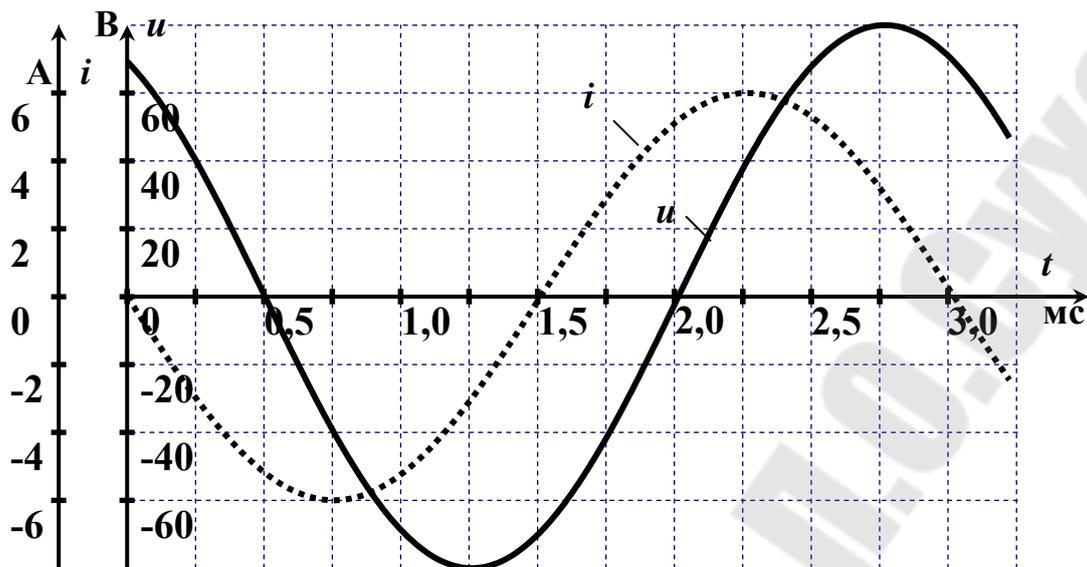
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник сопротивлений.



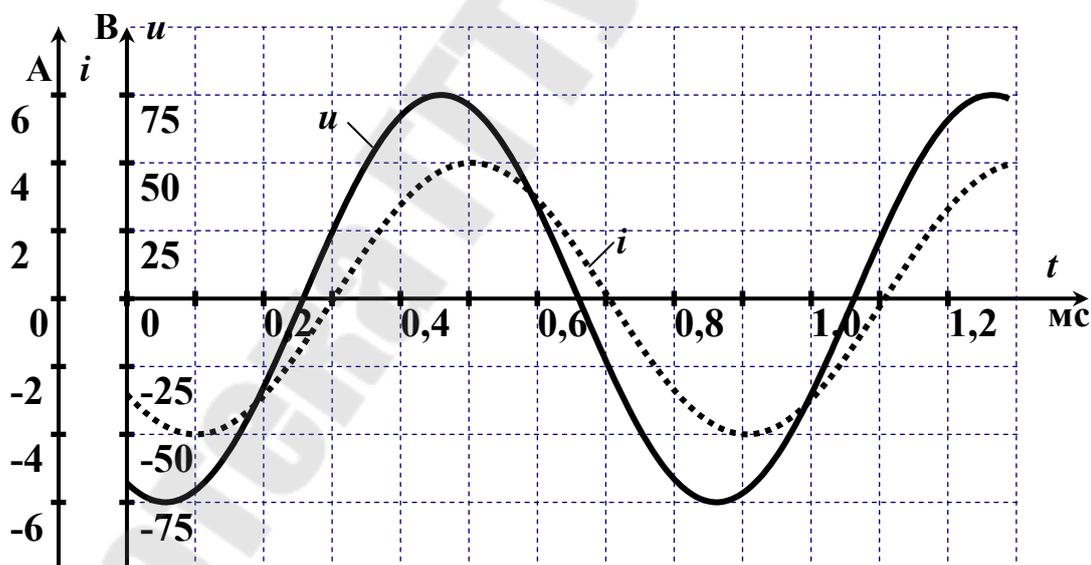
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.



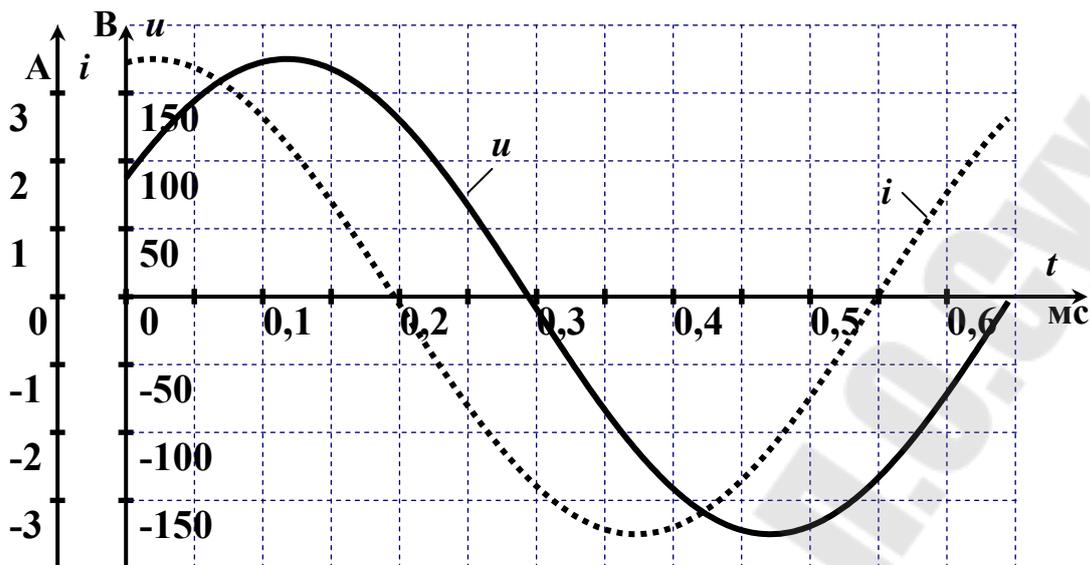
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



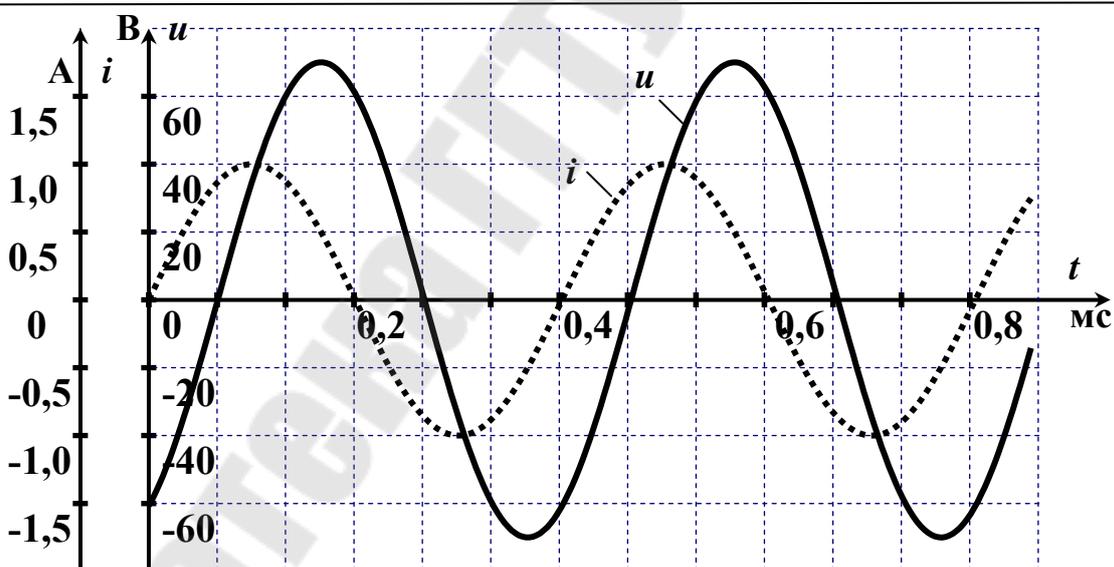
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.



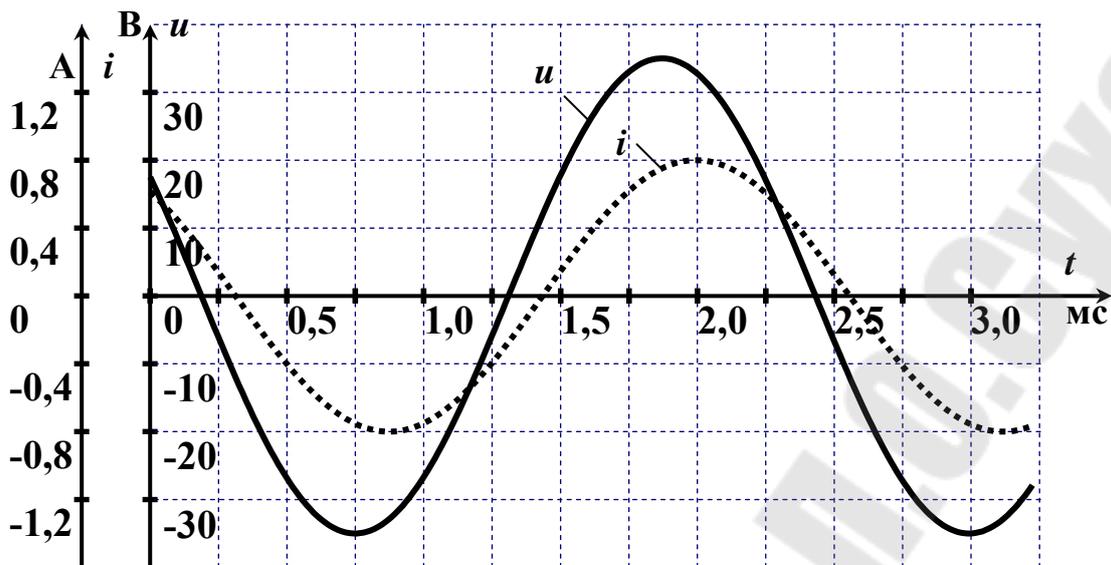
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



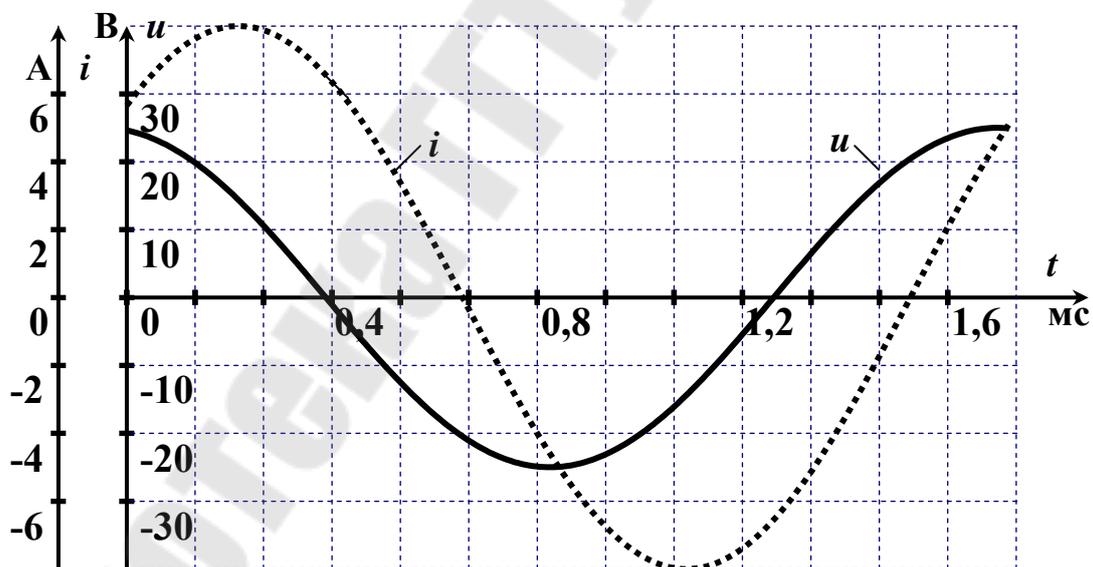
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.



