

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Л.В. Казаковцева, І.О. Костюков, О.Ю. Кропачек, О.В. Лавріненко,
С.А.Литвиненко

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

ЗБІРНИК ЗАДАЧ

ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО І ЕТАПУ

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ

для студентів електротехнічних спеціальностей

Харків

2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**Л.В. Казаковцева, І.О. Костюков, О.Ю. Кропачек, О.В. Лавріненко,
С.А. Литвиненко**

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

ЗБІРНИК ЗАДАЧ

**ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО І ЕТАПУ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ**

для студентів електротехнічних спеціальностей

**Рекомендовано
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 28.01.2022**

**Харків
НТУ «ХП»
2023**

УДК 621.31

T-96

Рецензент:

Г. О. Петченко, д.ф-м.н., проф. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

T-96 Теоретичні основи електротехніки. збірник задач для підготовки до I етапу Всеукраїнської студентської олімпіади / Казаковцева Л.В., Костюков І.О., Кропачек О.Ю., Лавріненко О.В., Литвиненко С.А., – Харків. : НТУ «ХП», 2023. – 48 с.

ISBN

Послідовно наведені 20 блоків по 5 задач з відповідями для самостійного розв'язання під час підготовки до першого етапу Всеукраїнської студентської олімпіади з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки». У посібнику стисло поданий необхідний теоретичний матеріал, що охоплює теми «Електричні кола постійного струму», «Електричні кола змінного струму», «Трифазні електричні кола».

Для студентів електротехнічних спеціальностей.

Іл. 110. Бібліогр. 10.

УДК 621.31

ISBN

© Казаковцева Л.В., Костюков І.О.,
Кропачек О.Ю., Лавріненко О.В.,
Литвиненко С.А., 2023
© НТУ «ХП», 2023

ВСТУП

Збірник задач рекомендовано студентам, які готуються успішно показати свій рівень знань на першому етапі Всеукраїнської студентської олімпіади з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки».

Цей збірник допоможе студентам самостійно набути навичок практичного застосування теоретичного матеріалу дисципліни, здійснювати самоконтроль його засвоювання, розв'язуючи задачі різного рівня складності. Викладач здійснює остаточну перевірку виконаних завдань.

Задачі охоплюють такі розділи: електричні кола постійного струму, електричні кола синусоїдального струму, електричні кола за наявності індуктивно-зв'язаних котушок, трифазні електричні кола.

Відповідно до запропонованої методики, завдання подані у вигляді блоків по п'ять задач у кожному. Час, рекомендований на розв'язання одного блоку задач, не має перевищувати тиждень. В процесі розв'язання задач послідовність блоків змінювати не рекомендується.

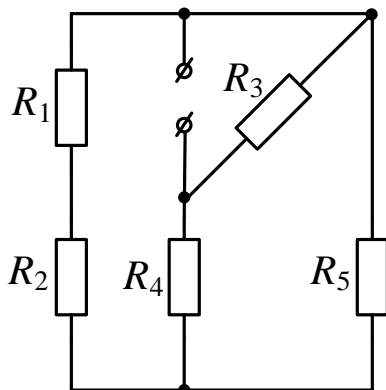
Для зручності підготовки іноземних студентів до першого етапу олімпіади текст завдань має переклад англійською мовою.

Примітка: *В усіх задачах, де є вимірювальні прилади, опори вольтметра та обмотки напруги ватметра дорівнюють нескінченності, а опори амперметра та обмотки струму ватметра дорівнюють нулю. Усі вольтметри та амперметри вимірюють діючі значення, відповідно напруг та струмів.*

Завдання 1

Task 1

1.1.

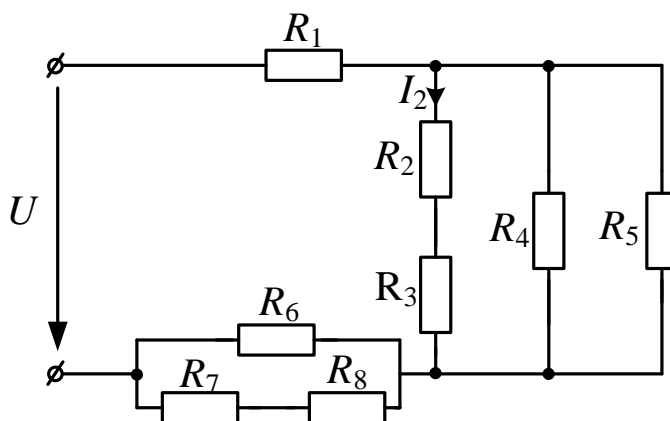


Задані опори всіх резисторів.

Визначити еквівалентний опір R .

Calculate the equivalent resistance R , provided the values of all resistors $R_1..R_5$ are known.

1.2.

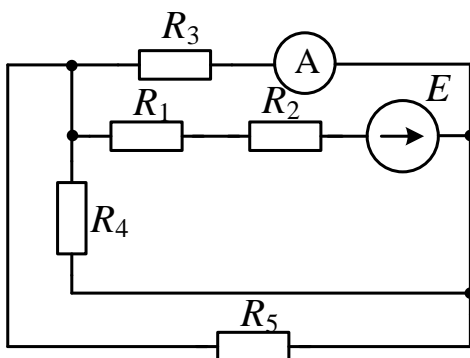


Задані напруга джерела U та опори всіх резисторів.

Визначити струм I_2 .

Calculate the value of current I_2 provided the voltage of the power source and the values of resistors $R_1..R_8$ are known.

1.3.



Задані параметри електричного кола:

$$E = 150 \text{ В}; R_1 = 12 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_5 = 30 \text{ Ом}; R_3 = 24 \text{ Ом};$$

$$R_4 = 20 \text{ Ом}.$$

Визначити показання амперметра.

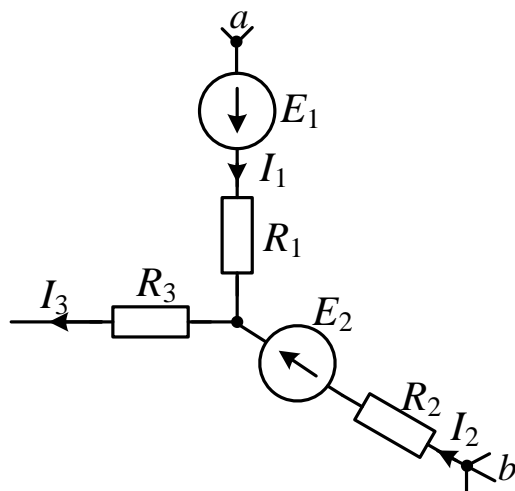
Відповідь: $I_A = 1 \text{ А}$.

The parameters of the analyzed circuit are: $E = 150 \text{ V}$, $R_1 = 12 \text{ Ohm}$, $R_2 = R_5 = 30 \text{ Ohm}$, $R_3 = 24 \text{ Ohm}$, $R_4 = 20 \text{ Ohm}$.

Determine the result of measurements by the ammeter.

Answer: $I_A = 1 \text{ A}$.

1.4.



Зображена частина електричного кола, де $\varphi_a = -5\text{ В}$; $\varphi_b = 20\text{ В}$; $E_1 = 10\text{ В}$; $E_2 = 25\text{ В}$; $R_1 = 5\text{ Ом}$; $R_2 = 10\text{ Ом}$; $I_1 = 4\text{ А}$.

Знайти струми I_2, I_3 .

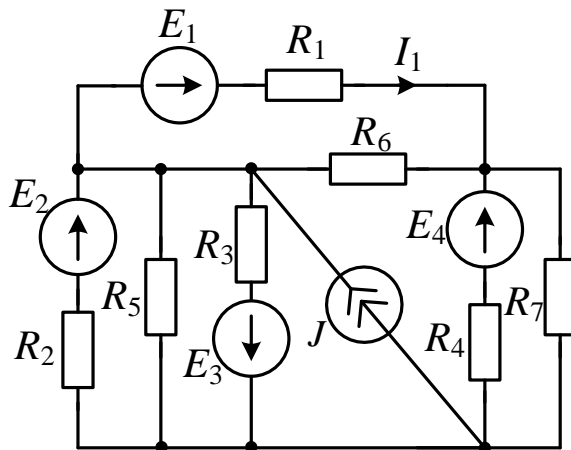
Відповідь: $I_2 = 6\text{ А}$; $I_3 = 10\text{ А}$.

The parameters of the analyzed circuit are: $\varphi_a = -5\text{ V}$, $\varphi_b = 20\text{ V}$, $E_1 = 10\text{ V}$, $E_2 = 25\text{ V}$, $R_1 = 5\text{ Ohm}$, $R_2 = 10\text{ Ohm}$, $I_1 = 4\text{ A}$.

Determine the currents I_2, I_3 .

Answer: $I_2 = 6\text{ A}$, $I_3 = 10\text{ A}$.

1.5.



Задані параметри електричного кола.

1) Визначити струм I_1 , застосовуючи еквівалентні перетворення.

2) Скласти систему рівнянь за законами Кірхгофа

All the parameters of the analyzed circuit are known.

1) Calculate the value of current I_1 by applying the equivalent transformations.

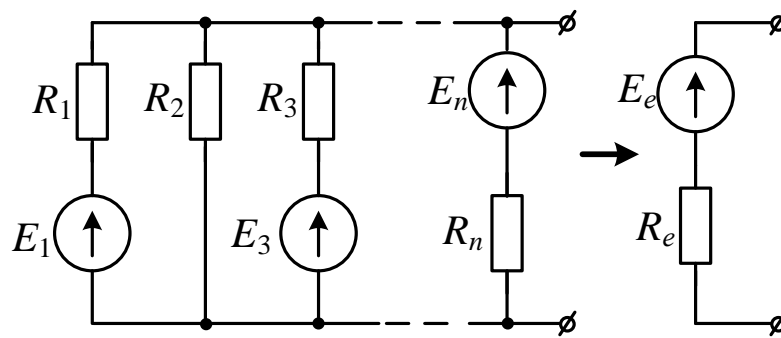
2) Write a system of equations by applying the Kirchhoff's current and voltage laws.

Примітка :

Note:

Еквівалентне перетворення паралельного з'єднання активних ділянок.

The equivalent transformation of connected in parallel brunches, which contain sources of electromotive force.



$$E_e = \frac{\sum_{k=1}^n E_k G_k}{\sum_{k=1}^n G_k}; \quad R_e = \frac{1}{G_e} = \frac{1}{\sum_{k=1}^n G_k}.$$

Завдання 2

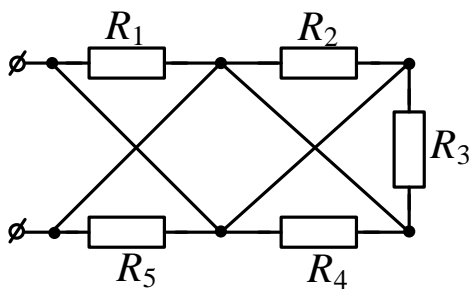
Task 2

2.1.

Задані опори резисторів.

Визначити еквівалентний опір R_e .

Calculate the equivalent resistance R_e provided the values of the resistors $R_1..R_5$ are known.



2.2.

Задані параметри електричного кола.

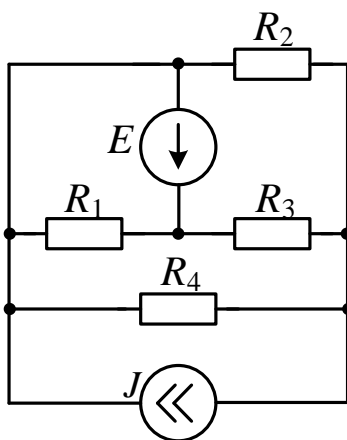
$$E = 10 \text{ V}; J = 2 \text{ A};$$

$$R_1 = 4 \text{ Ом}, R_2 = 8 \text{ Ом}, R_3 = 2 \text{ Ом};$$

$$R_4 = 2,4 \text{ Ом};$$

Визначити струм I_4 методом накладання (суперпозиції).

Відповідь: $I_4 = 1,2 \text{ A}$.

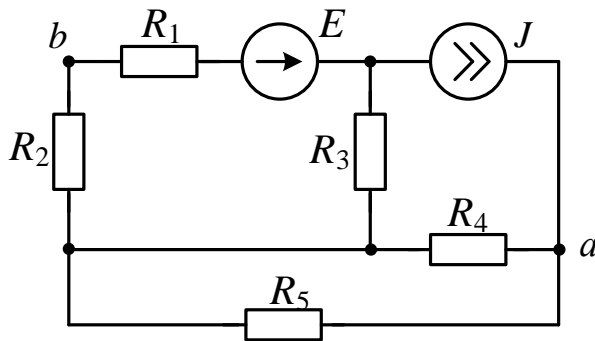


The parameters of the analyzed circuit are:

$$E = 10 \text{ V}, J = 2 \text{ A}, R_1 = 4 \text{ Ohm}, R_2 = 8 \text{ Ohm}, R_3 = 2 \text{ Ohm}, R_4 = 2.4 \text{ Ohm}.$$

Calculate the value of current I_4 by applying the superposition method.

Answer: $I_4 = 1.2 \text{ A}$.



2.3.

Задані параметри електричного кола:

$$E = 140\text{В}; J = 5\text{А};$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 20\ \text{Ом};$$

$$R_4 = R_5 = 10\text{Ом}.$$

Визначити напругу U_{ab} .

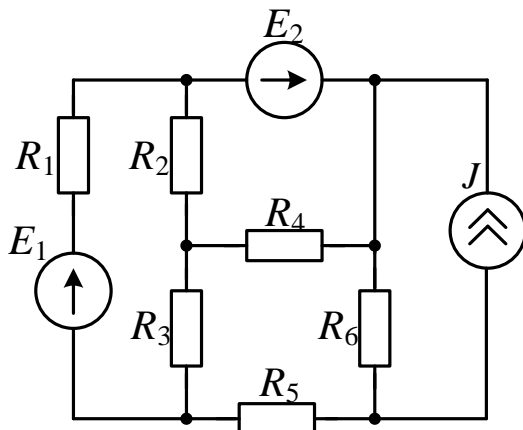
Відповідь: $U_{ab} = 105\text{В}$.

The parameters of the analyzed circuit are:

$$E = 140\text{ V}, J = 5\text{ A}, R_1 = R_2 = R_3 = 20\text{ Ohm}, R_4 = R_5 = 10\text{ Ohm}.$$

Determine the voltage U_{ab} .

Answer: $U_{ab} = 105\text{ V}$.



2.4.

Задані параметри електричного кола:

$$E_1 = 3,67\text{ В}; E_2 = 24\text{ В}; J = 6\text{ А};$$

$$R_1 = 1\ \text{Ом}; R_2 = R_4 = 12\ \text{Ом};$$

$$R_3 = R_5 = R_6 = 2\ \text{Ом};$$

Методом еквівалентного генератора визначити струм I_1 .

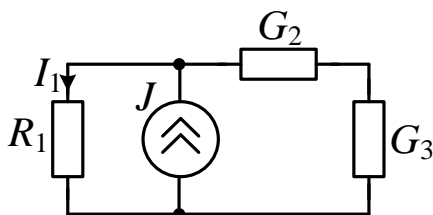
Відповідь: $I_1 = 1\text{ А}$.

The parameters of the analyzed circuit are:

$$E_1 = 3.67\text{V}, E_2 = 24\text{ V}, J = 6\text{A}, R_1 = 1\text{ Ohm}, R_2 = R_4 = 12\text{ Ohm}, R_3 = R_5 = R_6 = 2\text{ Ohm}.$$

Determine the value of current I_1 by applying the Thevenin's theorem.

Answer: $I_1 = 1\text{A}$.



2.5.

$$R_1 = 1\text{Ом}; G_2 = 1\text{См}; G_3 = 4\text{См}; I_1 = 10\text{ А}.$$

Визначити струм джерела J .

Відповідь: $J = 18\text{А}$.

The parameters of the analyzed circuit are:

$$R_1 = 1\text{ Ohm}, G_2 = 1\text{ S}, G_3 = 4\text{ S}, I_1 = 10\text{ A}.$$

Determine the value of current J of the power source.

Answer: $J = 18\text{ A}$.

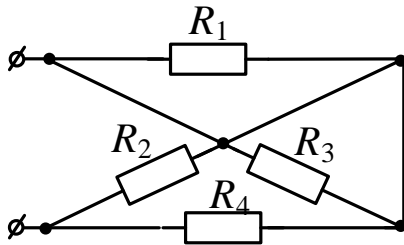
Завдання 3 Task 3

3.1.

Заданий опір усіх резисторів.

Визначити еквівалентний опір.

Calculate the equivalent resistance R_e provided the values of the resistors $R_1..R_5$ are known.

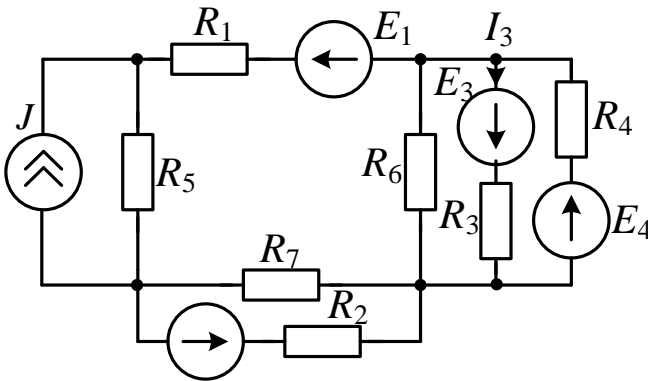


3.2.

