

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 ОДНОФАЗНОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

ЗАДАЧНИК

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

Гомель 2011

УДК 621.3.011.71(075.8)
ББК 31.211я73
С60

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
энергетического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 7 от 31.05.2011 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Электроснабжение»
ГГТУ им. П. О. Сухого *Ю. А. Рудченко*

Соленков, В. В.
С60 Электрические цепи однофазного синусоидального тока : задачник по курсу «Теоретические основы электротехники» для студентов энергет. и электротехн. специальностей днев. и заоч. форм обучения / В. В. Соленков, Я. О. Шабловский, В. В. Брель. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – 76 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.

ISBN 978-985-535-038-6.

Приведены варианты задач на резонансные режимы, магнитосвязанные катушки, последовательно-параллельные цепи, эквивалентные схемы замещения, задачи на определение параметров синусоид.

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

УДК 621.3.011.71(075.8)
ББК 31.211я73

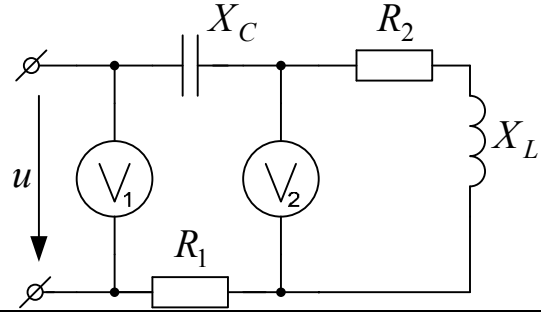
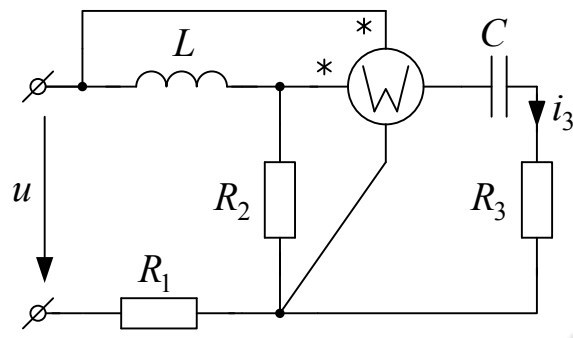
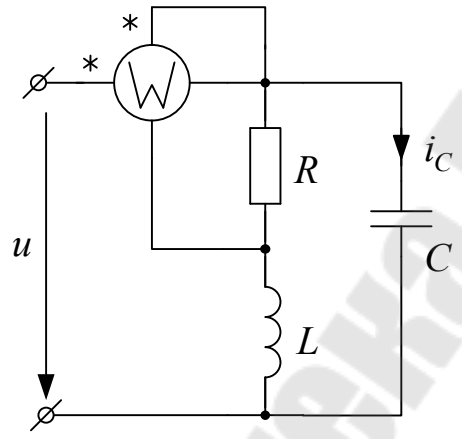
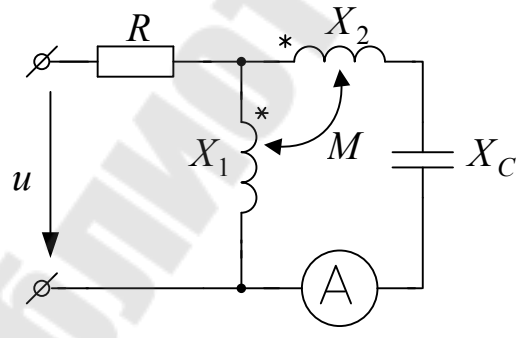
ISBN 978-985-535-038-6

© Соленков В. В., Шабловский Я. О.,
Брель В. В., 2011
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический универ-
ситет имени П. О. Сухого», 2011

Предисловие

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

Задачи по разделу «Электрические цепи однофазного синусоидального тока»

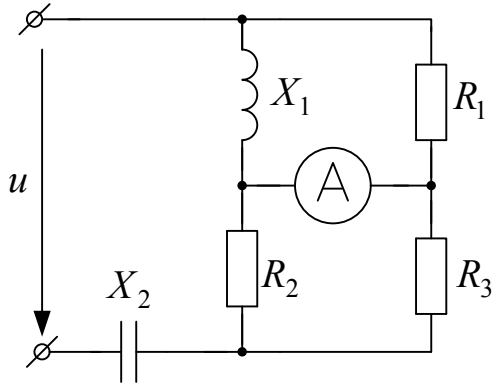
	<p> $U_{V1} = 100 \text{ В};$ $R_1 = 10 \text{ Ом}; R_2 = 20 \text{ Ом};$ $X_C = 20 \text{ Ом}; X_L = 60 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> Определить показание вольтметра U_{V2}. </p>
	<p> $u = 311 \sin(\omega t - 60^\circ) \text{ В};$ $f = 63,71 \text{ Гц};$ $L = 50 \text{ мГн}; C = 83,8 \text{ мкФ};$ $R_1 = 5 \text{ Ом}; R_2 = 25 \text{ Ом};$ $R_3 = 15 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> 1. Рассчитать мгновенное значение тока i_3. 2. Определить показание ваттметра. </p>
	<p> В цепи – резонанс. $u = 240 \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ В};$ $f = 50 \text{ Гц};$ $L = 60 \text{ мГн}; R = 25 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> 1. Рассчитать мгновенное значение тока i_C. 2. Определить показание ваттметра. </p>
	<p> $u = 170 \cos(\omega t - 45^\circ) \text{ В};$ $R = 40 \text{ Ом}; X_C = 30 \text{ Ом};$ $X_1 = 80 \text{ Ом};$ $X_2 = 20 \text{ Ом}; X_M = 25 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> 1. Рассчитать активную мощ- ность, потребляемую цепью. 2. Определить показание амперметра. </p>

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.

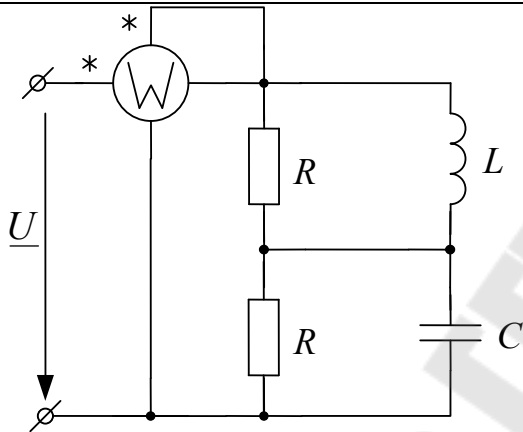


$u = 170 \cos(\omega t - 40^\circ)$ В;

$R_1 = 50$ Ом; $X_1 = 30$ Ом;

$R_2 = X_2 = 60$ Ом; $R_3 = 40$ Ом.

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

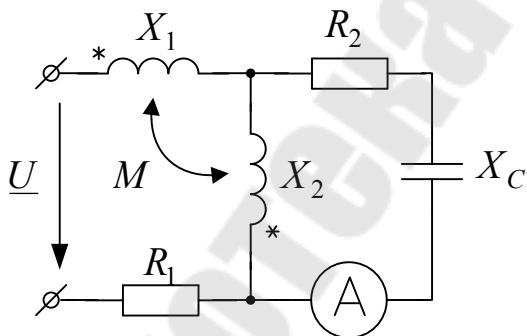


$U = 180$ В; $f \approx 159,2$ Гц;

$L = 80$ мГн; $C = 25$ мкФ.

Определить:

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

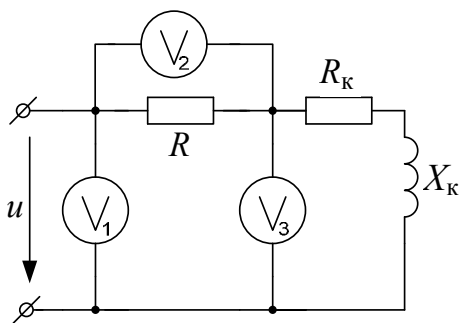


$U = 160$ В;

$R_1 = X_1 = 40$ Ом; $X_2 = 15$ Ом;

$R_2 = X_C = 30$ Ом; $k = 0,8$.

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

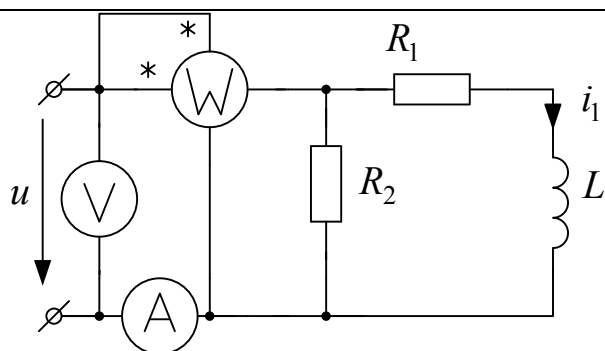


$$U_{V1} = 45 \text{ В}; U_{V2} = 20 \text{ В};$$

$$U_{V3} = 30 \text{ В};$$

$$R = 20 \text{ Ом}.$$

Определить параметры катушки R_k и X_k .

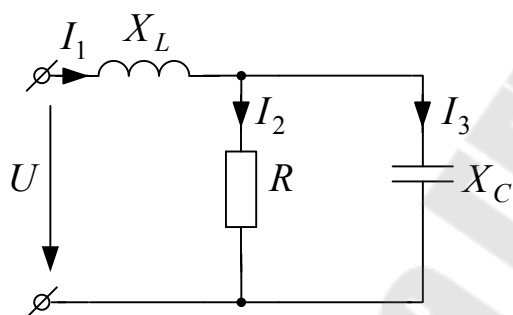


$$I_1 = 1 \text{ А};$$

$$R_1 = 100 \text{ Ом}; R_2 = 200 \text{ Ом};$$

$$L = 276 \text{ мГн}; f = 100 \text{ Гц}.$$

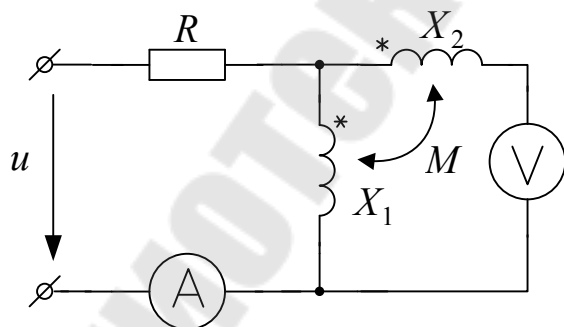
Определить показания приборов.



В цепи – резонанс.

$$R = X_C = 20 \text{ Ом}; I_3 = 5 \text{ А}.$$

Определить:
 – напряжение U в цепи;
 – ток I_1 ;
 – активную мощность P , потребляемую цепью.

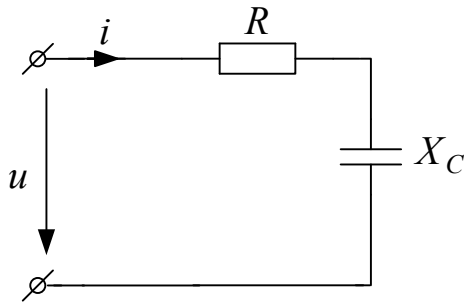


$$u = 200 \sin \omega t \text{ В};$$

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

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

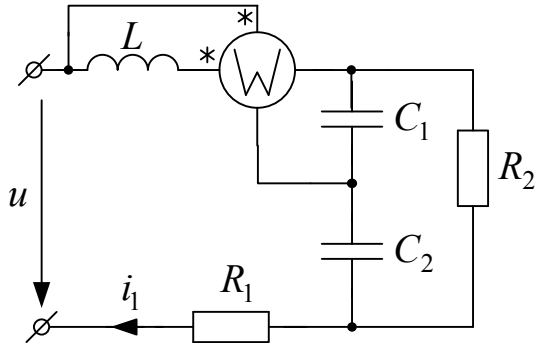
Определить показания приборов.



$$u = 141 \sin 500t \text{ В};$$

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

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

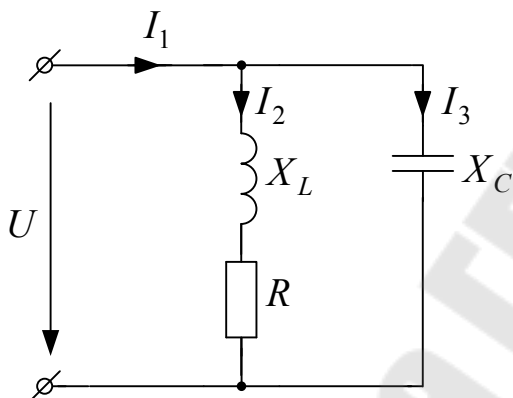


$$u = 200 \cos(\omega t - 90^\circ) \text{ В};$$

$$R_1 = X_L = 10 \text{ Ом}; R_2 = 40 \text{ Ом};$$

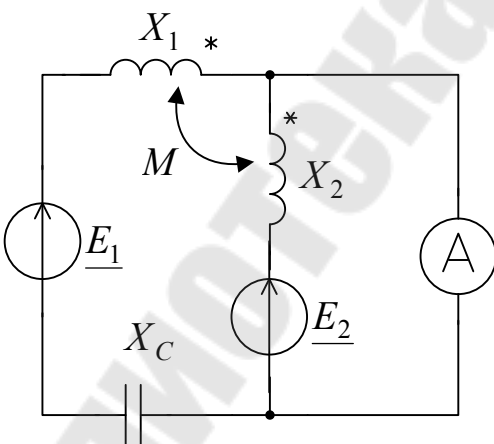
$$X_{C1} = X_{C2} = 20 \text{ Ом}.$$

1. Рассчитать мгновенное значение тока i_1 .
2. Определить показание ваттметра.



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.

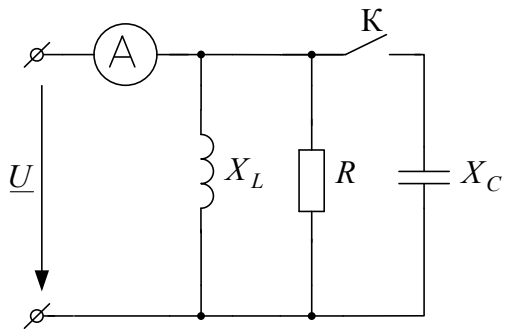


$$\underline{E}_1 = (80 - j60) \text{ В};$$

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

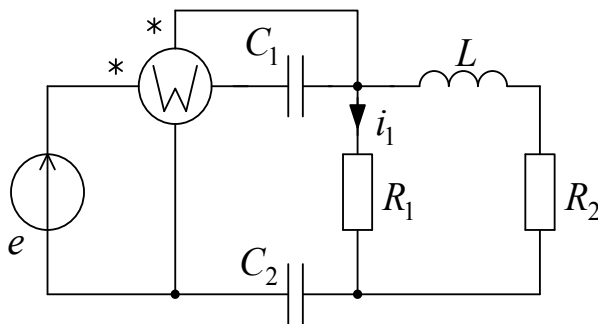
$$X_2 = 10 \text{ Ом}; X_C = 50 \text{ Ом}; k = 1.$$

Определить показание амперметра.



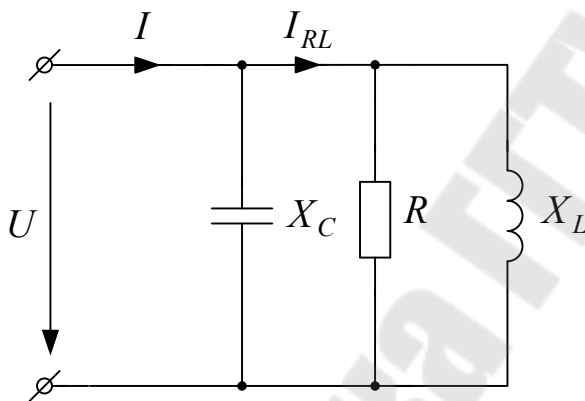
До замыкания ключа К амперметр показывал $I_A = 15$ А;
 $R = 20$ Ом; $X_L = X_C = 20$ Ом.

Как изменится показание прибора после замыкания ключа?



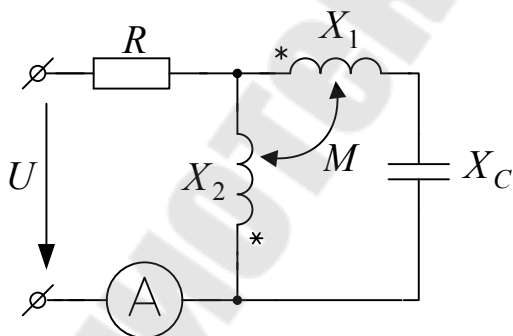
$e = 170 \sin(500t - 20^\circ)$ В;
 $C_1 = 200$ мкФ;
 $C_2 = 100$ мкФ; $L = 50$ мГн;
 $R_1 = 50$ Ом; $R_2 = 25$ Ом.

1. Рассчитать мгновенное значение тока i_1 .
2. Определить показание ваттметра.



В цепи – резонанс.
 $U = 10$ В; $I = 4$ А; $I_{RL} = 5$ А.

Определить:
 – сопротивления R , X_L , X_C ;
 – активную мощность P , потребляемую цепью.



$U = 50$ В;
 $R = 2,5$ Ом; $X_1 = 20$ Ом;
 $X_2 = X_C = 10$ Ом; $X_M = 15$ Ом.

Определить показание амперметра.

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

Определить мгновенное значение напряжения u_{ab} .

$e = 30 \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ В};$
 $X_L = X_{C1} = 20 \text{ Ом};$
 $X_{C2} = 40 \text{ Ом};$
 $R_1 = 30 \text{ Ом}; R_2 = 40 \text{ Ом}.$

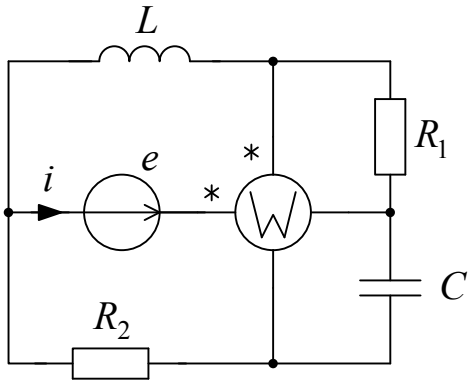
Определить показание вольтметра.

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

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

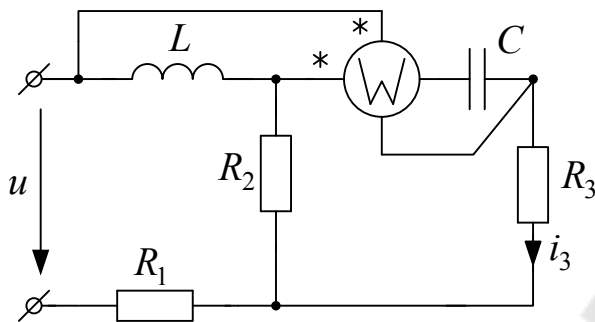


$$e = 250 \cos(500t - 50^\circ) \text{ В};$$

$$R_1 = R_2 = 20 \text{ Ом}; \quad L = 60 \text{ мГн};$$

$$C = 80 \text{ мкФ}.$$

1. Рассчитать мгновенное значение тока i .
2. Определить показание ваттметра.



$$u = 150 \cos(\omega t - 20^\circ) \text{ В};$$

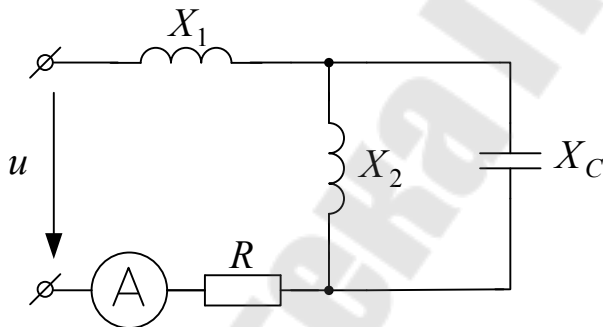
$$f = 79,6 \text{ Гц};$$

$$L = 40 \text{ мГн}; \quad C = 66,7 \text{ мкФ};$$

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

$$R_3 = 10 \text{ Ом}.$$

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

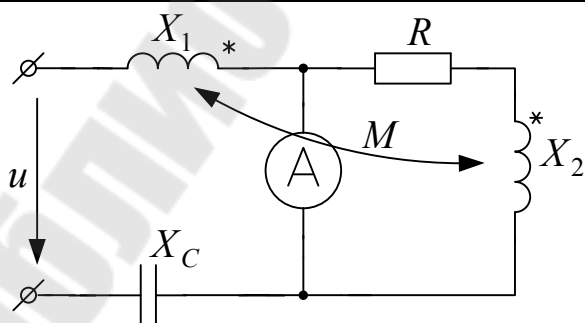


В цепи – резонанс.

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

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

- Определить:
- сопротивление X_1 , при котором в цепи возникает резонанс напряжений;
 - показание амперметра при резонансе.



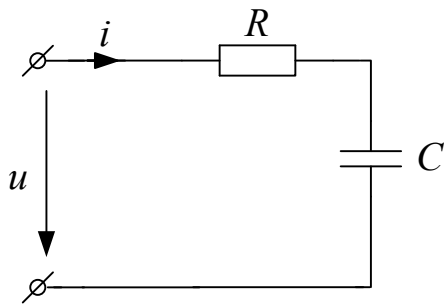
$$u = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$$

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

$$X_2 = X_C = 20 \text{ Ом};$$

$$X_M = 10 \text{ Ом}.$$

- Определить показание амперметра.

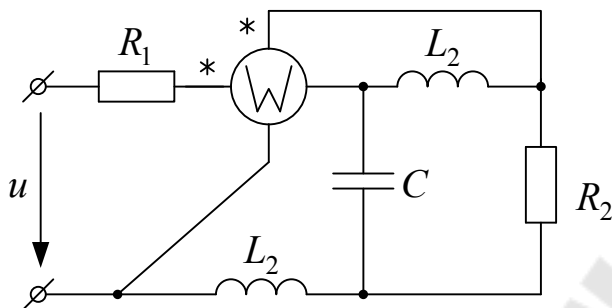


$$u = 283 \sin 500t \text{ В};$$

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

Определить:

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



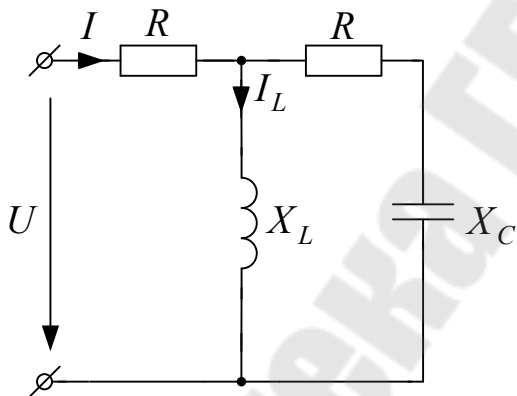
$$u = 210 \sin(400t - 25^\circ) \text{ В};$$

$$L_1 = 62,5 \text{ мГн}; L_2 = 45 \text{ мГн};$$

$$C = 83,3 \text{ мкФ};$$

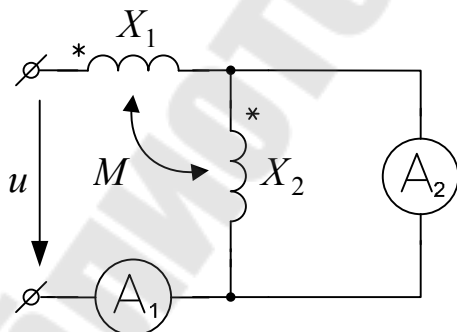
$$R_1 = 10 \text{ Ом}; R_2 = 20 \text{ Ом}.$$

1. Рассчитать мгновенные значения токов в ветвях цепи.
2. Определить показание ваттметра.



В цепи – резонанс.
 $I_L = 10 \text{ А}; R = \sqrt{3} \text{ Ом}.$

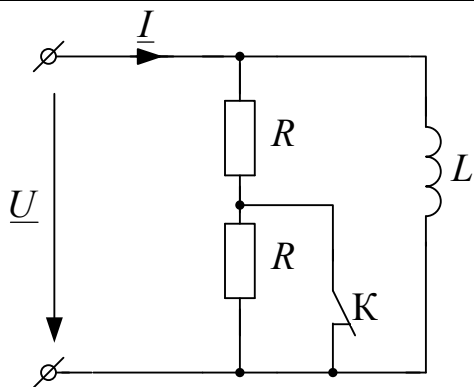
Определить ток I в неразветвленной части цепи.



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

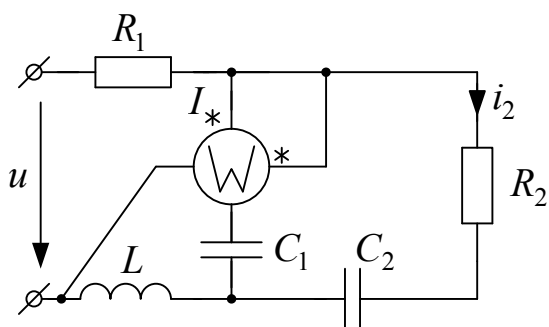
$$X_1 = X_2 = 10 \text{ Ом}; k = 0,5.$$

Определить показания амперметров.