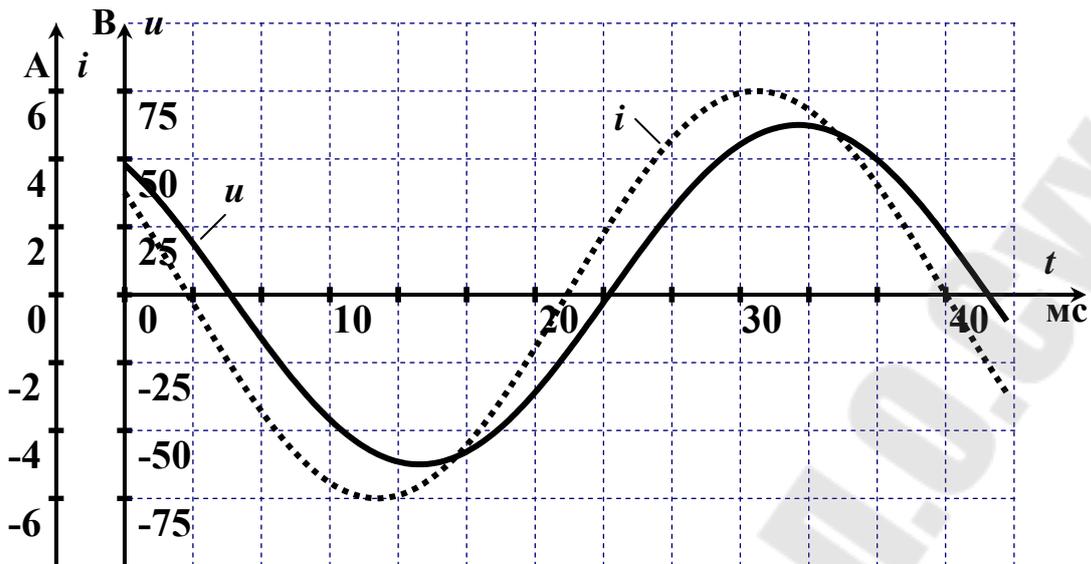
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую осциллограмме.



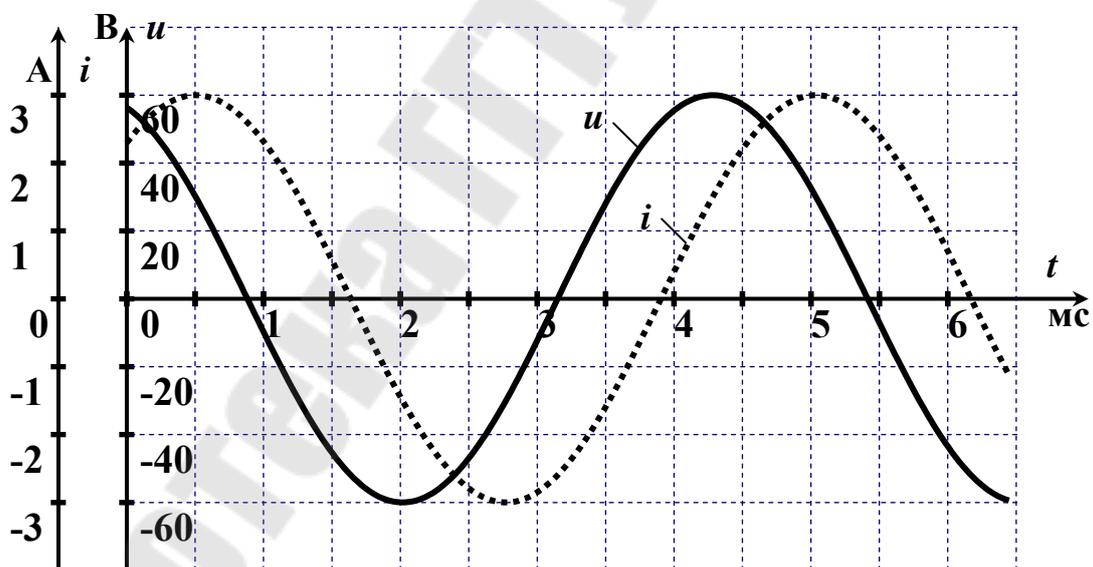
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



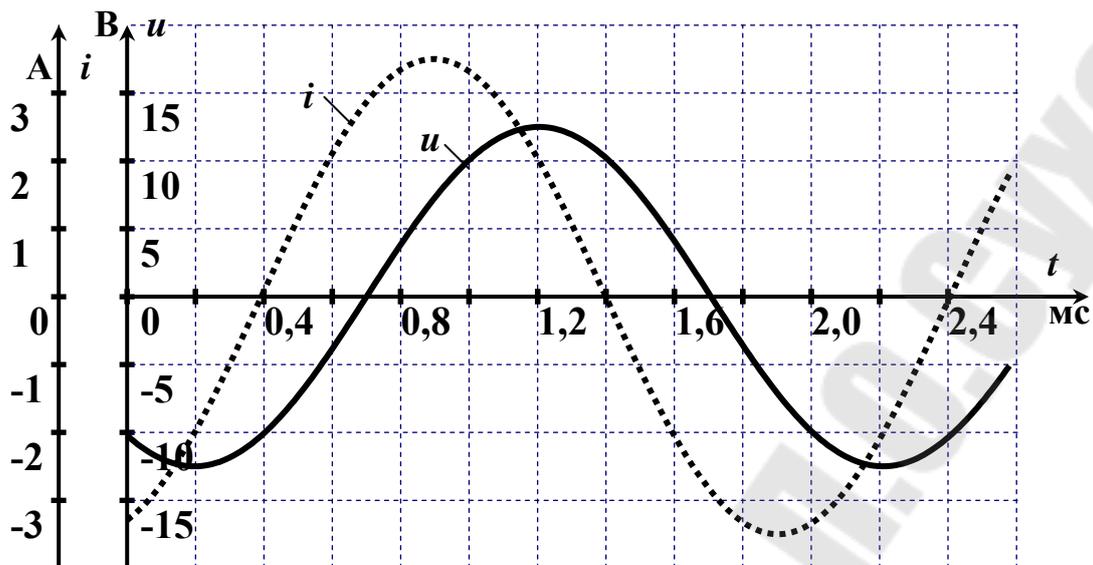
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую осциллограмме.



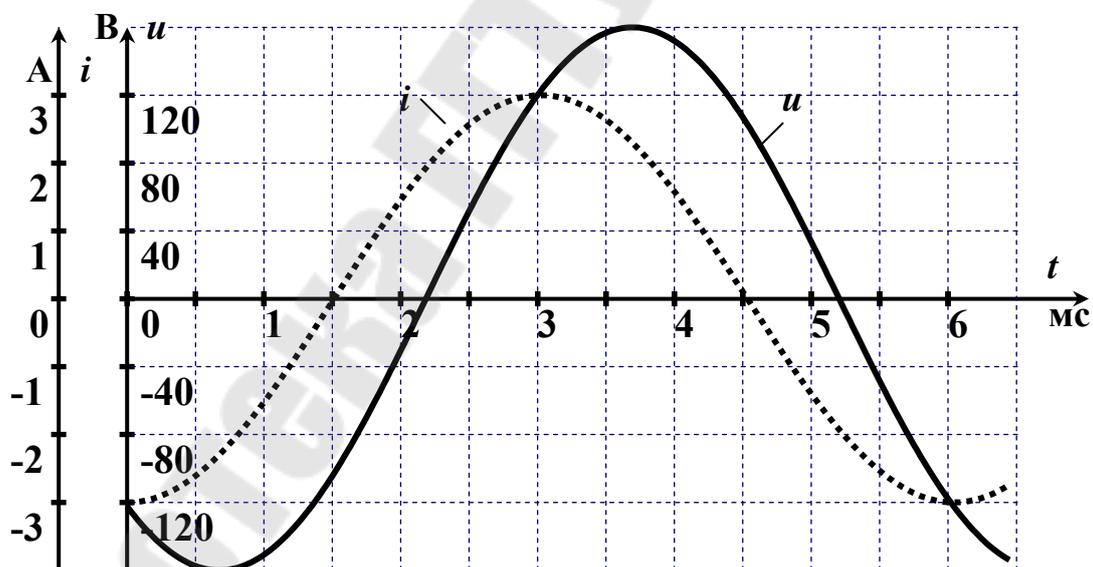
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник сопротивлений.



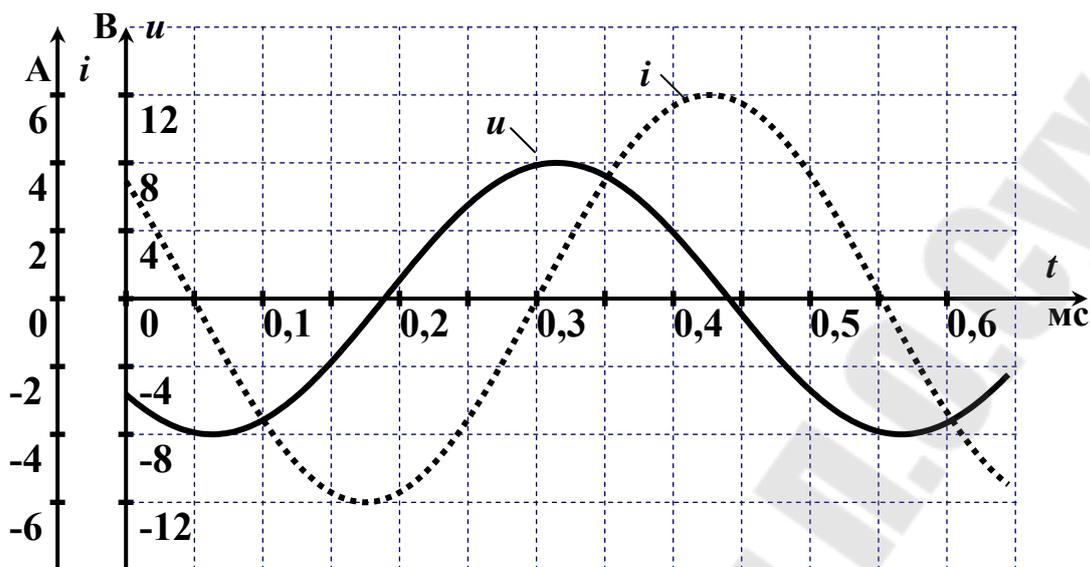
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



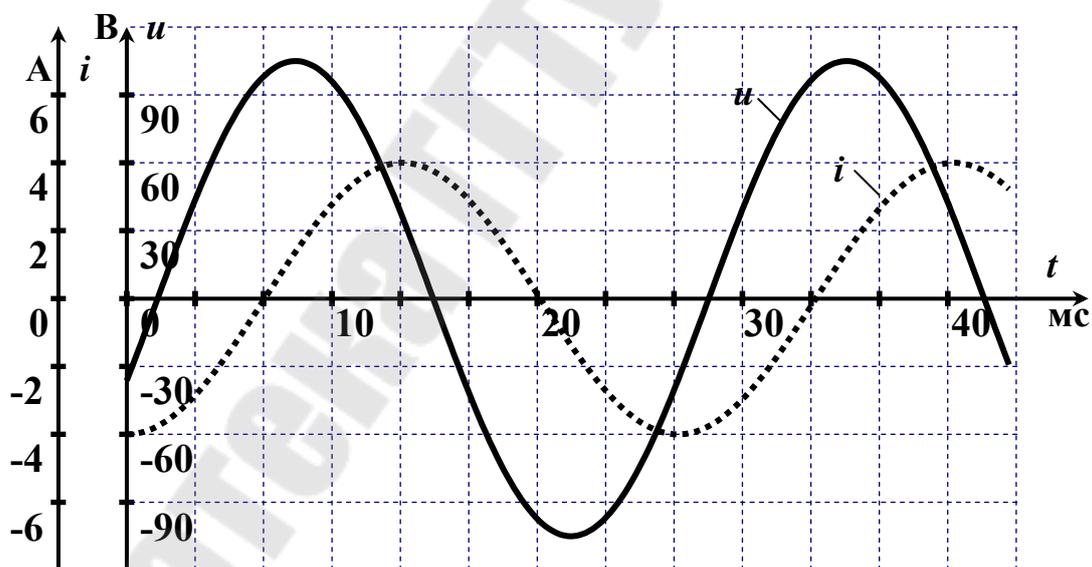
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.