Задані параметри електричного кола.

Визначити струм I_3 застосовуючи еквівалентні перетворення.

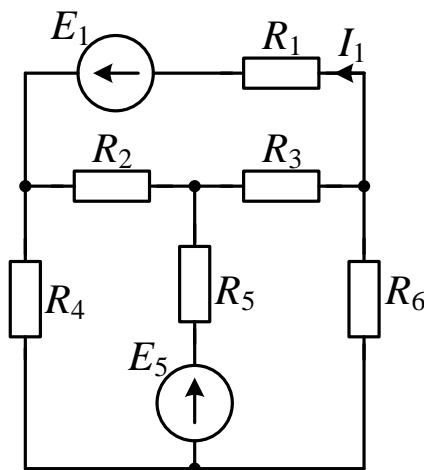
Calculate the value of current I_3 by applying the equivalent transformations provided the parameters of the analyzed circuit are known.



3.3.

Задані параметри електричного кола.
Методом еквівалентного генератора визначити струм I_1 .

Calculate the value of current I_1 by applying the Thevenin's theorem provided all parameters of the analyzed circuit are known.

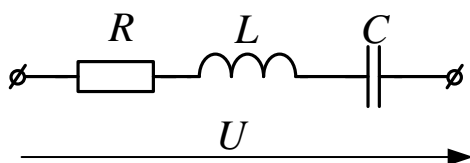


3.4.

У колі синусоїдного струму
 $U_R = 30\text{ В}$; $U_L = 110\text{ В}$; $U_C = 150\text{ В}$.

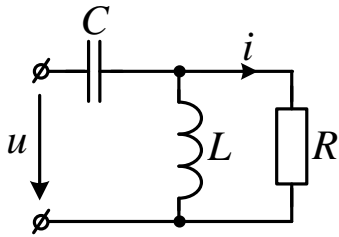
Визначити напругу джерела живлення.

Відповідь: $U = 50\text{ В}$.



In the AC circuit $U_R = 30\text{ V}$, $U_L = 110\text{ V}$, $U_C = 150\text{ V}$. Determine the voltage of the power source.

Answer: $U = 50\text{ V}$.



3.5.

Задано:

$$i(t) = 2\sqrt{2} \sin(\omega t - 45^\circ) \text{ A};$$

$$R = \omega L = \frac{1}{\omega C} = 80 \text{ Ом.}$$

Визначити напругу джерела $u(t)$.

Відповідь: $u(t) = 160\sqrt{2} \sin(\omega t - 135^\circ) \text{ В.}$

The parameters of the analyzed circuit are:

$$R = \omega L = \frac{1}{\omega C} = 80 \text{ Ohm.}$$

The current $i(t)$ in the time domain can be expressed as:

$$i(t) = 2\sqrt{2} \sin(\omega t - 45^\circ) \text{ A}$$

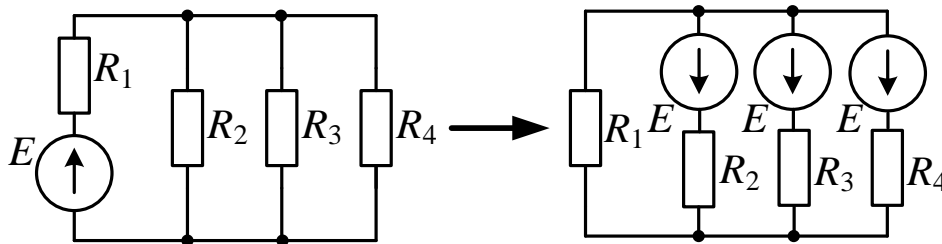
Derive the expression for the voltage $u(t)$ of the power source $u(t)$ in the time domain.

Answer: $u(t) = 160\sqrt{2} \sin(\omega t - 135^\circ)$.

Примітка.

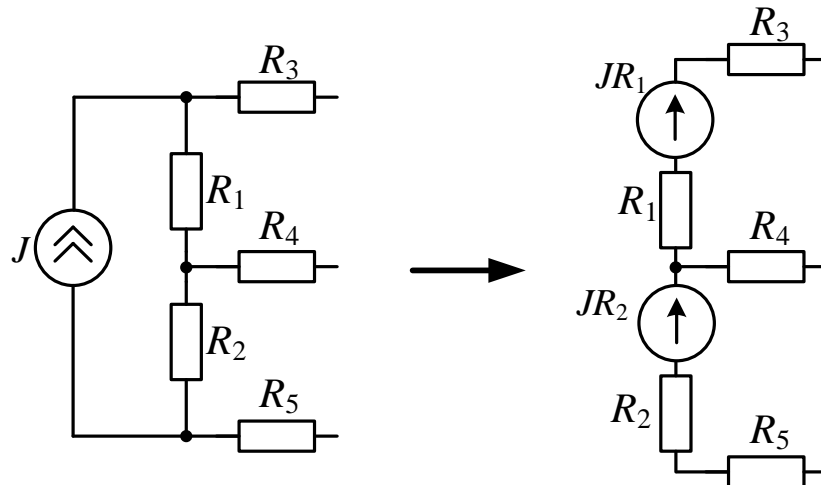
Еквівалентні перетворення ділянок з джерелами енергії.

Перенос джерела напруги через вузол (розщеплення джерела напруги у вузлі).



Для того, щоб виключити джерело ЕРС з якої-небудь гілки, треба такі самі ЕРС внести в усі інші гілки, які приєднані до того ж вузла, що і гілка з ЕРС. Полярність внесених в гілки ЕРС має залишити незмінними сумарні ЕРС всіх контурів. Відповідно, струми всіх гілок залишаються такими, як і до перетворення.

Еквівалентна заміна джерела струму на джерело напруги.

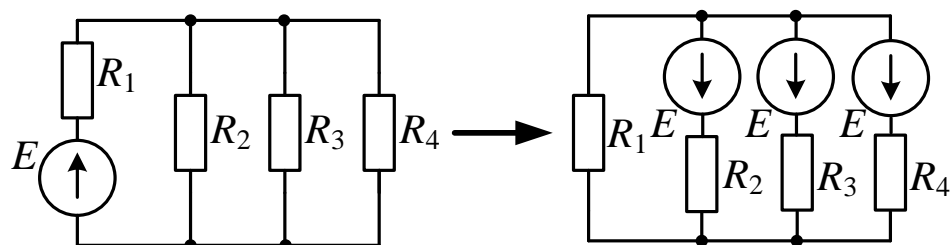


Врахувати дію джерела струму J можна замінивши його додатковими ЕРС. Для цього обирають один довільний замкнений шлях по гілках кола (контур) для струму джерела струму J . Додаткові ЕРС необхідно увімкнути послідовно з кожним резистором R_k у цих гілках. Кожна така ЕРС повинна мати напрямок, протилежний струму J в відповідній гілці, а їх величини дорівнюють добутку струму J та опору R_k відповідного резистора (JR_k).

Note.

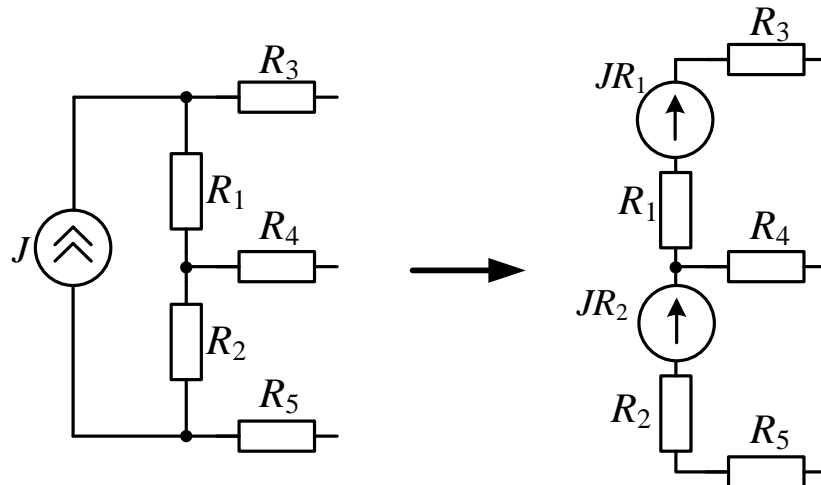
Equivalent transformations for the branches of electrical circuits with the sources of current and electromotive force.

The displacement of the voltage source across the node.



In order to exclude a source of the electromotive force from any branch, the same sources of the electromotive force should be included in all other branches, which are connected to the same node with the branch which contains the initial source. The polarity of the included sources should leave invariable the total values of the electromotive force in all loops. Consequently, the values of currents flowing in all branches remain the same as before the described transformation.

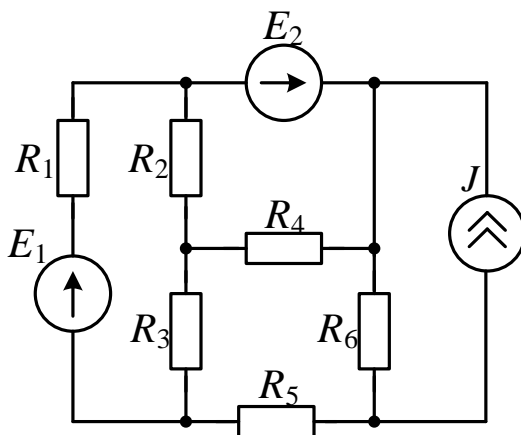
The equivalent replacement of the source of current by the source of voltage.



A source of current J can be replaced by a supplementary source of the electromotive force. For this replacement it is necessary to arbitrarily select a single loop (a closed path for current to flow through the branches of the electrical circuit) for the generated current by the source. Supplementary sources of the electromotive force should be connected in series with respect to every resistor R_k in these branches. Each source of the electromotive force should have an opposite direction with respect to the flowing through the corresponding brunch current J . The values of these electromotive forces can be determined by multiplying the value of current J by the value of a corresponding resistor R_k .

Завдання 4

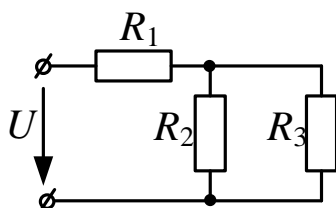
4.1.



Задані параметри електричного кола. Визначити струм I_1 , застосовуючи еквівалентні перетворення.

Calculate the value of current I_1 by applying the equivalent transformations, provided the parameters of the analyzed circuit are known.

4.2.



Задано: $R_2 = R_3 = 2 \text{ Ом}$;

$P_3 = 8 \text{ Вт}$.

Потужність, яку споживає все коло $P = 64 \text{ Вт}$.

Знайти опір резистора R_1 .

Відповідь: $R_1 = 3 \text{ Ом}$.

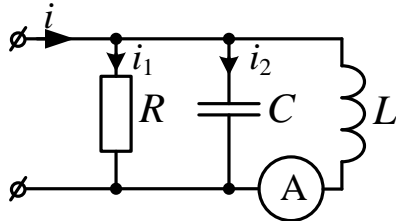
The parameters of the analyzed circuit are: $R_2 = R_3 = 2 \text{ Ohm}$.

The value of power losses in the resistor R_3 is $P_3 = 8 \text{ W}$. The total power consumed by the electrical circuit $P = 64 \text{ W}$.

Determine the resistance of the resistor R_1 .

Answer: $R_1 = 3 \text{ Ohm}$.

4.3.



Задано: $I = 10 \text{ A}$; $I_1 = 6 \text{ A}$;

$I_2 = 2 \text{ A}$.

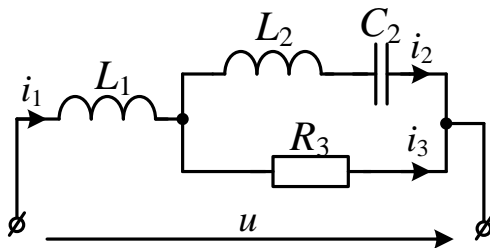
Який струм покаже амперметр?

Відповідь: $I_A = 10 \text{ A}$.

The values of currents flowing in the analyzed circuit are: $I = 10 \text{ A}$, $I_1 = 6 \text{ A}$, $I_2 = 2 \text{ A}$. Determine the results of current measurements by applying the ammeter A.

Answer: $I_A = 10 \text{ A}$.

4.4.



Задано:

$u(t) = 15\sqrt{2} \sin(\omega t + 135^\circ) \text{ В}$;

$\omega L_1 = 10 \text{ Ом}$;

$\omega L_2 = R_3 = 20 \text{ Ом}$;

$\frac{1}{\omega C_2} = 40 \text{ Ом}$.

Знайти струм $i_2(t)$.

Відповідь:

$i_2(t) = 1,5 \sin(\omega t + 180^\circ) \text{ А}$.

The parameters of the analyzed circuit are:

$\omega L_1 = 10 \text{ Ohm}$, $R_3 = \omega L_2 = 20 \text{ Ohm}$, $\frac{1}{\omega C_2} = 40 \text{ Ohm}$.

The voltage $u(t)$ in the time domain can be expressed as:

$u(t) = 15\sqrt{2} \sin(\omega t + 135^\circ) \text{ V}$

Derive the expression for the current $i_2(t)$ in the time domain.

Answer: $i_2(t) = 1,5 \sin(\omega t + 180^\circ) \text{ A}$.

4.5.

Задано: $X = 14 \text{ Ом}$; $\varphi = 30^\circ$.

Визначити опір Z .

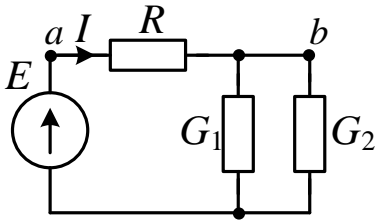
Відповідь: $Z = 28 \text{ Ом}$.

The reactance of the circuit is $X = 14 \text{ Ohm}$. The value of phase shift between current and voltage $\varphi = 30^\circ$. Determine the impedance Z of the circuit.

Answer: $Z = 28 \text{ Ohm}$.

Завдання 5

5.1.



$$\varphi_a = 5\text{В}; \varphi_b = 3\text{В}; I = 5\text{А};$$

$$G_1 = 2\text{См}; G_2 = 3\text{См};$$

Визначити E .

Відповідь: $E = 3\text{В}$.

$$\varphi_a = 5\text{В}, \varphi_b = 3\text{В}, I = 5\text{А}$$

$$G_1 = 2\text{ С}, G_2 = 3\text{ С}.$$

Determine the value of the electromotive force E .

Answer: $E = 3\text{ V}$.

5.2.

Задано:

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

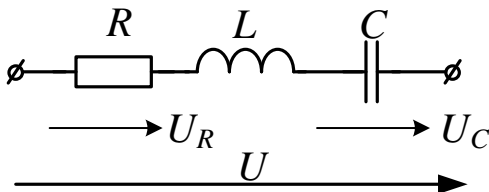
$$U_R = 80 \text{ В};$$

$$R = 8 \text{ Ом}; \omega L = 8 \text{ Ом}.$$

Знайти:

1) Напругу $u_C(t)$.

2) Повну потужність S , активну P та реактивну Q .



Відповідь: 1) $u_C(t) = 20\sqrt{2} \sin(\omega t - 126,9^\circ) \text{ В}$.

2) $S = 1000 \text{ ВА}; P = 800 \text{ Вт}; Q = 600 \text{ ВАр}$.

The parameters of the analyzed circuit are:

$$R = 8 \text{ Ohm}, \omega L = 8 \text{ Ohm}, U_R = 80 \text{ V}.$$

The voltage $u(t)$ in the time domain can be expressed as:

$$u(t) = 100\sqrt{2} \sin(\omega t) \text{ V}.$$

Determine:

1. The voltage drop $u_C(t)$ in the time domain.

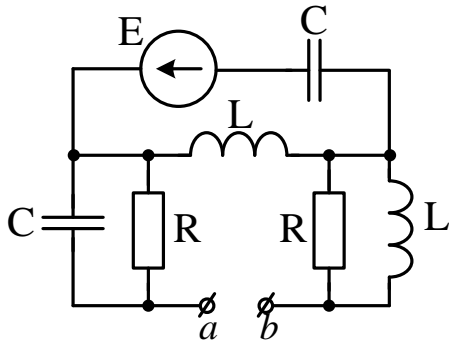
2. The apparent power S , active power P , reactive power Q .

Answer:

1. $u_C(t) = 20\sqrt{2} \sin(\omega t - 126,9^\circ) \text{ В}$.

2. $S = 1000 \text{ VA}, P = 800 \text{ W}, Q = 600 \text{ VAr}$.

5.3.



Задано:

$$E = j10 \text{ В}; X_L = 6 \text{ Ом}; R = |X_C| = 1 \text{ Ом}.$$

Визначити напругу U_{ab} .

Відповідь: $U_{ab} = 12 \text{ В}$.

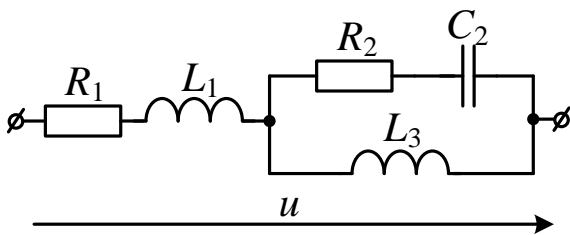
The parameters of the analyzed circuit are:

$$E = j10 \text{ V}, X_L = 6 \text{ Ohm}, R = |X_C| = 10 \text{ Ohm}$$

Determine the voltage drop U_{ab} across the points ab .