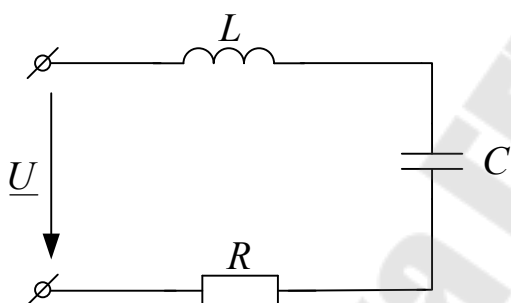
При замкнутом ключе К сдвиг фаз между напряжением и током равен 45° .

Определить сдвиг фаз при разомкнутом ключе.



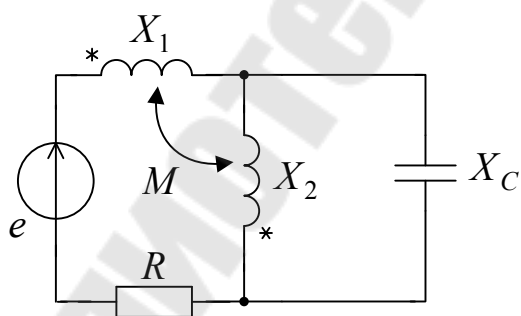
$u = 185 \cos(500t - 50^\circ)$ В;
 $R_1 = R_2 = 20$ Ом; $L = 70$ мГн;
 $C_1 = C_2 = 80$ мкФ.

1. Рассчитать мгновенное и действующее значения тока i_2 .
2. Определить показание ваттметра.



$U = 120$ В; $f = 50$ Гц;
 $X_L = 2$ Ом; $X_C = 50$ Ом;
 $R = 10$ Ом.

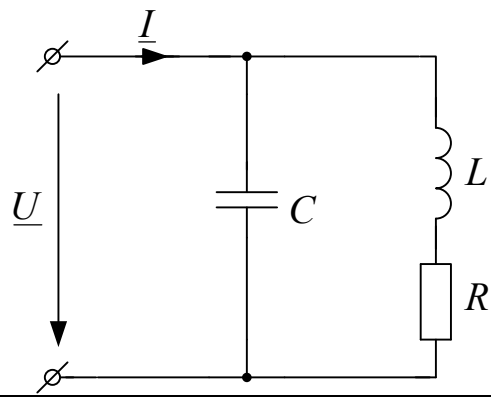
Определить ток в цепи и напряжения на ее элементах при резонансной частоте.



$e = 100\sqrt{2} \sin \omega t$ В; $X_1 = 20$ Ом;
 $X_M = R = 10$ Ом; $X_2 = 30$ Ом.

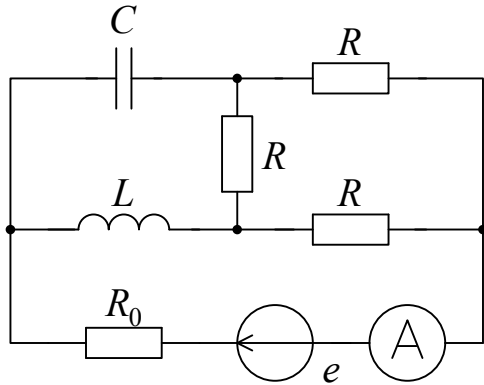
Определить:

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



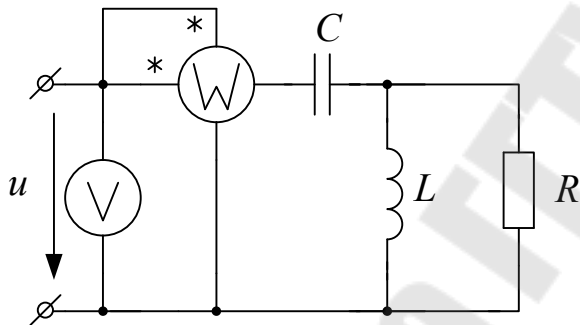
$U = \text{const}; 0 < \omega < \infty;$
 $C; R; L.$

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



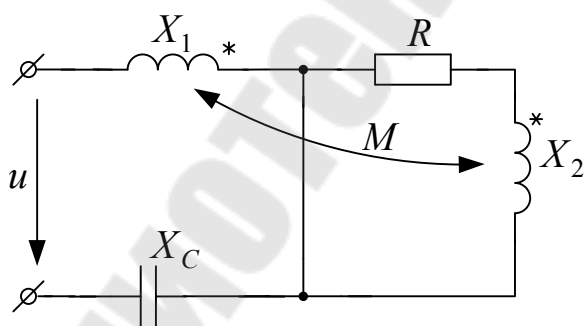
$e = 17 \sin \omega t \text{ В};$
 $X_C = X_L = R_0 = 1 \text{ Ом};$
 $R = 3 \text{ Ом}.$

Определить показание амперметра.



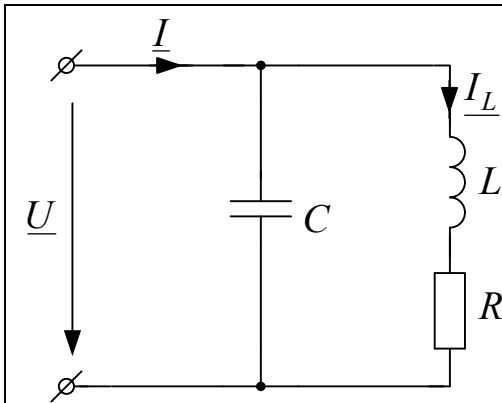
В цепи резонанс.
 $P_W = 4 \text{ Вт}; U_V = 4 \text{ В};$
 $X_L = 2 \text{ Ом}.$

Определить сопротивления R и $X_C.$



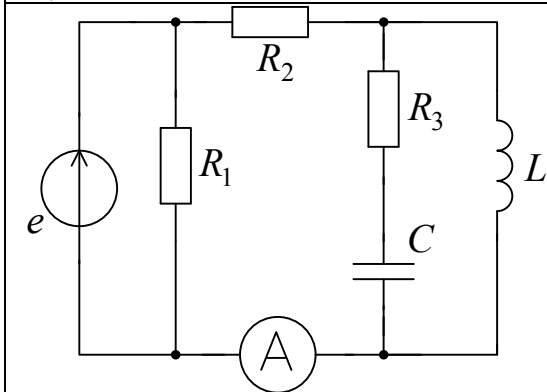
$R = 30 \text{ Ом}; X_C = 40 \text{ Ом};$
 $X_1 = 50 \text{ Ом};$
 $X_2 = 40 \text{ Ом}; X_M = 10 \text{ Ом}.$

Определить:
 – входное сопротивление цепи;
 – коэффициент магнитной связи $k.$



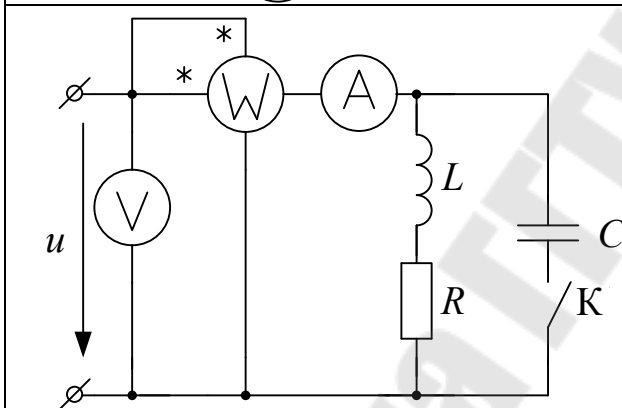
$U = \text{const}; 0 < \omega < \infty;$
 $C; R; L.$

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



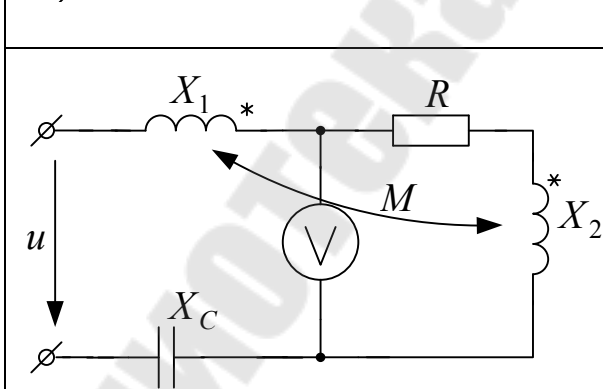
$u = 100\sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ В};$
 $R_1 = 50 \text{ Ом}; R_2 = \omega L = 10 \text{ Ом};$
 $R_3 = 1/(\omega C) = 5 \text{ Ом}.$

Определить показание амперметра.



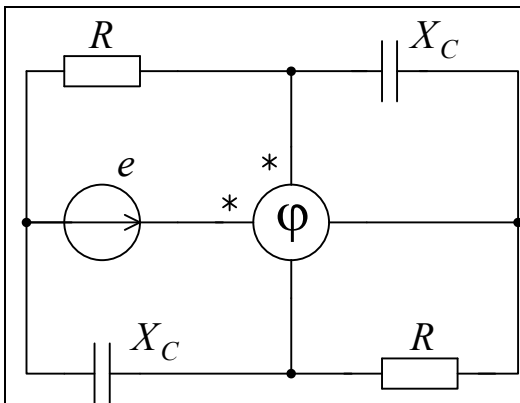
До замыкания ключа К:
 $P_W = 40 \text{ Вт}; U_V = 50 \text{ В};$
 $I_A = 1 \text{ А}; \omega = 1000 \text{ с}^{-1}.$

Какую емкость необходимо включить, чтобы в цепи был резонанс?



$u = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В}; R = 30 \text{ Ом};$
 $X_C = 10 \text{ Ом}; X_1 = 30 \text{ Ом};$
 $X_2 = 40 \text{ Ом}; X_M = 10 \text{ Ом}.$

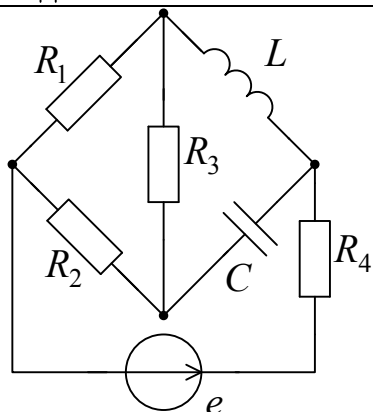
Определить показание вольтметра.



$$e = 100 \sin \omega t \text{ В};$$

$$X_C = R = 10 \text{ Ом}.$$

Рассчитать показание фазометра.

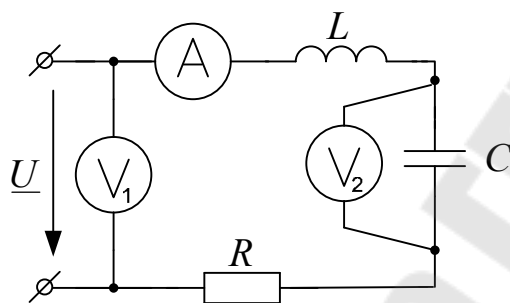


$$e = 34 \sin \omega t \text{ В};$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 6 \text{ Ом};$$

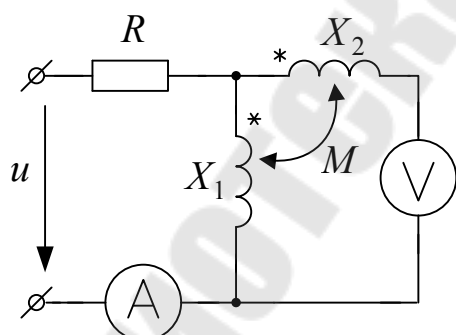
$$R_4 = X_C = X_L = 2 \text{ Ом}.$$

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 .

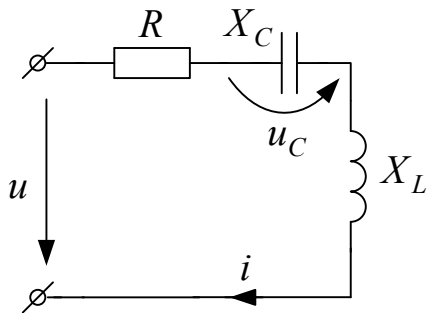


$$u = 120\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В}; R = 20 \text{ Ом};$$

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

$$X_M = 10 \text{ Ом}.$$

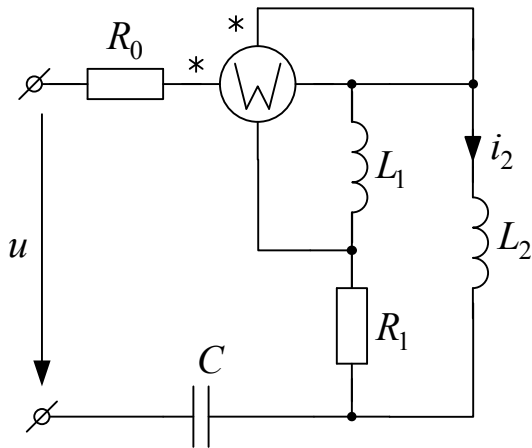
Определить показания приборов.



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

$$C; R; L.$$

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

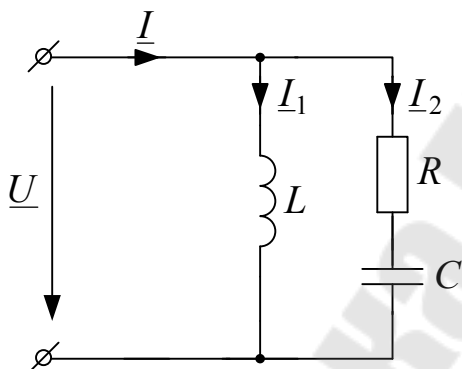


$$u = 150 \sin(400t - 30^\circ) \text{ В};$$

$$R_0 = R_1 = 25 \text{ Ом}; L_1 = 80 \text{ мГн};$$

$$L_2 = 150 \text{ мГн}; C = 100 \text{ мкФ}.$$

1. Рассчитать мгновенное значение тока i_2 .
2. Определить показание ваттметра.



В цепи резонанс.

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

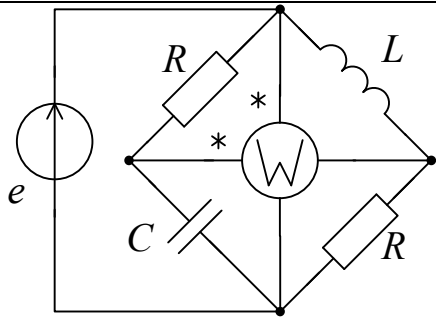
$$f = 50 \text{ Гц}; U = 10 \text{ В}.$$

Определить параметры элементов R , L и C .

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

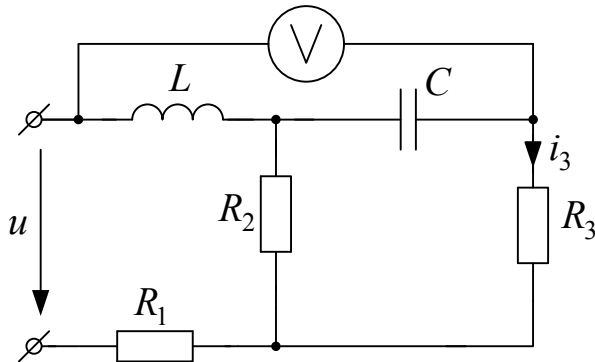
$$I = 8e^{-j26^\circ} \text{ А}; U = 64e^{-j26^\circ} \text{ В};$$

Определить R и L катушки, если $M = 0,16 \text{ Гн}$.



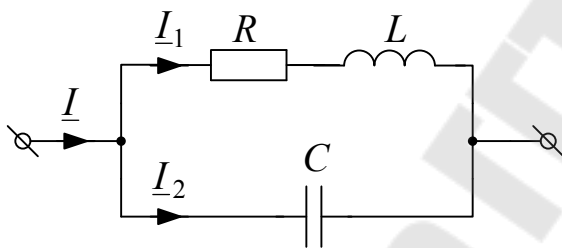
$e = 100 \sin \omega t \text{ В};$
 $X_L = X_C = 2,3 \text{ Ом}; R = 4 \text{ Ом}.$

 Рассчитать показание ваттметра.



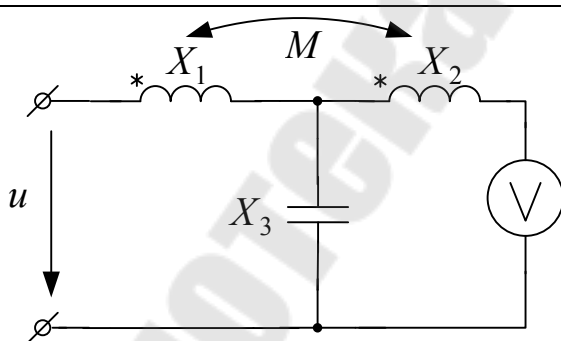
$u = 220 \cos(\omega t - 30^\circ) \text{ В};$
 $f = 79,6 \text{ Гц};$
 $L = 40 \text{ мГн}; C = 66,7 \text{ мкФ};$
 $R_1 = 10 \text{ Ом}; R_2 = 25 \text{ Ом};$
 $R_3 = 15 \text{ Ом}.$

 1. Рассчитать мгновенное значение тока i_3 .
 2. Определить показание вольтметра.



В цепи – резонанс.
 $I = 3,6 \text{ А}; I_1 = 6 \text{ А}.$

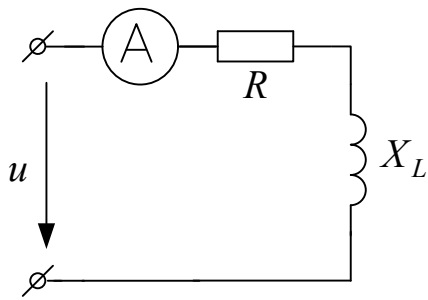
 Определить ток I_2 .



$u = 14,1 \sin \omega t \text{ В}; X_1 = 12 \text{ Ом};$
 $X_2 = X_3 = 10 \text{ Ом}; X_M = 5 \text{ Ом}.$

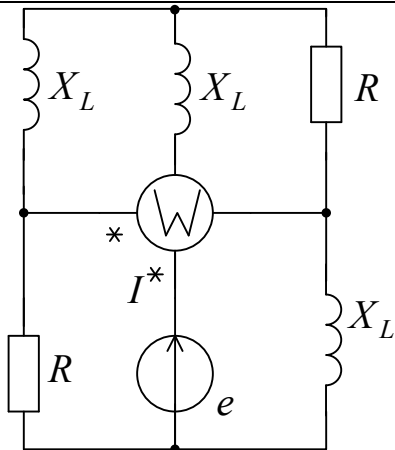
 Определить показание вольтметра.

	<p> $u = 10\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$ $L = 0,1 \text{ Гн}; X_L = 4 \text{ Ом};$ $R_1 = R_2 = 2 \text{ Ом}; X_C = 3 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> Определить показания приборов. </p>
	<p> $i_2 = 4 \sin \omega t \text{ А};$ $R = \omega L = \frac{1}{\omega C} = 10 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> Определить мгновенное значение напряжения источника $u(t)$. </p>
	<p> В цепи – резонанс. $U_V = 60 \text{ В}; \omega = 100 \text{ с}^{-1};$ $I_1 = 4 \text{ А}; I_2 = 3 \text{ А}.$ </p> <hr/> <p> Определить параметры катушки R_k, L_k и емкость конденсатора C. </p>
	<p> $U = 120 \text{ В};$ $X_1 = X_2 = 10 \text{ Ом}; X_M = 5 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> Определить: – входное сопротивление цепи $Z_{\text{вх}}$; – ток i_3. </p>



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

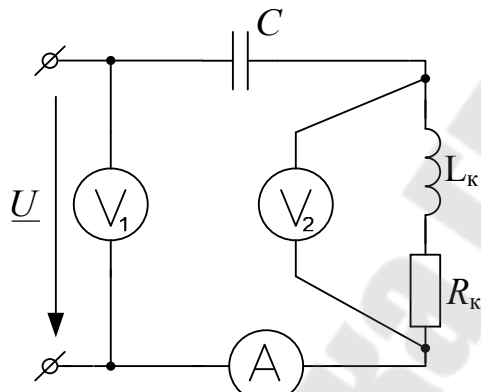
Что покажет прибор после увеличения частоты в 3 раза?



$e = 210 \sin \omega t \text{ В};$

$X_L = R = 50 \text{ Ом}.$

Рассчитать показание ваттметра.



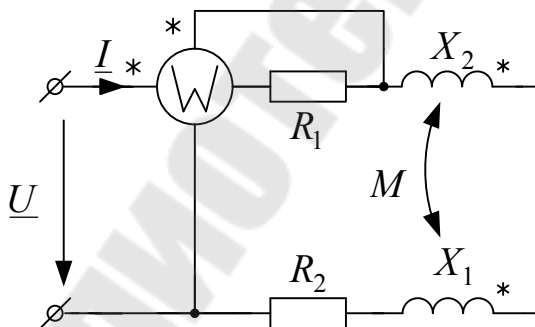
В цепи резонанс.

$U_{V1} = 90 \text{ В}; U_{V2} = 120 \text{ В};$

$I_A = 5 \text{ А}.$

Определить:

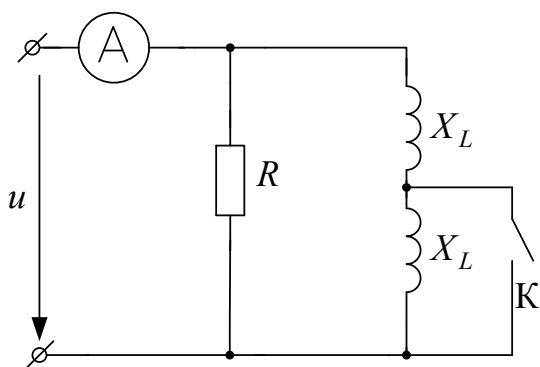
- добротность контура;
- параметры катушки R_k и L_k .



$U = 100 \text{ В}; I = 2 \text{ А};$

$X_1 = X_2 = 2X_M = R_1 = R_2.$

Определить показание ваттметра.

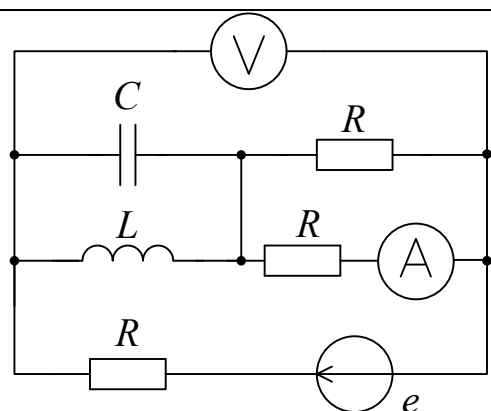


$$R = \sqrt{2}X_L \text{ Ом};$$

до замыкания ключа К

$$I_A = 7 \text{ А.}$$

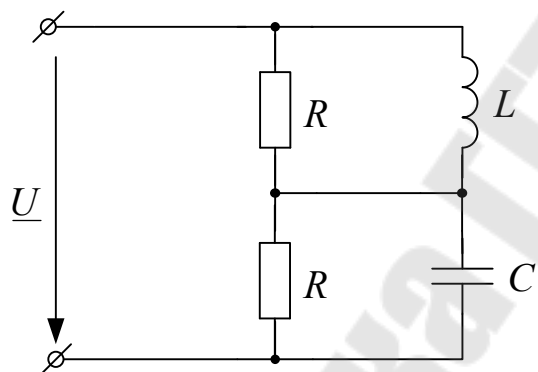
Рассчитать показание амперметра после замыкания ключа.



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

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

Определить показание вольтметра.

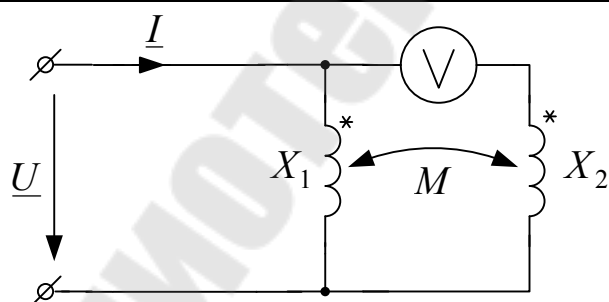


$$U = 100 \text{ В}; \omega = 1000 \text{ с}^{-1};$$

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

Определить:

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

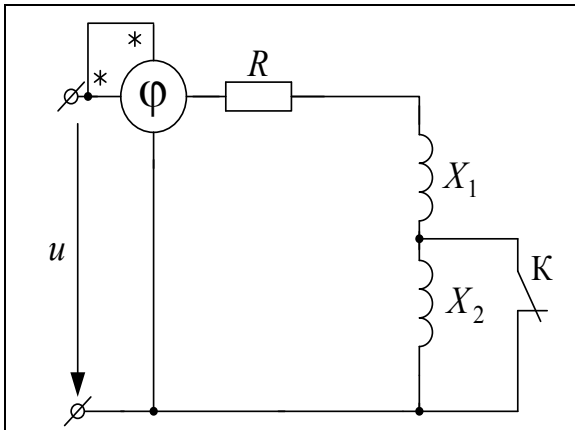


$$I = 5 \text{ А};$$

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

Определить показание вольтметра.