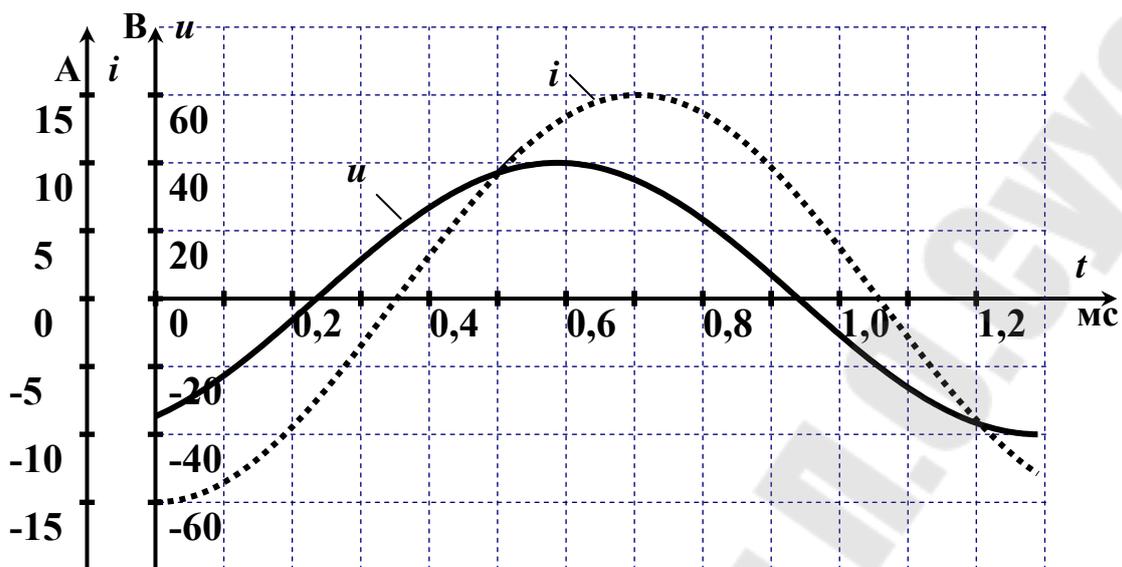
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



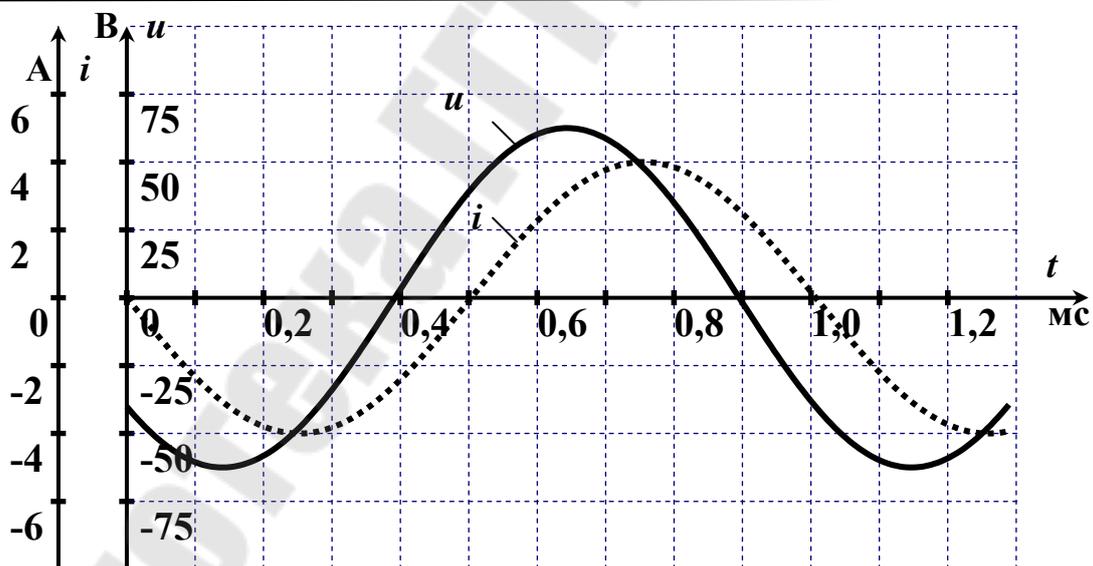
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.



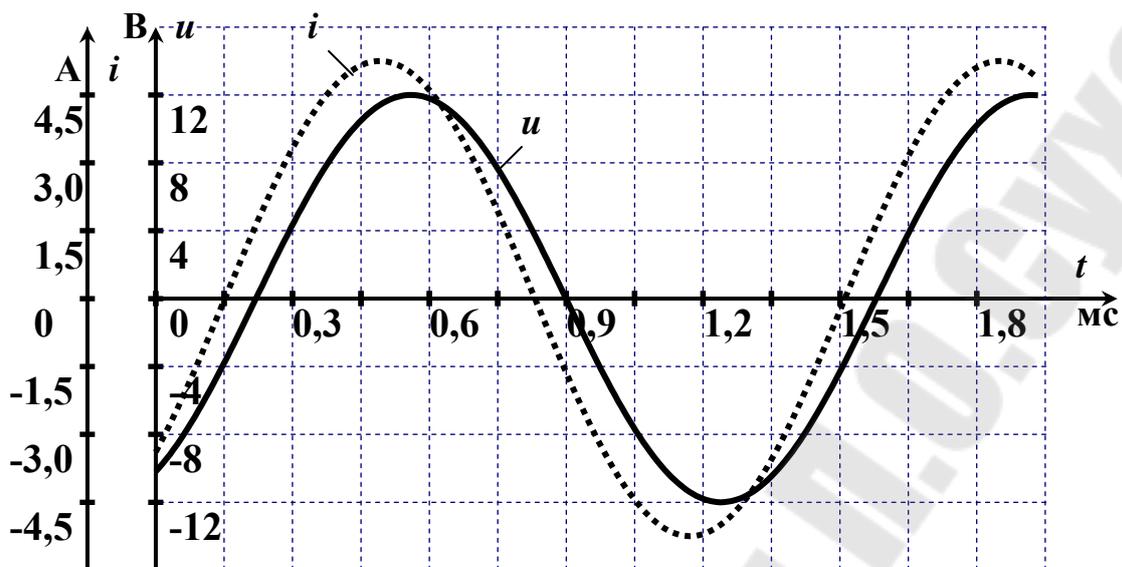
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую осциллограмме.



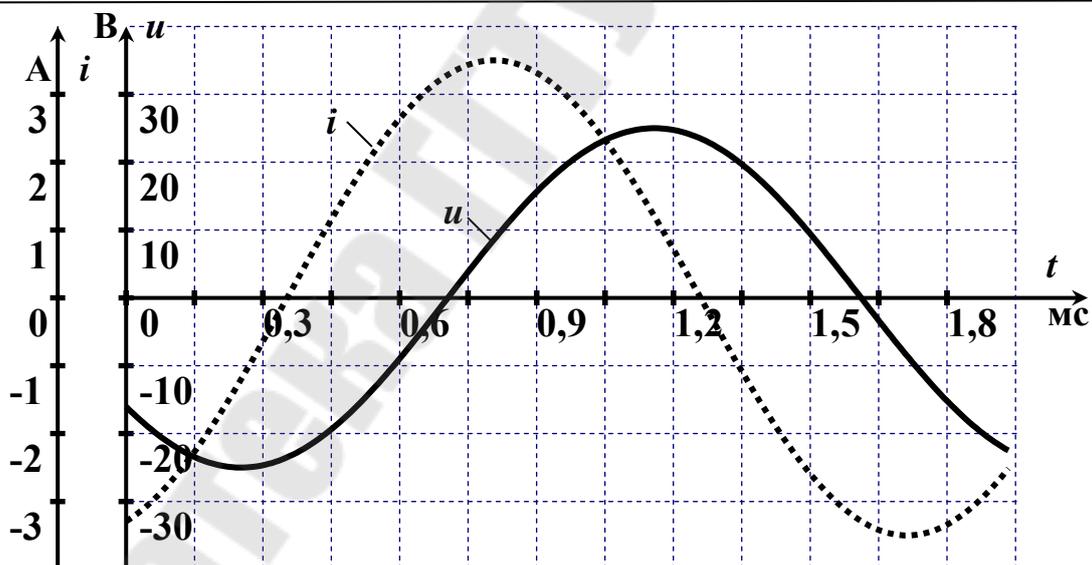
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник сопротивлений.



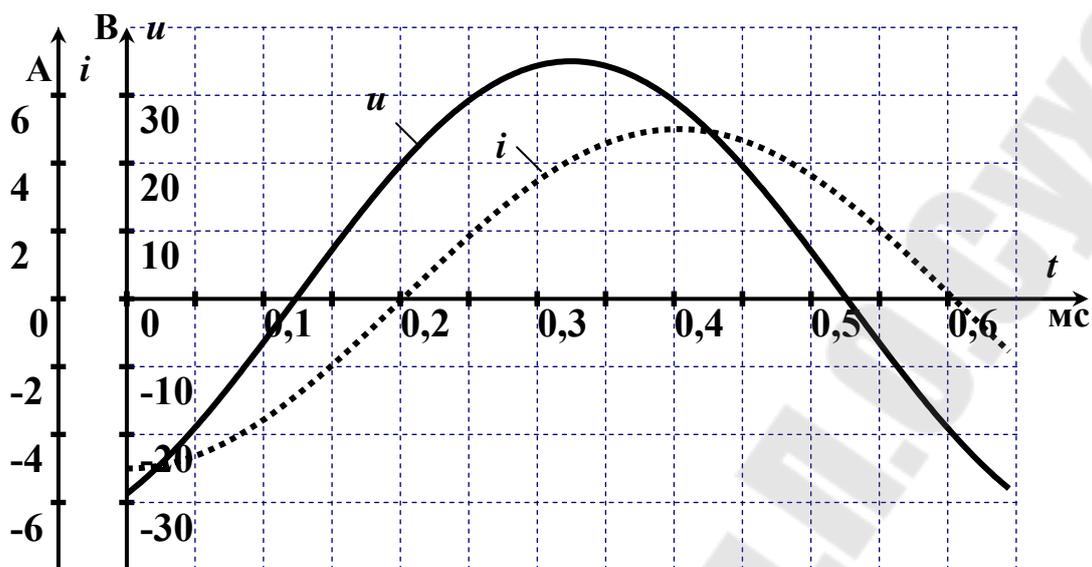
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник сопротивлений.



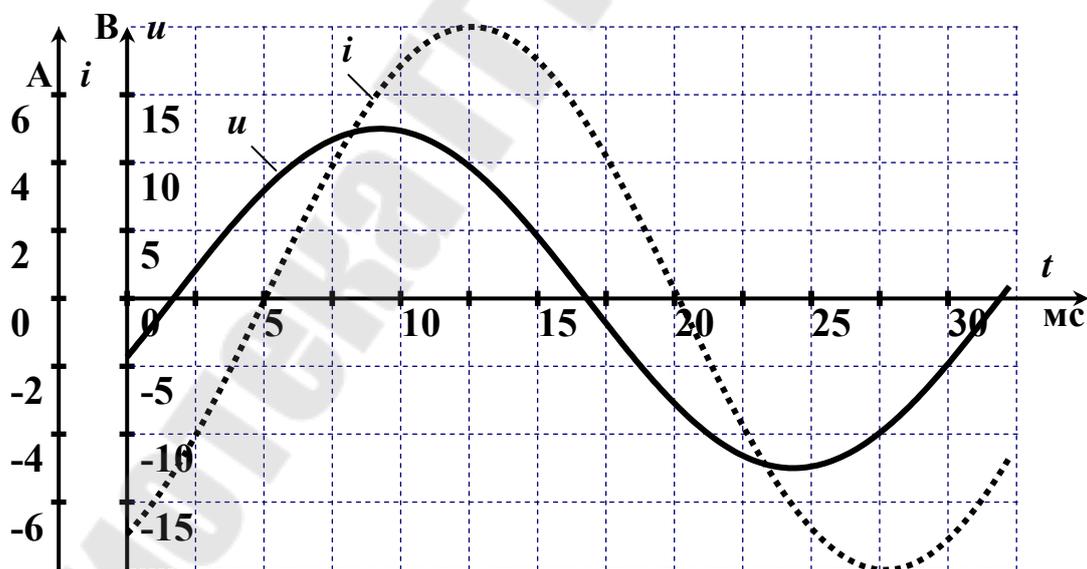
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.