Answer: $U_{ab} = 12 \text{ V}$.

5.4.



Задано: $u(t) = 60\sqrt{2} \sin(\omega t - 45^\circ) \text{ В}$;

$$R_1 = R_2 = X_{L1} = |X_{C2}| = X_{L3} = 5 \text{ Ом}.$$

1) Визначити активну потужність електричного кола.

2) Скласти систему рівнянь за законами Кірхгофа у комплексній формі.

Відповідь: $P = 90 \text{ Вт}$.

The voltage drop $u(t)$ in the time domain can be expressed as:

$$u(t) = 60\sqrt{2} \sin(\omega t - 45^\circ) \text{ В};$$

The parameters of the analyzed circuit are:

$$R_1 = R_2 = X_{L1} = |X_{C2}| = X_{L3} = 5 \text{ Ohm}.$$

Determine the active power of the analyzed circuit.

Write the system of equations according to the Kirchhoff's current and voltage laws.

Answer: $P = 90 \text{ W}$.

5.5.

Задано:

$$U = 20 \text{ мВ}; R = 10 \text{ Ом}; L = 1 \text{ Гн}; C = 1 \text{ мкФ}.$$

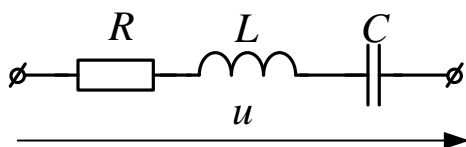
Коло працює в режимі резонансу.

Визначити:

1) Напругу на індуктивності U_L .

2) Добротність контуру Q .

Відповідь: $U_L = 2 \text{ В}; Q = 100 \text{ ВАр}$.



The parameters of the analyzed circuit are:

$U = 20 \text{ mV}$, $R = 10 \text{ Ohm}$, $L = 1 \text{ Hn}$, $C = 1 \cdot 10^{-6} \text{ F}$.

The circuit operates in a resonance mode.

Determine:

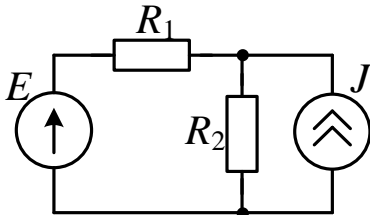
1. The value of voltage drop U_L .
2. The quality factor of the analyzed circuit.

Answer:

$U_L = 2 \text{ V}$, $Q = 100 \text{ VAr}$.

Завдання 6

6.1.



Задано: $E = 4 \text{ В}$; $J = 2 \text{ А}$; $R_1 = R_2 = 1 \text{ Ом}$.

Визначити потужність, яку виробляє джерело струму.

Відповідь: $P_J = 6 \text{ Вт}$.

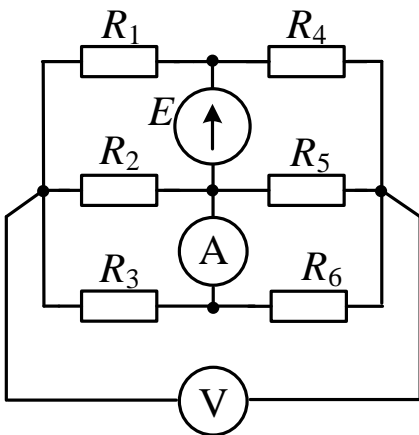
The parameters of the analyzed circuit are:

$E = 4 \text{ V}$, $J = 2 \text{ A}$, $R_1 = R_2 = 1 \text{ Ohm}$.

Determine the power produced by the current source.

Answer: $P_J = 6 \text{ W}$.

6.2.



Визначити показання амперметра та вольтметра, якщо $E = 60 \text{ В}$; $R_1 = 22 \text{ Ом}$;

$R_2 = 10 \text{ Ом}$; $R_3 = 40 \text{ Ом}$; $R_4 = 3 \text{ Ом}$;

$R_5 = 20 \text{ Ом}$; $R_6 = 30 \text{ Ом}$.

Відповідь: $I_A = 2 \text{ А}$; $U_V = 32 \text{ В}$.

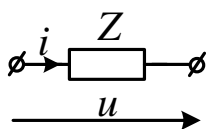
Determine the results of current measurements by the ammeter for the case of analyzed circuit with the following parameters:

$E = 60 \text{ V}$, $R_1 = 22 \text{ Ohm}$, $R_2 = 10 \text{ Ohm}$, $R_3 = 40 \text{ Ohm}$, $R_4 = 3 \text{ Ohm}$, $R_5 = 20 \text{ Ohm}$, $R_6 = 30 \text{ Ohm}$.

Answer: $I_A = 2 \text{ A}$, $U_V = 32 \text{ V}$.

6.3.

Задано:



$u = 5\sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ В}$; $i = 6\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ А}$.

Визначити реактивну потужність кола.

Відповідь: $Q = 15 \text{ VAr}$.

The current i flowing through the impedance Z and the corresponding voltage drop

$u(t)$ can be expressed as

$$u = 5\sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ V};$$

$$i = 6\sqrt{2} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) \text{ A}.$$

Determine the reactive power in the circuit.

Answer: $Q = 15 \text{ Var}$.

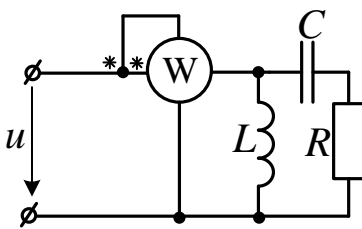
6.4.

$$U = 20 \text{ V}; \omega = 100 \text{ s}^{-1}; L = 400 \text{ мГн};$$

$$C = 200 \text{ мкФ}; R = 50 \text{ Ом}.$$

Визначити показання ватметра.

Відповідь: $P_W = 4 \text{ Вт}$.



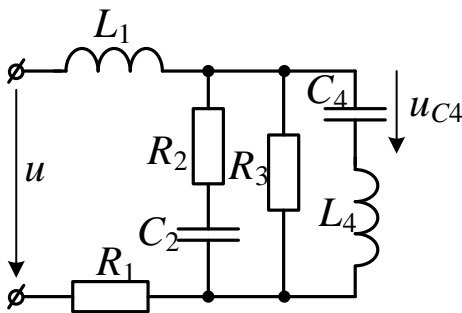
The parameters of the analyzed circuit are:

$$U = 20 \text{ V}, \omega = 100 \text{ s}^{-1}, L = 400 \text{ мН}, C = 200 \text{ μF}, R = 50 \text{ Ohm}.$$

Determine the results of power measurements by the wattmeter

Answer: $P_w = 4 \text{ W}$.

6.5.



Задані параметри електричного кола:

$$u(t) = 100\sqrt{2} \sin(\omega t + 135^\circ) \text{ В};$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = X_L = |X_{C2}| = |X_{C4}| = X_{L4} = 50 \text{ Ом}.$$

Визначити напругу на ємності C_4 $u_{C4}(t)$.

Відповідь: $u_{C4}(t) = 100 \sin(\omega t) \text{ В}$.

The parameters of the analyzed circuit are:

$$u(t) = 100\sqrt{2} \sin(\omega t + 135^\circ) \text{ V};$$

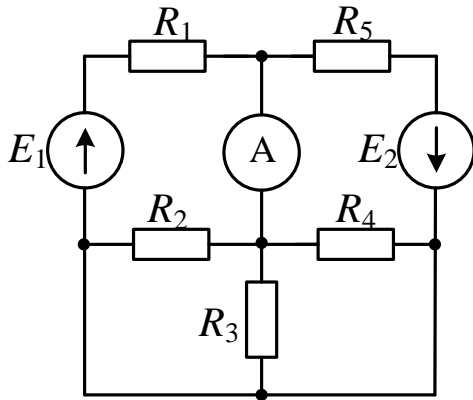
$$R_1 = R_2 = R_3 = X_L = |X_{C2}| = |X_{C4}| = X_{L4} = 50 \text{ Ohm}.$$

Determine the voltage drop on the capacitance C_4 .

Answer: $u_{C4}(t) = 100 \sin(\omega t) \text{ V}$.

Завдання 7

7.1.



Задані параметри елементів електричного кола:

$$E_1 = 32 \text{ В}; E_2 = 48 \text{ В};$$

$$R_1 = R_5 = 20 \text{ Ом};$$

$$R_2 = R_3 = R_4 = 60 \text{ Ом}.$$

Визначити показання амперметра.

Відповідь: $I_A = 0,27 \text{ А}.$

The parameters of the analyzed circuit are:

$$E_1 = 32 \text{ V}; E_2 = 48 \text{ V};$$

$$R_1 = R_5 = 20 \text{ Ohm};$$

$$R_2 = R_3 = R_4 = 60 \text{ Ohm}.$$

Determine the results of current measurements by the ammeter.

Answer: $I_A = 0.27 \text{ A}.$

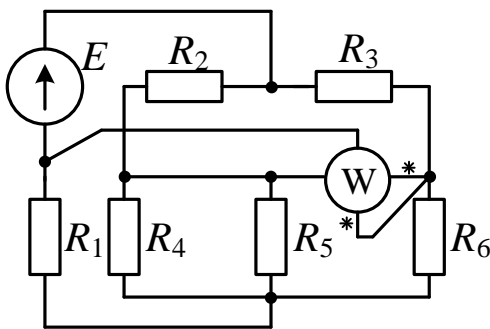
7.2.

В електричному колі визначити показання ватметра, якщо $E = 180 \text{ В};$

$$R_1 = 10 \text{ Ом}; R_2 = 20 \text{ Ом}; R_3 = R_4 = 30 \text{ Ом};$$

$$R_5 = 15 \text{ Ом}; R_6 = 40 \text{ Ом}.$$

Відповідь: $P_w = 129,6 \text{ Вт}.$



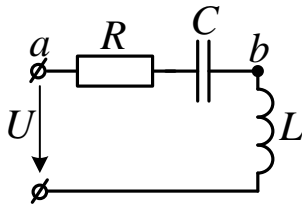
Determine the results of power measurements by the wattmeter provided the parameters of the analyzed circuit are

$$E = 180 \text{ V};$$

$$R_1 = 10 \text{ Ohm}; R_2 = 20 \text{ Ohm}; R_3 = R_4 = 30 \text{ Ohm}; R_5 = 15 \text{ Ohm}; R_6 = 40 \text{ Ohm}.$$

Answer: $P_w = 129,6 \text{ W}.$

7.3.



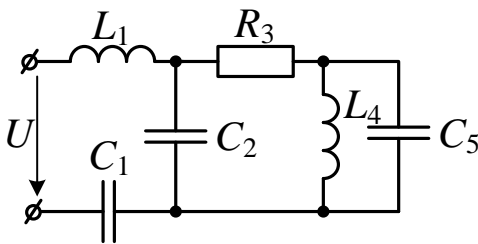
В електричному колі діюче значення напруги $U_{ab} = 200$ В. Параметри елементів кола: $R = 50$ Ом; $X_L = 100$ Ом. Струм відстає від напруги джерела на кут 45° . Визначити діюче значення напруги джерела.

Відповідь: $U = 200$ В.

The RMS value of voltage across the points a and b is $U_{ab} = 200$ V. Active resistance R and the inductive reactance X_L are correspondingly equal to $R = 50$ Ohm, $X_L = 100$ Ohm. The flowing through the circuit current lags the voltage generated by the AC power source on 45° . Determine the RMS value of the AC power source.

Answer: $U = 200$ V.

7.4.



Задано: $U = 70$ В; $R_3 = \omega L_1 = 20$ Ом;

$$\frac{1}{\omega C_5} = \omega L_4 = 10 \text{ Ом}; \quad \frac{1}{\omega C_2} = \frac{1}{\omega C_1} = 5 \text{ Ом}.$$

Визначити діюче значення струму I_1 .

Відповідь: $I_1 = 7$ А.

The parameters of the analyzed circuit are:

$$U = 70 \text{ V}; \quad R_3 = \omega L_1 = 20 \text{ Ohm}; \quad \frac{1}{\omega C_5} = \omega L_4 = 10 \text{ Ohm}; \quad \frac{1}{\omega C_2} = \frac{1}{\omega C_1} = 5 \text{ Ohm}.$$

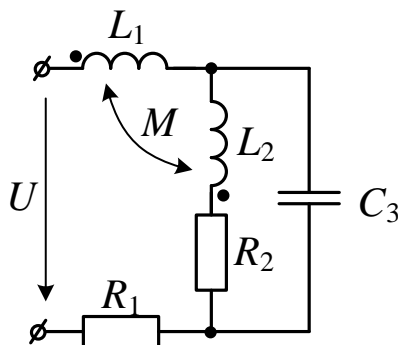
Determine the RMS value of the current I_1 .

Answer: $I_1 = 7$ А.

7.5.

Для наведеної схеми:

- скласти систему рівнянь за законами Кірхгофа у комплексній формі;
- накреслити схему індуктивної розв'язки.



Write a system of equations according to Kirchhoff's laws.

Plot the scheme which allows to carry out the magnetic decoupling for the analyzed circuit.

Завдання 8

8.1.

Задано: $J = 9 \text{ A}$;

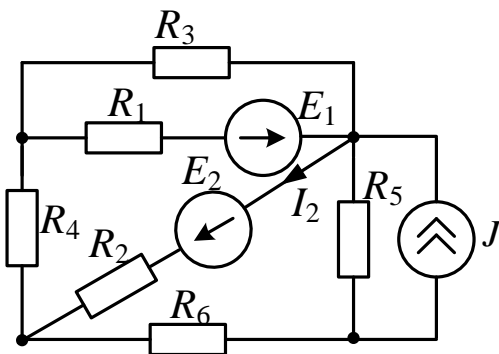
$E_1 = 120 \text{ В}; E_2 = 80 \text{ В};$

$R_1 = 15 \text{ Ом}; R_2 = 16 \text{ Ом}; R_3 = R_4 = 30 \text{ Ом};$

$R_5 = 20 \text{ Ом}; R_6 = 40 \text{ Ом}.$

Визначити струм I_2 .

Відповідь: $I_2 = 5 \text{ A}.$



The parameters of the analyzed circuit are:

$J = 9 \text{ A}; E_1 = 120 \text{ В}; E_2 = 80 \text{ В}; R_1 = 15 \text{ Ohm}; R_2 = 16 \text{ Ohm}; R_3 = R_4 = 30 \text{ Ohm};$

$R_5 = 20 \text{ Ohm}; R_6 = 40 \text{ Ohm}.$

Determine the value of current I_2 .

Answer: $I_2 = 5 \text{ A}$

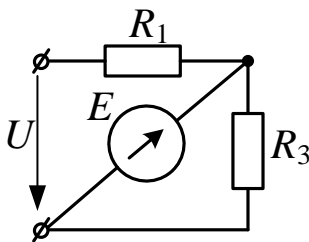
8.2.

Задано: $U = 20 \text{ В}; E = 8 \text{ В};$

$R_1 = 2 \text{ Ом}; R_3 = 1 \text{ Ом}.$

Визначити потужність, яку виробляє джерело ЕРС E .

Відповідь: $P_E = 16 \text{ Вт}.$



The parameters of the analyzed circuit are:

$U = 20 \text{ В}; E = 8 \text{ В}; R_1 = 2 \text{ Ohm}; R_3 = 1 \text{ Ohm}.$

Determine the power P_E produced by the source of the electromotive force E .

Answer: $P_E = 16 \text{ W}.$

8.3.

Задано:

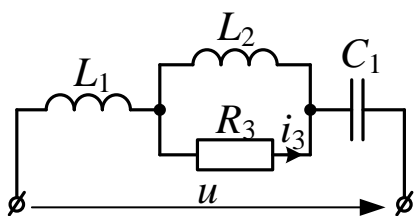
$u(t) = 40\sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ В};$

$X_{L1} = 10 \text{ Ом}; |X_{C1}| = 30 \text{ Ом}; X_{L2} = R_3 = 20 \text{ Ом}.$

1) Визначити струм $i_3(t)$.

2) Побудувати векторну діаграму.

Відповідь: $i_3(t) = 2\sqrt{2} \sin(\omega t + 135^\circ) \text{ А}.$



The parameters of the analyzed circuit are:

$X_{L1} = 10 \text{ Ohm}; |X_{C1}| = 30 \text{ Ohm}; X_{L2} = R_3 = 20 \text{ Ohm}.$

The voltage drop across the circuit in time domain can be expressed as:

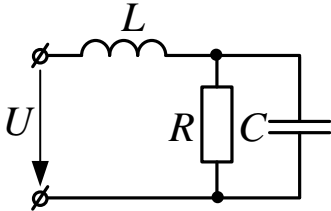
$u(t) = 40\sqrt{2} \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ В};$

Determine the expression for the current $i_3(t)$ in the time domain.

Plot the vector diagram for the analyzed circuit.

Answer: $i_3(t) = 2\sqrt{2} \sin(\omega t + 135^\circ) \text{ A}$.

8.4.



Визначити, який опір повинен мати ємнісний елемент, щоб забезпечити резонанс напруг, якщо $R = 10 \text{ Ом}$;

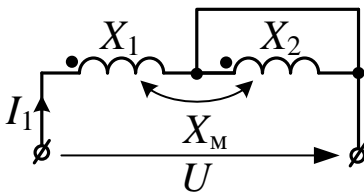
$X_L = 5 \text{ Ом}$;

Відповідь: $|X_C| = 10 \text{ Ом}$.

Determine the necessary for the voltage resonance value of the capacitive reactance, assuming $R = 10 \text{ Ohm}$, $X_L = 5 \text{ Ohm}$.