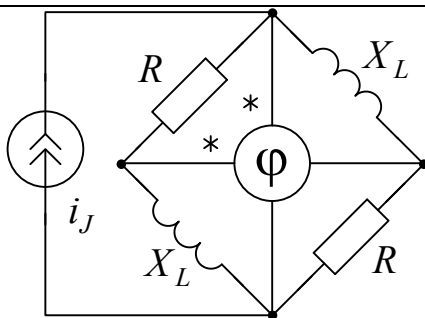
	<p> $U_{V2} = 60 \text{ В}; X_C = 80 \text{ Ом};$ $R = 40 \text{ Ом}; X_{L1} = X_{L2} = 30 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> Определить показание вольтметра U_{V1} </p>
	<p> $i_j = 5\sqrt{2} \sin \omega t \text{ А};$ $R = X_L = 2 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> Рассчитать показание ваттметра. </p>
	<p> В цепи – резонанс. $U = 40 \text{ В}; U_1 = 30 \text{ В}; U_2 = 50 \text{ В};$ Мощность, потребляемая цепью: $P = 200 \text{ Вт}.$ </p> <hr/> <p> Определить токи в ветвях. </p>
	<p> $I_2 = 1 \text{ А};$ $X_2 = 60 \text{ Ом}; X_M = 10 \text{ Ом};$ $X_1 = R = 20 \text{ Ом}; X_C = 35 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> Определить действующее зна- чение ЭДС \underline{E}. </p>



$$X_2 = 0,5X_1 \text{ Ом};$$

до размыкания ключа К фазометр показывал $\varphi = 50^\circ$.

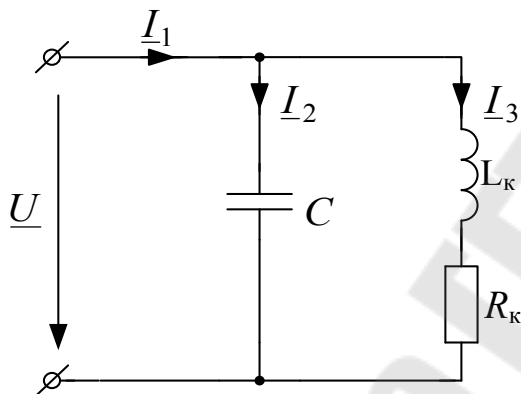
Определить показание фазометра после размыкания ключа.



$$i_J = 4\sqrt{2} \sin \omega t \text{ А};$$

$$R = X_L = 4 \text{ Ом}.$$

Рассчитать показание фазометра.



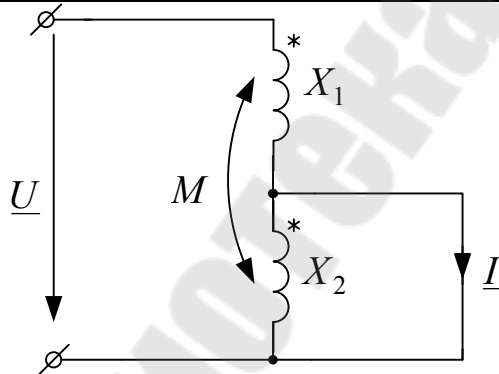
В цепи – резонанс.

$$\omega = 100 \text{ с}^{-1}; L_k = 0,1 \text{ Гн}$$

$$I_1 = I_2 = 5 \text{ А}.$$

Определить:

- мощность потерь в катушке;
- емкость конденсатора.



$$U = 150 \text{ В}; \omega M = 5 \text{ Ом};$$

$$X_1 = X_2 = 10 \text{ Ом}.$$

Определить ток \underline{I} .

$I_{A1} = 2\sqrt{3} \text{ A};$
 $I_{A2} = I_{A3} = 2 \text{ A}; R_1 = 50 \text{ Ом}.$

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

$u = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$
 $X_C = X_L = 40 \text{ Ом}; R = 20 \text{ Ом}.$

Определить показания:
 – электромагнитного амперметра;
 – электродинамического ваттметра.

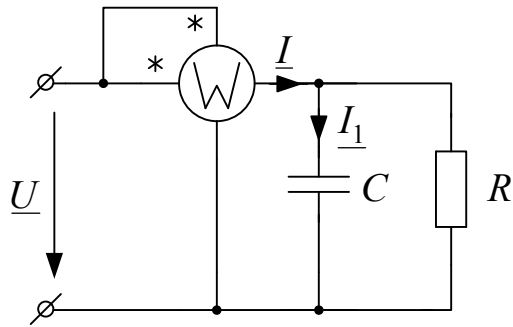
$\omega = 1000 \text{ с}^{-1}; R = 10 \text{ Ом}.$

При каких значениях L и C входное сопротивление станет активным и равным 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.

	$u = 100\sqrt{2} \sin(314t + 30^\circ) \text{ В};$ $R_1 = 50 \text{ Ом}; R_2 = 25 \text{ Ом};$ $L = 0,159 \text{ Гн}; C = 127 \text{ мкФ}.$ <hr/> <p>Определить показание вольтметра.</p>
	$U = 100 \text{ В};$ $R = X_1 = X_3 = 10 \text{ Ом};$ $X_2 = 14,14 \text{ Ом}.$ <hr/> <p>Определить показание ваттметра.</p>
	<p>В цепи – резонанс.</p> $I_{A1} = I_{A2} = 2 \text{ А}; \omega = 314 \text{ с}^{-1};$ $P_W = 20 \text{ Вт}.$ <hr/> <p>Определить параметры катушки R_k и L_k.</p>
	$I = 5 \text{ А}; R = X_M = 5 \text{ Ом};$ $X_1 = X_2 = 15 \text{ Ом}.$ <hr/> <p>Определить показание вольтметра.</p>

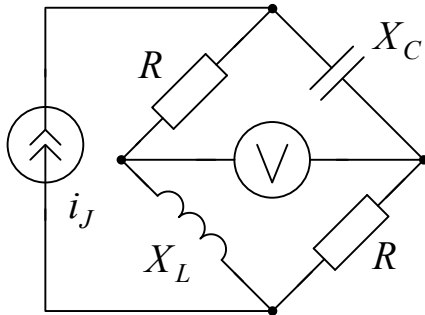
	<p> $I = 5 \text{ A}; I_1 = 3 \text{ A};$ $R = 9 \text{ Ом}; X_C = 5 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p>Построить векторную диаграмму токов и напряжений.</p>
	<p> $i_J = 4\sqrt{2} \sin(\omega t + 30^\circ) \text{ A};$ $R = X_L = 2 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p>Рассчитать показание ваттметра.</p>
	<p>В цепи – резонанс.</p> <p> $U = 20 \text{ В}; X_1 = 1 \text{ Ом};$ $X_2 = 4 \text{ Ом}; R_2 = 2 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p>Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> – при каком значении R_1 в цепи наступит резонанс; – показание ваттметра при резонансе.
	<p> $U = 40 \text{ В}; R_1 = 2 \text{ Ом};$ $X_1 = X_2 = R_n = 2 \text{ Ом};$ $X_M = 1 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p>Определить активную мощность, потребляемую из сети.</p>



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

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

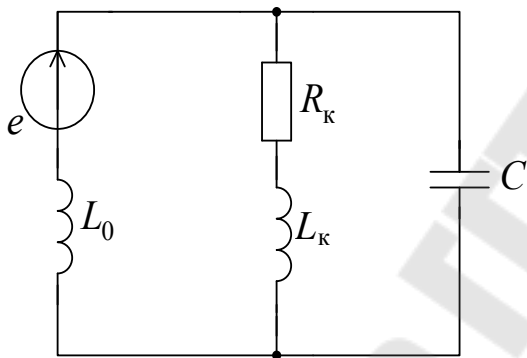
Определить активное сопротивление R и емкость конденсатора C .



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

$$X_C = X_L = 2,9 \text{ Ом}.$$

Рассчитать показание вольтметра.

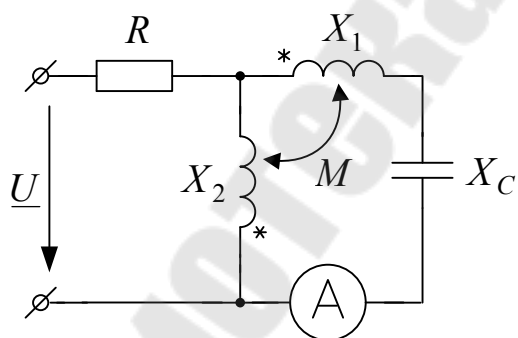


В цепи – резонанс токов.

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

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

Определить:
– емкость конденсатора C ;
– активную мощность, потребляемую катушкой.

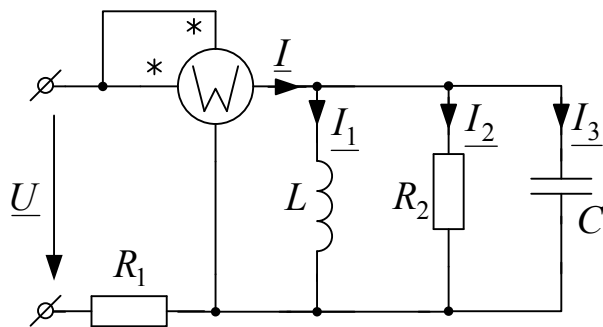


$$U = 40 \text{ В}; \quad R = 2,5 \text{ Ом};$$

$$X_1 = 20 \text{ Ом};$$

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

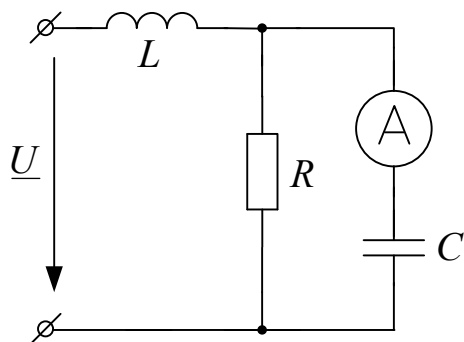
Определить показание амперметра.



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

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

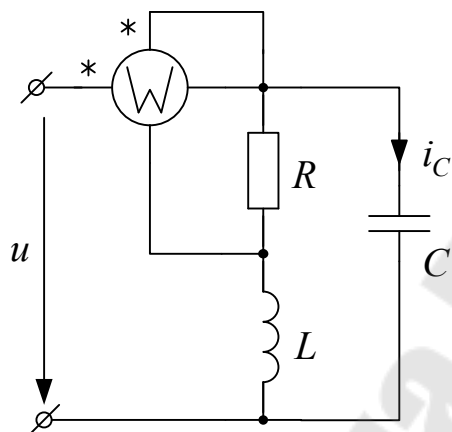
Определить показание
ваттметра P_W .



$$I_A = 2 \text{ А};$$

$$R = X_C = X_L = 5 \text{ Ом}.$$

Рассчитать величину входного
напряжения U .

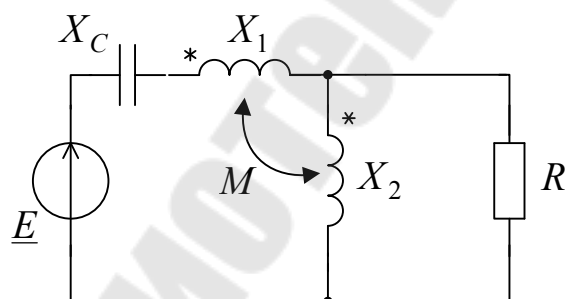


В цепи – резонанс.

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

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

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

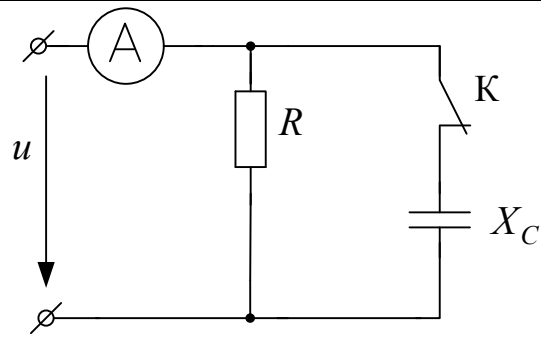


$$E = 190 \text{ В}; X_1 = 25 \text{ Ом};$$

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

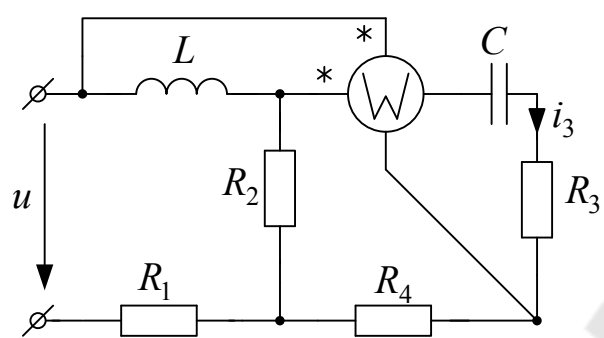
$$X_C = 35 \text{ Ом}; X_M = 10 \text{ Ом}.$$

Рассчитать мощность, выделяющуюся
в резисторе R .



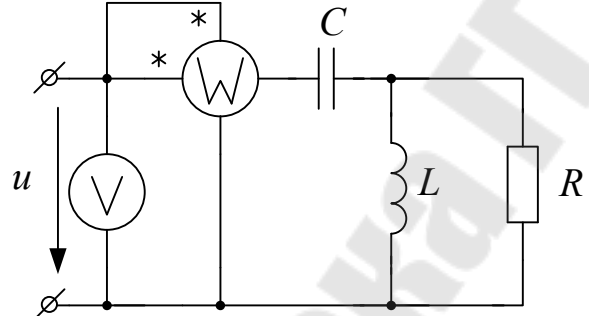
До размыкания ключа К показание амперметра $I_A = 10$ А.
 $R = X_C$.

Как изменится показание амперметра после размыкания ключа?



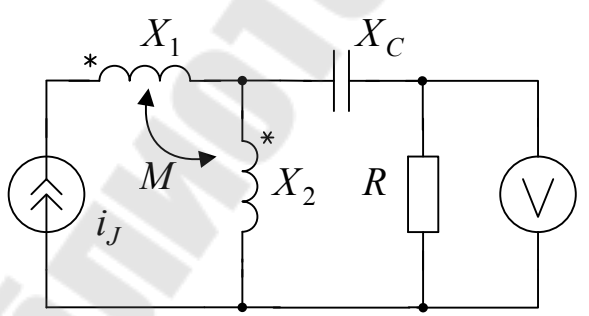
$u = 210 \sin(\omega t + 160^\circ)$ В;
 $f = 63,71$ Гц;
 $L = 50$ мГн; $C = 83,8$ мкФ;
 $R_1 = 5$ Ом; $R_2 = 25$ Ом;
 $R_3 = R_4 = 15$ Ом;

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



В цепи – резонанс.
 $P_W = 16$ Вт; $U_V = 40$ В;
 $X_L = 12$ Ом.

Определить сопротивления R и X_C .



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

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

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

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

$u = 110 \cos(\omega t - 30^\circ) \text{ В};$
 $R_1 = 50 \text{ Ом}; X_1 = 30 \text{ Ом};$
 $R_2 = X_2 = 60 \text{ Ом}; R_3 = 40 \text{ Ом}.$

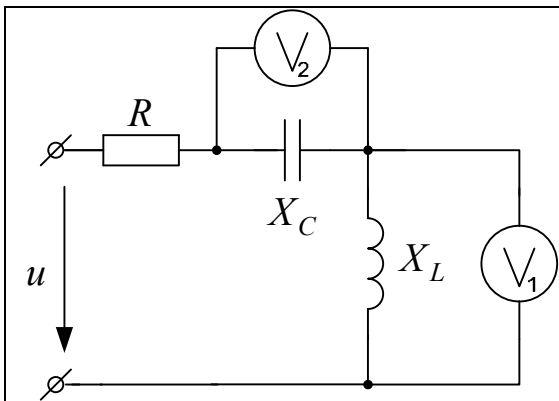
1. Определить показание вольтметра.
 2. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.

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 .

$U_1 = 150 \text{ В}; R_1 = 12 \text{ Ом};$
 $X_1 = 18 \text{ Ом};$
 $X_2 = 10 \text{ Ом}; k = 0,75.$

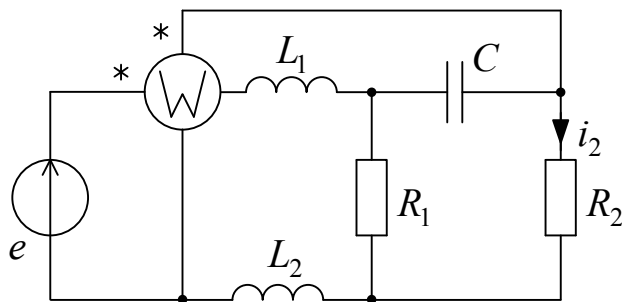
Определить напряжение U_2 .



$$U_{V1} = U_{V2} = 80 \text{ В};$$

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

Определить параметры цепи C и L .



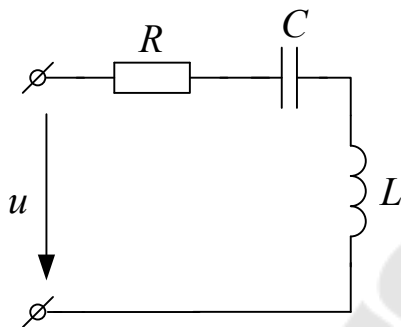
$$e = 212 \cos(400t - 20^\circ) \text{ В};$$

$$C = 100 \text{ мкФ};$$

$$L_1 = L_2 = 37,5 \text{ мГн};$$

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

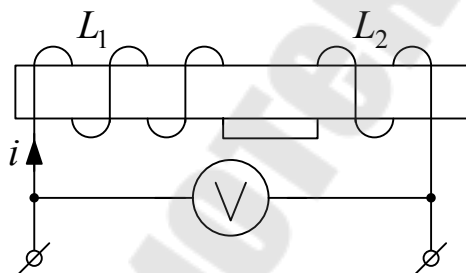
1. Рассчитать мгновенное и действующее значения тока i_2 .
2. Определить показание ваттметра.



$$u = 100 \sin \omega t \text{ В}; L = 20 \text{ мГн};$$

$$C = 50 \text{ мкФ}; R = 20 \text{ Ом}.$$

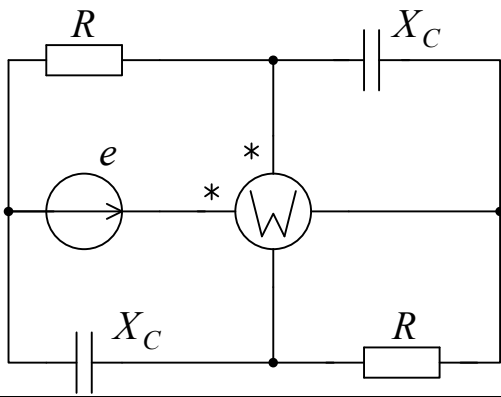
1. Определить мгновенное значение напряжения на индуктивности при резонансе.
2. Рассчитать активную мощность, потребляемую цепью.



$$i = 8 \sin(314t - 60^\circ) \text{ А};$$

$$L_1 = L_2 = 1,5 \text{ Гн}; k = 0,8.$$

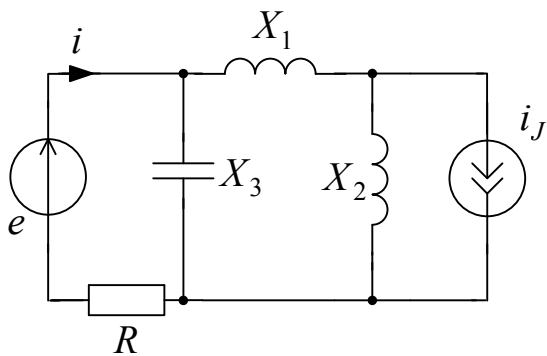
Определить показание вольтметра.



$$e = 100 \sin \omega t \text{ В};$$

$$X_C = R = 10 \text{ Ом}.$$

Рассчитать показание ваттметра.

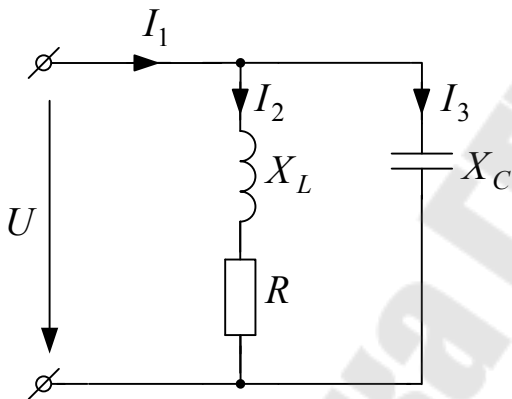


$$e = 14,1 \sin \omega t \text{ В};$$

$$i_J = 2,82 \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ А};$$

$$R = X_3 = 10 \text{ Ом}; X_1 = X_2 = 5 \text{ Ом}.$$

Рассчитать ток i в источнике ЭДС.

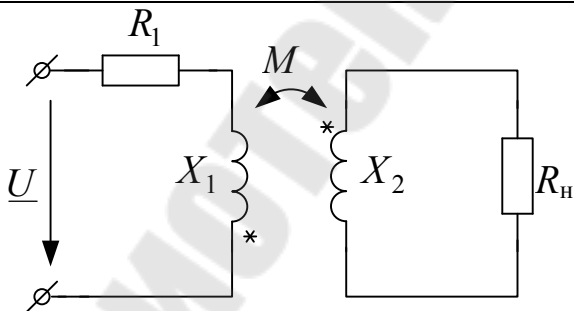


В цепи – резонанс.

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

Определить:

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



$$U = 80 \text{ В}; R_1 = 8 \text{ Ом};$$

$$X_1 = X_2 = R_H = 6 \text{ Ом};$$

$$X_M = 4 \text{ Ом}.$$

Определить полную мощность цепи.

$u = 14\sqrt{2} \sin 314t \text{ В};$
 $L = 0,4 \text{ Гн}; R = 4 \text{ Ом}.$

Определить:
 – показание амперметра;
 – величину емкости C , при которой после размыкания ключа K показание амперметра не изменится.

$e_1 = 25\sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ В};$
 $e_2 = 100 \cos(\omega t - 45^\circ) \text{ В};$
 $i_J = 5\sqrt{2} \sin \omega t \text{ А};$
 $R_1 = 5 \text{ Ом};$
 $R_2 = 10 \text{ Ом}; X_L = 10 \text{ Ом};$
 $X_C = 5 \text{ Ом}.$

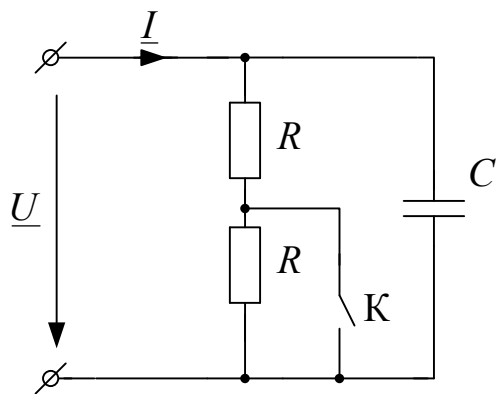
МЭГ рассчитать ток в конденсаторе C .

В цепи – резонанс.
 $I_L = 10 \text{ А}; R = \sqrt{3} \text{ Ом}.$

Определить ток I в неразветвленной части цепи.

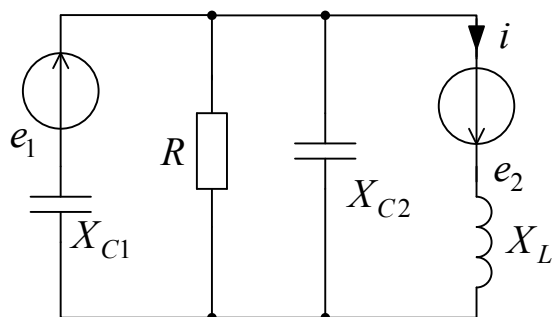
$\underline{E}_1 = (40 - j60) \text{ В};$
 $\underline{E}_2 = (50 + j40) \text{ В}; X_1 = 20 \text{ Ом};$
 $X_2 = 10 \text{ Ом}; X_C = 10 \text{ Ом}; k = 1.$

Определить показание амперметра.



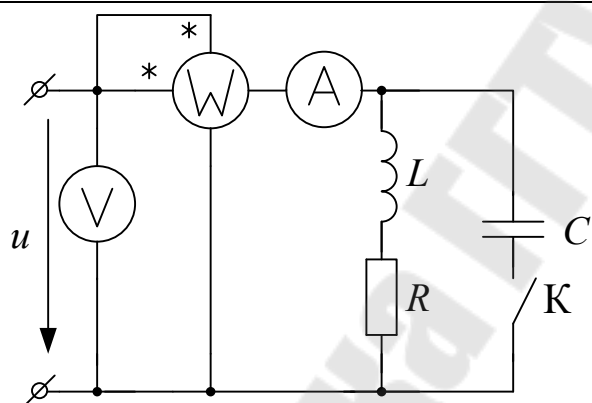
До замыкания ключа К сдвиг фаз между напряжением и током равен $\varphi = -50^\circ$.