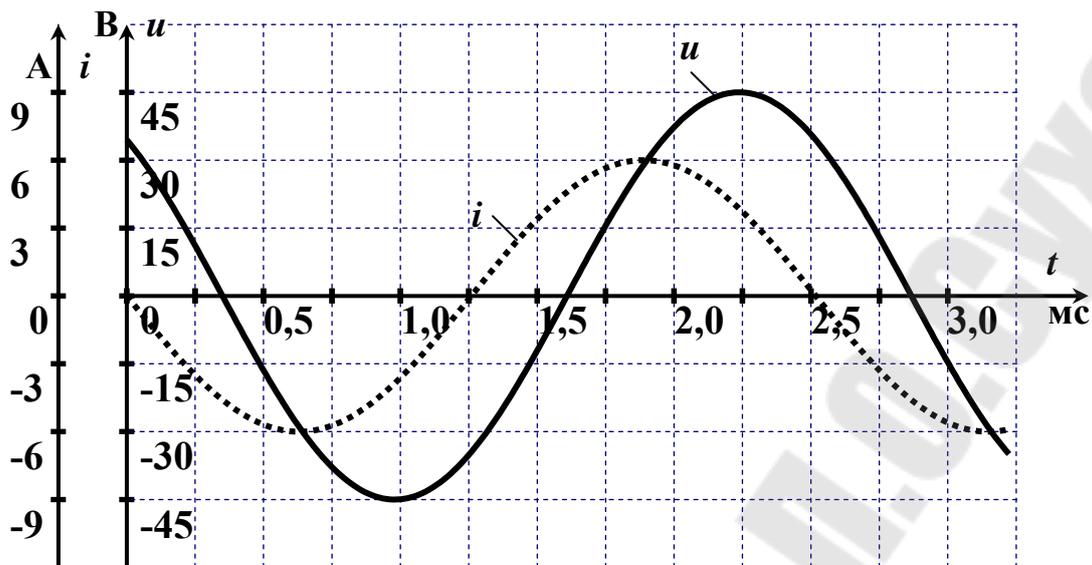
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую осциллограмме.



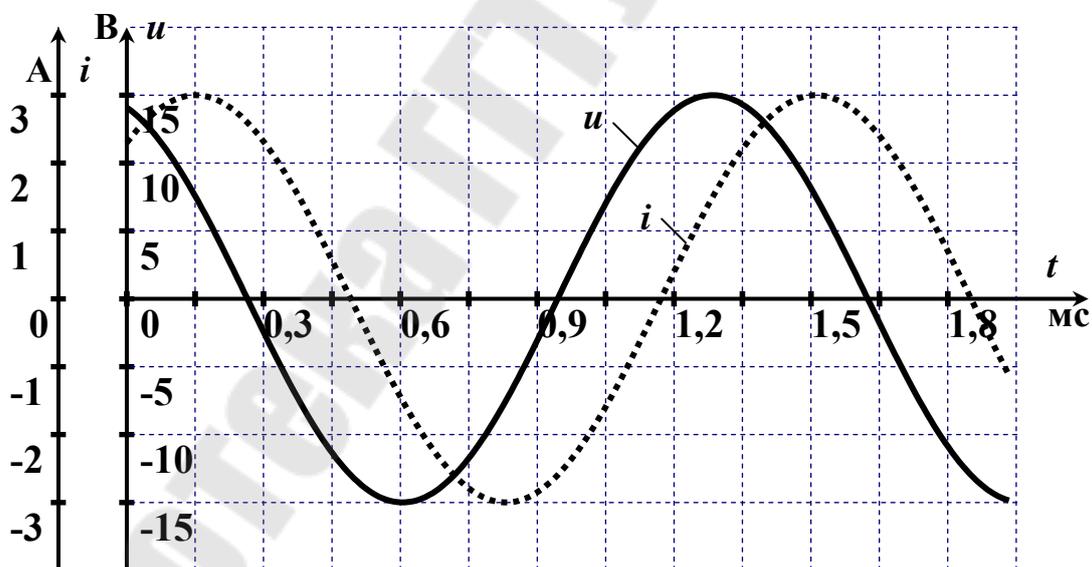
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



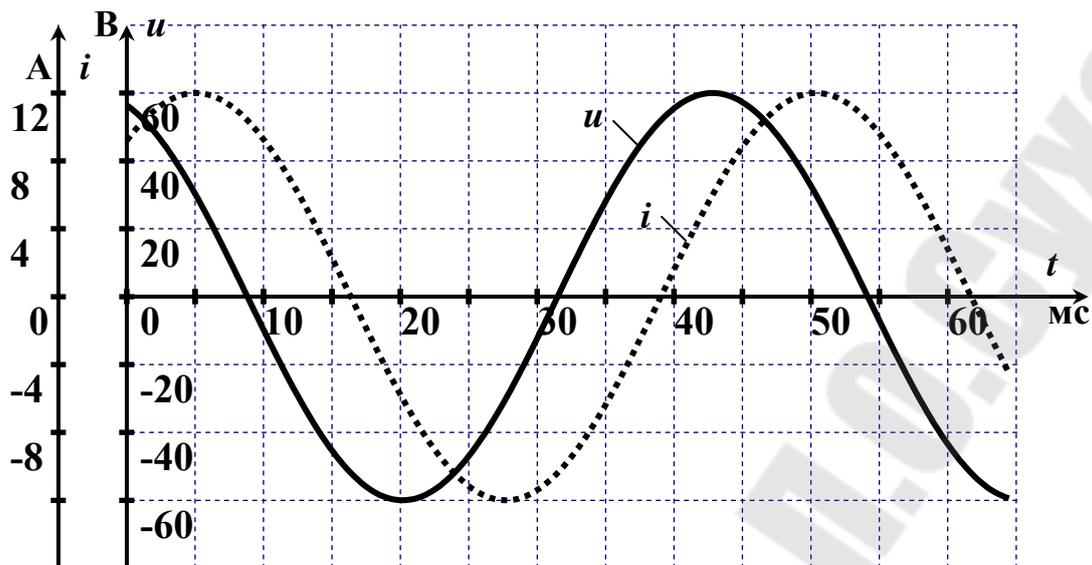
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую осциллограмме.



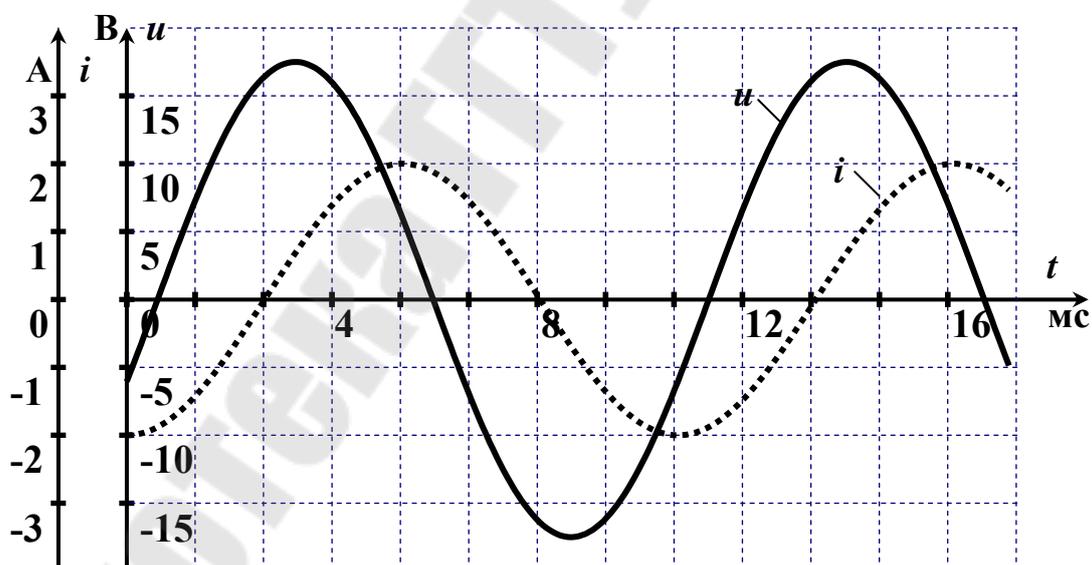
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник сопротивлений.



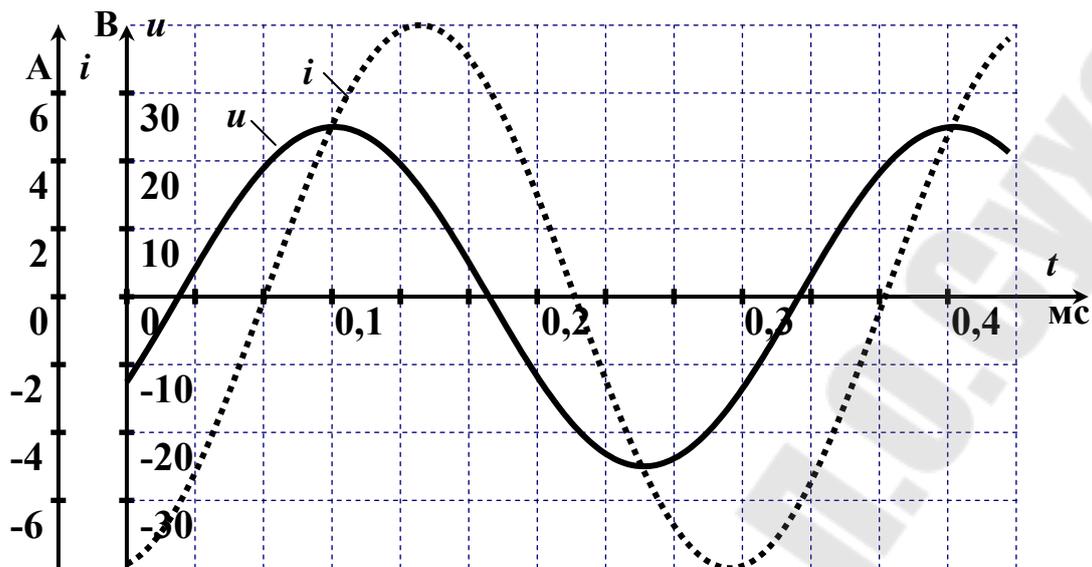
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



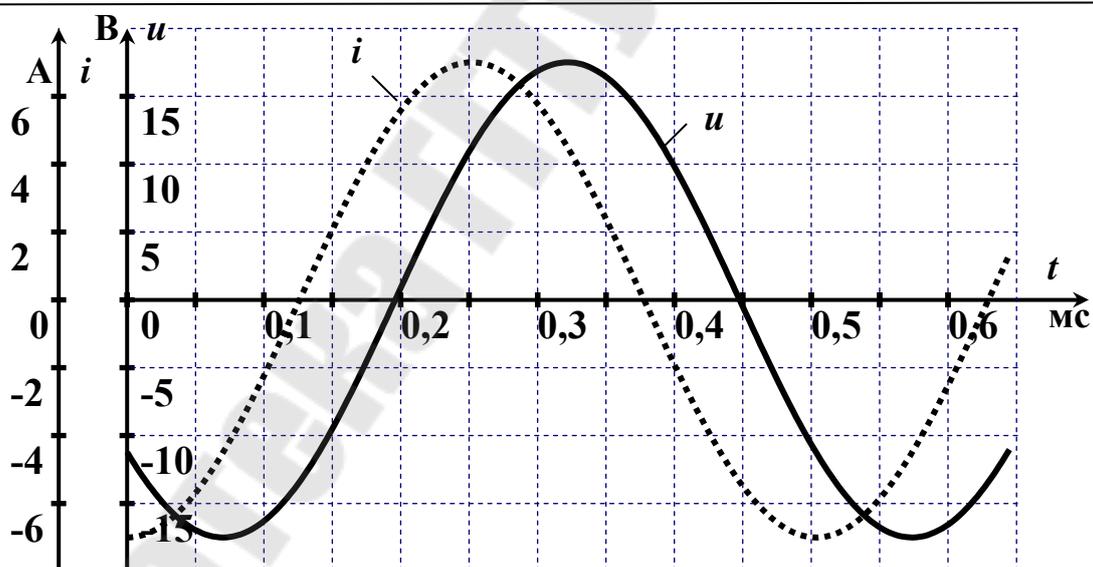
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.