Answer: $|X_C| = 10 \text{ Ohm}$.

8.5.



Визначити комплексне значення струму \underline{I}_1 , якщо $\underline{U} = 16 \text{ В}$; $x_M = 3 \text{ Ом}$;

$X_1 = X_2 = 9 \text{ Ом}$.

Відповідь: $\underline{I}_1 = 2e^{-j90} \text{ А}$.

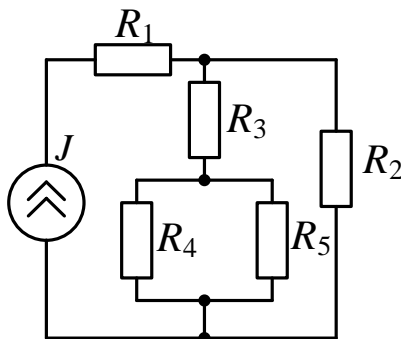
Determine the phasor of the current I_1 for the case of $\underline{U} = 16 \text{ V}$; $X_M = 3 \text{ Ohm}$;

$X_1 = X_2 = 9 \text{ Ohm}$.

Answer: $\underline{I}_1 = 2e^{-j90} \text{ A}$.

Завдання 9

9.1.



До джерела струму $J = 0,1 \text{ А}$ підключені резистори з опорами:

$R_1 = 12 \text{ Ом}$; $R_2 = 80 \text{ Ом}$; $R_3 = 16 \text{ Ом}$;

$R_4 = 40 \text{ Ом}$; $R_5 = 60 \text{ Ом}$.

Визначити потужність джерела.

Відповідь: $P = 0,2 \text{ Вт}$.

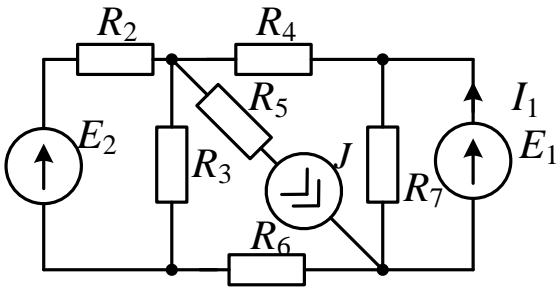
The parameters of the analyzed circuit are:

$R_1 = 12 \text{ Ohm}$; $R_2 = 80 \text{ Ohm}$; $R_3 = 16 \text{ Ohm}$; $R_4 = 40 \text{ Ohm}$; $R_5 = 60 \text{ Ohm}$; $J = 0,1 \text{ A}$.

Determine the power of the current source

Answer: $P = 0.2 \text{ W}$.

9.2.



Задано: $E_1 = 20\text{В}; E_2 = 10\text{В}; J = 2\text{А};$
всі резистори мають опір $R = 10\text{Ом}.$

Визначити струм $I_1.$

Відповідь: $I_1 = 3,8\text{А}.$

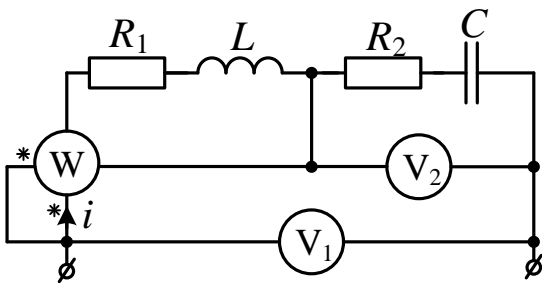
The parameters of the analyzed circuit are: $E_1 = 20\text{V}; E_2 = 10\text{V}; J = 2\text{A};$

$R_1 = R_2 = \dots = R_7 = 10\text{ Ohm}$

Determine the current $I_1.$

Answer: $I_1 = 3,8\text{A}.$

9.3.



Задано:

$$i(t) = 2 \sin(\omega t + 20^\circ) \text{A};$$

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

$$R_2 = 4\text{Ом}; \frac{1}{\omega C} = 4\text{Ом}.$$

Визначити показання приладів.

Відповідь:

$$U_{V_1} = 12\text{В}; U_{V_2} = 8\text{В}; P = 4\text{Вт}.$$

The parameters of the analyzed circuit are:

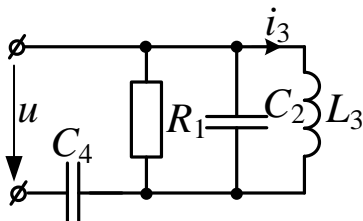
$$i(t) = 2 \sin(\omega t + 20^\circ) \text{A}; R_1 = 10\text{Ohm}; \omega L = 10\text{Ohm}; R_2 = 4\text{Ohm}; \frac{1}{\omega C} = 4\text{Ohm}.$$

Determine the results of measurements by the wattmeter and voltmeters.

Answer:

$$U_{V_1} = 12\text{ V}, U_{V_2} = 8\text{V}, P = 4\text{ W}.$$

9.4.



Задано:

$$i_3(t) = 2 \sin(\omega t + 90^\circ) \text{A};$$

$$R_1 = \frac{1}{\omega C_4} = 10\text{Ом}; \omega L_3 = \frac{1}{\omega C_2} = 20\text{Ом}.$$

Визначити напругу джерела $u(t).$

Відповідь:

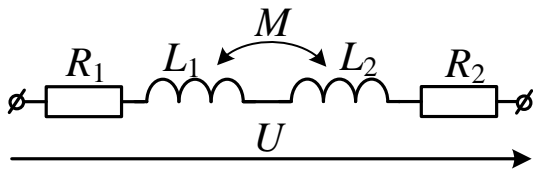
$$u(t) = 40\sqrt{2} \sin(\omega t + 135^\circ) \text{В}.$$

The parameters of the analyzed circuit are:

$$i_3(t) = 2 \sin(\omega t + 90^\circ) \text{ A}; R_1 = \frac{1}{\omega C_4} = 10 \text{ Ohm}; \omega L_3 = \frac{1}{\omega C_2} = 20 \text{ Ohm}.$$

Determine the expression for the voltage $u(t)$ of the AC power source in the time domain

Answer: $u(t) = 40\sqrt{2} \sin(\omega t + 135^\circ) \text{ V}.$



9.5.

Для двох послідовно з'єднаних котушок маємо:

1) при зустрічному вмиканні струм

$$I_3 = 2 \text{ A}, \text{ потужність } P_3 = 120 \text{ Вт};$$

2) при узгодженому вмиканні струм

$$I_y = 1,2 \text{ A}. \text{ Напряга джерела } U = 100 \text{ В},$$

$$\text{частота } f = 50 \text{ Гц}.$$

Визначити взаємну індуктивність котушок.

Відповідь: $M = 30 \text{ мГн}.$

The value of current flowing through the coils for the case of their series and opposite connection is equal to $I_3 = 2 \text{ A}$, the dissipated in the circuit active power is equal to $P_3 = 120 \text{ W}$; For the case of the adding connection the value of current is equal to $I_y = 1,2 \text{ A}$. The value of voltage generated by the AC power source is equal to $U = 100 \text{ V}$,

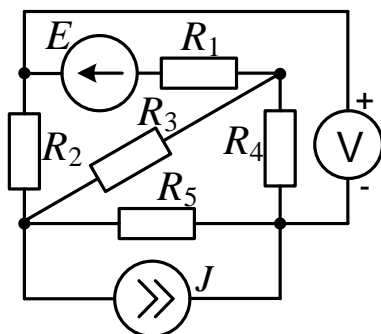
The frequency of the applied voltage is equal to 50 Hz .

Determine the mutual inductance of two coils.

Answer: $M = 30 \text{ мГн}.$

Завдання 10

10.1.



Задано: $E = 120 \text{ В}; J = 8 \text{ А}$; всі резистори мають опір $R = 10 \text{ Ом}$.

Визначити показання вольтметра.

Відповідь: $U_V = 20 \text{ В}.$

The parameters of the analyzed circuit are: $E = 120 \text{ V}; J = 8 \text{ A}$;

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10 \text{ Ohm}.$$

Determine the results of voltage measurements with the voltmeter V.

Answer: $U_V = 20 \text{ V}.$

10.2.

Напряга та струм на вході пасивного двополюсника мають такі значення:

$$u(t) = 100 \sin(314t + 20^\circ) \text{ В};$$

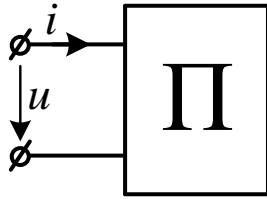
$$i(t) = 10 \sin(314t - 10^\circ) \text{ А}.$$

Визначити:

- 1) активні та реактивні опори двополюсника;
- 2) повну потужність S , активну P , та реактивну Q .

Відповідь: $R = 8,67 \text{ Ом}; X = 5 \text{ Ом};$

$S = 500 \text{ ВА}; P = 433 \text{ Вт}; Q = 250 \text{ ВАр}.$



The current $i(t)$ and voltage $u(t)$ on the input terminals of the passive two-terminal circuit in time domain can be expressed as:

$$i(t) = 10 \sin(314t - 10^\circ) \text{ А}.$$

$$u(t) = 100 \sin(314t + 20^\circ) \text{ В};$$

Determine the active resistance R and the reactance x of the analyzed circuit, as well as the values of its active, reactive and the apparent power.

Answer: $R = 8,67 \text{ Ohm}; X = 5 \text{ Ohm}; S = 500 \text{ VA}; P = 433 \text{ W}; Q = 250 \text{ VA}.$

10.3.

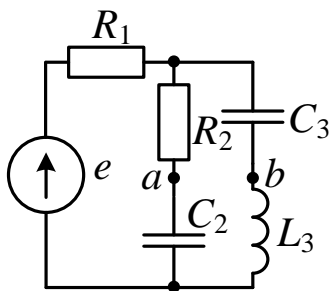
Задано: $e(t) = 60\sqrt{2} \sin(1000t) \text{ В};$

$$R_1 = 30 \text{ Ом}; R_2 = 10 \text{ Ом}; C_3 = 25 \text{ мкФ};$$

$$L_3 = 20 \text{ мГн}; C_2 = 50 \text{ мкФ}.$$

Визначити діюче значення напруги між точками a та b .

Відповідь: $U_{ab} = 40 \text{ В}.$



The parameters of the analyzed circuit are:

$$R_1 = 30 \text{ Ohm}; R_2 = 10 \text{ Ohm}; C_3 = 25 \text{ }\mu\text{F}; L_3 = 20 \text{ mH}; C_2 = 50 \text{ }\mu\text{F}.$$

Determine the RMS value of the voltage drop across the points a and b .

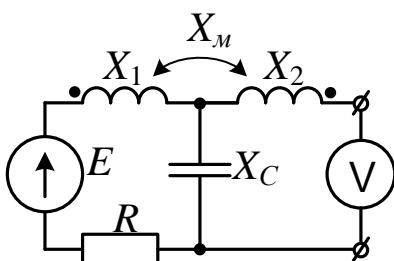
Answer: $U_{ab} = 40 \text{ V}.$

10.4.

Визначити показання вольтметра, якщо діюче значення джерела синусоїдальної ЕРС $E = 20 \text{ В};$

$$X_1 = 20 \text{ Ом}; X_2 = |X_C| = X_M = 10 \text{ Ом}.$$

Відповідь: $U_V = 97 \text{ В}.$

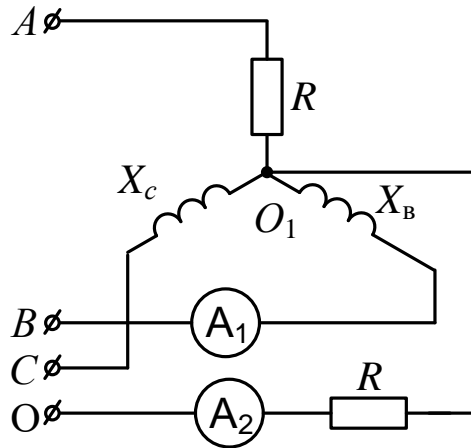


Determine the results of voltage measurement with the voltmeter V . The RMS value

of the electromotive force is equal to $E = 20 \text{ V}$ and $X_1 = 20 \text{ Ohm}$; $X_2 = |X_C| = X_M = 10 \text{ Ohm}$.

Answer: $U_V = 97 \text{ V}$.

10.5.



Фазна напруга симетричного джерела $U_\phi = 220 \text{ В}$. Параметри елементів трифазного навантаження: $R = X_C = X_B = 20 \text{ Ом}$.

Визначити показання амперметрів.

Відповідь: $I_{A1} = 16 \text{ А}$; $I_{A2} = 5,5 \text{ А}$.

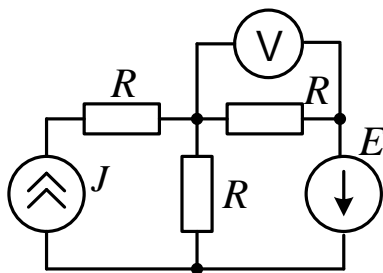
The value of phase voltage generated by the symmetrical three-phase power source is equal to $U_{ph} = 220 \text{ V}$. The parameters of the three-phase load are equal to: $R = X_C = X_B = 20 \text{ Ohm}$.

Determine the results of current measurements with the ammeters A_1 and A_2 .

Answer: $I_{A1} = 16 \text{ A}$; $I_{A2} = 5,5 \text{ A}$.

Завдання 11

11.1.



В електричному колі визначити ЕРС E , якщо показання вольтметра дорівнює нулю. Струм джерела струму $J = 8 \text{ мА}$; $R = 1 \text{ кОм}$.

Відповідь: $E = -1 \text{ В}$.

Determine the value of the electromotive force E for the case when the value of voltage drop measured with the voltmeter V is equal to zero.

The parameters of the analyzed circuit are:

$J = 8 \text{ mA}$; $R = 1 \text{ kOhm}$.

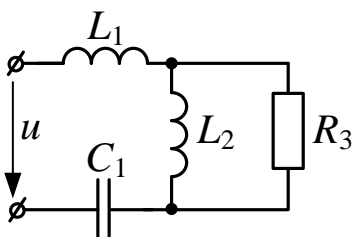
Answer: $E = -1 \text{ V}$.

11.2.

Задана реактивна потужність другої гілки $Q_2 = 250 \text{ ВАр}$, а також параметри кола:

$\omega L_1 = \omega L_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$; $\frac{1}{\omega C_1} = 20 \text{ Ом}$.

Визначити напругу джерела $u(t)$.



Відповідь: $u(t) = 50\sqrt{2} \sin(\omega t)$ В.

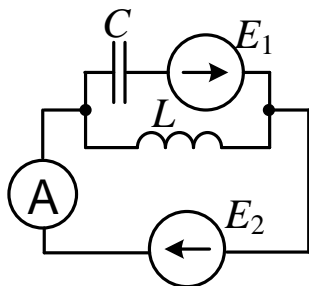
The reactive power of the second branch in the analyzed circuit Q_2 is equal to 250 VAr. The parameters of the analyzed circuit are:

$$\omega L_1 = \omega L_2 = R_3 = 10 \text{ Ohm}; \frac{1}{\omega C_1} = 20 \text{ Ohm}.$$

Derive the expression in the time domain for the voltage generated by the AC power source.

Answer: $u(t) = 50\sqrt{2} \sin(\omega t)$ V.

11.3



Задано: $e_1(t) = 60 \sin(\omega t - 90^\circ)$ В;

$e_2(t) = 240\sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ)$ В; $X_L = |X_C| = 10 \text{ Ом}$.

Визначити показання амперметра.

Відповідь: $I_A = 24 \text{ А}$.

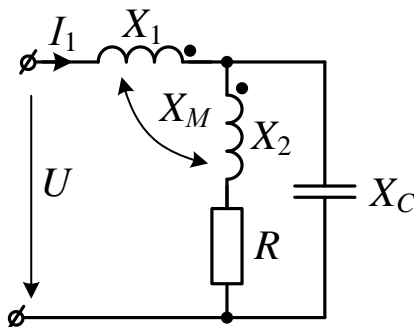
The parameters of the analyzed circuit are:

$e_1(t) = 60 \sin(\omega t - 90^\circ)$ В; $e_2(t) = 240\sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ)$ В; $X_L = |X_C| = 10 \text{ Ом}$.

Determine the results of the measurement of current with the ammeter A.

Answer: $I_A = 24 \text{ А}$.

11.4.



Задано: діюче значення напруги джерела $U = 150 \text{ В}$; параметри

кола: $X_1 = 50 \text{ Ом}$; $X_2 = 40 \text{ Ом}$;

$|X_C| = 40 \text{ Ом}$; $X_M = 10 \text{ Ом}$; $R = 30 \text{ Ом}$.

Визначити діюче значення струму I_1 .

Відповідь: $I_1 = 4,74 \text{ А}$.

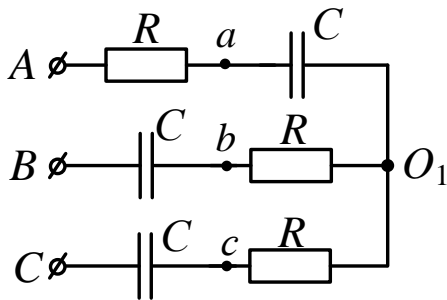
The RMS value of the generated by the AC power source is equal to $U = 150 \text{ V}$. The parameters of the analyzed circuit are:

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

Determine the RMS value of the current I_1 .

Answer: $I_1 = 4,74 \text{ А}$.

11.5.