Определить сдвиг фаз при замкнутом ключе между напряжением \underline{U} и током \underline{I} .



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

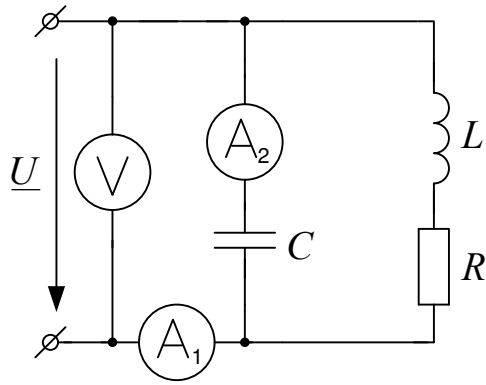
Рассчитать мгновенное значение тока i .



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?

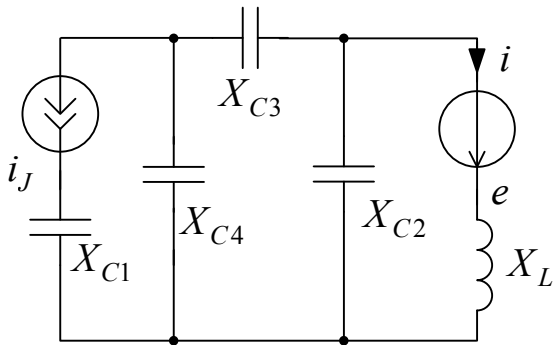
Две катушки соединены последовательно и подключены к источнику синусоидального напряжения $U = 200$ В; $f = 400$ Гц. При встречном включении катушек ток в цепи – 2 А и потребляемая мощность – 220 Вт. При согласном включении ток в цепи – 1,2 А. Определить взаимную индуктивность катушек.



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

$$X_L = X_C = 6 \text{ Ом}.$$

Определить показания приборов электромагнитной системы.



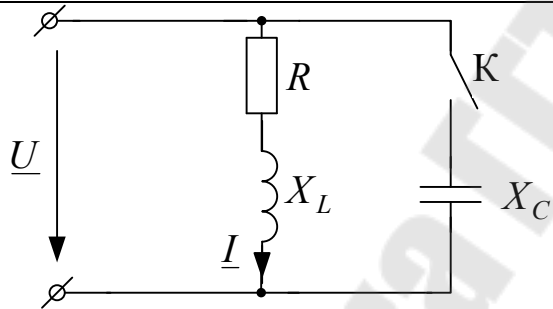
$$i_J = 10\sqrt{2} \sin \omega t \text{ A};$$

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

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

$$X_{C1} = X_{C2} = 20 \text{ Ом}.$$

Методом контурных токов рассчитать мгновенное значение тока i .

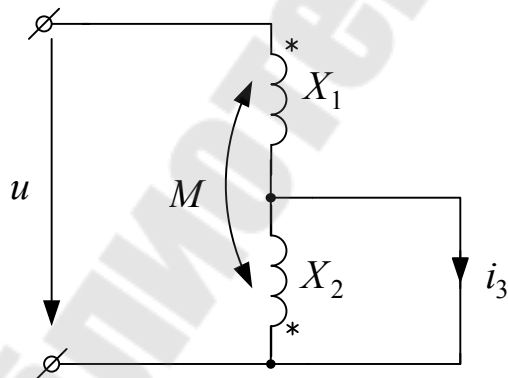


$$U = 200 \text{ В}; f = 50 \text{ Гц};$$

при разомкнутом ключе К:

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

Определить емкость конденсатора C , при подключении которого $\cos \varphi$ будет равен 0,9.

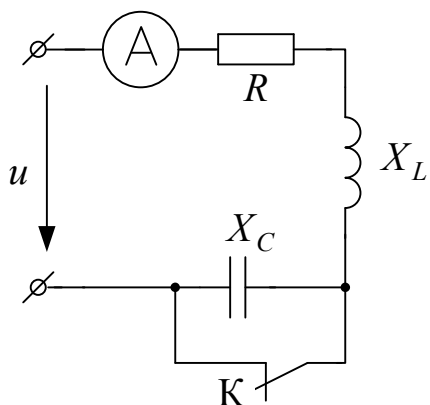


$$U = 100 \text{ В};$$

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

Определить:

- входное сопротивление цепи Z_{BX} ;
- ток i_3 .

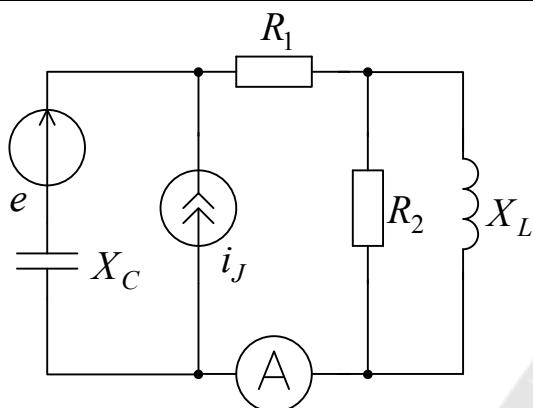


$$u = 100\sqrt{2} \sin 100t \text{ В};$$

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

Определить:

- показание амперметра;
- величину емкости C , при которой после размыкания ключа K показание амперметра не изменится.



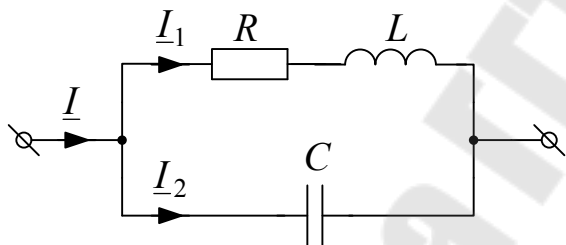
$$e = 250 \sin(\omega t + 70^\circ) \text{ В};$$

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

$$R_2 = 10 \text{ Ом}; X_L = 10 \text{ Ом};$$

$$X_C = 5 \text{ Ом}.$$

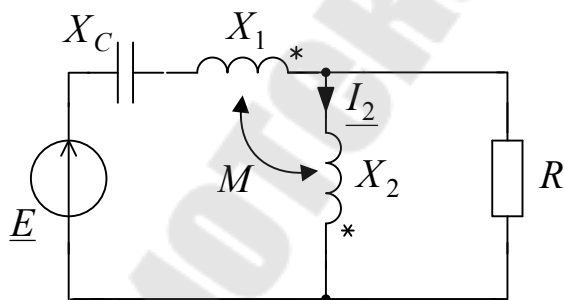
Рассчитать показание прибора.



В цепи – резонанс.

$$I = 5 \text{ А}; I_1 = 12 \text{ А}.$$

Определить ток I_2 .

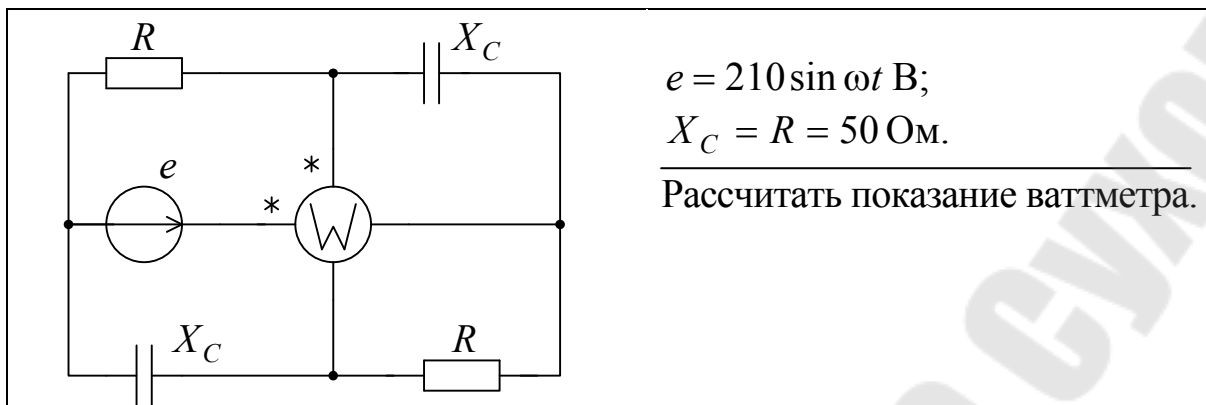


$$I_2 = 3 \text{ А};$$

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

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

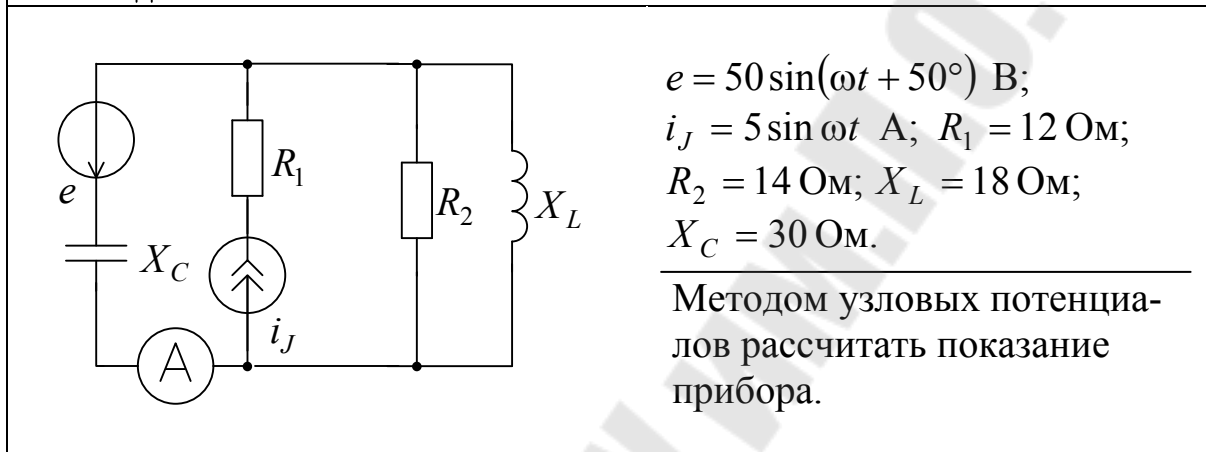
Определить действующее значение ЭДС \underline{E} .



$$e = 210 \sin \omega t \text{ В};$$

$$X_C = R = 50 \text{ Ом}.$$

Рассчитать показание ваттметра.



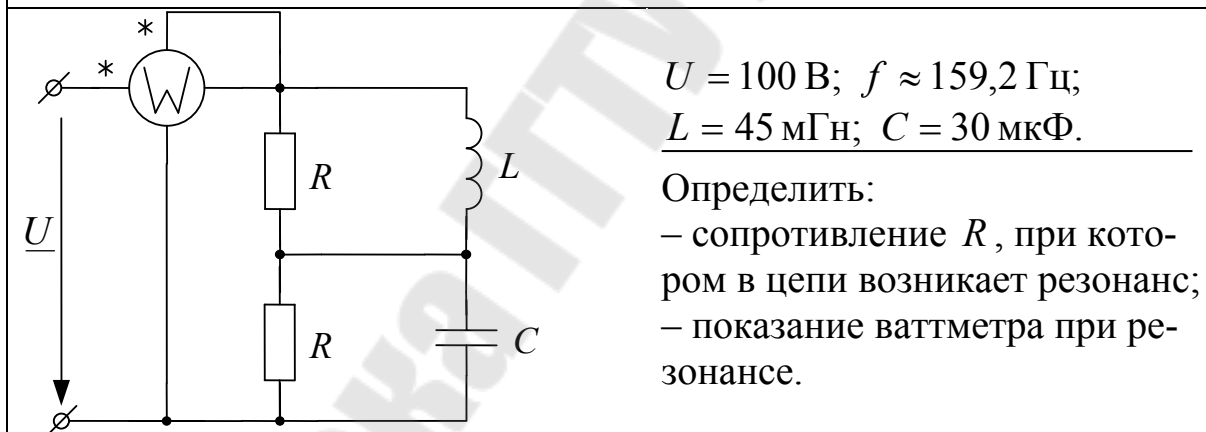
$$e = 50 \sin(\omega t + 50^\circ) \text{ В};$$

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

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

$$X_C = 30 \text{ Ом}.$$

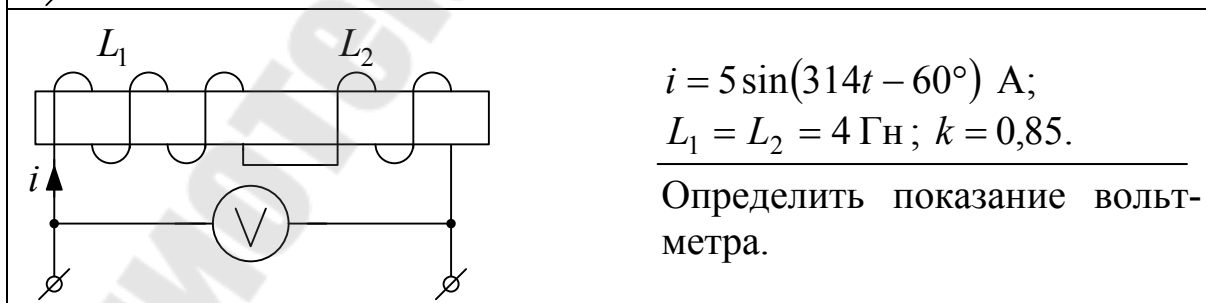
Методом узловых потенциалов рассчитать показание прибора.



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

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

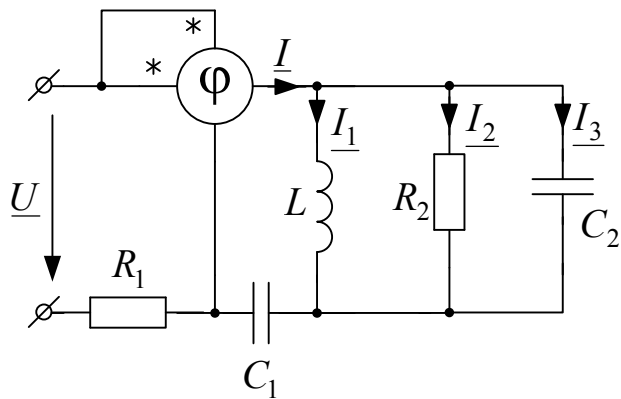
Определить:
 – сопротивление R , при котором в цепи возникает резонанс;
 – показание ваттметра при резонансе.



$$i = 5 \sin(314t - 60^\circ) \text{ А};$$

$$L_1 = L_2 = 4 \text{ Гн}; k = 0,85.$$

Определить показание вольтметра.

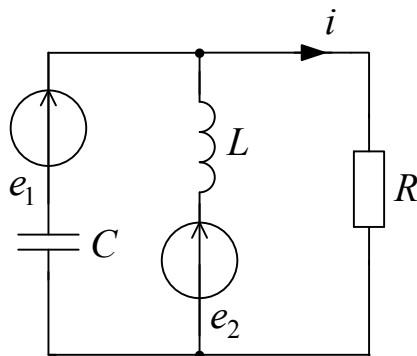


$$R_1 = 20 \text{ Ом}; R_2 = 15 \text{ Ом};$$

$$X_{C1} = 9 \text{ Ом};$$

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

Определить показание фазометра.

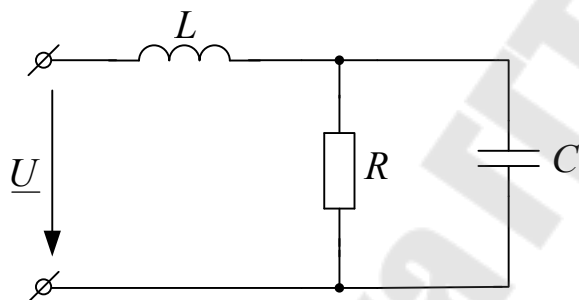


$$e_1 = e_2 = 141 \sin \omega t \text{ В};$$

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

$$X_C = 20 \text{ Ом}.$$

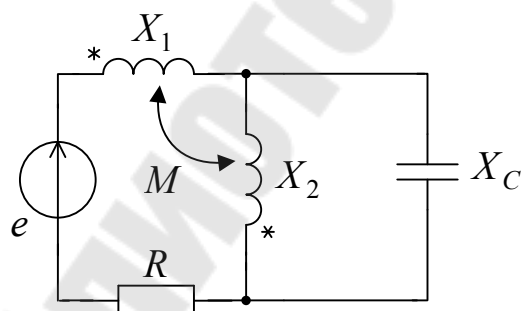
Методом эквивалентного генератора определить ток i .



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

В случае источника постоянного напряжения $Z_{\text{ex}}(\omega = 0) = 30 \text{ Ом}$.

Определить X_C , R и X_L .



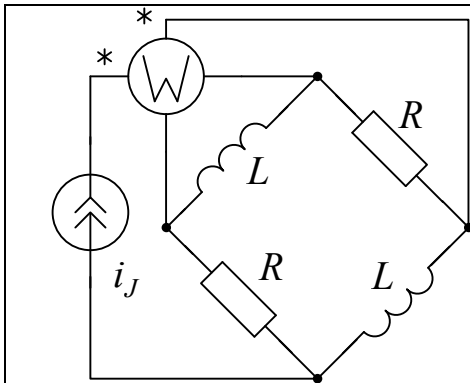
$$E = 100 \text{ В}; X_1 = 30 \text{ Ом};$$

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

Определить:

– при каком X_C источник ЭДС развивает максимальную мощность;

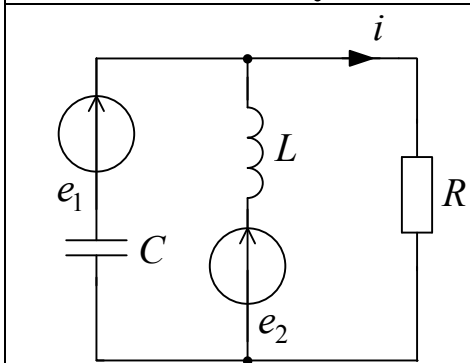
– величину этой мощности.



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

$$R = X_L = 22 \text{ Ом.}$$

Рассчитать показание ваттметра.

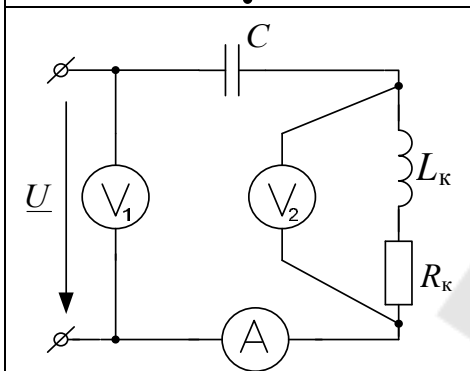


$$e_1 = e_2 = 220\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$$

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

$$X_C = 20 \text{ Ом.}$$

Методом наложения определить ток i .

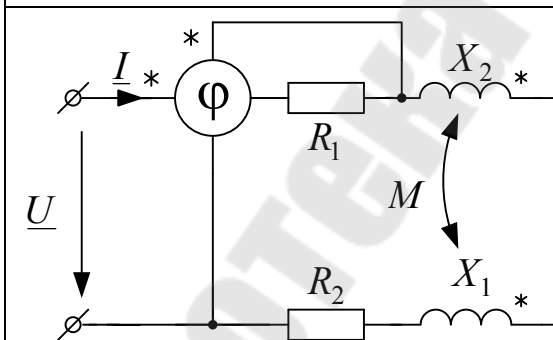


В цепи – резонанс.

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

$$I_A = 4 \text{ А.}$$

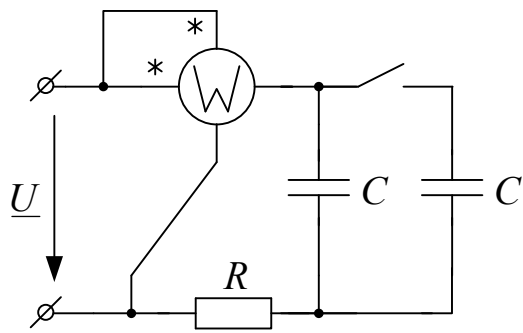
Определить:
 – добротность контура;
 – параметры катушки R_k и L_k .



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

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

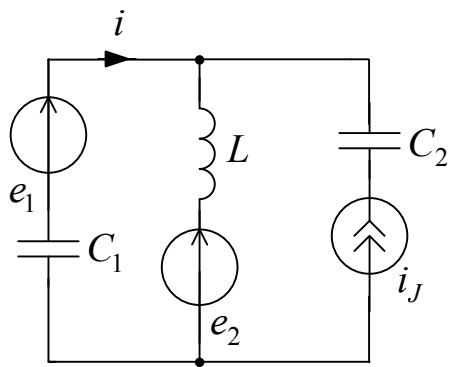
Определить показание фазометра.



$$X_C = R\sqrt{3} \text{ Ом};$$

до подключения конденсатора
 $P_W = 800 \text{ Вт}$.

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



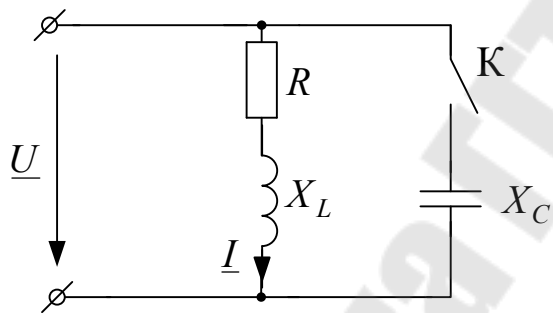
$$e_1 = e_2 = 311 \sin \omega t \text{ В};$$

$$i_J = 10 \sin \omega t \text{ А};$$

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

$$X_C = 40 \text{ Ом}.$$

Методом уравнений Кирхгофа определить ток i .

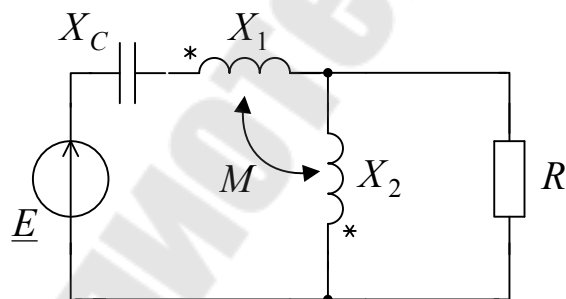


$$U = 90 \text{ В}; f = 400 \text{ Гц};$$

при разомкнутом ключе К:

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

Определить емкость конденсатора C , при подключении которого $\cos \varphi$ будет равен 0,8.



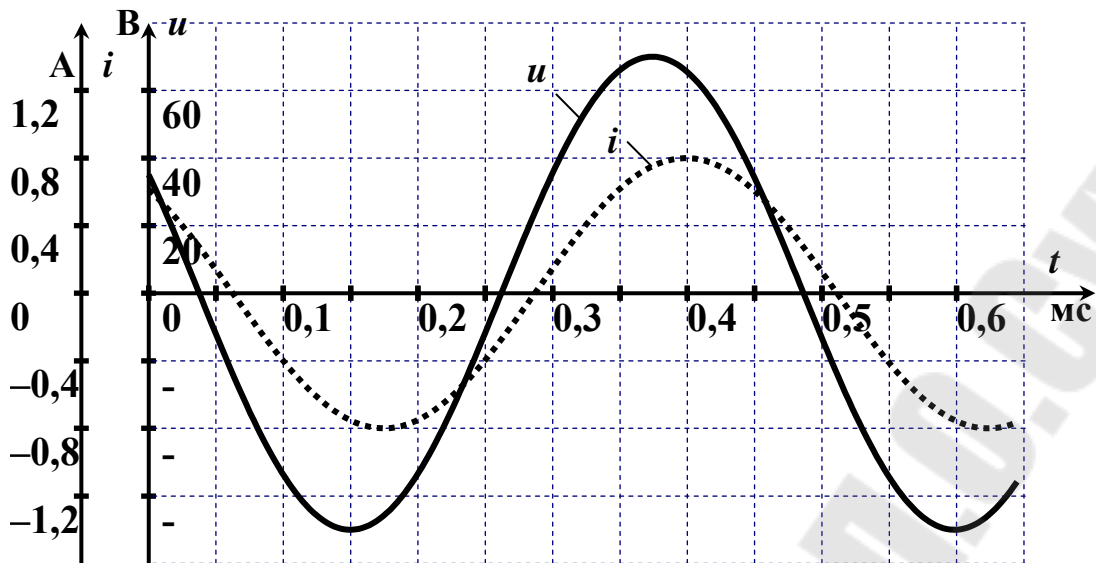
$$E = 120 \text{ В}; R = X_1 = 20 \text{ Ом};$$

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

$$X_M = 10 \text{ Ом}.$$

Рассчитать мощность, выделяющуюся в резисторе R .