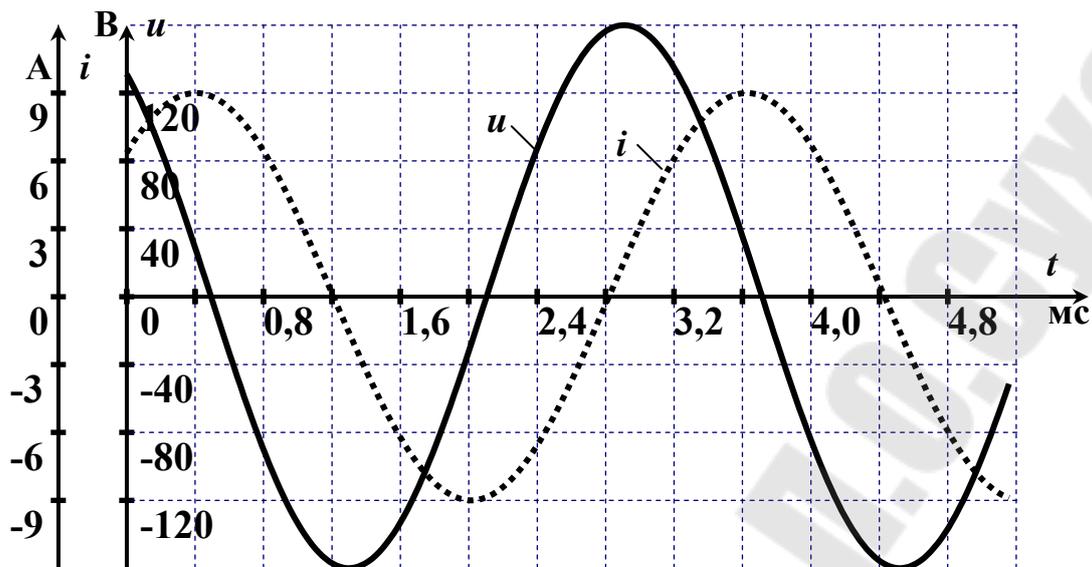
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник проводимостей.



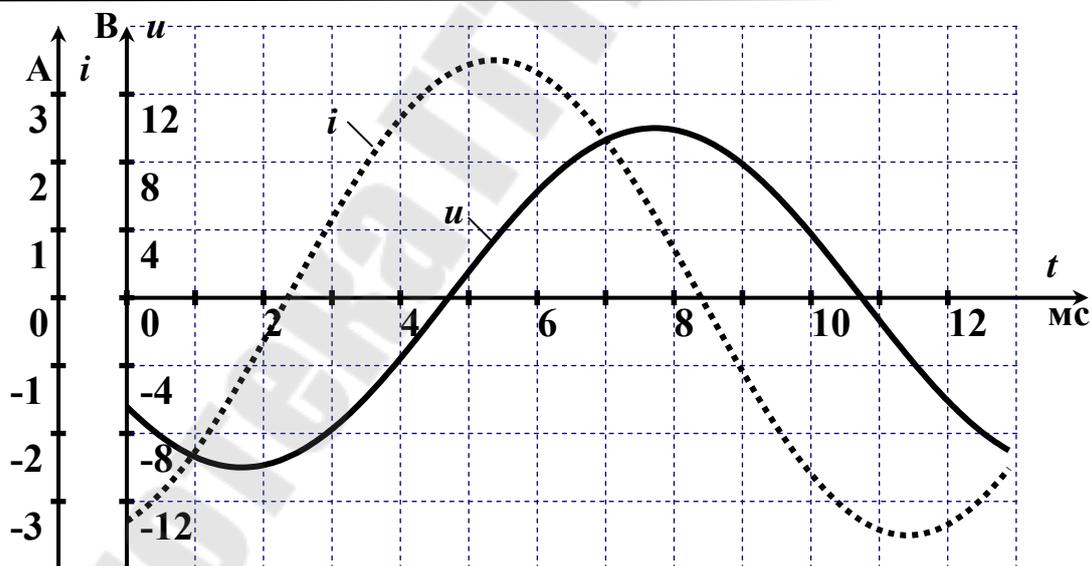
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.



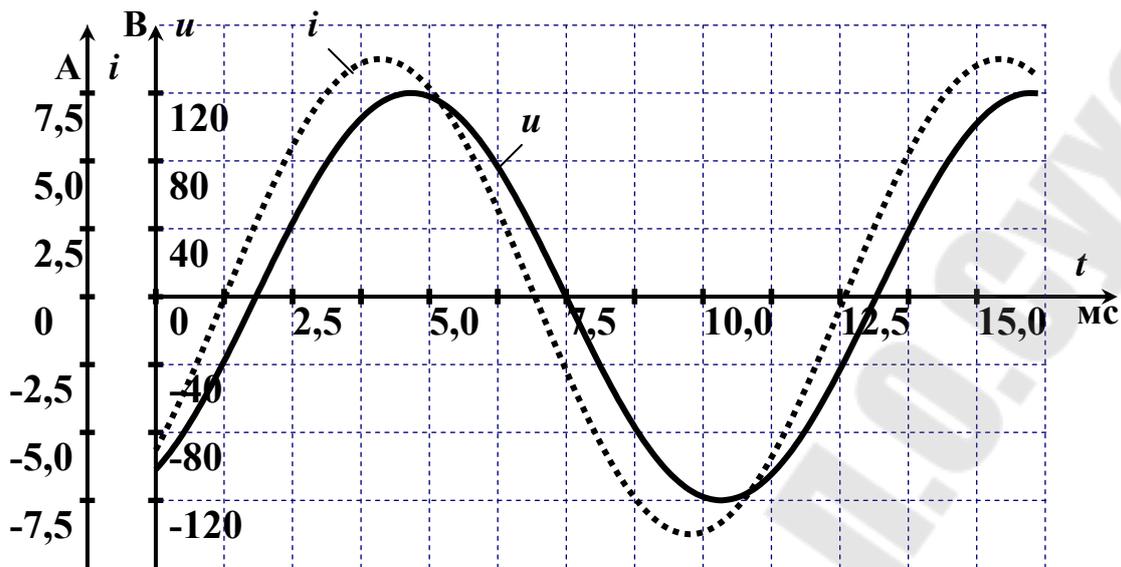
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую осциллограмме.



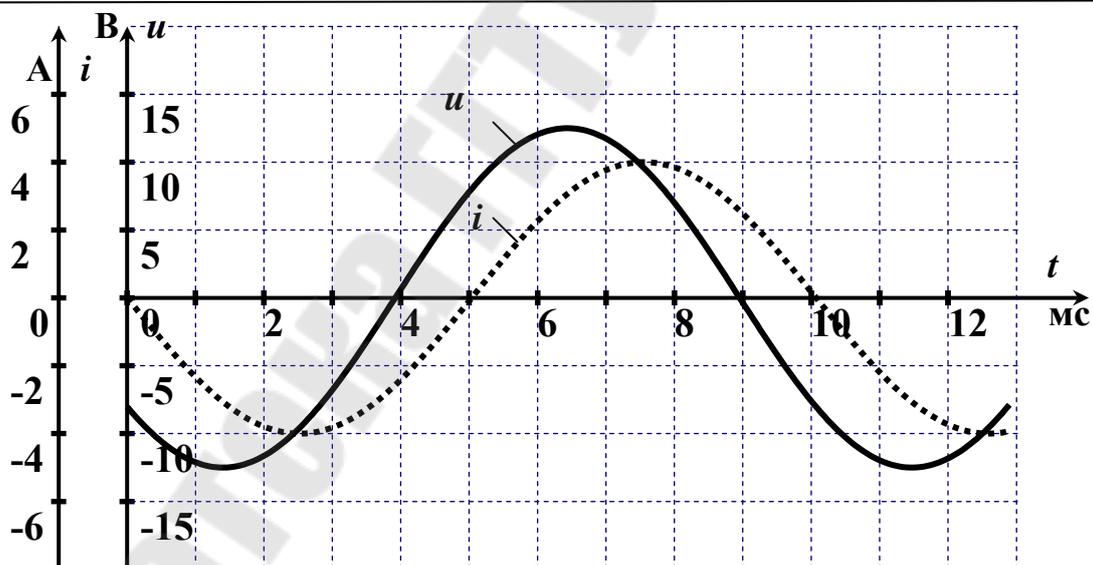
По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник сопротивлений.



По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить треугольник сопротивлений.



По известной осциллограмме для участка цепи:

1. Записать мгновенные значения напряжения и тока;
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов;
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжения, соответствующую схеме замещения.

Примеры решения задач.

1. На рис. 1 показаны осциллограммы тока и напряжения элемента AB . В схеме рис. 2 по заданным осциллограммам необходимо: 1) записать мгновенные значения напряжения и тока, определить разность фаз между ними; 2) записать комплексы амплитуд и действующих значений; 3) определить полное, активное и реактивное сопротивление двухполюсника.

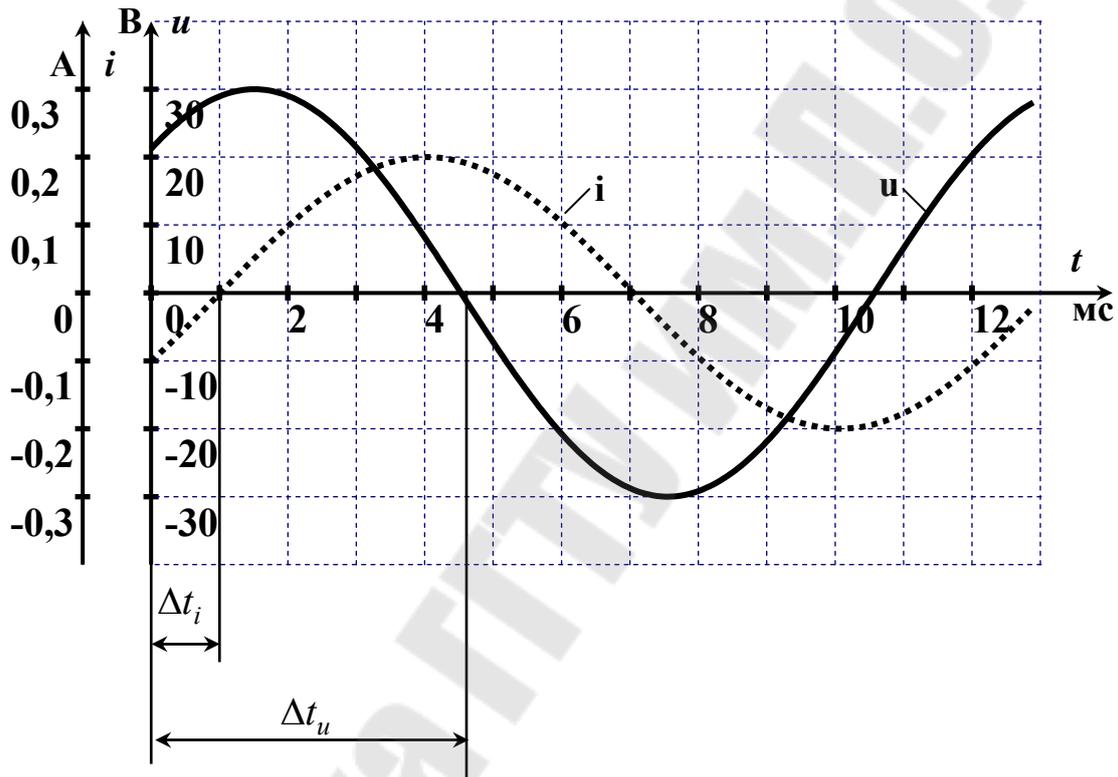


Рис. 1

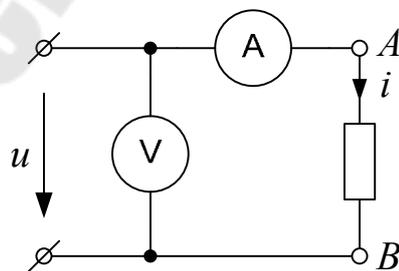


Рис. 2

Решение

Амплитуда напряжения:

$$U_m = 30 \text{ В.}$$

Амплитуда тока:

$$I_m = 0,2 \text{ А.}$$

Период колебаний:

$$T = 12 \text{ мс} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

Циклическая частота колебаний:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{12 \cdot 10^{-3}} = 83,33 \text{ Гц.}$$