Лінійна напруга симетричного трифазного джерела з прямою послідовністю фаз дорівнює 380 В. Параметри лінії та споживача мають такі значення $R = |X_C| = 10 \text{ Ом}$.

1) Визначити комплексне значення напруги між точками a та b .

2) За допомогою векторної діаграми перевірити отриманий результат.

Відповідь: $\underline{U}_{ab} = 80e^{j30^\circ} \text{ В}$.

The value of the line voltage generated by the symmetrical three-phase power source with a positive phase sequence is equal to 380 V. The active R and the reactive X_C resistance of the transmitting line and the consumer are:

$$R = |X_C| = 10 \text{ Ohm}.$$

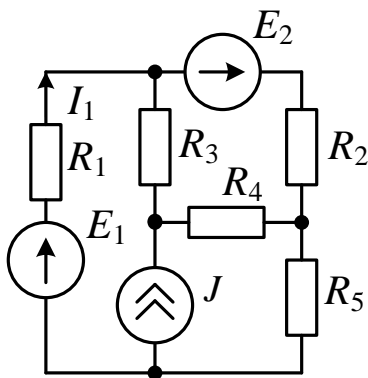
1. Determine the voltage drop across the points a and b in a phasor notation.

2. Verify the obtained result by means of applying phasor diagram.

Answer: $\underline{U}_{ab} = 80e^{j30^\circ} \text{ V}$.

Завдання 12

12.1.



Визначити опір резистора R_1 , якщо

$$E_1 = 80 \text{ В}; E_2 = 30 \text{ В}; J = 6 \text{ А};$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом}; R_3 = R_4 = 5 \text{ Ом}; R_5 = 7 \text{ Ом};$$

а струм $I_2 = 1,9 \text{ А}$.

Відповідь: $R_1 = 8 \text{ Ом}$.

Determine the value of R_1 for the case

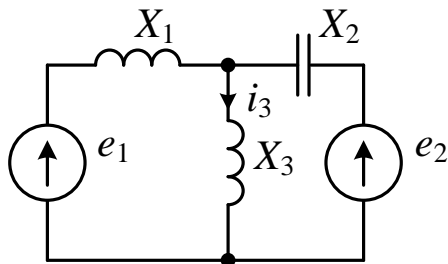
$$\text{of } E_1 = 80 \text{ V}; E_2 = 30 \text{ V}; J = 6 \text{ A};$$

$$R_2 = 10 \text{ Ohm}; R_3 = R_4 = 5 \text{ Ohm};$$

$$R_5 = 7 \text{ Ohm}; I_2 = 1,9 \text{ A}.$$

Answer: $R_1 = 8 \text{ Ohm}$.

12.2.



Задано: $e_1(t) = 12\sqrt{2} \sin \omega t$ В;

$e_2(t) = 10\sqrt{2} \sin \omega t$ В;

$X_1 = X_3 = 6$ Ом; $|X_2| = 2$ Ом.

Визначити діюче значення струму i_3 .

Відповідь: $I_3 = 3$ А.

The parameters of the analyzed circuit are: $e_1(t) = 12\sqrt{2} \sin \omega t$ V,

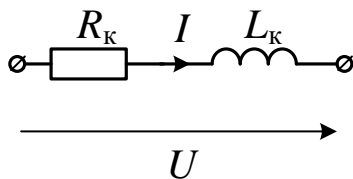
$e_2(t) = 10\sqrt{2} \sin \omega t$ V;

$X_1 = X_3 = 6$ Ohm; $|X_2| = 2$ Ohm.

Determine the RMS value of the current i_3 .

Answer: $I_3 = 3$ A.

12.3.



Котушка, яка має активний опір R_k та індуктивність L_k , спочатку підключається до джерела постійної напруги 100 В, а потім до джерела синусоїдальної напруги 100 В з частотою 50 Гц.

У першому випадку струм дорівнює 5 А, а у другому 4 А.

Визначити індуктивний опір та індуктивність котушки.

Відповідь: $X_k=15$ Ом, $L_k=47,7$ мГн.

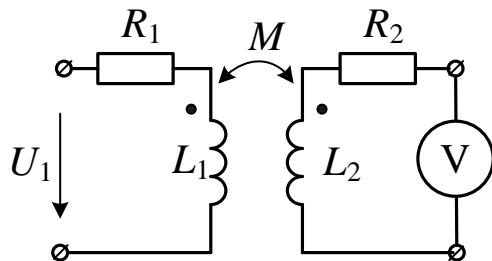
The inductive coil with an active resistance R_k and inductance L_k initially is switched to the DC power source with the value of generated voltage equal to 100 V. Next the same coil is switched to the AC power source with the RMS value of generated voltage equal to 100 V and frequency 50 Hz.

For the case of the DC power source the value of current flowing through the coil is equal to 5A. For the case of the AC power source the value of flowing current is equal to 4A.

Determine the inductive reactance X_k and the inductance L_k of the coil.

Answer: $X_k=15$ Ohm, $L_k=47,7$ mH.

12.4.



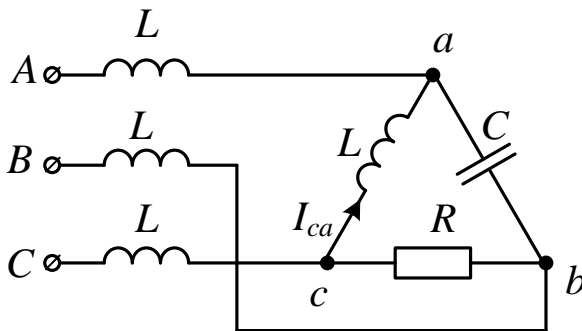
У повітряному трансформаторі маємо: $U_1 = 40$ В; $R_1 = R_2 = 3$ Ом; $X_{L1} = X_{L2} = 4$ Ом; $X_M = 2$ Ом. Визначити показання вольтметра.
Відповідь: $U_V = 16$ В.

For the case of the air-core transformer the parameters of the analyzed circuit are: $U_1 = 40$ V; $R_1 = R_2 = 3$ Ohm; $X_{L1} = X_{L2} = 4$ Ohm; $X_M = 2$ Ohm.

Determine the results of voltage measurement with the voltmeter V.

Answer: $U_V = 16$ V.

12.5.



Лінійна напруга симетричного трифазного джерела з прямою послідовністю фаз дорівнює 220 В. Параметри лінії та споживача мають такі значення: $X_L = |X_C| = R = 10$ Ом.

Визначити комплексне значення струму фази «ca» споживача, та за допомогою векторної діаграми перевірити отримані результати.

Відповідь: $\underline{I}_{ca} = 21,2e^{j45^\circ}$ А.

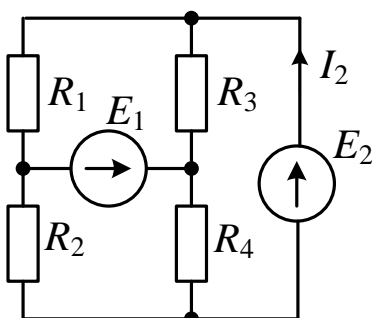
The value of the line voltage generated by the symmetrical three-phase power source with a positive phase sequence is equal to 220 V. The active resistance R , as well as the capacitive X_C and inductive X_L reactance of the transmitting line and the consumer are: $X_L = X_C = R = 10$ Ohm.

1. Determine the value of current flowing through the phase ca of the consumer.
2. Verify the obtained result by means of applying the phasor diagram.

Answer: $\underline{I}_{ca} = 21,2e^{j45^\circ}$ А.

Завдання 13

13.1.



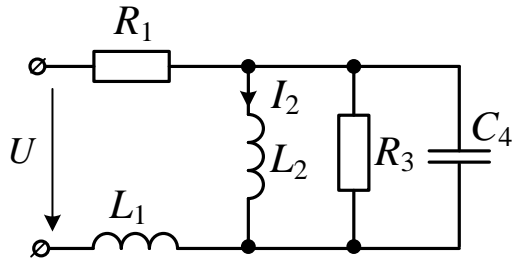
В електричному колі задані: ЕРС джерела $E_1 = 36$ В; опори $R_1 = 3$ Ом; $R_2 = 6$ Ом; $R_3 = 6$ Ом; $R_4 = 12$ Ом; струм $I_2 = 5$ А. Визначити величину ЕРС E_2 .
Відповідь: $E_2 = 30$ В.

The parameters of the analyzed circuit are: $E_1 = 36 \text{ V}$; $R_1 = 3 \text{ Ohm}$, $R_2 = 6 \text{ Ohm}$; $R_3 = 6 \text{ Ohm}$; $R_4 = 12 \text{ Ohm}$; $I_2 = 5 \text{ A}$.

Determine the value of the electromotive force E_2 .

Answer: $E_2 = 30 \text{ V}$.

13.2.



Задано: $U = 100 \text{ В}$; $R_1 = 6 \text{ Ом}$;
 $R_3 = 10 \text{ Ом}$; $\omega L_1 = 12 \text{ Ом}$;

$$\omega L_2 = \frac{1}{\omega C_4} = 2 \text{ Ом}.$$

Визначити струм I_2 .

Відповідь: $I_2 = 25 \text{ А}$.

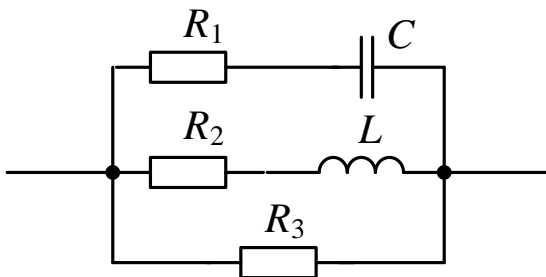
The parameters of the analyzed circuit are: $U=100 \text{ V}$; $R_1=6 \text{ Ohm}$; $R_3=10 \text{ Ohm}$;

$$\omega L_1 = 12 \text{ Ohm}; \quad \omega L_2 = \frac{1}{\omega C_4} = 2 \text{ Ohm}.$$

Determine the value of current I_2 .

Answer: $I_2 = 25 \text{ A}$.

13.3.



Задано:

$R_1 = 3 \text{ Ом}$; $|X_C| = 4 \text{ Ом}$; $R_2 = 8 \text{ Ом}$;
 $X_L = 4 \text{ Ом}$; $R_3 = 10 \text{ Ом}$.

Визначити активну та повну провідності кола.

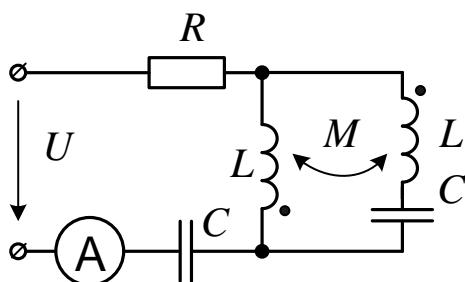
Відповідь: $G = 0,3 \text{ См}$; $B = 0,1 \text{ См}$;
 $Y = 0,316 \text{ См}$.

The parameters of the analyzed circuit are: $R_1 = 3 \text{ Ohm}$; $X_C = 4 \text{ Ohm}$; $R_2 = 8 \text{ Ohm}$;
 $X_L = 4 \text{ Ohm}$; $R_3 = 10 \text{ Ohm}$.

Determine the active conductivity and the admittance of the analyzed circuit.

Answer: $G = 0,3 \text{ S}$; $B = 0,1 \text{ S}$; $Y = 0,316 \text{ S}$.

13.4.



Задано: $U = 100 \text{ В}$; $R_1 = 6 \text{ Ом}$;

$$R = \omega L = 20 \text{ Ом}; \quad \frac{1}{\omega C} = 10 \text{ Ом}.$$

Коефіцієнт магнітного зв'язку
 $k = 0,5$.

Визначити показання амперметра.

Відповідь: $I_A = 4,64 \text{ А}$.

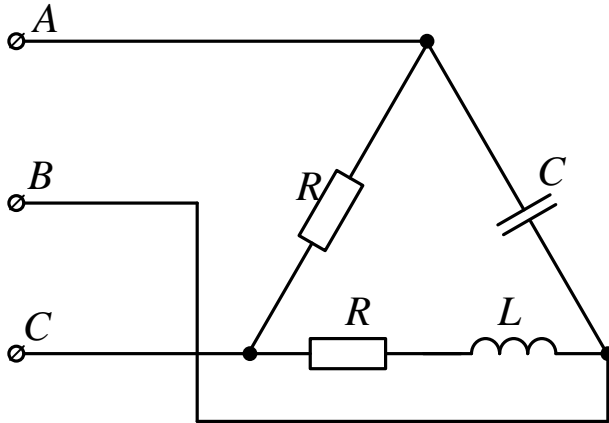
The parameters of the analyzed circuit are: $U = 100 \text{ V}$; $R_1 = 6 \text{ Ohm}$;

$R = \omega L = 20 \text{ Ohm}; \frac{1}{\omega C} = 10 \text{ Ohm}$. The coefficient of the magnetic coupling
 $k = 0,5$.

Determine the results current measurements by the ammeter A.

Answer: $I_A = 4,64 \text{ A}$.

13.5.



Лінійна напруга симетричного трифазного джерела з прямою послідовністю фаз дорівнює 380 В. Параметри споживача мають такі значення: $X_L = |X_C| = R = 20 \text{ Ом}$. Визначити лінійні та фазні струми. Накреслити векторну діаграму.

Відповідь: $I_{AB} = I_{CA} = 19 \text{ A};$
 $I_{BC} = I_{CA} = 13,44 \text{ A}; \quad I_A = 9,88 \text{ A};$
 $I_B = 25,84 \text{ A}; \quad I_C = 20,33 \text{ A}.$

The value of the line voltage generated by the symmetrical three-phase power source with a positive phase sequence is equal to 380 V. The active resistance R , as well as the capacitive x_C and inductive x_L reactance of the consumer are:

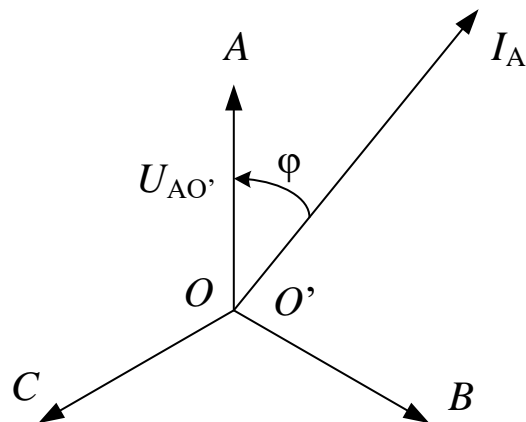
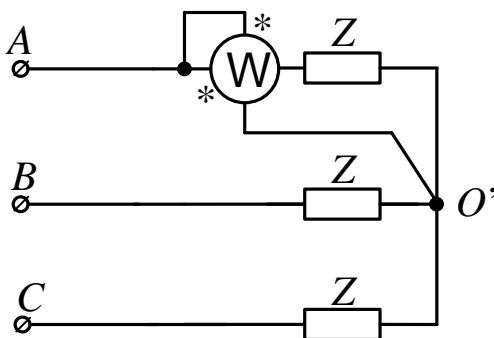
$X_L = |X_C| = R = 20 \text{ Ohm}$.

1. Determine the phase and line currents.
2. Plot the phasor diagram.

Answer: $I_{AB} = I_{CA} = 19 \text{ A}$.

Примітка :

Активна потужність симетричного трифазного кола може бути виміряна одним ватметром.



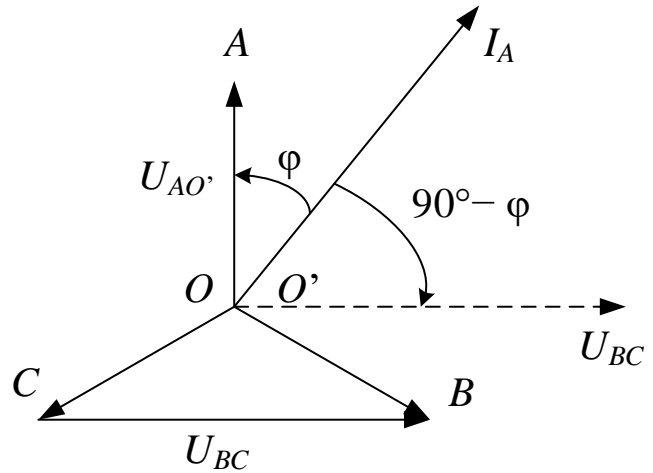
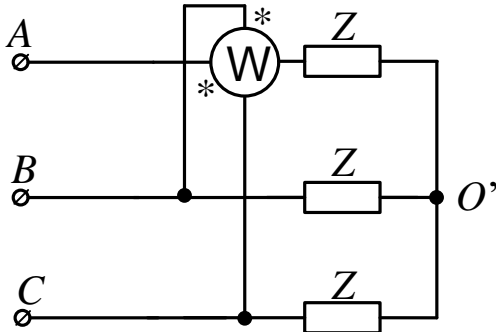
Активна потужність однієї фази:

$$P_{WA} = U_{AO'} \cdot I_A \cos \varphi.$$

Активна потужність всього кола:

$$P_W = 3U_{AO'} \cdot I_A \cos \varphi.$$

У випадку вимірювання потужності за схемою



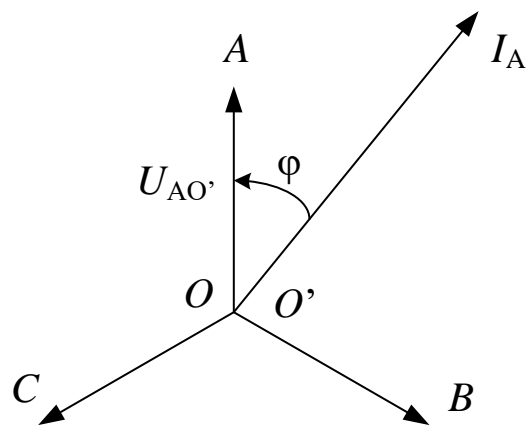
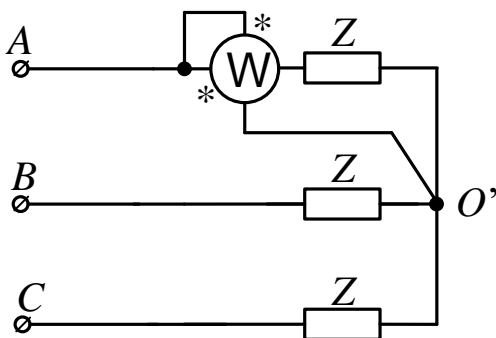
буде отримана реактивна потужність:

$$Q = U_{BC} \cdot I_A \cos(90^\circ - \varphi) = \sqrt{3} U_{AO'} \cdot I_A \sin \varphi.$$

Для отримання повної реактивної потужності кола треба цю потужність збільшити в $\sqrt{3}$ разів.