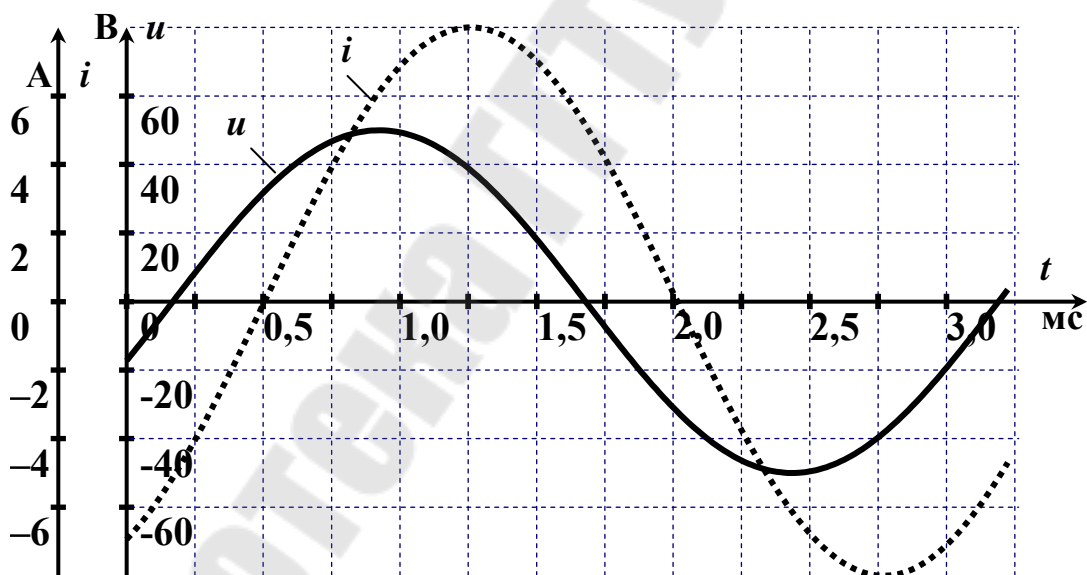
	<p> $U_V = 100 \text{ В}; f = 100 \text{ Гц};$ $R = X_L; I_A = 10 \text{ А}.$ </p> <hr/> <p> Определить: – параметры цепи R и L; – показание ваттметра. </p>
	<p> $i_J = 5\sqrt{2} \sin \omega t \text{ А};$ $e_1 = e_2 = 120\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В};$ $X_L = X_{C3} = 25 \text{ Ом};$ $X_{C1} = X_{C2} = 40 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> Методом контурных токов рассчитать мгновенное значение тока i. </p>
	<p> В состоянии резонанса при $\omega = \omega_0$ входное сопротивление цепи $Z_{\text{вх}}(\omega_0) = 2,5 \text{ Ом}.$ В случае источника постоянного напряжения $Z_{\text{вх}}(\omega = 0) = 5 \text{ Ом}.$ </p> <hr/> <p> Определить X_C, R и $X_L.$ </p>
	<p> $e = 100\sqrt{2} \sin \omega t \text{ В}; X_1 = 20 \text{ Ом};$ $X_C = X_2 = 10 \text{ Ом}; k = \sqrt{2}/2.$ </p> <hr/> <p> Определить показание вольтметра. </p>



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

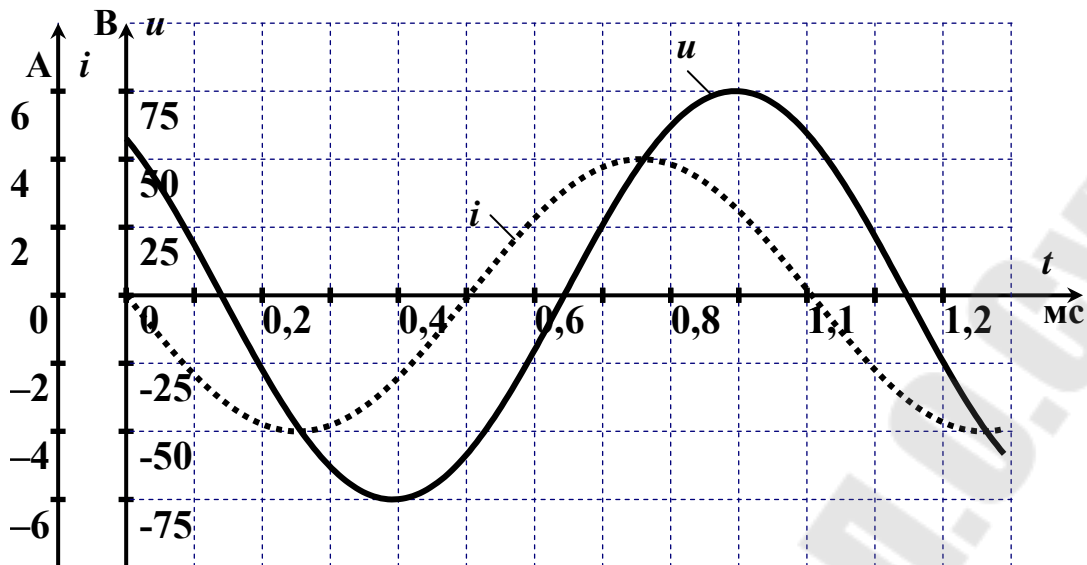
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжений, соответствующую осциллограмме.



б)

По известной осциллограмме для участка цепи:

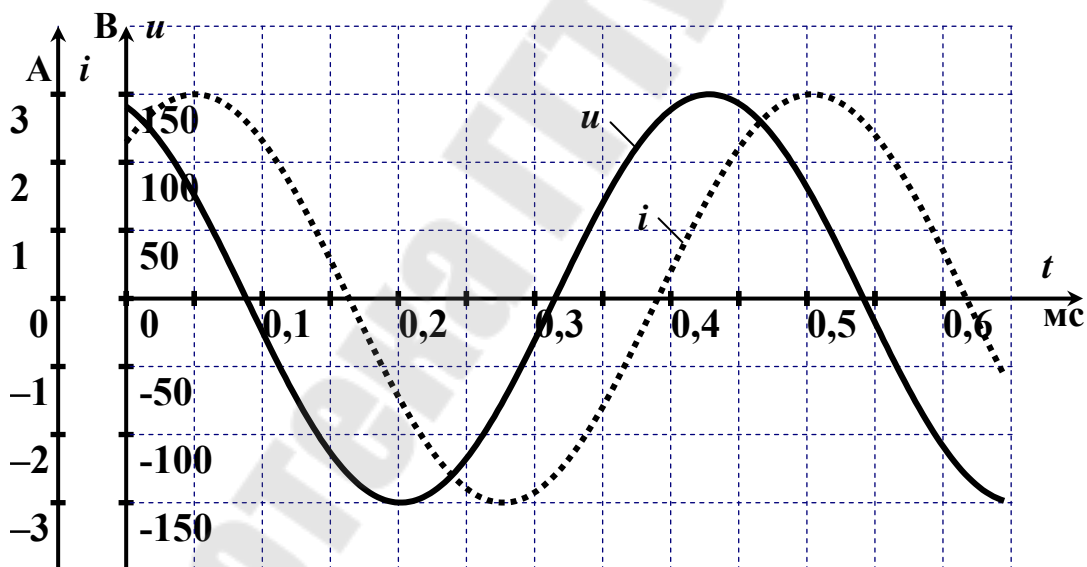
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить треугольник проводимостей.



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

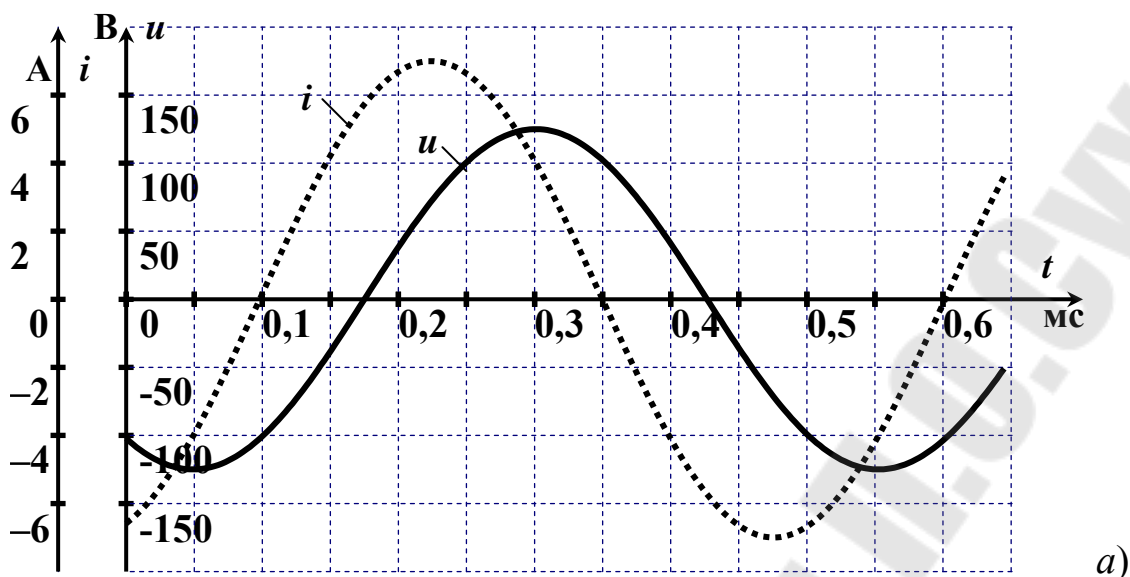
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжений, соответствующую осциллограмме.



б)

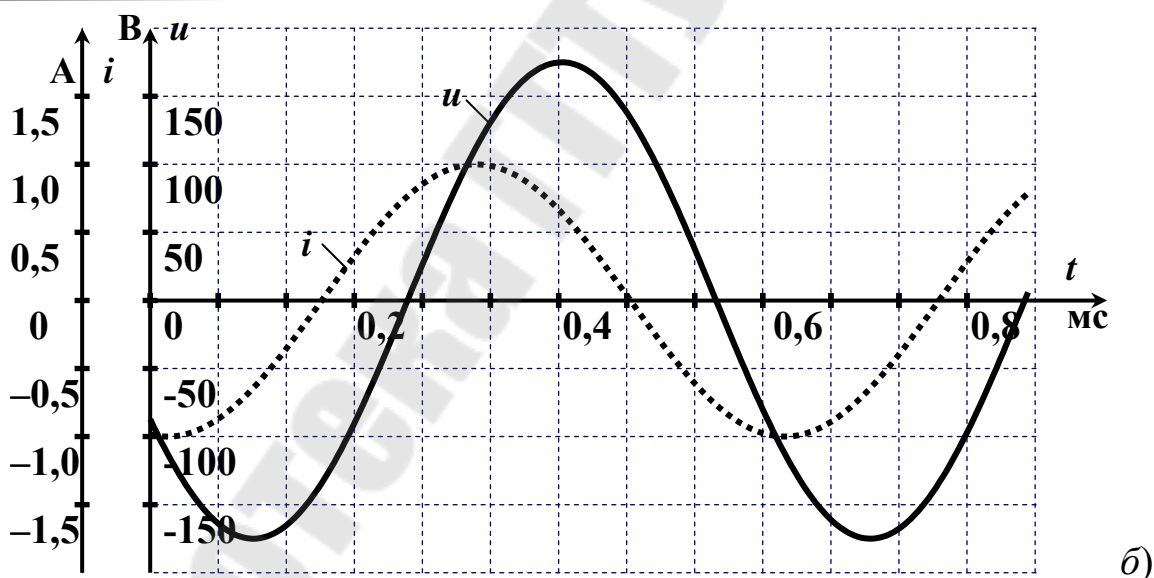
По известной осциллограмме для участка цепи:

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



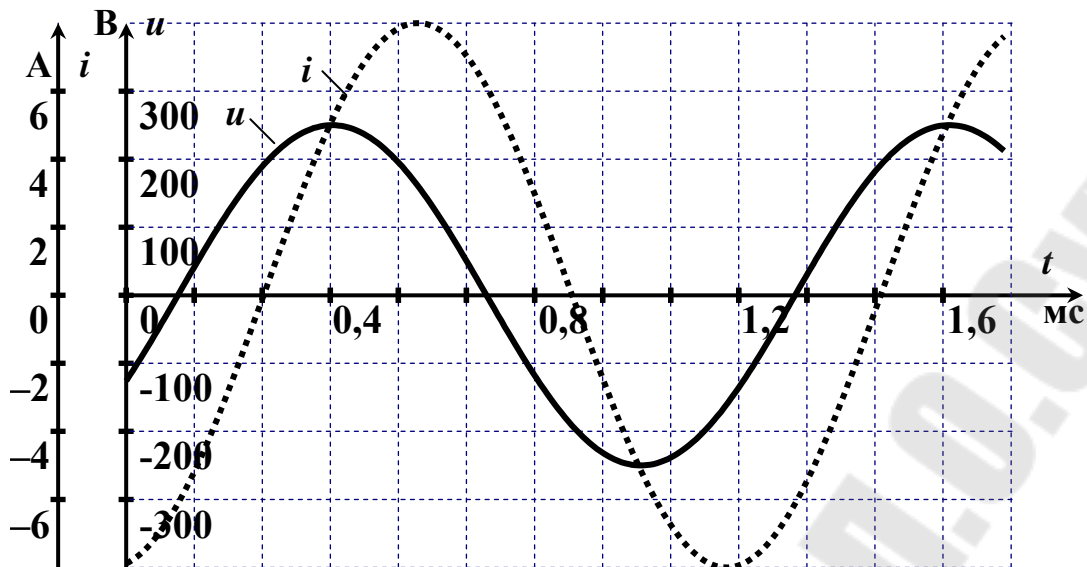
По известной осциллограмме для участка цепи:

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:

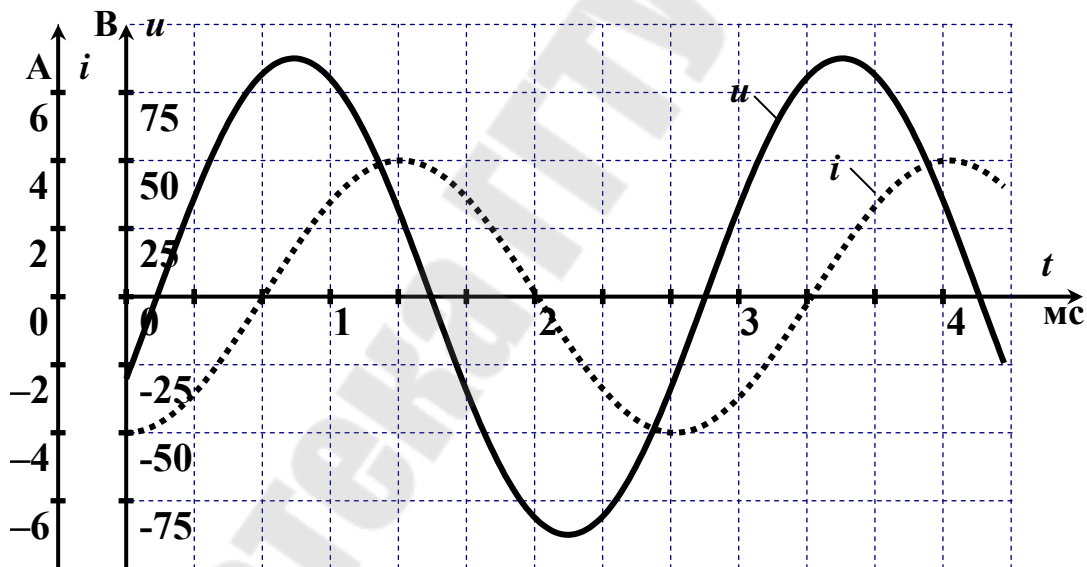
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму токов и напряжения, соответствующую схеме замещения.



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

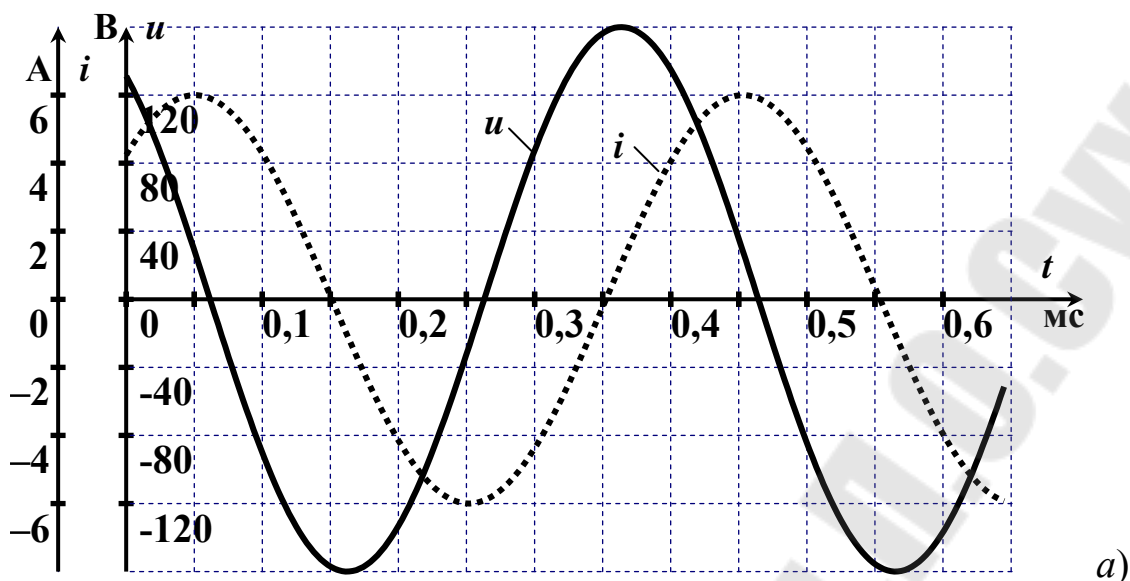
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить треугольник проводимостей.



б)

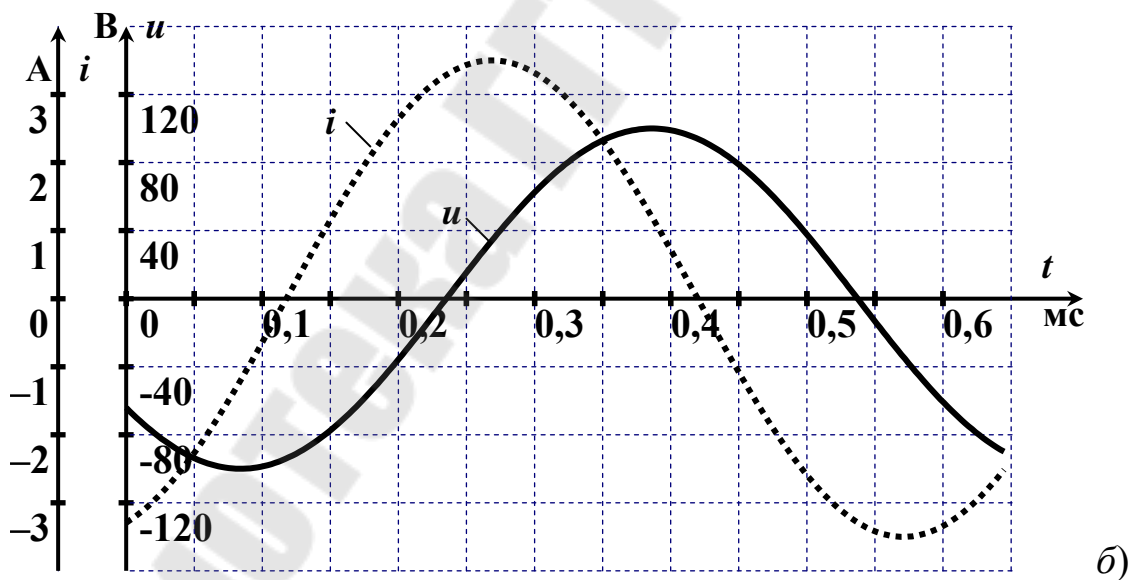
По известной осциллограмме для участка цепи:

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 напряжений, соответствующую схеме замещения.



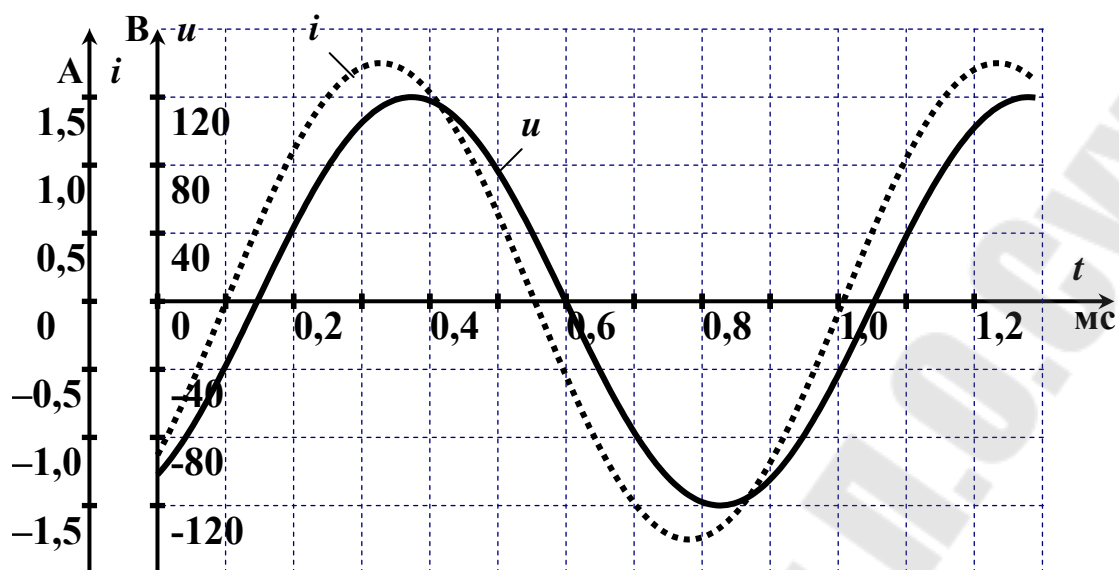
По известной осциллограмме для участка цепи:

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



По известной осциллограмме для участка цепи:

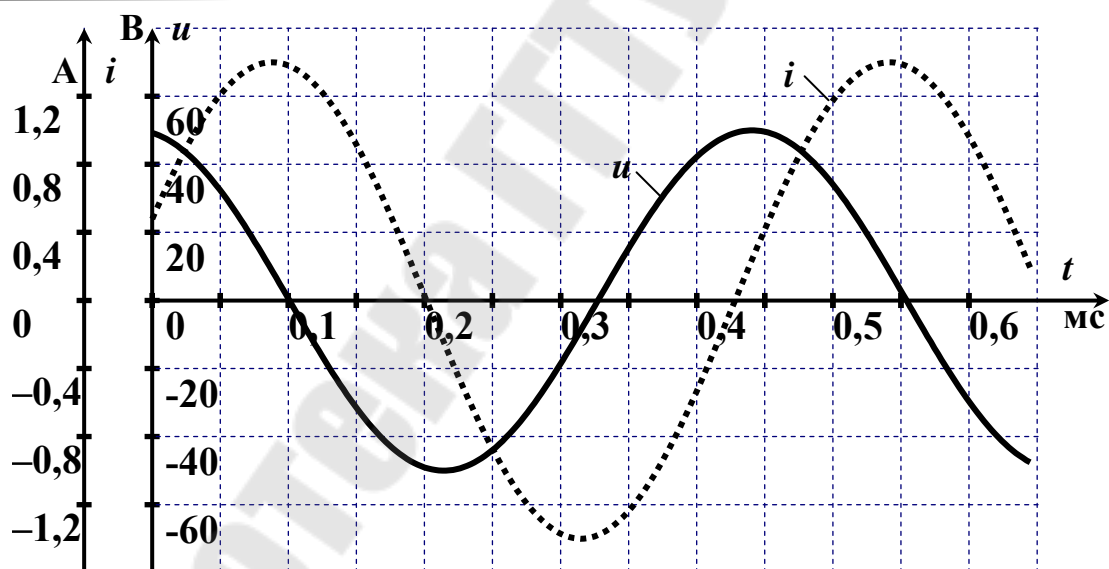
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить треугольник сопротивлений.



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

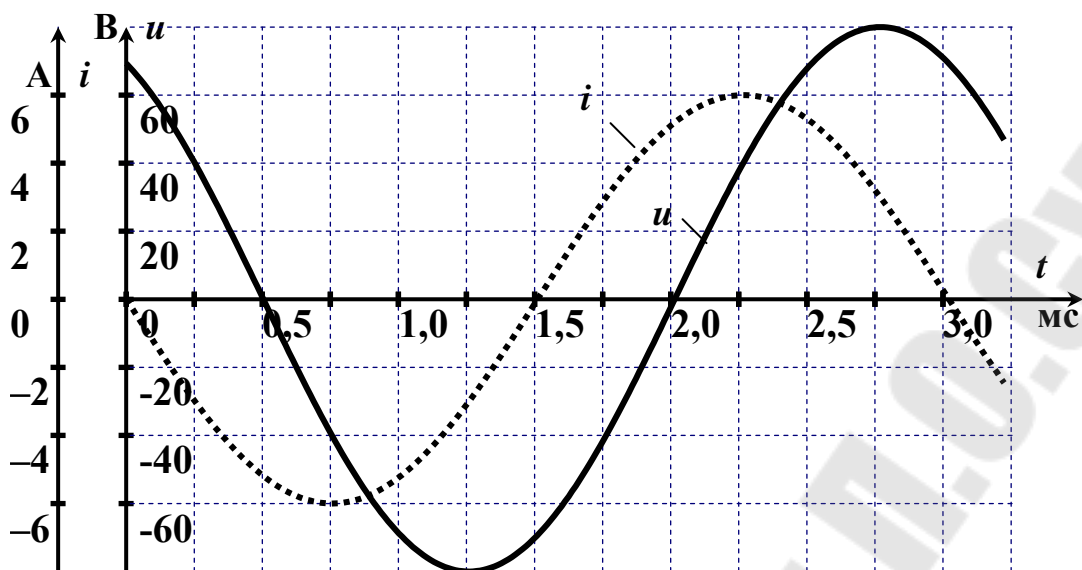
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить треугольник сопротивлений.