Круговая частота колебаний:

$$\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 83,33 = 523,6 \text{ рад/с.}$$

Начальная фаза напряжения:

$$\psi_u = \frac{\frac{12}{2} - \Delta t_u}{T} \cdot 360^\circ = \frac{\frac{12}{2} - 4,5}{12} \cdot 360^\circ = 45^\circ.$$

Начальная фаза тока:

$$\psi_i = \frac{-\Delta t_i}{T} \cdot 360^\circ = \frac{-1}{12} \cdot 360^\circ = -30^\circ.$$

Сдвиг фаз между напряжением и током:

$$\varphi = \psi_u - \psi_i = 75^\circ.$$

Мгновенные значения напряжения и тока:

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \psi_u) = 30 \sin(523,6t + 45^\circ), \text{ В;}$$

$$i(t) = I_m \sin(\omega t + \psi_i) = 0,2 \sin(523,6t - 30^\circ), \text{ А.}$$

Комплексы амплитуд:

$$\underline{U}_m = U_m e^{j\psi_u} = 30 e^{j45^\circ} \text{ В;}$$

$$\underline{I}_m = I_m e^{j\psi_i} = 0,2 e^{-j30^\circ} \text{ А.}$$

Комплексы действующих значений:

$$\underline{U} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 21,2e^{j45^\circ} \text{ В}; \quad \underline{I} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,141e^{-j30^\circ} \text{ А.}$$

Комплексное сопротивление двухполюсника находим по закону Ома:

$$\underline{Z} = \frac{\underline{U}_m}{\underline{I}_m} = \frac{U}{I} = \frac{30}{0,2} e^{j75^\circ} = 150e^{j75^\circ} = (39 + j145) \text{ Ом.}$$

В общем случае:

$$\underline{Z} = R + jX = Z \cdot e^{j\varphi}.$$

Отсюда активное сопротивление элемента:

$$R = \operatorname{Re} Z = Z \cos \varphi = 39 \text{ Ом.}$$

Реактивное сопротивление элемента: $X = \operatorname{Im} Z = Z \sin \varphi = 145 \text{ Ом.}$

Поскольку $X > 0$, заданный элемент является активно-индуктивным. Его схема замещения показана на рис. 3.

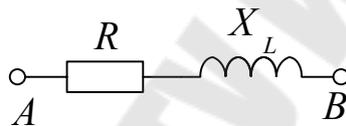


Рис. 3

2. Определить все токи в схеме рис. 4, если $E = 100 \text{ В}$; $R_1 = 10 \text{ Ом}$; $R_2 = 20 \text{ Ом}$; $X_L = 30 \text{ Ом}$; $X_{C1} = 40 \text{ Ом}$; $X_{C2} = 50 \text{ Ом}$.

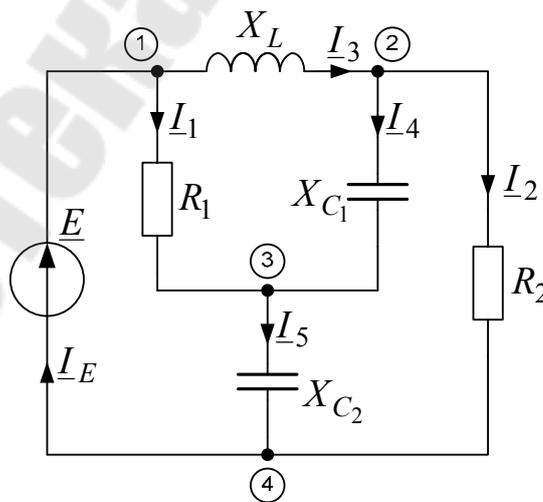


Рис. 4

Решение

Расчет схемы целесообразно начать с преобразования звезды сопротивлений R_1 , X_{C_1} , X_{C_2} в эквивалентный треугольник, вершины которого будут располагаться в узлах 1, 2, 4, а стороны имеют сопротивления:

$$\underline{Z}'_{14} = R_1 - jX_{C_2} + \frac{R_1 \cdot (-jX_{C_2})}{-jX_{C_1}} = 10 - j50 + \frac{10 \cdot (-j50)}{-j40} = 54,83e^{-j65,77^\circ} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}'_{12} = R_1 - jX_{C_1} + \frac{R_1 \cdot (-jX_{C_1})}{-jX_{C_2}} = 10 - j40 + \frac{10 \cdot (-j40)}{-j50} = 43,86e^{-j65,77^\circ} \text{ Ом};$$

$$\begin{aligned} \underline{Z}'_{24} &= -jX_{C_1} - jX_{C_2} + \frac{-jX_{C_1} \cdot (-jX_{C_2})}{R_1} = -j40 - j50 + \frac{-j50 \cdot (-j40)}{10} = \\ &= 219,32e^{-j155,77^\circ} \text{ Ом}. \end{aligned}$$

После преобразования схема замещения принимает вид, показанный на рис. 5.

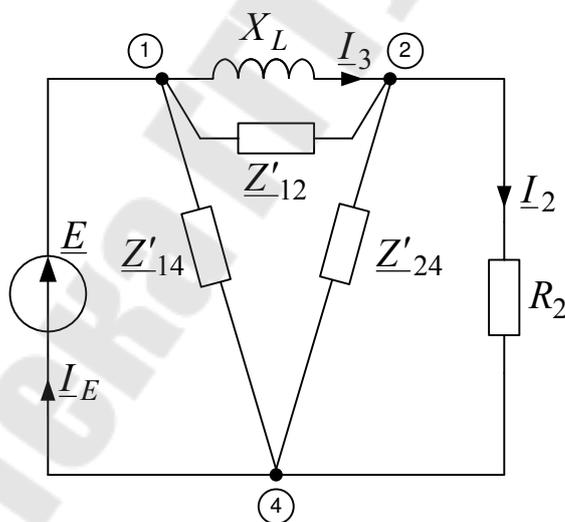


Рис. 5

Найдем сопротивления междуузловых участков этой схемы:

$$\underline{Z}_{12} = \frac{jX_L \cdot \underline{Z}'_{12}}{jX_L + \underline{Z}'_{12}} = \frac{j30 \cdot 43,86e^{j65,77^\circ}}{j30 + 43,86e^{j65,77^\circ}} = 63,91e^{j53,28^\circ} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_{24} = \frac{R_2 \cdot \underline{Z}'_{24}}{R_2 + \underline{Z}'_{24}} = \frac{20 \cdot 219,32e^{-j155,77^\circ}}{20 + 219,32e^{-j155,77^\circ}} = 21,79e^{-j2,34^\circ} \text{ Ом.}$$

Входное сопротивление схемы относительно зажимов источника:

$$\underline{Z} = \frac{\underline{Z}'_{14} \cdot \underline{Z}_{124}}{\underline{Z}'_{14} + \underline{Z}_{124}},$$

где

$$\underline{Z}_{124} = \underline{Z}_{12} + \underline{Z}_{24} = 63,91e^{j53,28^\circ} + 21,79e^{-j2,34^\circ} = 78,31e^{j40^\circ} \text{ Ом.}$$

Имеем:

$$\underline{Z} = \frac{54,83e^{-j65,77^\circ} \cdot 78,31e^{j40^\circ}}{54,83e^{-j65,77^\circ} + 78,31e^{j40^\circ}} = 52,052e^{-j26,01^\circ} \text{ Ом.}$$

Рассчитываем токи:

$$\underline{I}_E = \frac{\underline{E}}{\underline{Z}} = \frac{100e^{j0^\circ}}{52,1e^{-j26,01^\circ}} = 1,92e^{j26,01^\circ} = 1,73 + j0,84 \text{ А;}$$

$$\underline{I}_3 = \underline{I}_E \cdot \frac{\underline{Z}'_{14}}{\underline{Z}'_{14} + \underline{Z}_{124}} \cdot \frac{\underline{Z}'_{12}}{\underline{Z}'_{12} + jX_L}; \quad \underline{I}_2 = \underline{I}_E \cdot \frac{\underline{Z}'_{14}}{\underline{Z}'_{14} + \underline{Z}_{124}} \cdot \frac{\underline{Z}'_{24}}{R_2 + \underline{Z}'_{24}}.$$

Подставляя численные значения, получим:

$$\begin{aligned} \underline{I}_3 &= 1,92e^{j26,01^\circ} \cdot \frac{54,8e^{-j65,77^\circ}}{54,8e^{-j65,77^\circ} + 78,3e^{j40^\circ}} \cdot \frac{43,9e^{-j65,77^\circ}}{43,9e^{-j65,77^\circ} + j30} = \\ &= 2,72e^{-j76,72^\circ} = 0,62 - j2,65 \text{ А;} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{I}_2 &= 1,92e^{-j26,01^\circ} \cdot \frac{54,8e^{-j65,77^\circ}}{54,8e^{-j65,77^\circ} + 78,3e^{j40^\circ}} \cdot \frac{219,3e^{-j155,77^\circ}}{20 + 219,3e^{-j155,77^\circ}} = \\ &= 1,39e^{-j42,34^\circ} = 1,03 - j0,94 \text{ А;} \end{aligned}$$

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_E - \underline{I}_3 = 1,73 + j0,84 - 0,625 + j2,65 = 3,66e^{j72,48^\circ} \text{ А;}$$

$$\underline{I}_4 = \underline{I}_3 - \underline{I}_2 = 2,72e^{-j76,72^\circ} - 1,39e^{-j42,34^\circ} = 1,76e^{-j103,29^\circ} \text{ А};$$

$$\underline{I}_5 = \underline{I}_1 + \underline{I}_4 = 3,66e^{-j72,48^\circ} + 1,76e^{-j103,29^\circ} = 2,33e^{-j49,77^\circ} \text{ А}.$$

Составляем баланс мощностей:

$$\tilde{S} = \underline{E} \cdot \underline{I}_E^* = 100e^{j0^\circ} \cdot 1,92e^{-j26,01^\circ} = (173 - j84,2) \text{ ВА};$$

$$P_{\text{ист}} = \text{Re} \tilde{S} = \underline{E} \cdot \underline{I}_E^* = 173 \text{ Вт}; \quad Q_{\text{ист}} = \text{Im} \tilde{S} = -84,2 \text{ ВАр};$$

$$P_{\text{пр}} = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 = 3,66^2 \cdot 10 + 1,39^2 \cdot 20 = 173 \text{ Вт};$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{пр}} &= I_3^2 X_L + I_4^2 (-X_{C_1}) + I_5^2 (-X_{C_2}) = \\ &= 2,72^2 \cdot 30 + 1,76^2 \cdot (-40) + 2,33^2 \cdot (-50) = -84,2 \text{ ВАр}; \\ 173 \text{ Вт} &= 173 \text{ Вт}; \quad -84,2 \text{ ВАр} = -84,2 \text{ ВАр}, \end{aligned}$$

т. е. $P_{\text{ист}} = P_{\text{пр}}; \quad Q_{\text{ист}} = Q_{\text{пр}}.$

3. Определить показания амперметра в схеме (рис. 6), если $U = 120 \text{ В};$
 $R_1 = 15 \text{ Ом}; \quad R_2 = 30 \text{ Ом}; \quad X_1 = 25 \text{ Ом}; \quad X_2 = 10 \text{ Ом}.$