Note:

Active power of a symmetrical three-phase circuit can be measured by using one wattmeter.



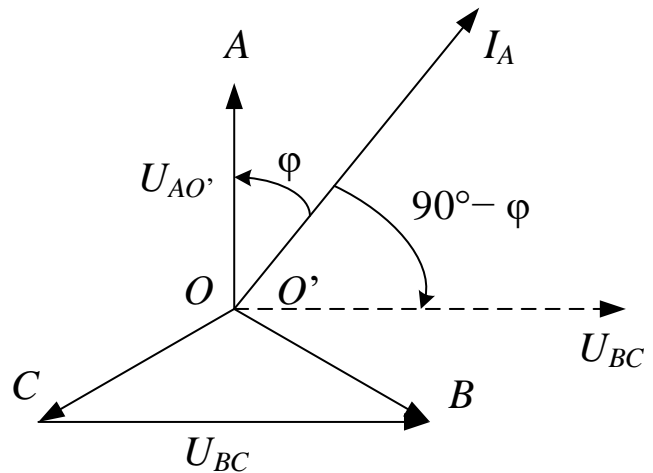
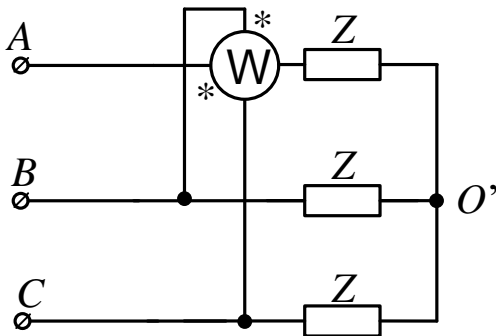
Active power of a single phase:

$$P_{WA} = U_{AO'} \cdot I_A \cos \varphi.$$

Active power for the whole circuit:

$$P_W = 3U_{AO'} \cdot I_A \cos\varphi.$$

In the case of power measurements by applying the following scheme:



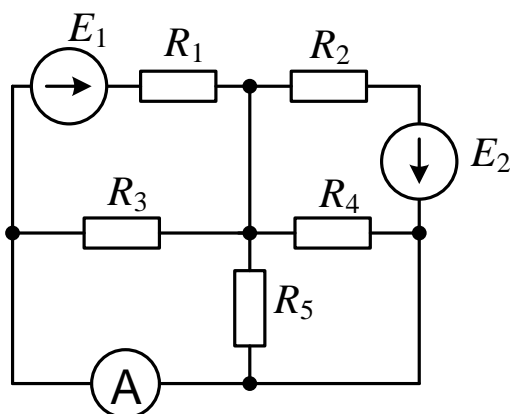
the obtained value of the reactive power can be expressed as follows:

$$Q = U_{BC} \cdot I_A \cos(90^\circ - \varphi) = \sqrt{3} U_{AO'} \cdot I_A \sin \varphi.$$

In order to obtain a complete reactive power of the circuit this expression should be multiplied by $\sqrt{3}$.

Завдання 14

14.1.



Задано:

$$E_1 = 32 \text{ В}; E_2 = 48 \text{ В};$$

$$R_1 = R_2 = 20 \text{ Ом};$$

$$R_3 = R_4 = R_5 = 60 \text{ Ом}.$$

Визначити показання амперметра.

Відповідь: $I_A = 1,96 \text{ А}$.

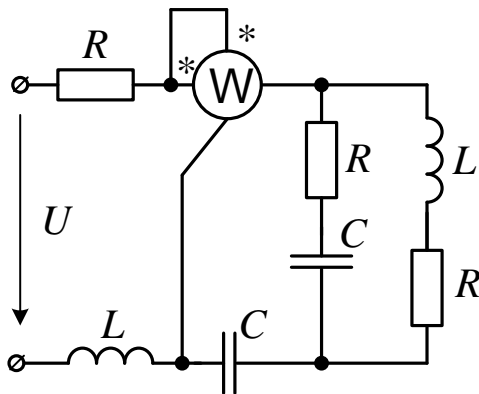
The parameters of the analyzed circuit are:

$$E_1 = 32 \text{ V}; E_2 = 48 \text{ V}; R_1 = R_2 = 20 \text{ Ohm}; R_3 = R_4 = R_5 = 60 \text{ Ohm}.$$

Determine the result of the measurement of current by the ammeter.

Answer: $I_A = 1,96 \text{ A}$.

14.2.

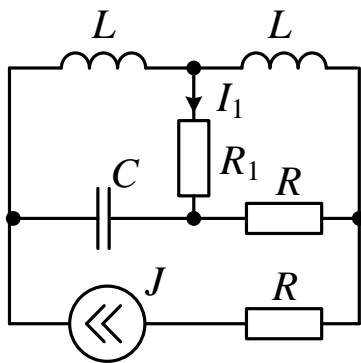


У колі синусоїдального струму
 $U = 100$ В; $X_L = |X_C| = R = 10$ Ом.
 Визначити показання ватметра.
Відповідь: $P_w = 250$ Вт.

The parameters of the analyzed AC circuit are: $U = 100$ V;
 $X_L = |X_C| = R = 10$ Ohm.

Determine the results of the power measurement with the wattmeter.
Answer: $P_w = 250$ W.

14.3.

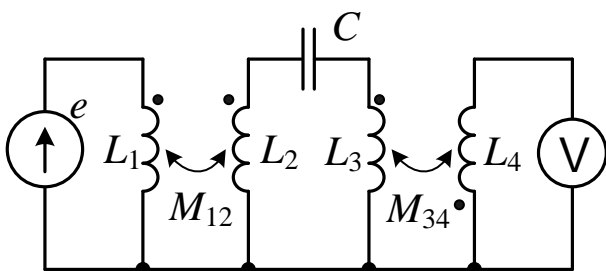


У колі синусоїдального струму
 $J = 0,1$ А; $X_L = 5$ Ом;
 $|X_C| = R = 10$ Ом; $R_1 = 2,5$ Ом.
 Визначити струм I_1 .
Відповідь: $I_1 = 0,1$ А.

The parameters of the analyzed AC circuit are: $J = 0,1$ A; $X_L = 5$ Ohm.
 $|X_C| = R = 10$ Ohm. $R_1 = 2,5$ Ohm.

Determine the value of the current I_1 .
Answer: $I_1 = 0,1$ A.

14.4.



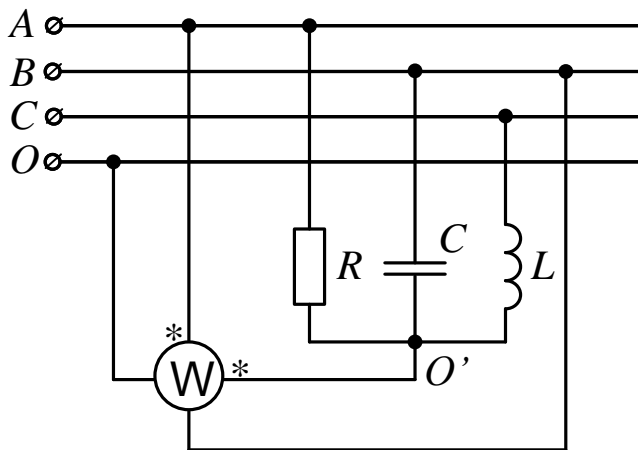
В електричному колі
 $e(t) = 120\sqrt{2} \sin 4000t$ В;
 $L_1 = L_3 = 20$ мГн; $L_2 = L_4 = 25$ мГн;
 $M_{12} = M_{34} = 10$ мГн; $C = 2,5$ мкФ.

Визначити показання вольтметра.
Відповідь: $U_V = 40$ В.

The parameters of the analyzed AC circuit are: $e(t) = 120\sqrt{2} \sin 4000t$ V;
 $L_1 = L_3 = 20$ mH; $L_2 = L_4 = 25$ mH; $M_{12} = M_{34} = 10$ mH; $C = 2,5$ μ F.

Determine the result of the voltage measurement with the voltmeter V
Answer: $U_V = 40$ V.

14.5.



Фазна напруга симетричного трифазного генератора з прямою послідовністю фаз дорівнює 120 В. Параметри навантаження мають такі значення:
 $X_L = |X_C| = R = 12 \text{ Ом}$.

Визначити показання ватметра.
Відповідь: $P_w = 4918 \text{ Вт}$.

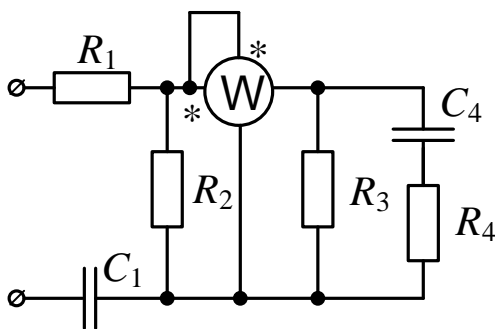
The value of the phase voltage generated by the symmetrical three-phase power source with a positive phase sequence is equal to 120 V. The active resistance R , as well as the capacitive x_C and inductive x_L reactance of the consumer are:
 $X_L = |X_C| = R = 12 \text{ Ohm}$.

Determine the results of power measurement with the wattmeter W.

Answer: $P_w = 4918 \text{ W}$.

Завдання 15

15.1.



Всі елементи електричного синусоїдного кола мають опір 10 Ом. Резистор R_4 споживає потужність $P_4 = 250 \text{ Вт}$.

Визначити показання ватметра.

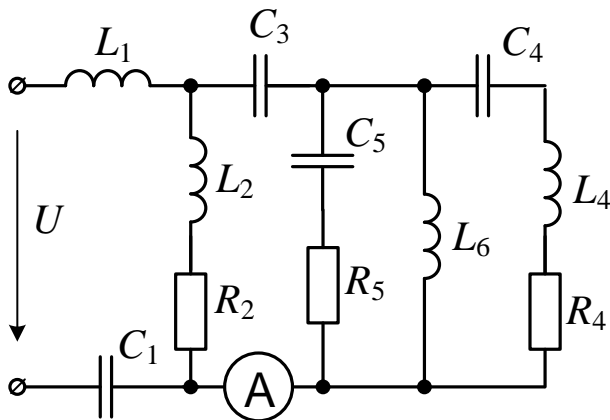
Відповідь: $P_w = 750 \text{ Вт}$.

The parameters of the analyzed circuit are $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \text{ Ohm}$; $|X_{C1}| = |X_{C4}| = 10 \text{ Ohm}$. The consumed by the resistor power is $P_4 = 250 \text{ W}$.

Determine the results of power measurement with the wattmeter W.

Answer: $P_w = 750 \text{ W}$.

15.2.



Задано: $U=100\sqrt{2}$ В;
 $R_4=\omega L_6 = 20$ Ом, усі інші елементи
 електричного синусоїдного кола
 мають опір 10 Ом.

Визначити показання амперметра.

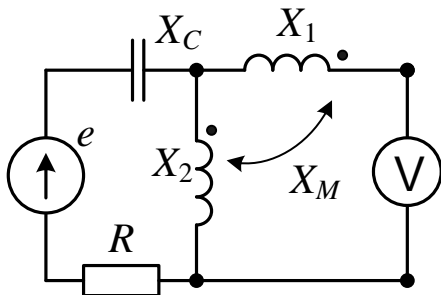
Відповідь: $I_A = 10$ А.

The parameters of the analyzed circuit are: $U = 100\sqrt{2}$ V; $R_4 = \omega L_6 = 20$ Ohm. The resistance and reactance of the remaining elements are equal to 10 Ohm.

Determine the results of current measurement with the ammeter A.

Answer: $I_A = 10$ A.

15.3.



Параметри синусоїдного
 електричного кола: $X_1=20$ Ом,
 $X_2 = |X_C| = X_M = 10$ Ом; $R = 40$ Ом;
 $E = 200$ В.

Визначити показання вольтметра.

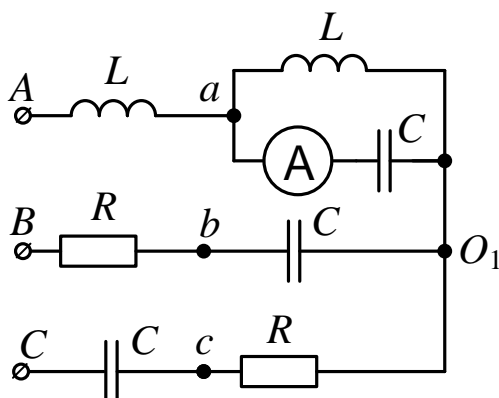
Відповідь: $U_V = 100$ В.

The parameters of the analyzed circuit are: $X_1 = 20$ Ohm, $X_2 = X_C = X_M = 10$ Ohm;
 $R = 40$ Ohm; $E = 200$ V.

Determine the results of voltage measurement with the voltmeter V.

Answer: $U_V = 100$ V.

15.4.



Фазна напруга симетричного
 трифазного джерела з прямою
 послідовністю фаз дорівнює 220 В.
 Параметри елементів лінії та
 навантаження $X_L = |X_C| = R = 10$ Ом.

Визначити показання амперметра,
 побудувати векторну діаграму.

Відповідь: $I_A = 33$ А.

The value of the phase voltage generated by the symmetrical three-phase power

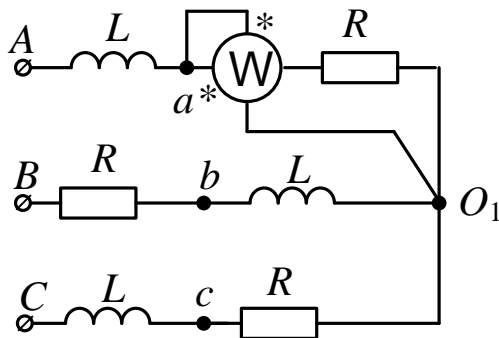
source with a positive phase sequence is equal to 220 V. The value of active resistance R , as well as the capacitive X_C and inductive X_L reactance of the line and the consumer are:

$$X_L = |X_C| = R = 10 \text{ Ohm.}$$

Determine the results of current measurement with the ammeter A. Plot the phasor diagram.

Answer: $I_A = 33 \text{ A}$.

15.5.



Лінійна напруга симетричного джерела з прямою послідовністю фаз дорівнює 380 В.

Параметри лінії та навантаження мають такі значення: $X_L = R = 10 \text{ Ом}$.

Визначити показання ватметра. Побудувати векторну діаграму.

Відповідь: $P_w = 2407 \text{ Вт}$.

The value of the line voltage generated by the symmetrical three-phase power source with a positive phase sequence is equal to 380 V. The value of active resistance R , as well as the inductive X_L reactance of the line and the consumer are:

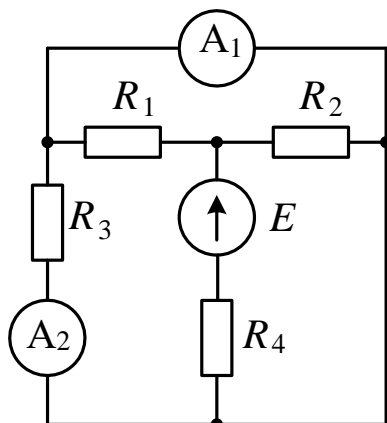
$$X_L = R = 10 \text{ Ohm.}$$

Determine the results of power measurements with the wattmeter W. Plot the phasor diagram.

Answer: $P_w = 2407 \text{ W}$.

Завдання 16

16.1.



Визначити показання амперметрів в колі, де ЕРС джерела $E = 30 \text{ В}$, опори резисторів $R_1 = 20 \text{ Ом}$, $R_2 = 80 \text{ Ом}$, $R_4 = 14 \text{ Ом}$, R_3 невідомий.

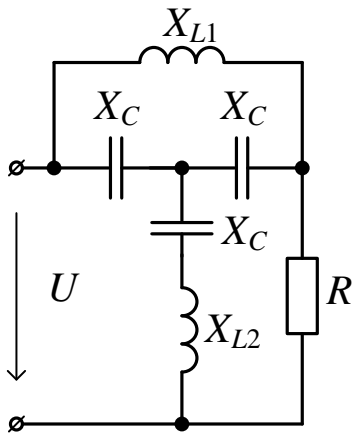
Відповідь: $I_{A1} = 0,8 \text{ А}$, $I_{A2} = 0 \text{ А}$.