б)

По известной осциллограмме для участка цепи:

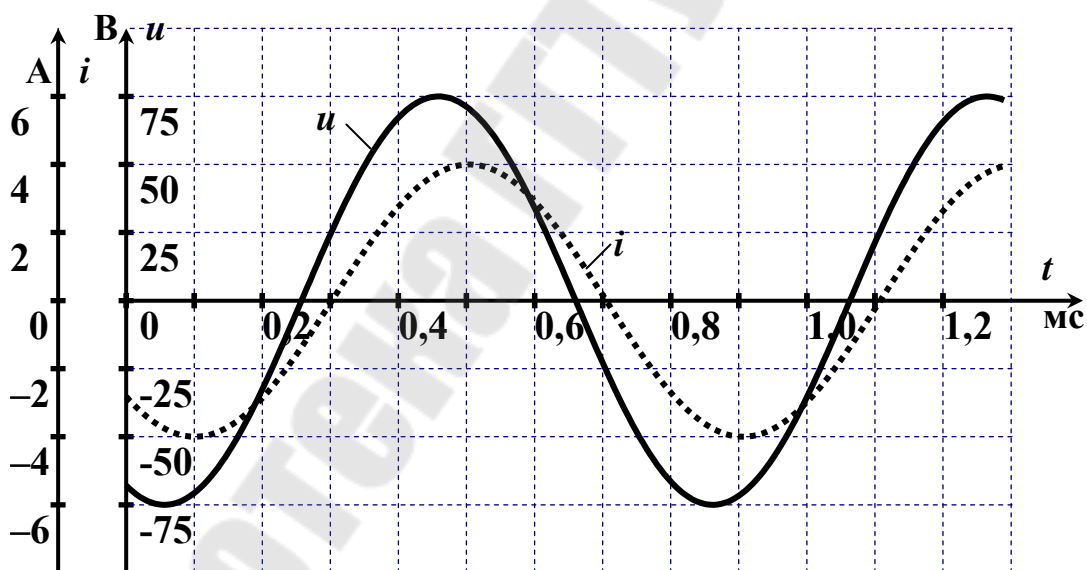
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжений, соответствующую схеме замещения.



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

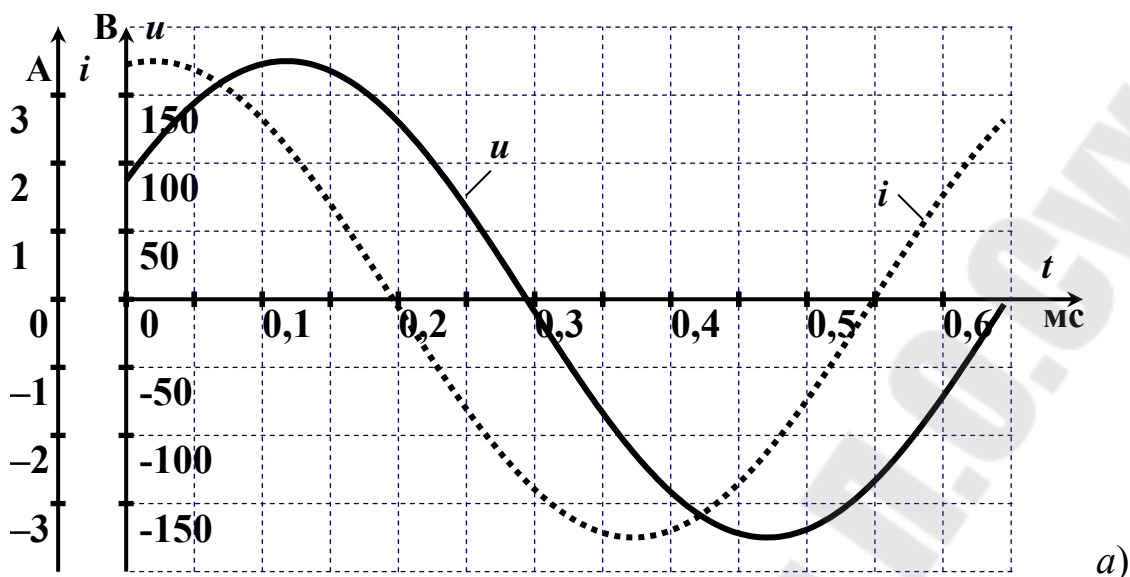
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить треугольник проводимостей.



б)

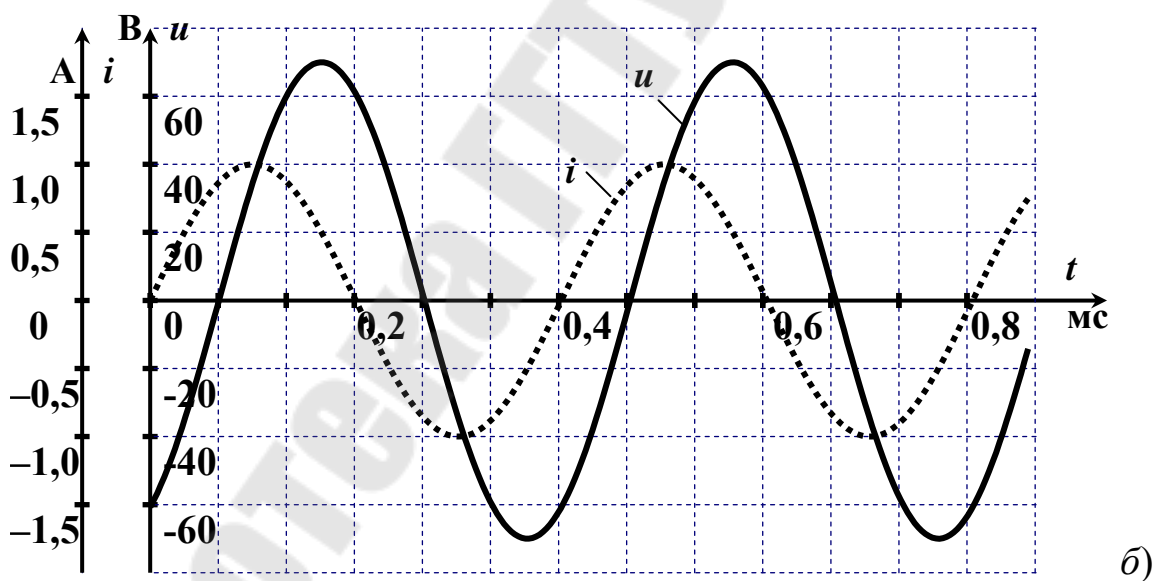
По известной осциллограмме для участка цепи:

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 напряжений, соответствующую схеме замещения.



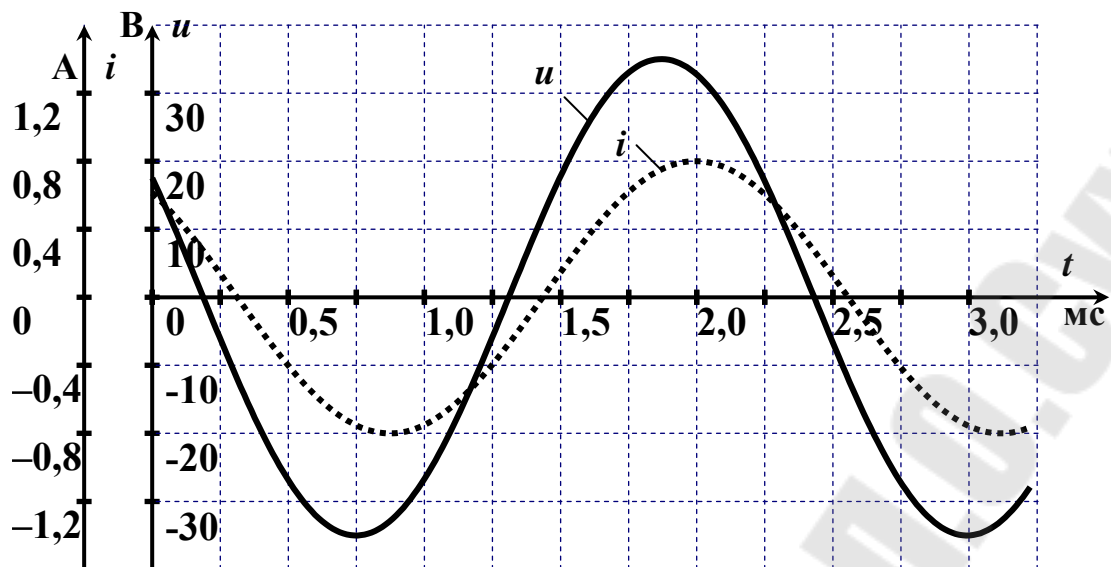
По известной осциллограмме для участка цепи:

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:

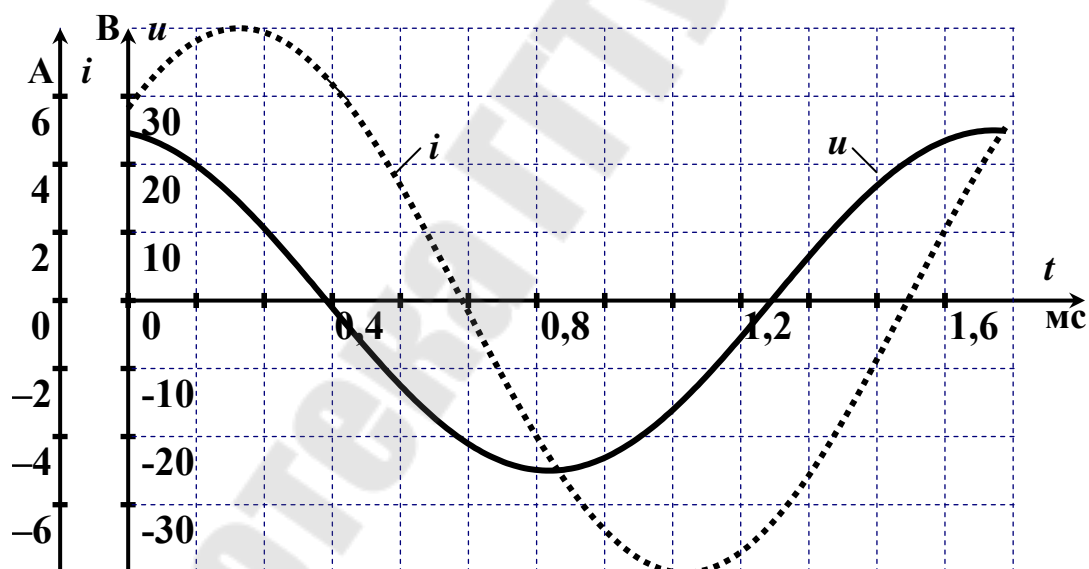
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжений, соответствующую схеме замещения.



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

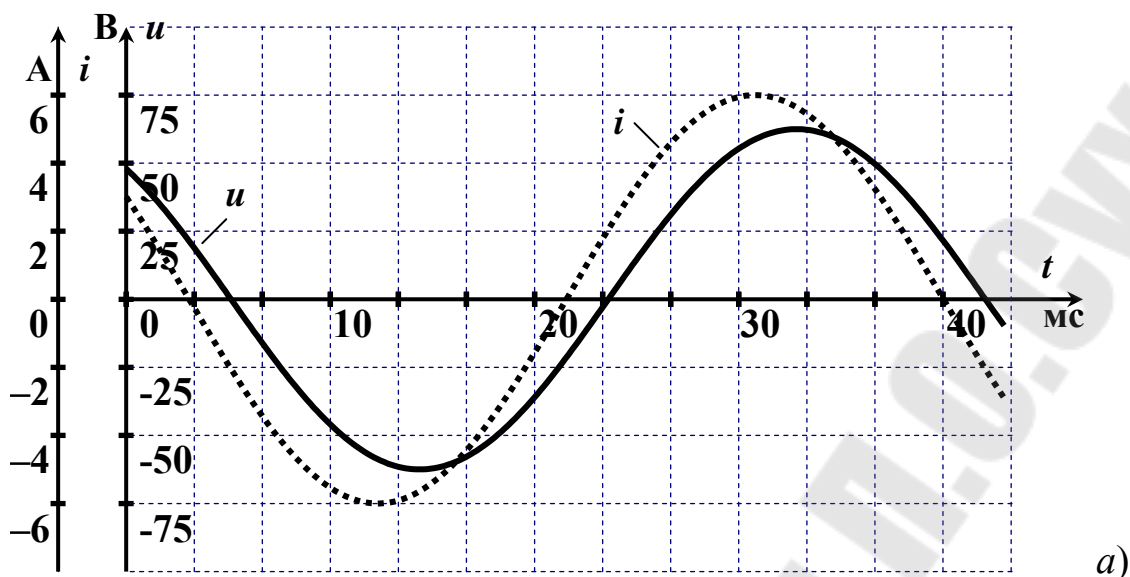
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжений, соответствующую осциллограмме.



б)

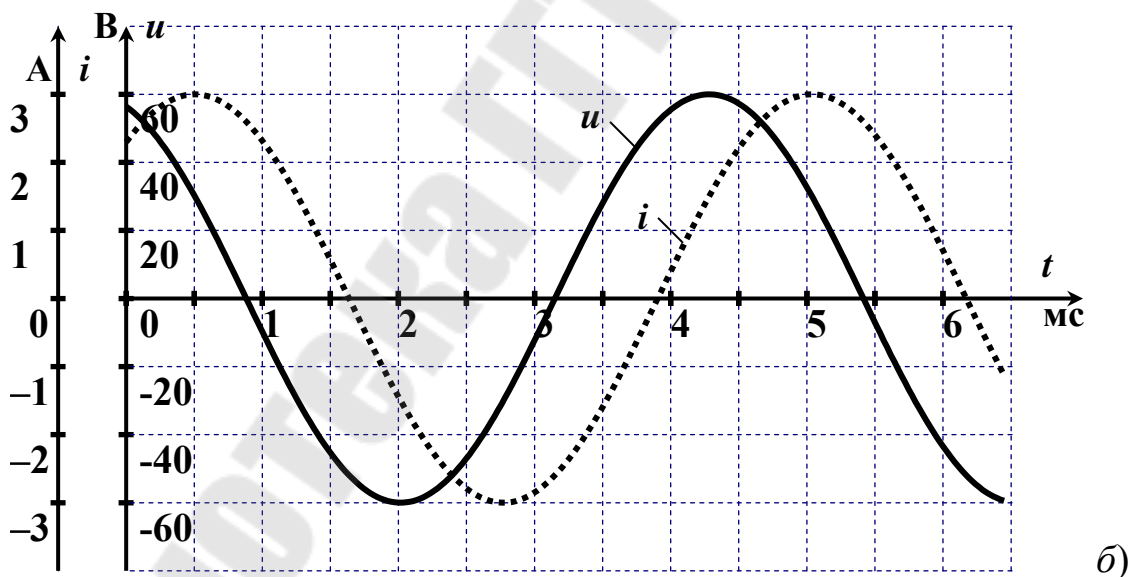
По известной осциллограмме для участка цепи:

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



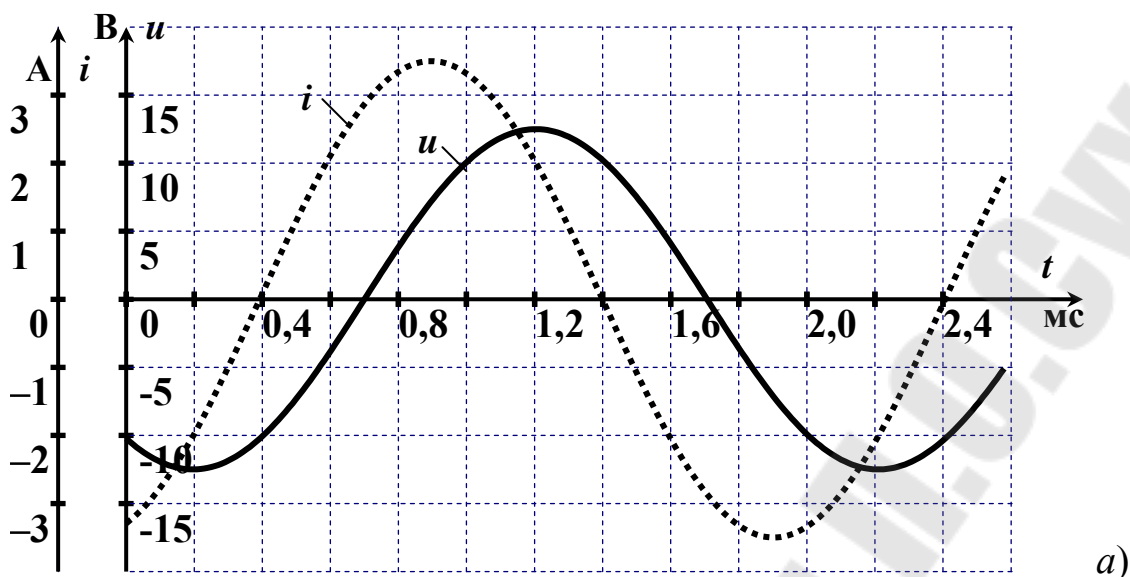
По известной осциллограмме для участка цепи:

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 напряжений, соответствующую осциллограмме.



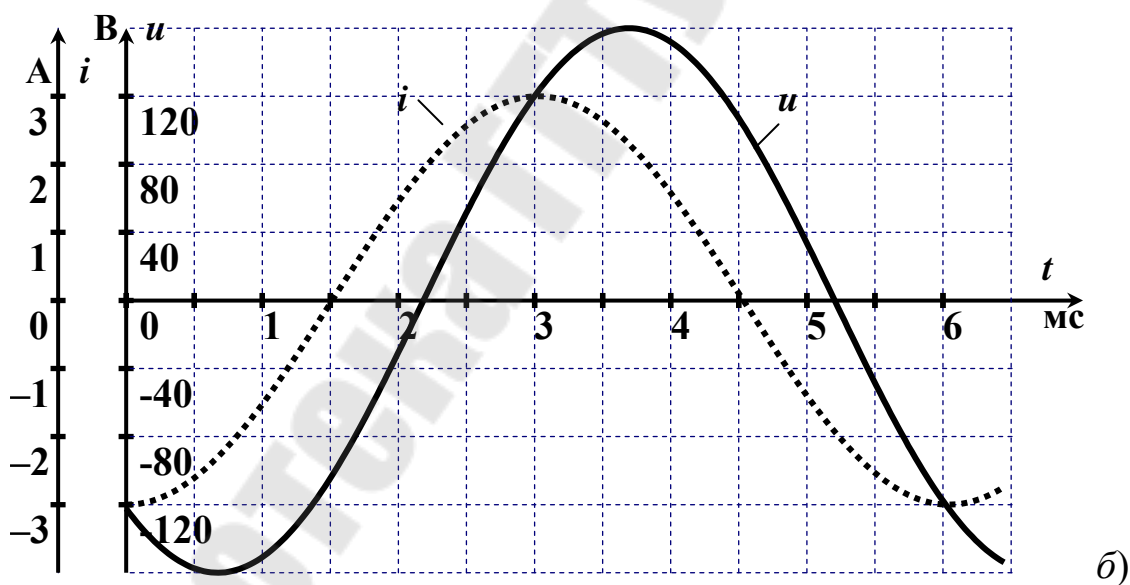
По известной осциллограмме для участка цепи:

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



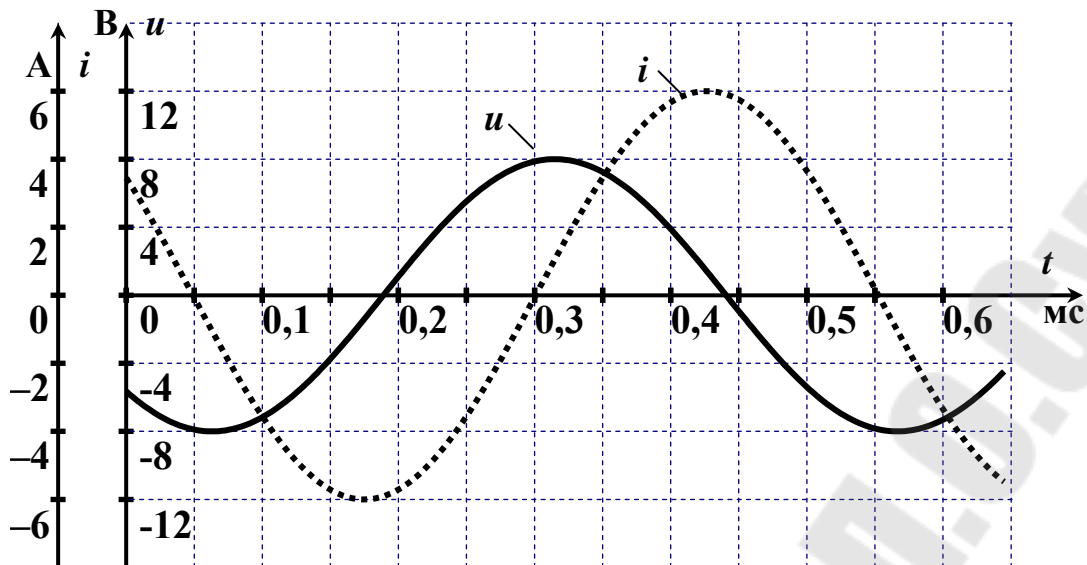
По известной осциллограмме для участка цепи:

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:

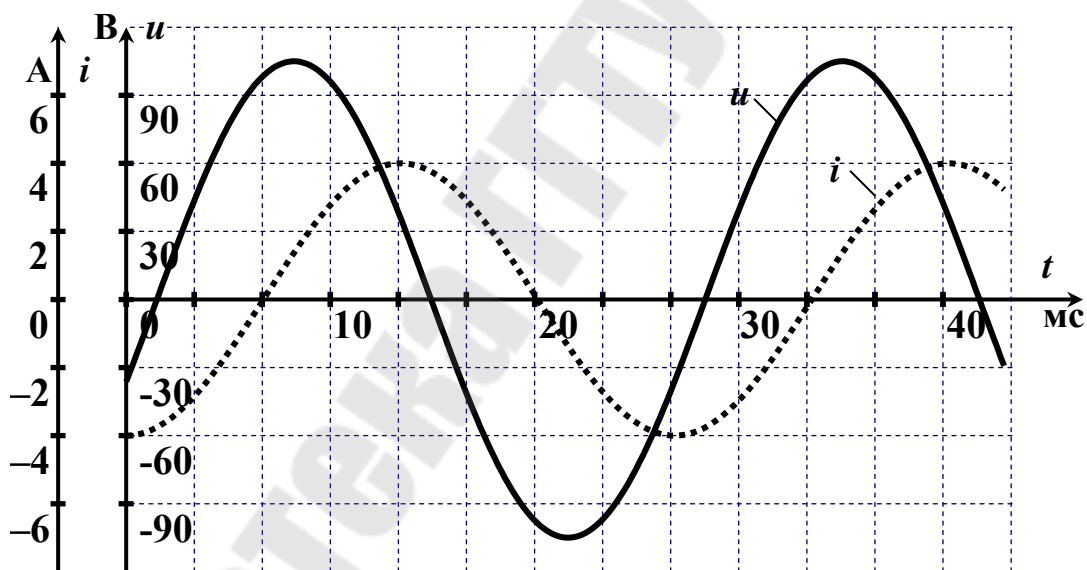
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму токов и напряжения, соответствующую схеме замещения.