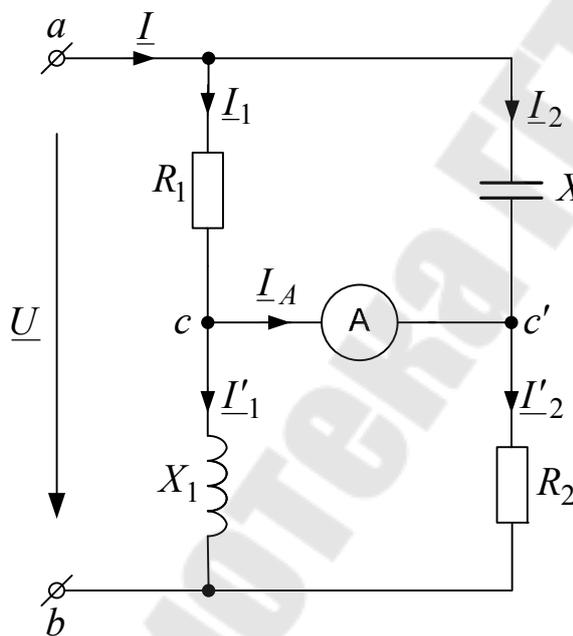


Рис. 6

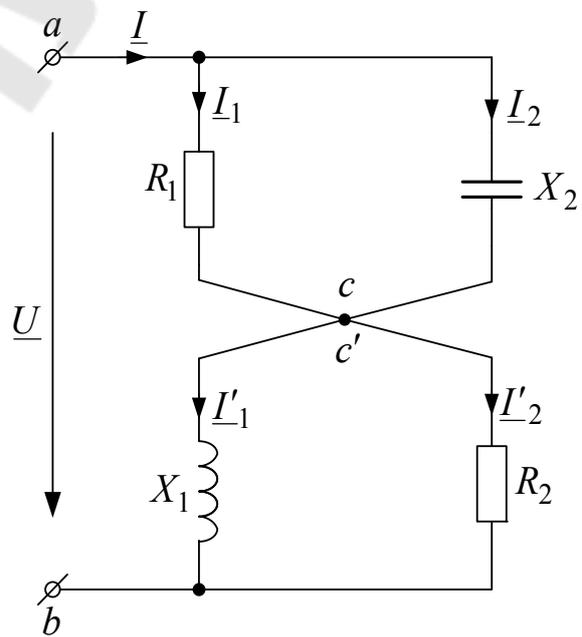


Рис. 7

Решение

Поскольку амперметр идеальный ($Z_A = 0$), участок cc' является короткозамкнутым. Эквивалентная схема представлена на рис. 7. Рассчитаем общее сопротивление такой схемы:

$$\underline{Z} = \underline{Z}_{ab} = \underline{Z}_{ac} + \underline{Z}_{cb};$$

$$\underline{Z}_{ac} = \frac{R_1 \cdot (-jX_2)}{R_1 - jX_2} = \frac{15 \cdot (-j10)}{15 - j10} = 8,3e^{-j56,31^\circ} \text{ Ом};$$

$$\underline{Z}_{cb} = \frac{R_2 \cdot (jX_1)}{R_2 + jX_1} = \frac{30 \cdot j25}{30 + j25} = 19,2e^{j50,19^\circ} \text{ Ом}.$$

Следовательно,

$$\underline{Z} = 8,3e^{-j56,31^\circ} + 19,2e^{j50,19^\circ} = 18,6e^{j24,83^\circ} \text{ Ом}.$$

Поскольку в условии задачи нет особых указаний о начальной фазе входного напряжения, мы принимаем $\underline{U} = 120e^{j0^\circ}$ В. Тогда

$$\underline{I} = \frac{\underline{U}}{\underline{Z}} = \frac{120e^{j0^\circ}}{18,6e^{j24,83^\circ}} = 6,4e^{-j24,83^\circ} \text{ А};$$

$$\underline{I}_1 = \underline{I} \frac{-jX_2}{R_1 - jX_2} = 6,4e^{-j24,83^\circ} \frac{-j10}{15 - j10} = 3,6e^{-j81,13^\circ} = (0,55 - j3,52) \text{ А};$$

$$\underline{I}_2 = \underline{I} \frac{R_1}{R_1 - jX_2} = \underline{I} - \underline{I}_1 = 6,4e^{-j24,83^\circ} - 3,6e^{-j81,13^\circ} = (5,29 + j0,82) \text{ А};$$

$$\underline{I}'_1 = \underline{I} \frac{R_2}{R_2 + jX_1} = 6,4e^{-j24,83^\circ} \frac{-j30}{30 - j25} = 4,9e^{-j75,02^\circ} = (1,27 - j4,78) \text{ А};$$

$$\underline{I}'_2 = \underline{I} \frac{jX_1}{R_2 + jX_1} = \underline{I} - \underline{I}'_1 = (-0,72 + j1,26) = 1,45e^{j119,74^\circ} \text{ А};$$

$$\underline{I}_A = \underline{I}_1 - \underline{I}'_1 = \underline{I}'_2 - \underline{I}_2 = (-6,01 + j0,44) = 6,02e^{j175,81^\circ} \text{ А}.$$

Следовательно, показание амперметра $I_A = 6,02$ А.

4. В схеме (рис. 8) заданы $e_1(t) = 80 \sin(\omega t + 60^\circ)$ В;

$e_2(t) = 120 \cos(\omega t - 60^\circ)$ В, $R_1 = R_3 = 40$ Ом; $X_1 = X_2 = X_3 = 50$ Ом.

Найти все токи.

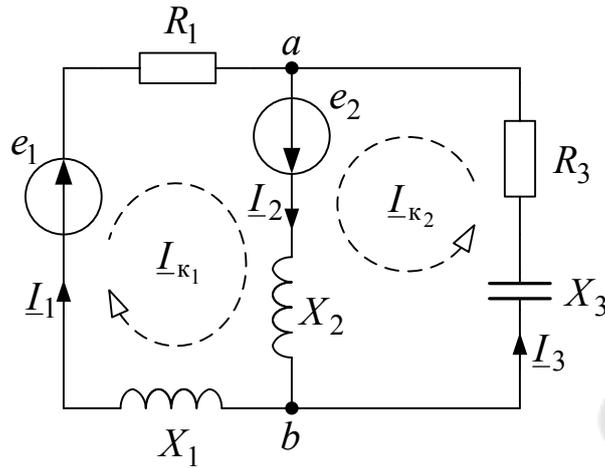


Рис. 8

Решение

Для расчета токов в символическом (комплексном) виде необходимо перейти от мгновенных значений ЭДС к комплексам их действующих значений. При таком переходе следует учесть, что ЭДС e_2 задана не синусоидой (как обычно), а косинусоидой, и вначале заменить ЭДС e_2 эквивалентной синусоидой:

$$e_2(t) = 120 \cos(\omega t - 60^\circ) = 120 \sin(\omega t - 60^\circ + 90^\circ) = 120 \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ В.}$$

После этого переходим к комплексам действующих значений ЭДС:

$$\underline{E}_1 = \frac{80}{\sqrt{2}} e^{j60^\circ} = 56,6 e^{j60^\circ} = (28,3 + j49) \text{ В;}$$

$$\underline{E}_2 = \frac{120}{\sqrt{2}} e^{j30^\circ} = 84,9 e^{j30^\circ} = (73,5 + j42,5) \text{ В.}$$

Расчет заданной схемы можно произвести различными способами.

1 способ (метод контурных токов)

Перед началом расчета произвольно выбираем условно положительные направления истинных (I_1, I_2, I_3) и контурных (I_{k1}, I_{k2}) токов; например, так, как показано на рис. 2.7.1. После этого записываем для контурных токов уравнения второго закона Кирхгофа:

$$\begin{cases} (R_1 + jX_1 + jX_2)I_{k1} + jX_2 I_{k2} = \underline{E}_1 + \underline{E}_2; \\ jX_2 I_{k1} + (R_3 + jX_2 - jX_3)I_{k2} = \underline{E}_2. \end{cases}$$

Подставляя числовые данные, получаем:

$$\begin{cases} (40 + j50 + j50)\underline{I}_{K1} + j50\underline{I}_{K2} = 56,6e^{j60^\circ} + 84,9e^{j30^\circ}; \\ j50\underline{I}_{K1} + (40 + j50 - j50)\underline{I}_{K2} = 84,9e^{j30^\circ}. \end{cases}$$

Решая эту систему уравнений, находим контурные токи:

$$\underline{I}_{K1} = 1,08e^{-j44,3^\circ} = (0,77 - j0,75) \text{ А}; \quad \underline{I}_{K2} = 0,9e^{j6,1^\circ} = (0,89 + j0,095) \text{ А}.$$

Истинные токи выражаются алгебраическими суммами соответствующих контурных токов:

$$\underline{I}_1 = \underline{I}_{K1}; \quad \underline{I}_2 = \underline{I}_{K1} + \underline{I}_{K2} = 1,66 - j0,66 = 1,79e^{-j21,6^\circ} \text{ А}; \quad \underline{I}_3 = \underline{I}_{K2}.$$

2 способ (метод узловых потенциалов)

В схеме два узла, поэтому расчет проводим методом двух узлов, определяя межузловое напряжение:

$$\begin{aligned} \underline{U}_{ab} &= \frac{\frac{\underline{E}_1}{R_1 + jX_1} - \frac{\underline{E}_2}{jX_2}}{\frac{1}{R_1 + jX_1} + \frac{1}{jX_2} + \frac{1}{R_3 - jX_3}} = \frac{\frac{28,3 + j49}{40 + j50} - \frac{73,5 + j42,5}{j50}}{\frac{1}{40 + j50} + \frac{1}{j50} + \frac{1}{40 - j50}} = \\ &= -40,4 + j40,7 = 57,4e^{j134,4^\circ} \text{ В}. \end{aligned}$$

Искомые токи определяем по закону Ома:

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{E}_1 - \underline{U}_{ab}}{R_1 + jX_1} = \frac{56,6e^{j60^\circ} - 57,4e^{-j134,4^\circ}}{40 + j50} = 1,08e^{-j44,46^\circ} = (0,77 - j0,75) \text{ А};$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{E}_2 + \underline{U}_{ab}}{jX_2} = \frac{84,9e^{j30^\circ} + 57,4e^{-j134,4^\circ}}{j50} = 1,79e^{-j21,59^\circ} = (1,66 - j0,66) \text{ А};$$

$$\underline{I}_3 = \frac{-\underline{U}_{ab}}{R_3 - jX_3} = \frac{-57,4e^{-j134,4^\circ}}{40 - j50} = 0,89e^{-j6,16^\circ} = (0,89 + j0,096) \text{ А}.$$

3 способ (метод наложения)

Заданная схема (рис. 9) содержит два источника питания. Рассмотрим схему, в которой действует только источник e_1 , а источник e_2 заменен короткозамкнутым участком (рис. 10). В такой схеме протекают токи:

$$\underline{I}'_1 = \frac{E_1}{R_1 + jX_1 + \frac{jX_2(R_3 - jX_3)}{R_3 + j(X_2 - X_3)}} = 0,4e^{j15,5^\circ} = (0,38 + j0,11) \text{ A};$$

$$\underline{I}'_2 = \underline{I}'_1 \frac{R_3 - jX_3}{R_3 + j(X_2 - X_3)} = 0,64e^{-j35,6^\circ} = (0,52 - j0,37) \text{ A};$$

$$\underline{I}'_3 = \underline{I}'_1 \frac{-jX_2}{R_3 + j(X_2 - X_3)} = \underline{I}'_1 - \underline{I}'_2 = 0,5e^{-j74,5^\circ} = (0,14 - j0,48) \text{ A}.$$

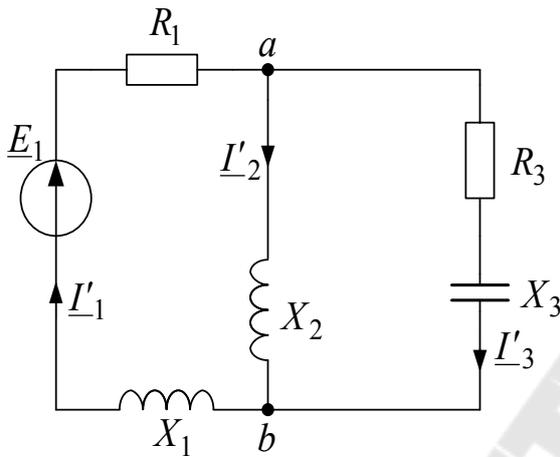


Рис. 9

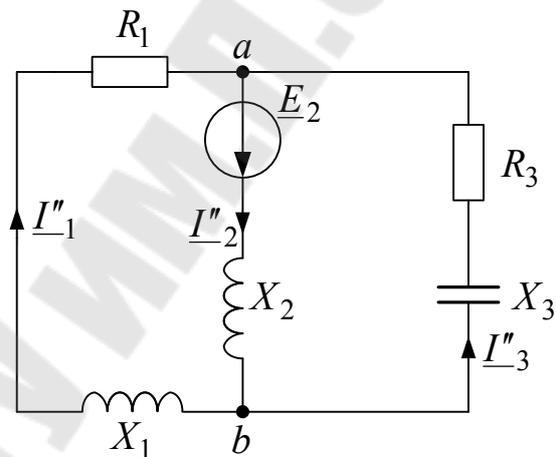


Рис. 10

Теперь рассмотрим схему, в которой короткозамкнутым участком заменен источник ЭДС e_1 (рис. 10). В ней протекают токи:

$$\underline{I}''_2 = \frac{E_2}{jX_2 + \frac{(R_1 + jX_1)(R_3 - jX_3)}{R_3 + R_1 + j(X_1 - X_3)}} = 1,19e^{-j14,3^\circ} = (1,15 - j0,29) \text{ A};$$

$$\underline{I}''_1 = \underline{I}''_2 \frac{R_3 - jX_3}{R_3 + R_1 + j(X_1 - X_3)} = 0,95e^{-j65,6^\circ} = (0,39 - j0,87) \text{ A};$$

$$\underline{I}''_3 = \underline{I}''_2 \frac{R_1 + jX_1}{R_3 + R_1 + j(X_1 - X_3)} = \underline{I}''_2 - \underline{I}''_1 = 0,95e^{-j37^\circ} = (0,76 - j0,57) \text{ A}.$$