The parameters of the analyzed circuit are $E = 30 \text{ V}$, $R_1 = 20 \text{ Ohm}$, $R_2 = 80 \text{ Ohm}$, $R_4 = 14 \text{ Ohm}$, R_3 is unknown. Determine the results of current measurement with the

ammeters A_1, A_2 .

Answer: $I_{A1} = 0,8 \text{ A}, I_{A2} = 0 \text{ A}$.

16.2.



Визначити потужність, спожиту резистором з опором $R = 40 \text{ Ом}$, якщо напруга $U = 120 \text{ В}$, модулі опорів ємнісних елементів $|X_C| = 20 \text{ Ом}$, опори індуктивних елементів $X_{L1} = 120 \text{ Ом}, X_{L2} = 80 \text{ Ом}$.

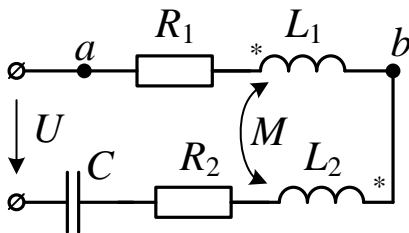
Відповідь: 144 Вт.

The parameters of the analyzed circuit are: $U = 120 \text{ V}, R = 40 \text{ Ohm}, |X_C| = 20 \text{ Ohm}, X_{L1} = 120 \text{ Ohm}, X_{L2} = 80 \text{ Ohm}$.

Determine the active power of the active resistance.

Answer: 144 W.

16.3.



Параметри електричного кола:
 $U = 100 \text{ В}; R_1 = 5 \text{ Ом}; R_2 = 3 \text{ Ом};$
 $\omega L_1 = 4 \text{ Ом}; \omega L_2 = 2 \text{ Ом};$
 $\omega M = 2 \text{ Ом}; 1/\omega C = 4 \text{ Ом}.$

Визначити струм в колі і напругу U_{ab} .

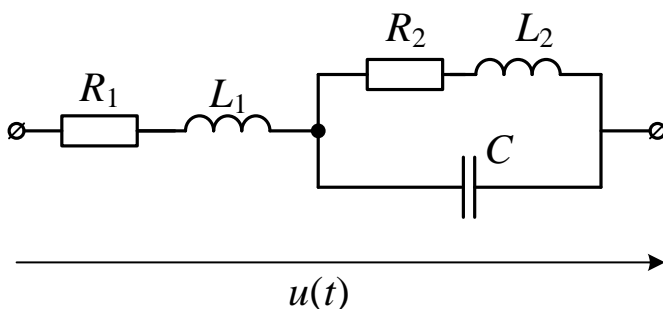
Відповідь: $I = 10 \text{ A}, U_{ab} = 78,1 \text{ В}.$

The parameters of the analyzed circuit are: $U = 100 \text{ V}, R_1 = 5 \text{ Ohm}, R_2 = 3 \text{ Ohm}, \omega L_1 = 4 \text{ Ohm}, \omega L_2 = 2 \text{ Ohm}, \omega M = 2 \text{ Ohm}, 1/\omega C = 4 \text{ Ohm}$.

Determine the values of current I and voltage U_{ab} .

Answer: $I = 10 \text{ A}, U_{ab} = 78,1 \text{ V}.$

16.4.



Параметри електричного кола:

$\omega = 10^4 \text{ с}^{-1}; u(t) = 20 +$

$+100\sin \omega t + 25\sin(3\omega t + 45^\circ) \text{ В};$

$R_1 = 20 \text{ Ом}; L_1 = 2 \text{ мГн}; R_2 = 30 \text{ Ом};$

$L_2 = 10 \text{ мГн}; C = 5 \text{ мкФ}.$

Визначити миттєве та діюче

значення струму першої гілки i_1, I_1 .

Відповідь: $I_1 = 0,7 \text{ A}, i_1(t) = 0,4 + 0,342\sin(\omega t - 55,2^\circ) + 0,707\sin(3\omega t + 93,7^\circ) \text{ A}.$

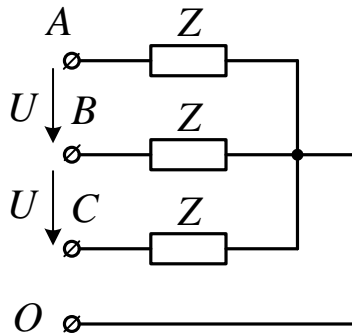
The parameters of the analyzed circuit are:

$\omega = 10^4 \text{ s}^{-1}$, $u(t) = 20 + 100\sin \omega t + 25\sin(3\omega t + 45^\circ) \text{ V}$, $R_1 = 20 \text{ Ohm}$; $L_1 = 2 \text{ mH}$,
 $R_2 = 30 \text{ Ohm}$; $L_2 = 10 \text{ mH}$, $C = 5 \text{ }\mu\text{F}$.

Determine the instantaneous and RMS values of the flowing in the brunch no.1 current i_1 , I_1 .

Answer: $I_1 = 0,7 \text{ A}$, $i_1(t) = 0,4 + 0,342\sin(\omega t - 55,2^\circ) + 0,707\sin(3\omega t + 93,7^\circ) \text{ A}$.

16.5.



Три однакові приймачі, з'єднані зіркою з нульовим дротом, приєднані до трифазної мережі. Струми в приймачах були однакові: $I_A = I_B = I_C = 1 \text{ A}$.

Визначити всі три фазні струми і струм в нульовому проводі, якщо:

- 1) Розірвати фазу А;
- 2) Розірвати фази А і В.

Відповідь: 1) $I_N = I_B = I_C = 1 \text{ A}$;

2) $I_N = I_C = 1 \text{ A}$.

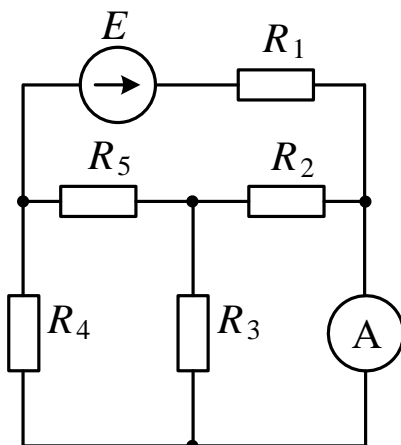
Three similar consumers of electric power are having a star connection with a neutral wire. The values of currents for all consumers are the same: $I_A = I_B = I_C = 1 \text{ A}$. Determine the values of currents flowing in the phases and in the neutral wire in the cases of:

1. Gap in the phase A.
2. Gap in the phases A and B.

Answer: 1) $I_N = I_B = I_C = 1 \text{ A}$; 2) $I_N = I_C = 1 \text{ A}$.

Завдання 17

17.1.



Визначити показ амперметра в колі, де ЕРС джерела $E = 16 \text{ В}$, опори резисторів $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 6 \text{ Ом}$, $R_3 = 14 \text{ Ом}$, $R_4 = 14 \text{ Ом}$, $R_5 = 5,8 \text{ Ом}$.

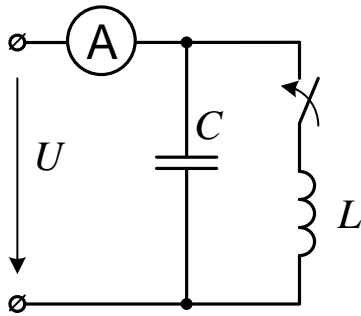
Відповідь: $I_A = 1,16 \text{ A}$.

The parameters of the analyzed circuit are $E = 16 \text{ V}$, $R_1 = 2 \text{ Ohm}$, $R_2 = 6 \text{ Ohm}$, $R_3 = 14 \text{ Ohm}$, $R_4 = 14 \text{ Ohm}$, $R_5 = 5,8 \text{ Ohm}$.

Determine the results of current measurement by means of applying the ammeter A.

Answer: $I_A = 1,16 \text{ A}$.

17.2.



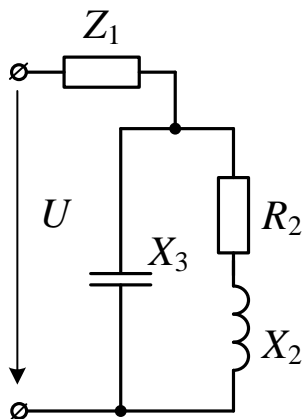
Визначити індуктивність котушки. Напруга $U = 380$ В, частота 50 Гц, амперметр за розімкненого та замкненого ключа показує $0,5$ А.

Відповідь: $L = 1,2$ Гн.

Determine the value of inductance of the coil L . The value of voltage U is equal to 380 V, the value of frequency is equal to 50 Hz, the value of current, measured by the ammeter A is equal to 0.5 A both for the cases of the opened and closed switch.

Answer: $L = 1,2$ H.

17.3.



В електричному колі $U = 30$ В;
 $R_2 = 40$ Ом; $X_2 = 100$ Ом; $X_3 = -20$ Ом;
 $I_1 = 12$ А, Z_1 має реактивний характер.

Визначити Z_1 .

Відповідь: $22,5$ Ом або $25,5$ Ом.

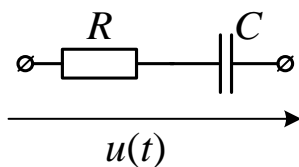
The parameters of the analyzed circuit are: $U = 30$ В;

$R_2 = 40$ Ohm; $X_2 = 100$ Ohm; $X_3 = -20$ Ohm; $I_1 = 12$ A, impedance Z_1 is reactive.

Determine Z_1 .

Answer: $22,5$ Ohm or $25,5$ Ohm.

17.4.



В електричному колі

$u(t) = 100\sqrt{2}\sin\omega t + 20\sqrt{2}\sin(3\omega t - 45^\circ)$ В;
 $R = 10$ Ом; $1/\omega C = 30$ Ом.

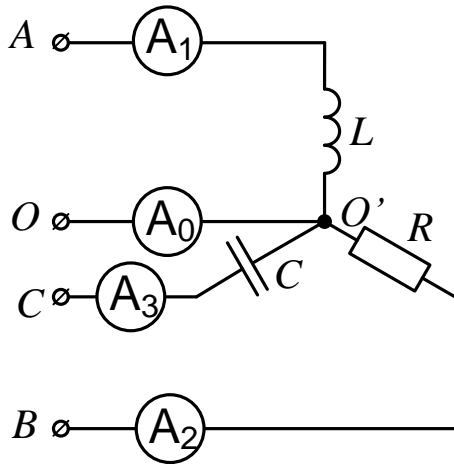
Визначити активну потужність кола P .

Відповідь: 120 Вт .

The parameters of the analyzed circuit are: $u(t) = 100\sqrt{2}\sin\omega t + 20\sqrt{2}\sin(3\omega t - 45^\circ)$ V,
 $R = 10$ Ohm, $1/\omega C = 30$ Ohm.

Determine the active power of the analyzed circuit P .

Answer: 120 W.



17.5.

Визначити показання амперметра в нульовому проводі трифазного приймача, з'єднаного зіркою, що живиться від симетричної трифазної мережі, якщо амперметри в лінійних проводах показують по 2 А. Опором нульового проводу можна знехтувати.

Побудувати векторну діаграму.

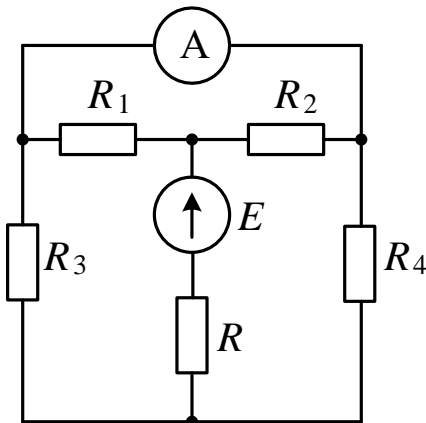
Відповідь: $I_N = 5,46$ А.

Determine the value of current measured by the ammeter A_0 in the neutral wire of a three phase consumer of electric power which has a star connection. The consumer is connected to a symmetrical three phase circuit. The values of currents measured by the ammeters A_1, A_2, A_3 are equal to 2 A. The value of resistance of neutral wire is considered to be negligible. Build a phasor diagram.

Answer: $I_N = 5,46$ A.

Завдання 18

18.1.



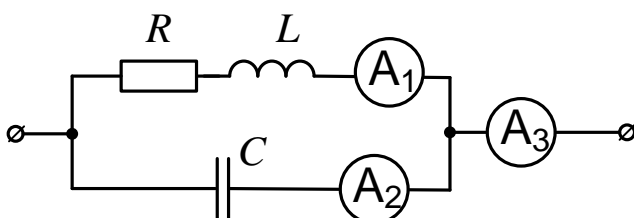
Визначити ЕРС джерела E в колі, якщо амперметр показує струм $I_A = 0,125$ А, а опори резисторів $R = 0,4$ Ом, $R_1 = 16$ Ом, $R_2 = 24$ Ом, $R_3 = 24$ Ом, $R_4 = 40$ Ом.

Відповідь: $E = 125$ В.

The results of current measurement with the ammeter A are $I_A = 0,125$ A. The value of active resistance are $R = 0,4$ Ohm, $R_1 = 16$ Ohm, $R_2 = 24$ Ohm, $R_3 = 24$ Ohm, $R_4 = 40$ Ohm. Determine the value of the electromotive force E .

Answer: $E = 125$ V.

18.2.

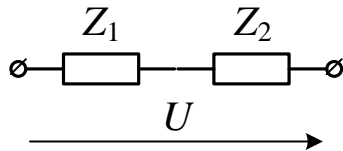


В колі – резонанс струмів. $I_{A1} = 6$ А; $I_{A3} = 3,6$ А. Визначити показання другого амперметра I_{A2} .

Відповідь: $I_{A2} = 4,8$ А.

The presented circuit operates in the mode of a current resonance. The values of currents are equal to: $I_{A1} = 6$ A; $I_{A3} = 3.6$ A. Determine the results of current measurements by the ammeter A_2 .

Answer: $I_{A2} = 4,8$ A.



18.3.

$U = 40$ В, $\underline{Z}_1 = 3 + j1,3$ Ом;

$\underline{Z}_2 = 10 + j40$ Ом.

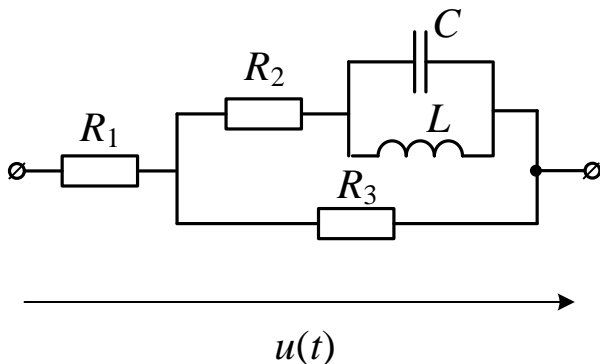
Визначити, яким чисто ємнісним опором слід шунтувати опір Z_2 аби струм у нерозгалуженій частині кола (тобто в Z_1) збігався за фазою з прикладеною напругою.

Відповідь: $X_C = -10$ Ом.

The parameters of the analyzed circuit are: $U = 40$ V, $\underline{Z}_1 = 3 + j1,3$ Ohm, $\underline{Z}_2 = 10 + j40$ Ohm;

Determine the value of a capacitive reactance which should be used in order to shunt the impedance Z_2 in order to guarantee that the value of current flowing through the impedance Z_1 has the same phase as the applied voltage U .

Answer: $X_C = -10$ Ohm.



18.4.

В електричному колі

$u(t) = 50 + \sqrt{2}\sin\omega t$ В;

$R_1 = 15$ Ом; $R_2 = R_3 = 10$ Ом;

$\omega L = 1/\omega C = 500$ Ом.

Визначити струм в котушці i_L .

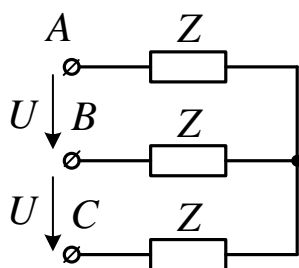
Відповідь:

$i_L(t) = 1,25 + 8\sqrt{2}\sin(\omega t - 90^\circ)$ А.

The parameters of the analyzed circuit are: $u(t) = 50 + \sqrt{2}\sin\omega t$ V, $R_1 = 15$ Ohm, $R_2 = R_3 = 10$ Ohm, $\omega L = 1/\omega C = 500$ Ohm.

Determine the expression for the current $i_L(t)$ in the time domain

Answer: $i_L(t) = 1,25 + 8\sqrt{2}\sin(\omega t - 90^\circ)$ A.



18.5.

Три однакові приймачі, з'єднані зіркою без нульового дроту, приєднані до трифазної мережі. Струми в приймачах були однакові: $I_A = I_B = I_C = 1$ А.

Визначити всі три фазні струми, якщо:

- 1) Розірвати фазу А;
- 2) Замкнути накоротко фазу А.

Відповідь:

- 1) $I_B = I_C = 0,866 \text{ A}$,
- 2) $I_B = I_C = 1,732 \text{ A}$, $I_A = 3 \text{ A}$.