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

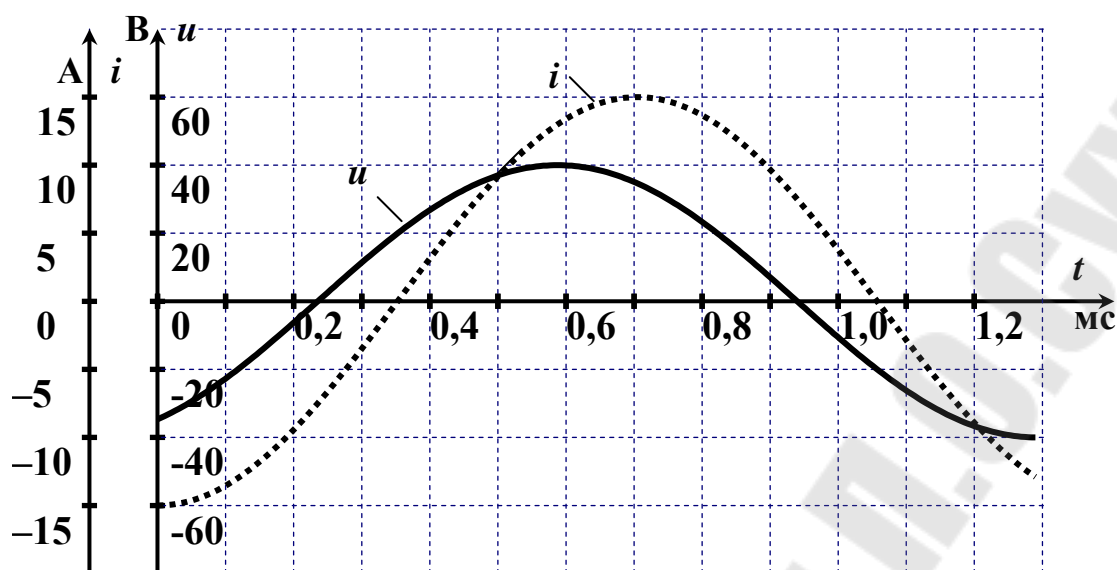
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить треугольник проводимостей.



б)

По известной осциллограмме для участка цепи:

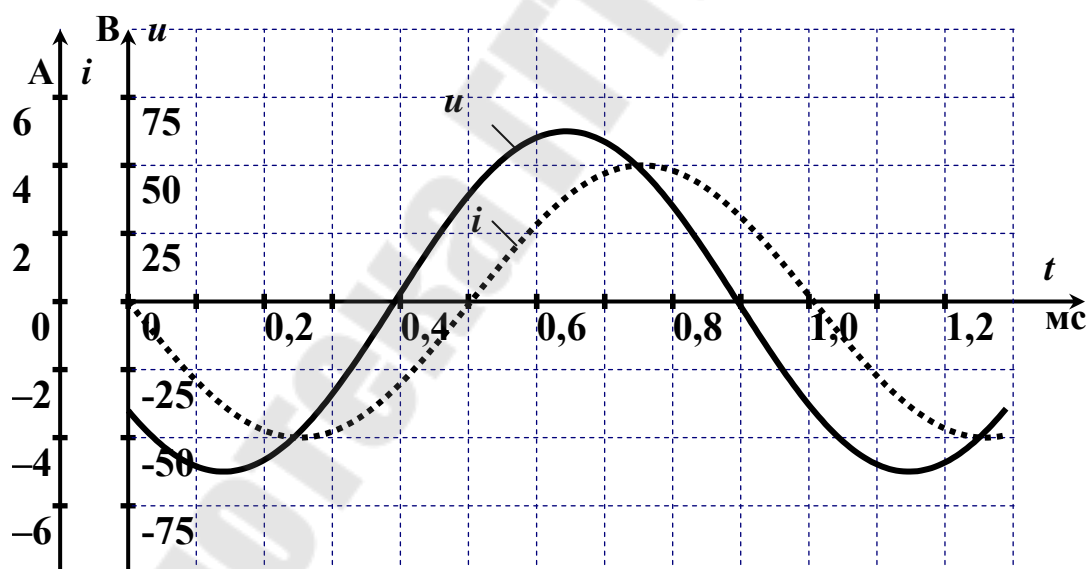
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжений, соответствующую схеме замещения.



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

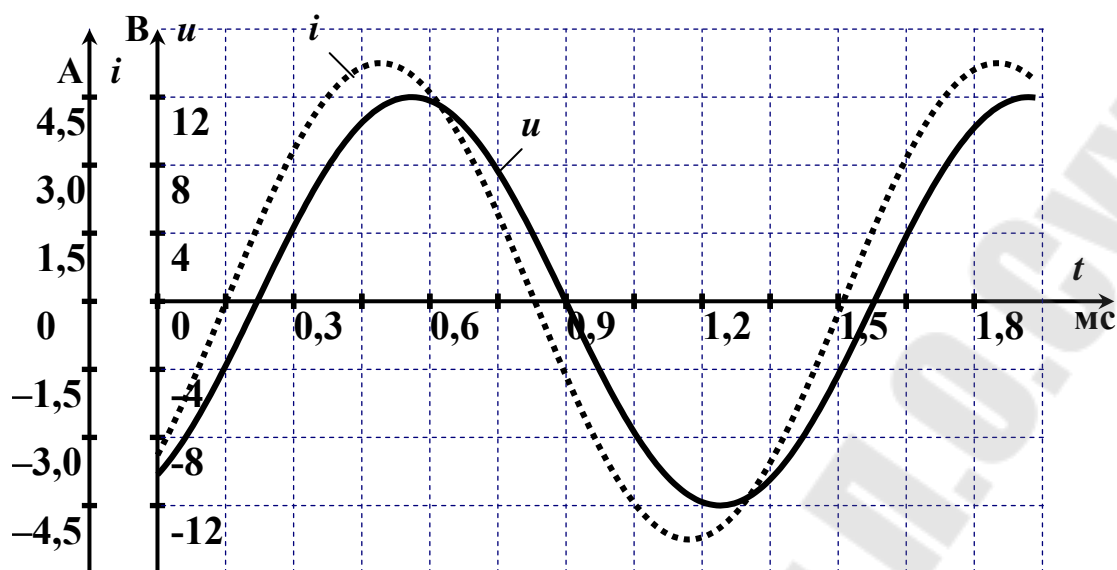
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму токов и напряжения, соответствующую осциллограмме.



б)

По известной осциллограмме для участка цепи:

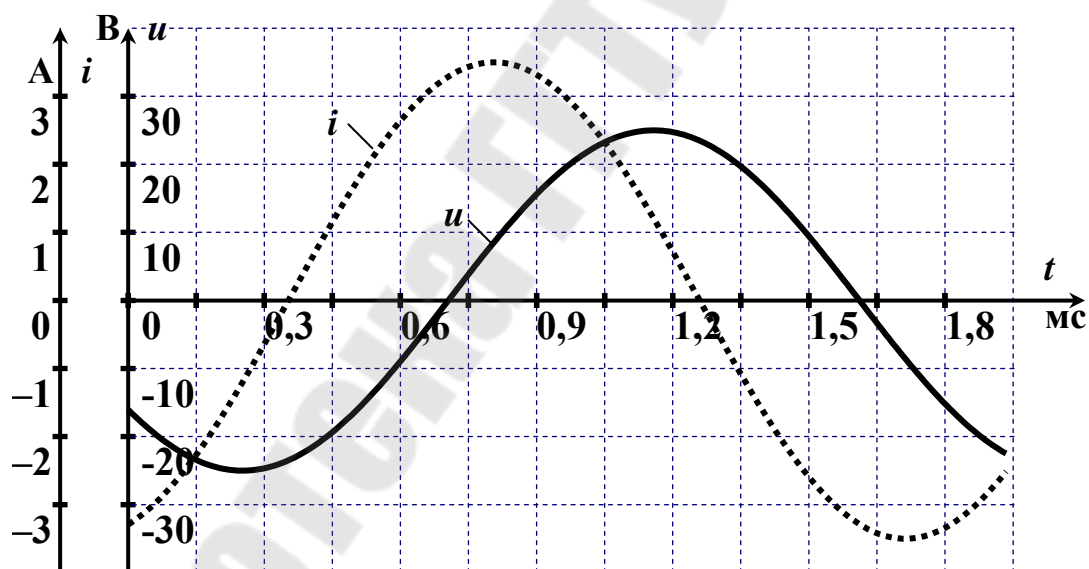
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить треугольник сопротивлений.



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

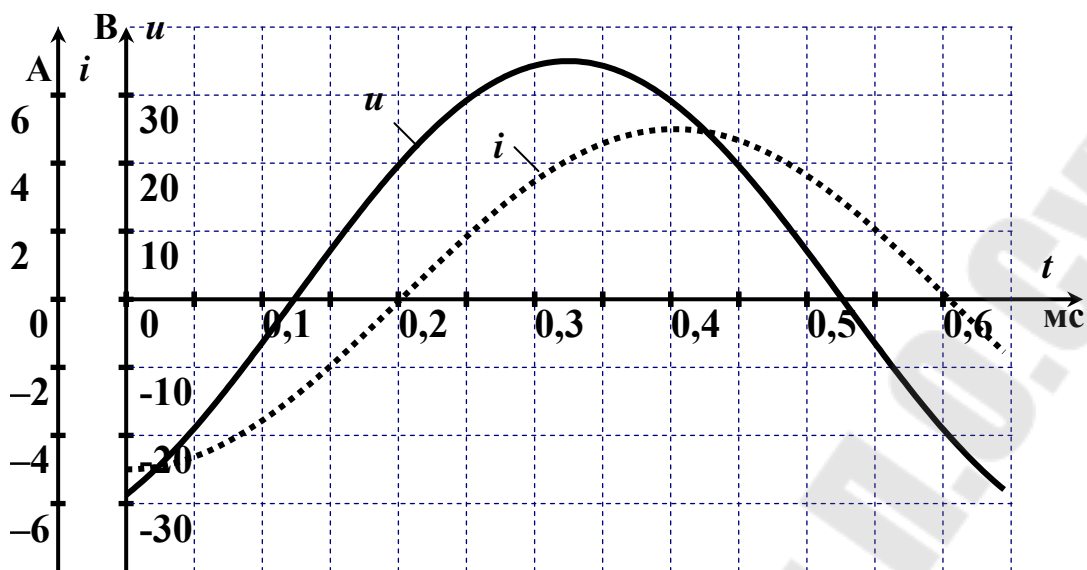
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить треугольник сопротивлений.



б)

По известной осциллограмме для участка цепи:

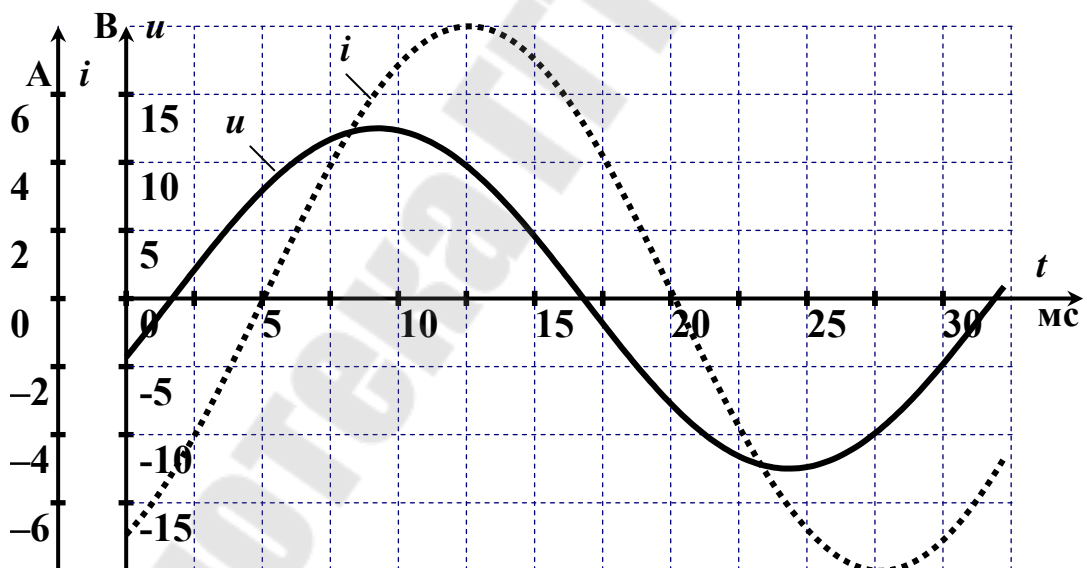
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжений, соответствующую схеме замещения.



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

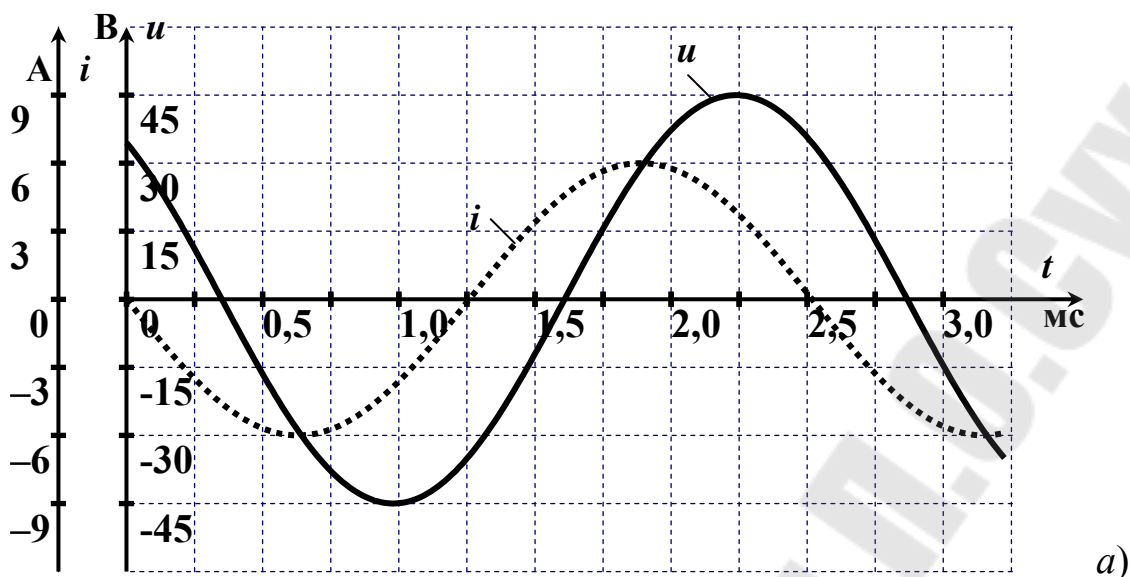
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму тока и напряжений, соответствующую осциллограмме.



б)

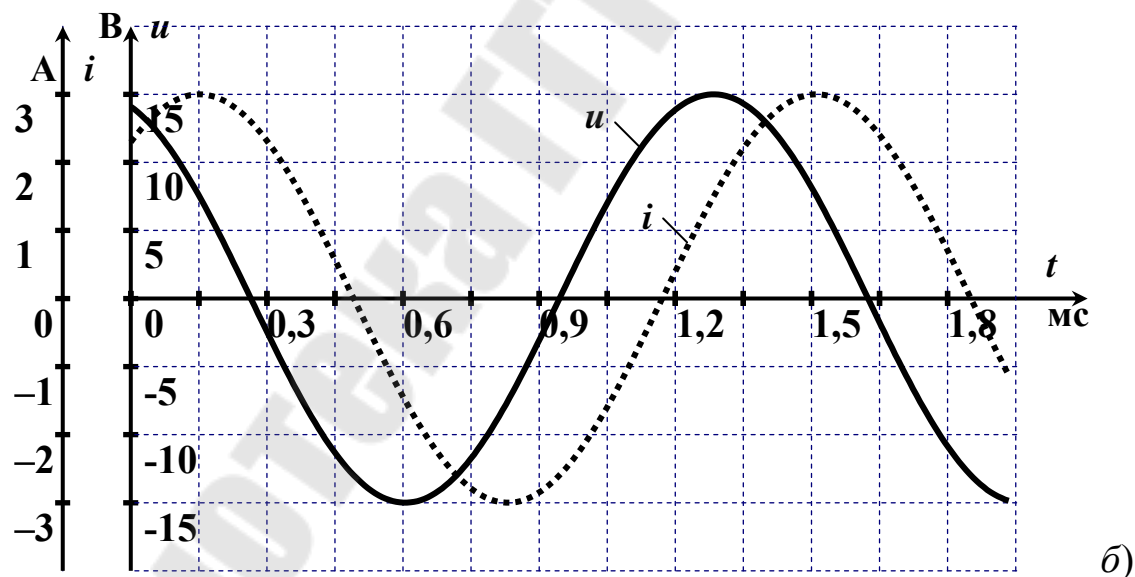
По известной осциллограмме для участка цепи:

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



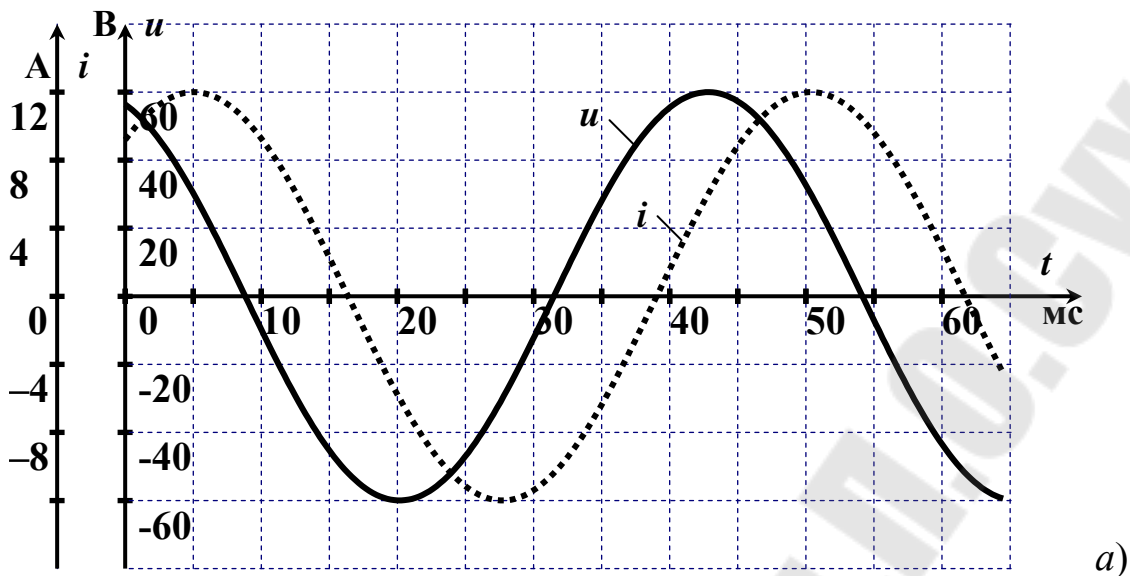
По известной осциллограмме для участка цепи:

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 напряжений, соответствующую осциллограмме.



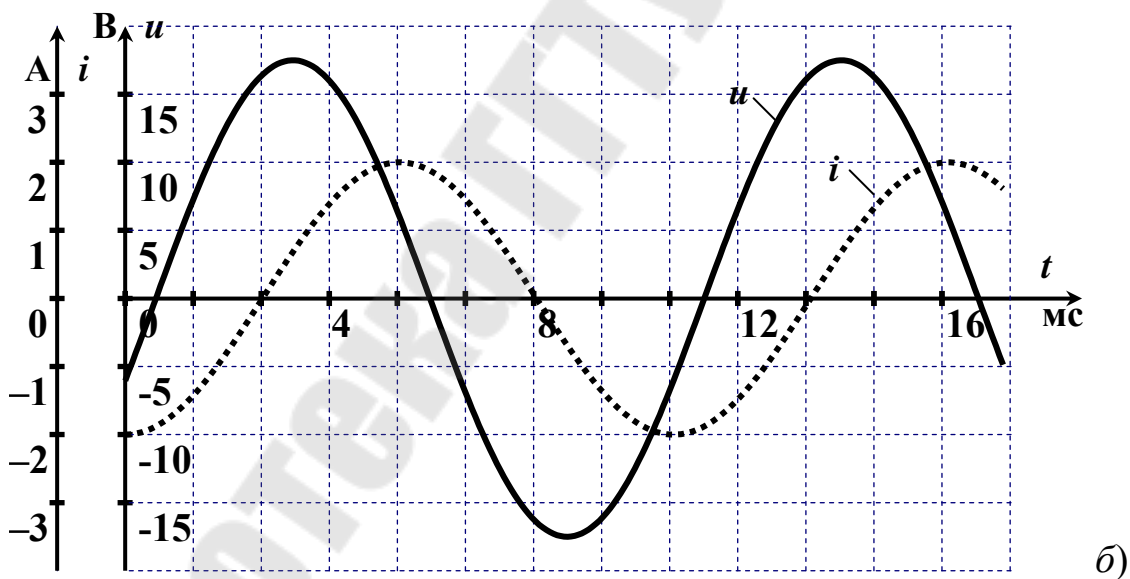
По известной осциллограмме для участка цепи:

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



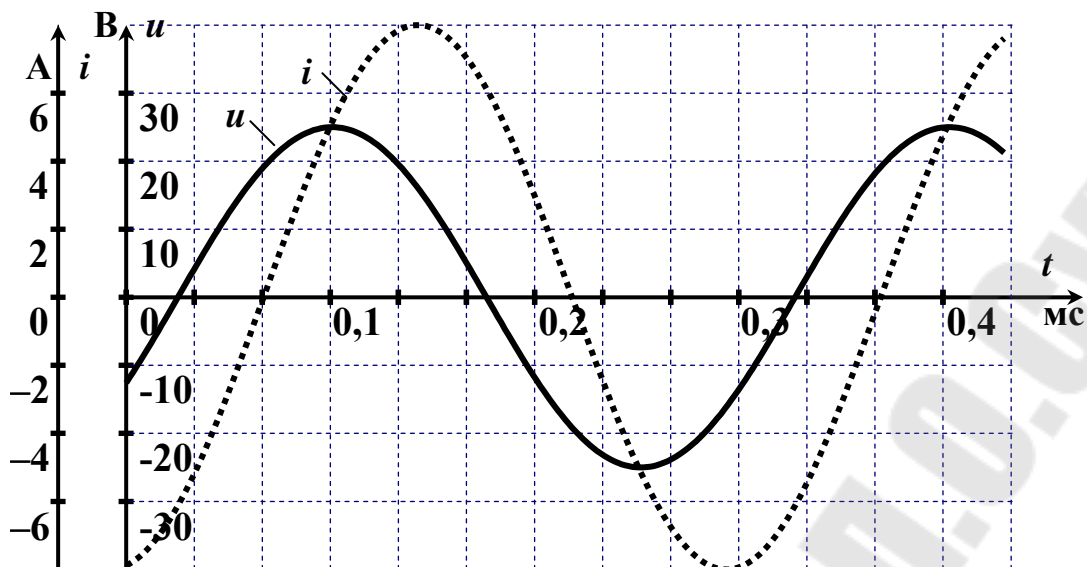
По известной осциллограмме для участка цепи:

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:

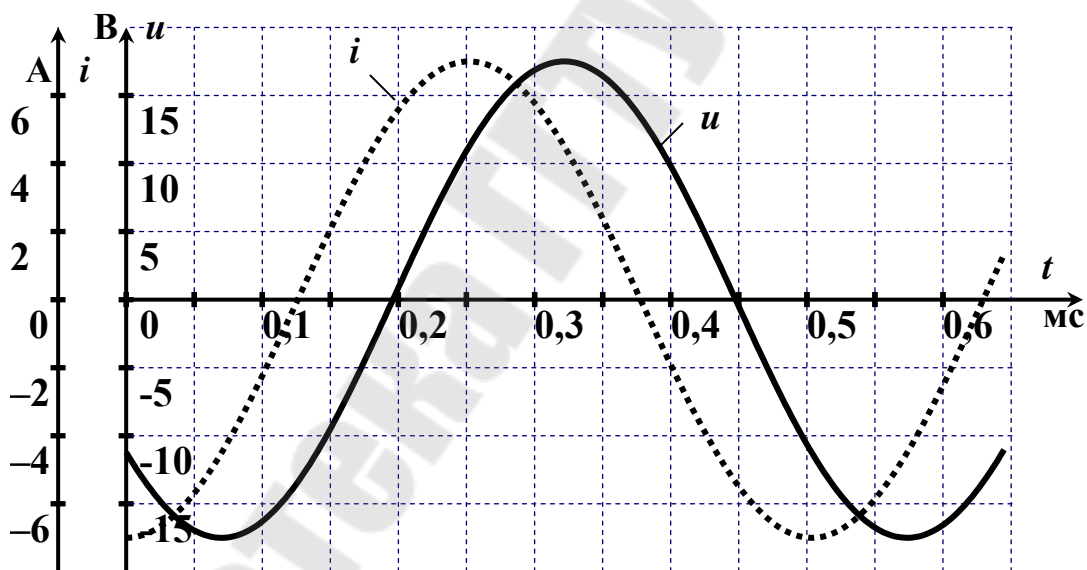
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить векторную диаграмму токов и напряжения, соответствующую схеме замещения.



a)

По известной осциллограмме для участка цепи:

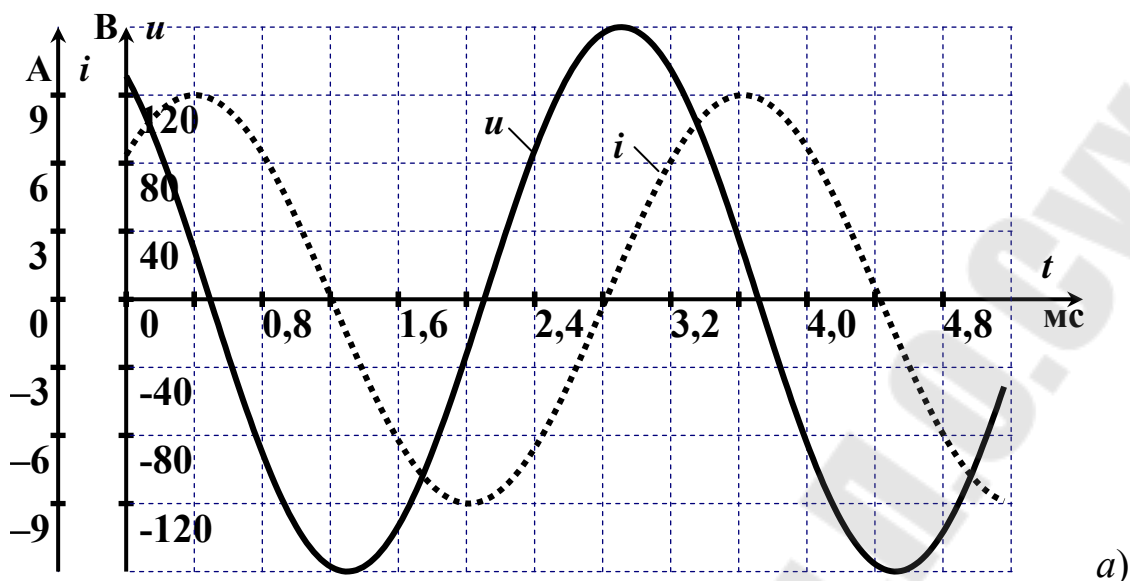
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную параллельную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить треугольник проводимостей.