Истинные токи схемы выражаются алгебраическими суммами соответствующих частичных токов:

$$\underline{I}_1 = \underline{I}'_1 + \underline{I}''_1 = (0,77 - j0,76) \text{ A}; \quad \underline{I}_2 = \underline{I}'_2 + \underline{I}''_2 = (1,67 - j0,66) \text{ A};$$

$$\underline{I}_3 = \underline{I}'_3 - \underline{I}''_3 = (0,9 + j0,09) \text{ А.}$$

Для проверки составим баланс мощностей: $\tilde{S} = I_1^* E_1 + I_2^* E_2$. Подставляя числовые данные, получим:

$$\tilde{S} = 1,08e^{j44,62^\circ} \cdot 56,6e^{j60^\circ} + 1,8e^{j21,5^\circ} \cdot 84,9e^{j30^\circ} = (78,8 + j178) \text{ ВА};$$

$$P_{\text{ист}} = \text{Re}\tilde{S} = 78,8 \text{ Вт}; \quad Q_{\text{ист}} = \text{Im}\tilde{S} = 178 \text{ ВАр};$$

$$P_{\text{пр}} = I_1^2 R_1 + I_3^2 R_3 = 1,081^2 \cdot 40 + 0,896^2 \cdot 40 = 78,851 \text{ Вт};$$

$$Q_{\text{пр}} = I_1^2 X_1 + I_2^2 X_2 + I_3^2 (-X_3) = 1,08^2 \cdot 50 + 1,78^2 \cdot 50 + 0,89^2 \cdot (-50) = 178,3 \text{ ВАр};$$

$$P_{\text{ист}} = P_{\text{пр}}, \text{ или } 78,8 = 78,8 \text{ Вт}; \quad Q_{\text{ист}} = Q_{\text{пр}}, \text{ или } 178,3 = 178,3 \text{ ВАр}.$$

5. В схеме (рис. 11) найти ток на участке 1–1', если $R_1 = 15 \text{ Ом}$, $R_2 = 25 \text{ Ом}$; $X_1 = 18 \text{ Ом}$; $X_2 = 10 \text{ Ом}$, $e(t) = 180 \cos(\omega t + 30^\circ) \text{ В}$; $i_J(t) = 5 \sin(\omega t - 45^\circ) \text{ А}$.

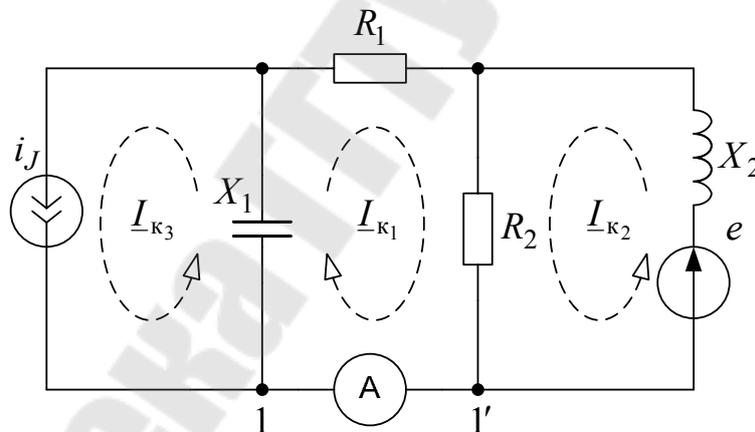


Рис. 11

Решение

Поскольку в задаче требуется рассчитать ток только в одной ветви, для расчета используем метод эквивалентного генератора. Схема холостого хода показана на рис. 12.

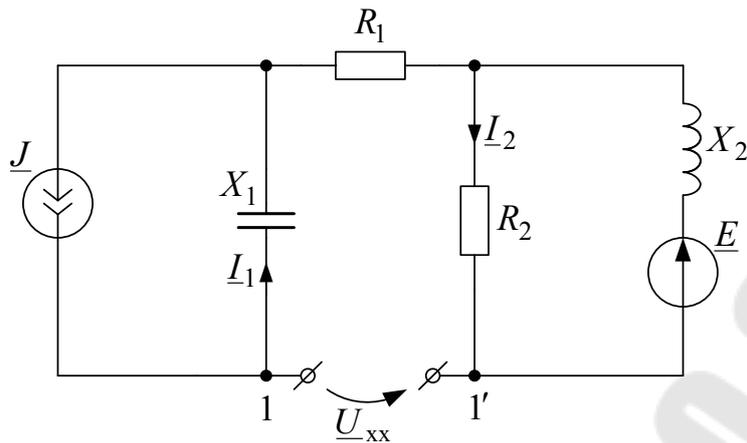


Рис. 12

В схеме холостого хода протекают токи:

$$\underline{I}_1 = \underline{J} = \frac{5}{\sqrt{2}} e^{-j45^\circ} = 3,54 e^{-j45^\circ} \text{ А};$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{E}}{R_2 + jX_2} = \frac{\frac{180}{\sqrt{2}} e^{j120^\circ}}{25 + j10} = 4,73 e^{j98,2^\circ} \text{ А}.$$

Напряжение холостого хода:

$$\begin{aligned} \underline{U}_{xx} &= -jX_1 \underline{I}_1 + R_2 \underline{I}_2 = \\ &= -j18 \cdot 3,54 e^{-j45^\circ} + 25 \cdot 4,73 e^{j98,2^\circ} = 94,95 e^{j130,5^\circ} \text{ В}. \end{aligned}$$

Чтобы рассчитать внутреннее сопротивление эквивалентного генератора, необходимо в схеме холостого хода изъять ветви, содержащие источники тока, и заменить источники ЭДС короткозамкнутыми участками. В нашем случае после такого преобразования получится схема, показанная на рис. 13.

Входное сопротивление такой схемы (внутреннее сопротивление эквивалентного генератора):

$$\underline{Z}_{\text{вн}} = \underline{Z}_{11'} = -jX_1 + R_1 + \frac{R_2(jX_2)}{R_2 + jX_2} = 20,7 e^{-j26,55^\circ} \text{ Ом}.$$

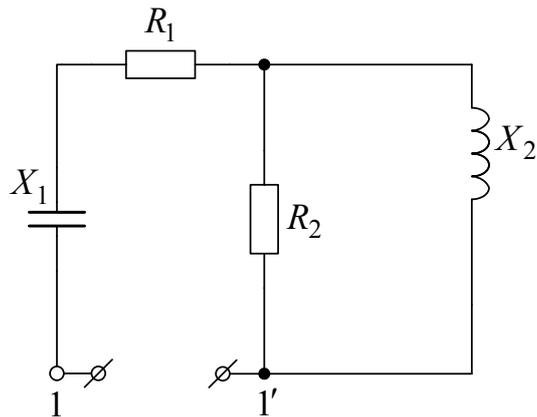


Рис. 1.3

Искомый ток:

$$\underline{I}_{11'} = \frac{\underline{U}_{\text{XX}}}{\underline{Z}_{\text{BH}} + \underline{Z}_{11'}} = \frac{\underline{U}_{\text{XX}}}{\underline{Z}_{\text{BH}} + 0} = 4,59e^{j157,56^\circ} \text{ А.}$$

6. В схеме (рис. 14) имеет место резонанс. Определить R и X_C , если $P_W = 64$ Вт; $U = 4$ В; $X_L = 2$ Ом.

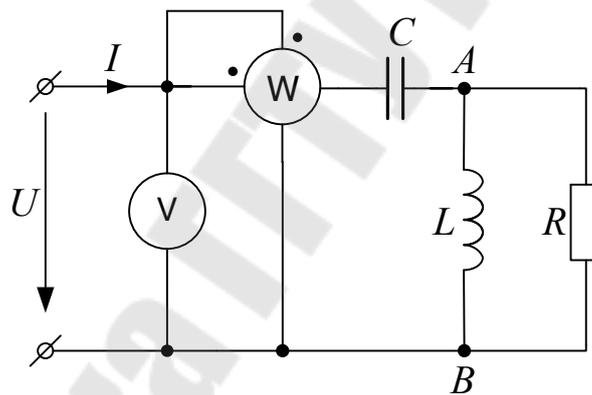


Рис. 14

Решение

В общем случае показание ваттметра

$$P_W = UI \cos \varphi,$$

где φ – угол сдвига фаз между напряжением и током двухполюсника, активную мощность которого измеряет ваттметр. В заданной схеме имеет место резонанс, следовательно, $\cos \varphi = 1$. Тогда

$$I = \frac{P_W}{U} = 16 \text{ А.}$$

Параллельное соединение ветвей на участке AB можно заменить эквивалентным участком с последовательным соединением элементов. Эквивалентная схема, получаемая при таком преобразовании, показана на рис. 15.

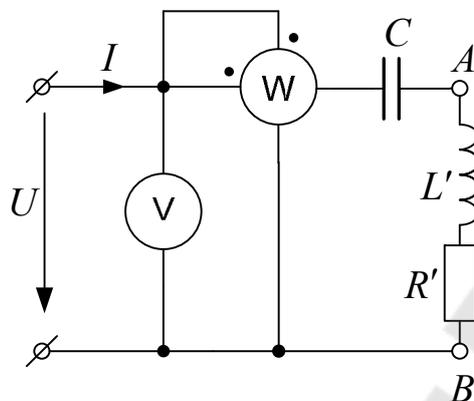


Рис. 15

Чтобы рассчитать параметры эквивалентной схемы, найдем комплексное сопротивление участка AB на схеме рис. 14:

$$\underline{Z}_{AB} = \frac{R \cdot jX_L}{(R + jX_L)} \cdot \frac{(R - jX_L)}{(R - jX_L)} = \frac{R \cdot X_L^2}{R^2 + X_L^2} + j \frac{X_L \cdot R^2}{R^2 + X_L^2},$$

где

$$X_L = 2\pi fL.$$

С другой стороны, для схемы рис. 15:

$$\underline{Z}_{AB} = R' + jX_{L'},$$

где

$$X_{L'} = 2\pi fL'.$$

Сопоставляя два равноценных выражения для \underline{Z}_{AB} , получаем:

$$R' = \frac{R \cdot X_L^2}{R^2 + X_L^2}; \quad X_{L'} = \frac{R^2 \cdot X_L}{R^2 + X_L^2}.$$

В схеме рис. 15 резонанс возможен при

$$X_C = X_{L'}.$$

При этом

$$P_W = I^2 R'; \quad U = R'I,$$

откуда

$$R' = \frac{U}{I} = \frac{U^2}{P_W} = \frac{4^2}{64} = 0,25 \text{ Ом.}$$

Следовательно,

$$\frac{R \cdot X_L^2}{R^2 + X_L^2} = 0,25.$$

Из последнего выражения получаем квадратное уравнение для неизвестного R :

$$0,25R^2 - 4R + 1 = 0.$$

Это уравнение имеет 2 корня:

$$R_{(1)} = 15,75 \text{ Ом}; \quad R_{(2)} = 0,25 \text{ Ом.}$$

Так как оба эти корня положительны, задача имеет 2 решения:

$$X_{C(1)} = \frac{X_L \cdot R_{(1)}^2}{X_L^2 + R_{(1)}^2} = 1,97 \text{ Ом}; \quad X_{C(2)} = \frac{X_L \cdot R_{(2)}^2}{X_L^2 + R_{(2)}^2} = 0,031 \text{ Ом.}$$

Соленков Виталий Владимирович
Шабловский Ярослав Олегович
Брель Виктор Валерьевич

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

ЗАДАЧНИК

**по курсу «Теоретические основы электротехники»
для студентов электротехнических
и энергетических специальностей
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 08.12.10.

Рег. № 52Е.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>