Three similar consumers having a star connection without neutral wire are connected to a three-phase circuit. The values of currents are the same for all consumers:

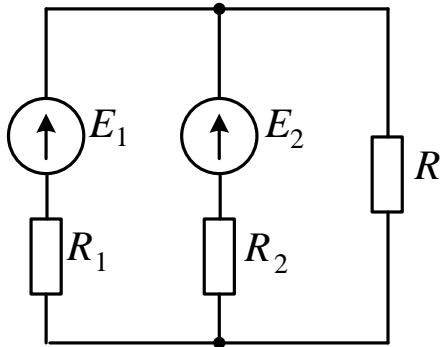
$I_A = I_B = I_C = 1 \text{ A}$. Determine all three phase currents provided:

- 1) Phase A is opened circuit.
- 2) Phase A has a short circuit

Answer: 1) $I_B = I_C = 0,866 \text{ A}$; 2) $I_B = I_C = 1,732 \text{ A}$, $I_A = 3 \text{ A}$.

Завдання 19

19.1.



Визначити напругу на приймачі R та потужність, яку віддають кожен з генераторів у зовнішнє коло. Визначити параметри еквівалентного генератора. $E_1 = 120 \text{ В}$, $E_2 = 100 \text{ В}$, $R = 12 \text{ Ом}$, $R_1 = 6 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_4 = 40 \text{ Ом}$.

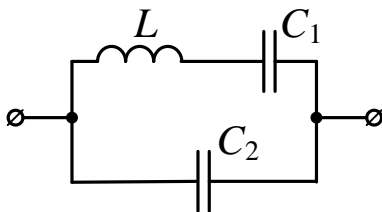
Відповідь: $U = 90 \text{ В}$, $P_1 = 450 \text{ Вт}$, $P_2 = 225 \text{ Вт}$, $E_e = 108 \text{ В}$, $R_e = 2,4 \text{ Ом}$.

Determine the voltage on resistor R and the power of each generator, which they transmit to external circuit. Determine the parameters of the equivalent generator.

$E_1 = 120 \text{ V}$, $E_2 = 100 \text{ V}$, $R = 12 \text{ Ohm}$, $R_1 = 6 \text{ Ohm}$, $R_2 = 4 \text{ Ohm}$, $R_4 = 40 \text{ Ohm}$.

Answer: $U = 90 \text{ V}$, $P_1 = 450 \text{ W}$, $P_2 = 225 \text{ W}$, $E_e = 108 \text{ V}$, $R_e = 2,4 \text{ Ohm}$.

19.2.



Визначити резонансні частоти в колі, де $L = 0,01 \text{ Гн}$, $C_1 = 0,25 \text{ мкФ}$, $C_2 = 0,2 \text{ мкФ}$.

Відповідь: $\omega_u = 2 \cdot 10^4$, $\omega_i = 2 \cdot 10^4$.

Determine the resonance frequencies in the analyzed circuit provided its parameters are: $L = 0,01 \text{ H}$, $C_1 = 0,25 \text{ uF}$, $C_2 = 0,2 \text{ uF}$.

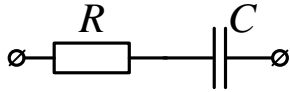
Answer: $\omega_u = 2 \cdot 10^4$, $\omega_i = 2 \cdot 10^4$.

19.3.

Коефіцієнт потужності споживача, що містить резистор і конденсатор у послідовному з'єднанні дорівнює $\cos \varphi_1 = 0,8$.

Чому дорівнюватиме коефіцієнт потужності споживача, якщо частоту синусоїдального джерела напруги зменшити у 3 рази?

Відповідь: 0,866.



The value of power factor of a consumer which consists of connected in series resistor and capacitor is equal to $\cos \varphi_1 = 0,8$. Determine the value of power factor assuming that the frequency of the AC power source has been increased by three times.

Answer: 0,866.

19.4.

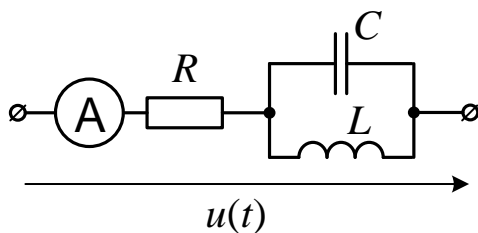
В електричному колі

$$u(t) = 20 + 10\sqrt{2}\sin(\omega t + 45^\circ) \text{ В};$$

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

Визначити показання амперметра I_A .

Відповідь: $I_A = 2 \text{ А}$.



The parameters of the analyzed circuit are: $u(t) = 20 + 10\sqrt{2}\sin(\omega t + 45^\circ) \text{ V}$, $R = \omega L = 1/\omega C = 10 \text{ Ohm}$. Determine the result of measurements by the ammeter A.

Answer: $I_A = 2 \text{ A}$.

19.5.

Три різні приймачі, з'єднані зіркою з нульовим проводом, живляться від трифазної чотиридротової системи з фазною напругою $U_\phi = 100 \text{ В}$.

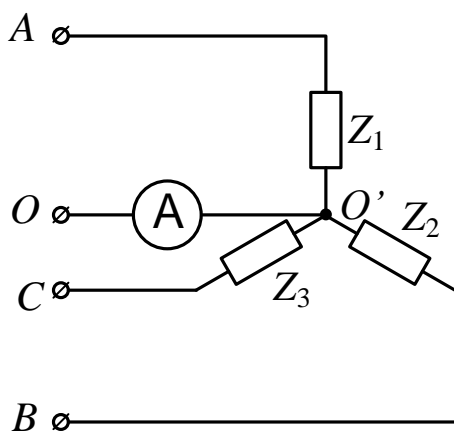
$$\underline{Z}_1 = 6 + j8 \text{ Ом}; \quad \underline{Z}_2 = -j20 \text{ Ом}; \quad \underline{Z}_3 = 10 \text{ Ом.}$$

Визначити струми в лінійних проводах і в нульовому проводі.

Відповідь:

$$I_A = 10 \text{ А}, \quad I_B = 5 \text{ А}, \quad I_C = 10 \text{ А},$$

$$I_0 = 10 \text{ А.}$$



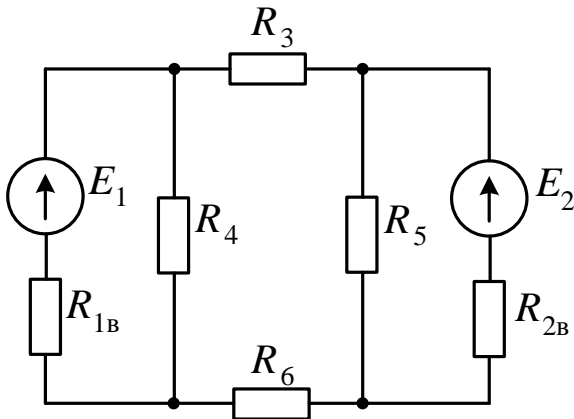
Three different consumers having a star connection with a neutral wire are supplied by using a three phase system with the phase voltage equal to 100 V. The parameters of the analyzed circuit are: $\underline{Z}_1 = 6 + j8 \text{ Ohm}$; $\underline{Z}_2 = -j20 \text{ Ohm}$; $\underline{Z}_3 = 10 \text{ Ohm}$.

Determine the values of currents flowing in the wires A, B, C and in the neutral wire.

Answer: $I_A = 10$ A, $I_B = 5$ A, $I_C = 10$ A, $I_0 = 10$ A.

Завдання 20

20.1.



Параметри електричного кола:
 $E_1 = 120$ В, $E_2 = 88$ В, $R_{1B} = 2$ Ом,
 $R_{2B} = 8$ Ом, $R_3 = 4$ Ом, $R_4 = 12$ Ом,
 $R_5 = 12$ Ом, $R_6 = 2$ Ом.

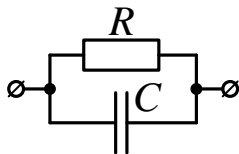
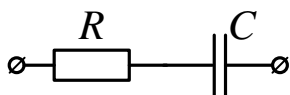
Визначити струми в генераторах та напруги на їх затискачах.

Відповідь: $I_1 = 12$ А, $I_2 = 2$ А,
 $U_1 = 96$ В, $U_2 = 72$ В.

The parameters of the analyzed circuit are: $E_1 = 120$ V, $E_2 = 88$ V, $R_{1B} = 2$ Ohm, $R_{2B} = 8$ Ohm, $R_3 = 4$ Ohm, $R_4 = 12$ Ohm, $R_5 = 12$ Ohm, $R_6 = 2$ Ohm. Determine the currents of generators and voltages on it.

Answer: $I_1 = 12$ A, $I_2 = 2$ A, $U_1 = 96$ V, $U_2 = 72$ V.

20.2.



Коефіцієнт потужності споживача, що містить резистор і конденсатор у послідовному з'єднанні дорівнює $\cos \varphi_1 = 0,8$.

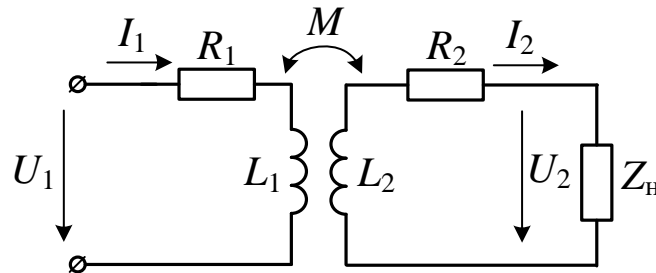
Яким буде коефіцієнт потужності споживача, що містить ті ж резистор і конденсатор у паралельному з'єднанні?

Відповідь: 0,6.

The value of power factor of a consumer, which consists of the connected in series capacitor and resistor is equal to $\cos \varphi_1 = 0,8$.

Determine the value of power factor for the same consumer in the case when its resistor and capacitor are connected in parallel.

Answer: 0,6.

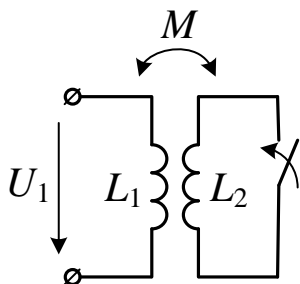
Примітка**Note:**

Рівняння трансформатора:
Equations of a transformer:

$$\begin{aligned} \underline{U}_1 &= \underline{I}_1 R_1 + \underline{I}_1 j\omega L_1 - \underline{I}_2 j\omega M; \\ 0 &= -\underline{I}_1 j\omega M + \underline{I}_2 j\omega L_2 + \underline{I}_2 R_2 + \underline{U}_2; \\ \underline{U}_2 &= \underline{I}_2 \underline{Z}_H. \end{aligned}$$

Коефіцієнт зв'язку між індуктивно зв'язаними обмотками:
The value of coefficient of a magnetic coupling:

$$k = M / \sqrt{L_1 L_2} = Z_M / \sqrt{\omega L_1 \omega L_2}.$$

20.3.

Струм у первинній обмотці трансформатора без осердя за умови розімкненого вторинного контуру дорівнював $I_{1\text{xx}} = 4$ А.

Визначити струм первинної обмотки за умови короткого замикання вторинної обмотки. Напруга живлення незмінна. Активним опором обмоток знехтувати в порівнянні з індуктивними опорами. Коефіцієнт зв'язку між обмотками $k = 40\%$.

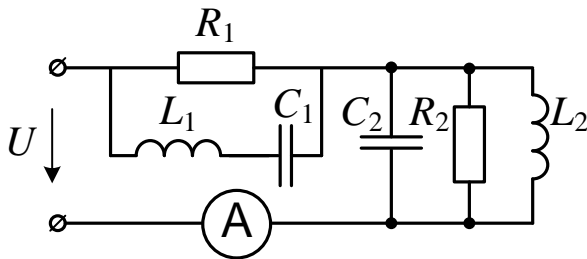
Відповідь: $I_{1\text{кз}} = 4$ А.

The value of current flowing in the primary circuit of an air core transformer provided that in the case of open secondary winding the value of current flowing in a primary winding was equal to $I_{1\text{oc}} = 4$ A. Determine the value of current in the primary winding ($I_{1\text{sc}}$) in the case of short-circuit in the secondary winding. The

magnetic coupling coefficient is equal to $k = 40\%$.

Answer: $I_{1sc} = 4 \text{ A}$.

20.4.



В електричному колі струм джерела $i(t) = 1 + \sqrt{2} \sin \omega t \text{ A}$, частота $\omega = 10^3 \text{ c}^{-1}$, параметри елементів:

$R_1 = 20 \text{ Ом}$; $L_1 = 0,02 \text{ Гн}$, $C_1 = 50 \text{ мкФ}$,
 $R_2 = 40 \text{ Ом}$; $L_2 = 0,04 \text{ Гн}$, $C_2 = 25 \text{ мкФ}$.

Визначити показання амперметра, миттєве значення напруги на конденсаторі C_1 та напруги живлення.

Відповідь: $I_A = \sqrt{1,5} \text{ A}$,

$u_{C_1}(t) = 20 + 20 \sin(\omega t - 45^\circ) \text{ В}$,

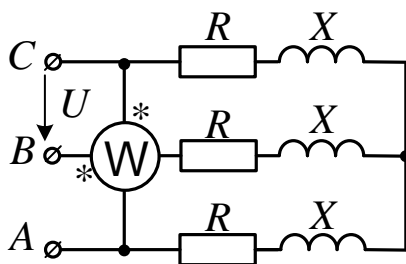
$u(t) = 20 + 40 \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ В}$.

The parameters of the analyzed circuit are: $R_1 = 20 \text{ Ohm}$; $L_1 = 0,02 \text{ H}$, $C_1 = 50 \text{ uF}$, $R_2 = 40 \text{ Ohm}$; $L_2 = 0,04 \text{ H}$, $C_2 = 25 \text{ uF}$. The waveform of current can be expressed as: $i(t) = 1 + \sqrt{2} \sin \omega t \text{ A}$, the value of angular frequency is equal to $\omega = 10^3$ radians per second.

Determine the results of current measurements by using the ammeter, expression for the instantaneous voltage drop across the capacitor C_1 and expression for the instantaneous voltage of the power source U .

Answer: $I_A = \sqrt{1,5} \text{ A}$, $u_{C_1}(t) = 20 + 20 \sin(\omega t - 45^\circ) \text{ V}$, $u(t) = 20 + 40 \sin(\omega t + 45^\circ) \text{ V}$.

20.5.



В симетричному трифазному колі $R = 12 \text{ Ом}$, $X = 9 \text{ Ом}$, система лінійних напруг симетрична $U = 380 \text{ В}$.

Чому дорівнює показання ватметра та яку потужність він враховує?

Відповідь: 3.34 кВАр .

The parameters of a symmetrical three phase circuit are: $R = 12 \text{ Ohm}$, $X = 9 \text{ Ohm}$. A system of the line voltages is symmetrical: $U = 380 \text{ V}$.

Determine the results of power measurements by the wattmeter W . Which type of power does it measure?

Answer: 3.34 kVAr .

ЛІТЕРАТУРА

1. Шебес М. Р. Теория линейных электрических цепей в упражнениях и задачах / М. Р. Шебес. – Москва : Высшая школа , 1967. – 480 с.
2. Гольдин О. Е. Задачник по теории электрических цепей : учеб. пособие / О. Е. Гольдин. – Москва : Высшая школа , 1969. – 312 с.
3. Мількевич Є. О., Максюта Д. В., Карлов В. Д. Основи теорії кіл. Аналіз лінійних та нелінійних кіл в перехідному та усталеному режимі: Навчальний посібник. – Харків: ХУПС, 2005, Ч. 2. – 268 с.
4. Теоретичні основи електротехніки: Збірник задач [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І. Н. Намацалюк, Ю. В. Перетятко. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,07 МБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 112 с.
5. Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Електричні кола: навч. посібник / В.С. Маляр. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 312 с.
6. Шегедін О.І., Маляр В.С. Теоретичні основи електротехніки. Частина 1. Навч. Посібник. – Львів. Магнолія плюс, 2004. – 172с.
7. Теорія електричних кіл і сигналів [Електронний ресурс] : навчальний посібник / Ю.М. Туз, Ю.С. Шумков ; за ред. Ю.М. Туза ; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 6,66 Мбайт). – Київ НТКК "КПІ", 2012 – 468 с.
8. Теорія електричних та магнітних кіл: конспект лекцій у 5-ти частинах / Укладач А.В. Булашенко. – Суми : Вид-во СумДУ, 2010. – Ч.4. – 181с.
9. Теорія електричних і магнітних кіл : підручник / С. В. Панченко, О. М. Ананьєва, М. М. Бабаєв, В. С. Блиндюк, М. Г. Давиденко, Н. П. Карпенко. - Харків : УкрДУЗТ, 2020. - 247 с.
10. Осадчук О. В. Теорія електричних кіл і сигналів. Частина 1 : навчальний посібник / О. В. Осадчук, О. С. Звягін. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 153 с.

Навчальне видання

КАЗАКОВЦЕВА Людмила Вікторівна
КОСТЮКОВ Іван Олександрович
КРОПАЧЕК Ольга Юріївна
ЛАВРІНЕНКО Ольга Валеріївна
ЛИТВИНЕНКО Світлана Анатоліївна

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ
ЗБІРНИК ЗАДАЧ
ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО І ЕТАПУ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ СТУДЕНТСЬКОЇ ОЛІМПІАДИ
для студентів електротехнічних спеціальностей

Відповідальний за випуск КОСТЮКОВ Іван Олександрович
Роботу до видання рекомендував ЧЕПЕЛЮК Олександр Олександрович

В авторській редакції.

План 2022 р., поз. 22

Підп. до друку _____. Формат 60×84 1/16. Папір офсетний.
Riso-друк. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 2,4.
Наклад 50 прим. Зам. № _____. Ціна договірна.

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.
61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

Електронний варіант