б)

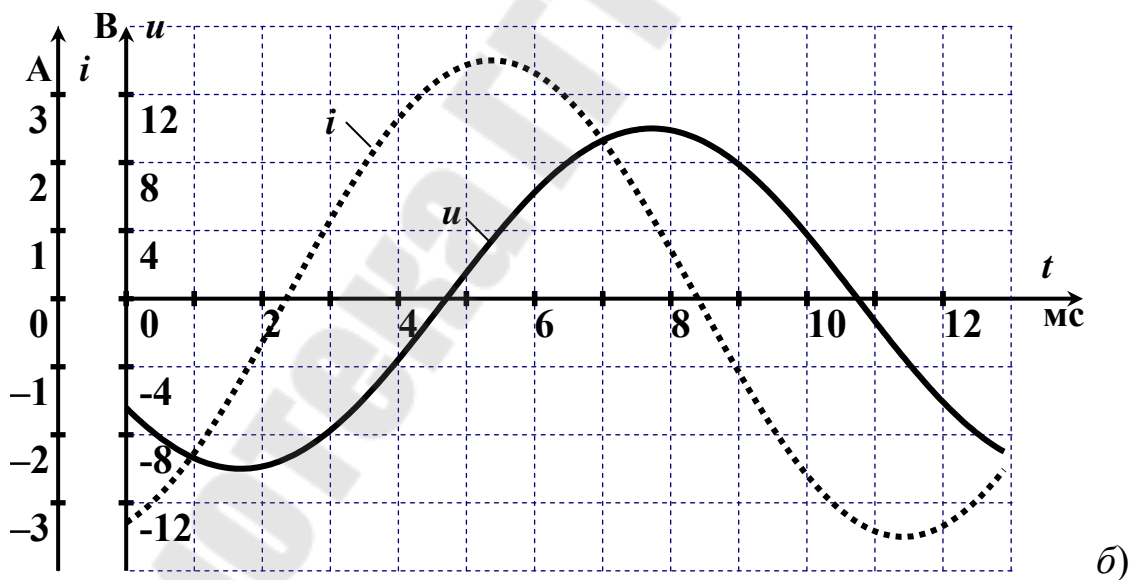
По известной осциллограмме для участка цепи:

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 напряжений, соответствующую схеме замещения.



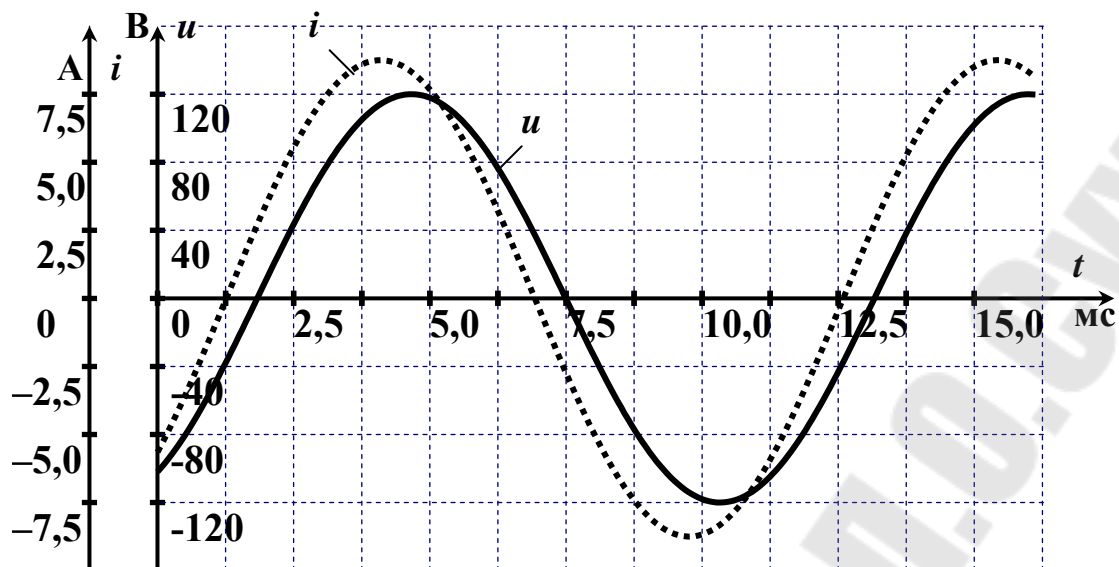
По известной осциллограмме для участка цепи:

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:

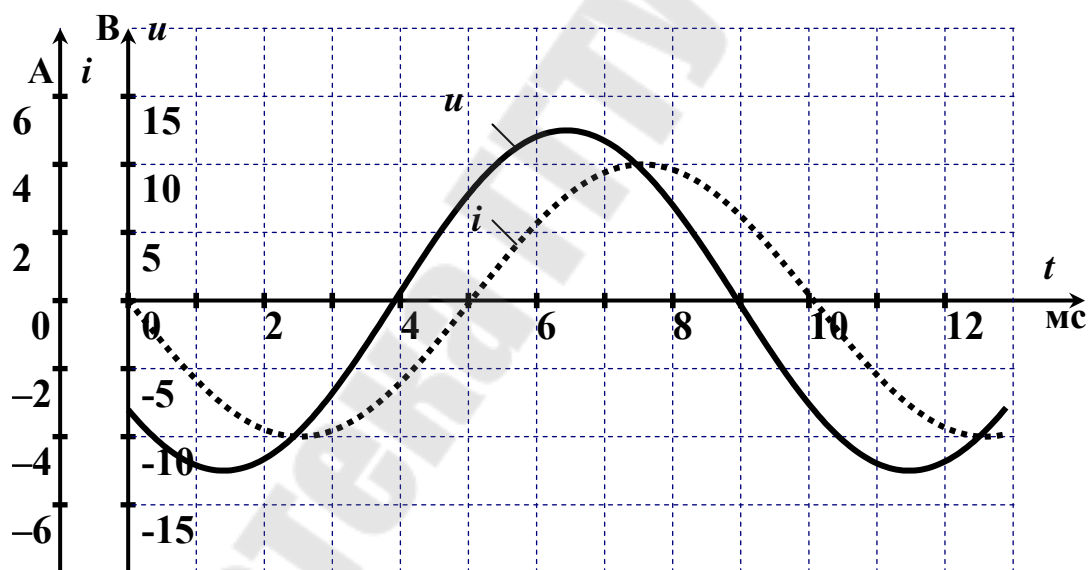
1. Записать мгновенные значения напряжения и тока.
2. Составить эквивалентную последовательную схему замещения участка и определить параметры ее элементов.
3. Построить треугольник сопротивлений.



a)

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.



б)

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 напряжений, 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 сопротивления двухполюсника.

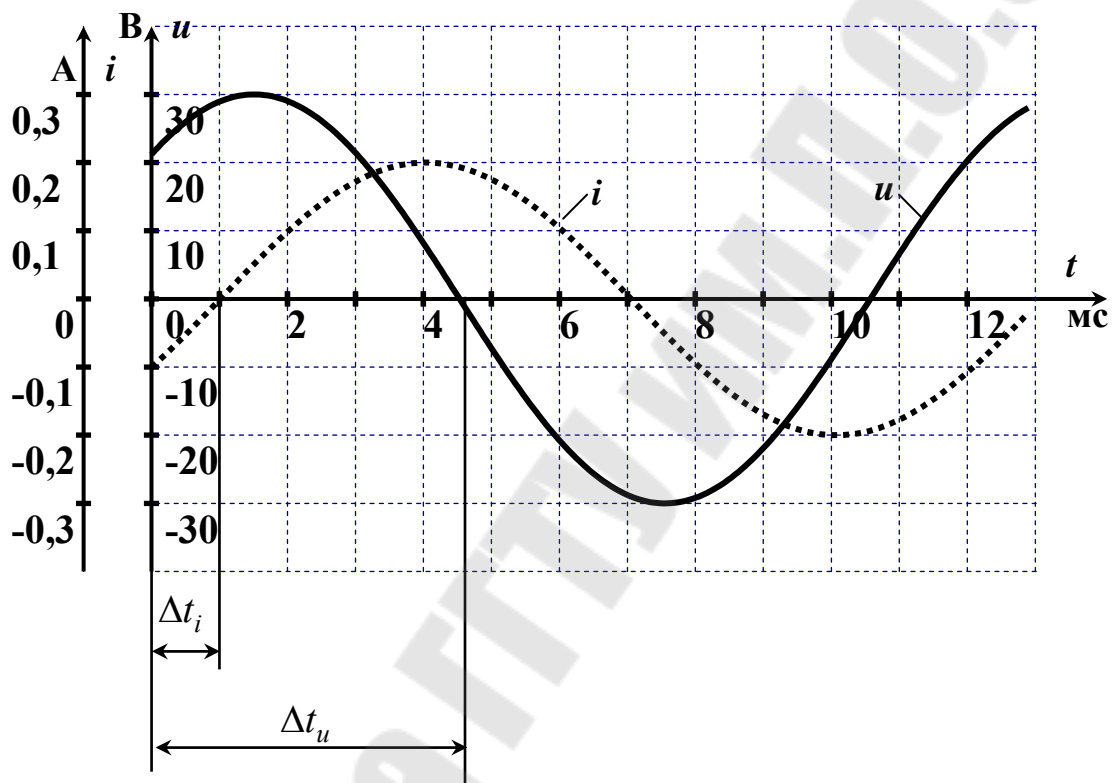


Рис. 1

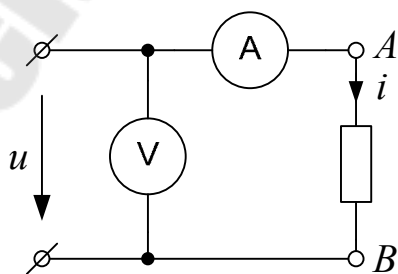


Рис. 2

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

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

Угловая частота

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

Начальная фаза напряжения

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

Начальная фаза тока

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

Сдвиг фаз между напряжением и током

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

Мгновенные значения напряжения и тока:

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

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

Комплексные амплитуды:

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

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

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

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

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

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 $E = 100 \text{ В}$; $R_1 = 10 \text{ Ом}$; $R_2 = 20 \text{ Ом}$; $X_L = 30 \text{ Ом}$; $X_{C1} = 40 \text{ Ом}$; $X_{C2} = 50 \text{ Ом}$.

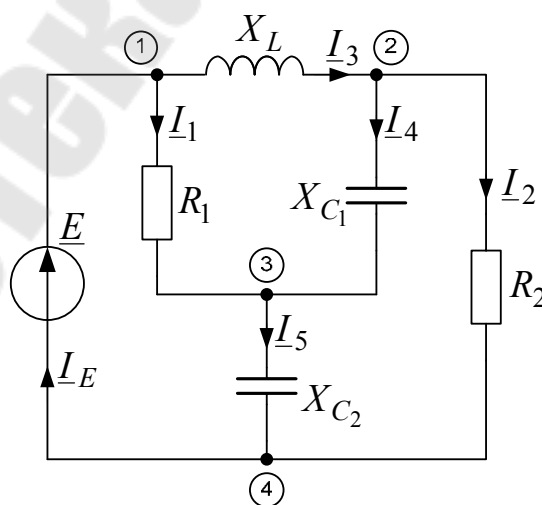


Рис. 4

Решение

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

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

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

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

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

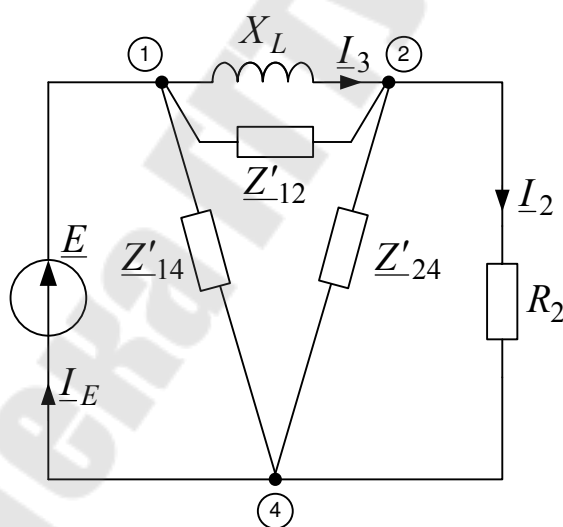


Рис. 5

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:

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

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

Подставляя численные значения, получим:

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

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

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

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

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

Составляем баланс мощностей:

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

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

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

$$Q_{\text{пр}} = I_3^2 X_L + I_4^2 (-X_{C_1}) + I_5^2 (-X_{C_2}) = \\ = 2,72^2 \cdot 30 + 1,76^2 \cdot (-40) + 2,33^2 \cdot (-50) = -84,2 \text{ вар}.$$

Очевидно, $P_{\text{ист}} = P_{\text{пр}}; Q_{\text{ист}} = Q_{\text{пр}}$.

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

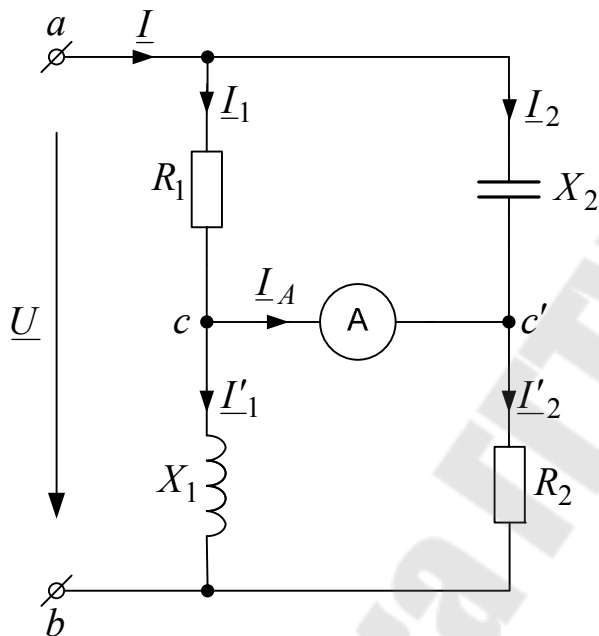


Рис. 6

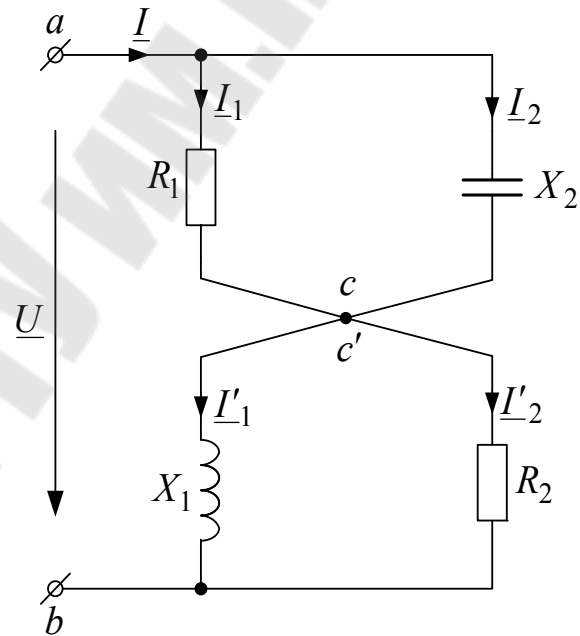


Рис. 7

Решение

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

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

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

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

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 указаний о начальной фазе входного напряжения, 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.

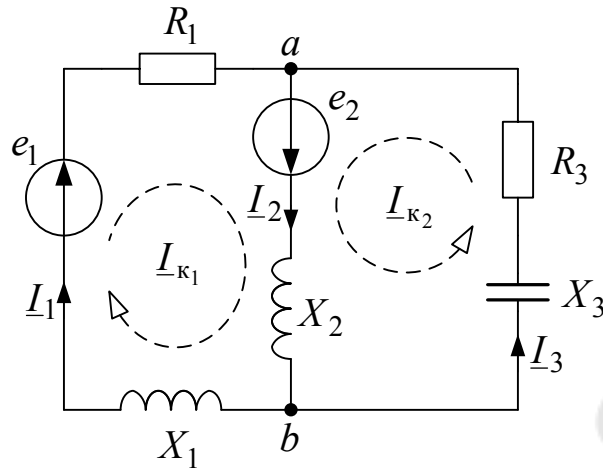


Рис. 8

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). Вначале выберем условные положительные направления истинных (I_1, I_2, I_3) и контурных (I_{k1}, I_{k2}) токов; например так, как показано на рис. 3. После этого записываем для контурных токов уравнения по второму закону 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, получим:

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

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

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

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

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

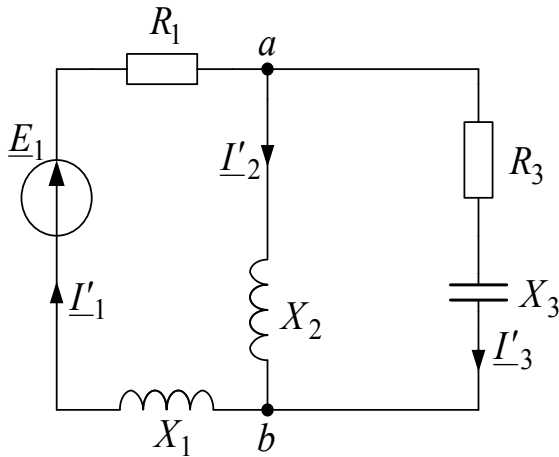


Рис. 9

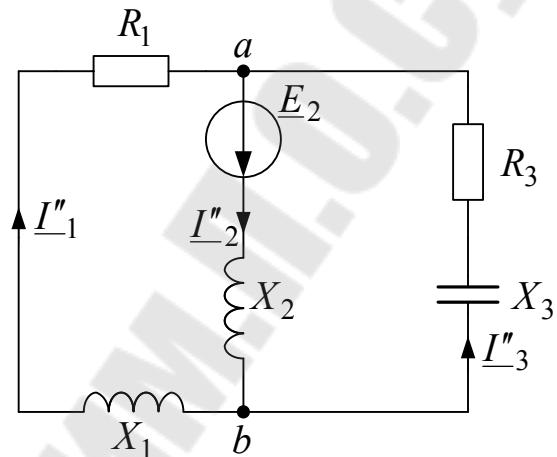


Рис. 10

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

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

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

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

Истинные токи схемы выражаются алгебраическими суммами соответствующих частичных токов:

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

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

Для проверки составим баланс мощностей: $\tilde{S} = I_1^* \underline{E}_1 + I_2^* \underline{E}_2$.
Подставляя числовые данные, получим:

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

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

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

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

Таким образом, $P_{\text{ист}} = P_{\text{пр}}; Q_{\text{ист}} = Q_{\text{пр}}$.

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

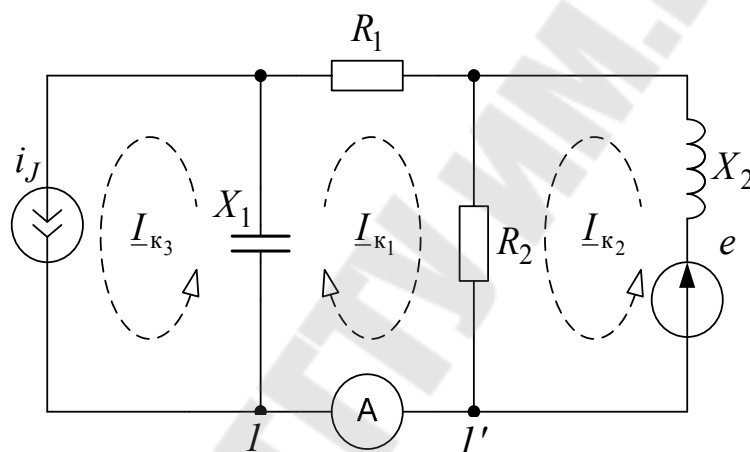


Рис. 11

Решение

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

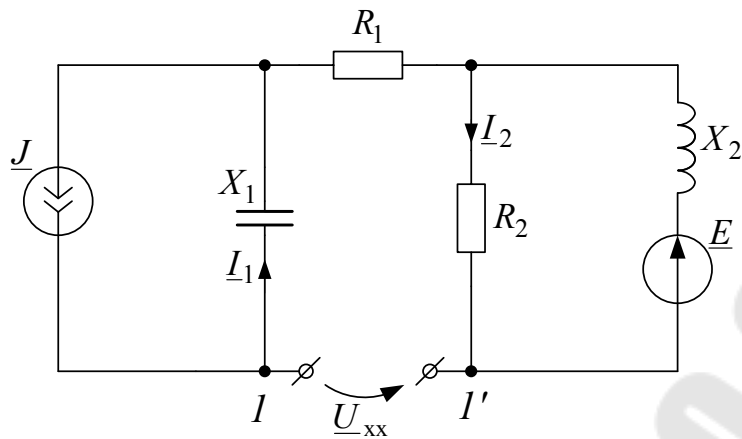


Рис. 12

В схеме протекают токи:

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

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

Напряжение холостого хода

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

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)

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

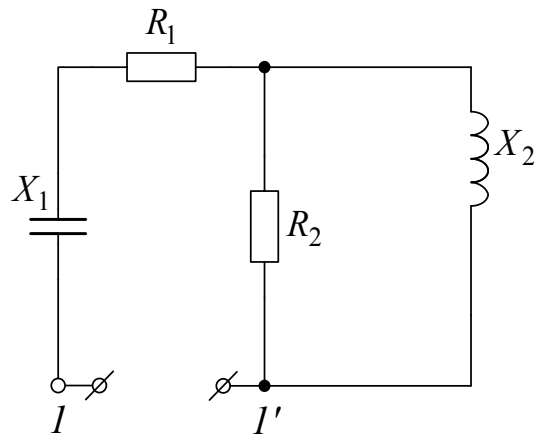


Рис. 13

Искомый ток:

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

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

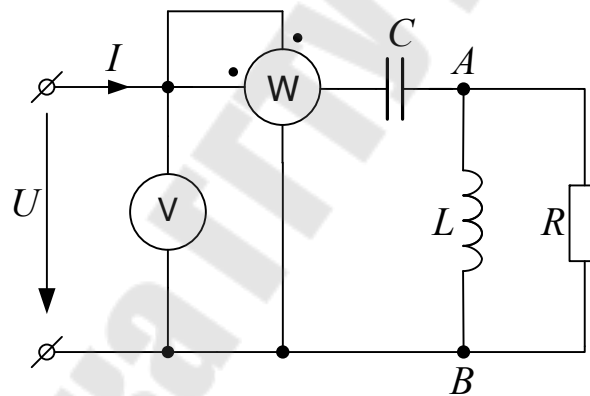


Рис. 14

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.

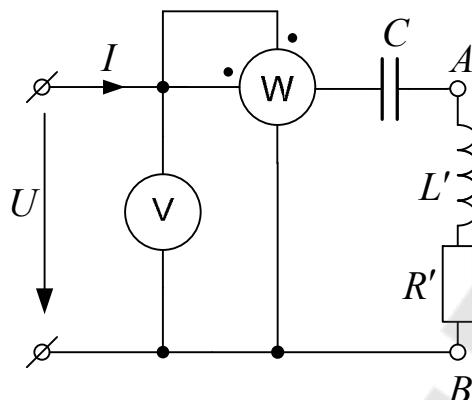


Рис. 15

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

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

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:

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

Содержание

Предисловие.....	3
Задачи по разделу «Электрические цепи однофазного синусоидального тока»	4
Примеры решения задач	61

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Соленков Виталий Владимирович
Шабловский Ярослав Олегович
Брель Виктор Валерьевич

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ОДНОФАЗНОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

Задачник

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

Электронный аналог печатного издания

Редактор *А. Д. Федорова*
Компьютерная верстка *Е. Б. Яцук*

Подписано в печать 07.12.11.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 3,68.

Изд. № 49.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48