

Міністерство освіти та науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-
інтегрованих технологій

04-03-399М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №1 з навчальної дисципліни
«Електротехніка»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
освітньо-професійною програмою «Автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості ННІ ЕАВГ
Протокол № 3 від 26.11.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 1 з навчальної дисципліни «Електротехніка» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Маланчук Є. З., Христюк А. О. – Рівне : НУВГП, 2024. – 22 с.

Укладачі: Маланчук Є. З., д.т.н., професор кафедри АЕКІТ;
Христюк А. О., к.т.н., доцент кафедри АЕКІТ.

Відповідальний за випуск: Древецький В. В., д.т.н., професор, завідувач кафедри АЕКІТ.

Керівник освітньої програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»: Христюк А. О., к.т.н., доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

© Є. З. Маланчук,
А. О. Христюк, 2024
© НУВГП, 2024

Робота 1. Дослідження електричних кіл з послідовним, паралельним та змішаним з'єднанням опорів

Study of electric circuits with series, parallel and mixed connection of resistances

1.1. Мета роботи

Вивчити експериментальні методи дослідження електричних кіл з послідовним, паралельним і змішаним з'єднанням опорів. Навчитись визначати еквівалентні опори при різних способах їх з'єднання та потужності, що споживають окремі опори та електричні кола.

The purpose of the work

To study experimental methods of researching electric circuits with series, parallel and mixed connection of resistances. Learn to determine equivalent resistances in different ways of connecting them and the power consumed by individual resistances and electrical circuits.

1.2. Короткі теоретичні відомості

Як відомо, опори в електричному колі можуть бути з'єднані послідовно (рис.1.1,а), паралельно (рис.1.1,б) та змішано (рис.1.1,в).

При послідовному з'єднанні кінець одного опору з'єднується з початком другого, кінець другого – з початком третього і т.д. При цьому струм у всіх послідовно з'єднаних опорах має однакову величину, а спад напруг на кожному опорі - пропорційний цьому струму.

Струм у колі з послідовним з'єднанням опорів згідно закону Ома

$$I = \frac{U}{R_{екв}}, \quad /1.1/$$

де $R_{екв} = \sum_{i=1}^n R_i$ – еквівалентний опір кола, який у загальному випадку, дорівнює арифметичній сумі n послідовно з'єднаних опорів.

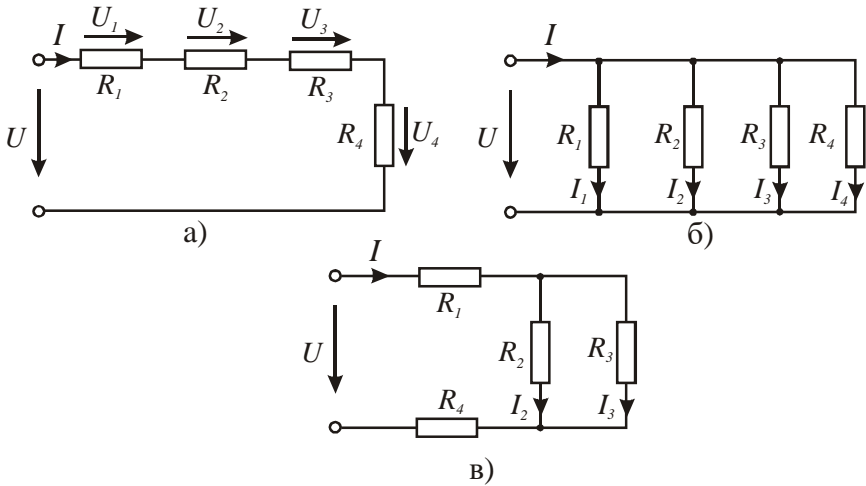


Рис.1.1.

Спад напруги на кожному опорі

$$U_i = IR_i . \quad /1.2/$$

Напруга на вході електричного кола дорівнює арифметичній сумі напруг на окремих опорах :

$$U = \sum_{i=1}^n U_i = I \sum_{i=1}^n R_i . \quad /1.3/$$

Потужність і-того споживача у послідовному колі

$$P_i = I^2 R_i = \frac{U_i^2}{R_i} , \quad /1.4/$$

а всього кола

$$P = \sum_{i=1}^n P_i = I^2 \sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n \frac{U_i^2}{R_i} . \quad /1.5/$$

Паралельне з'єднання опорів (рис.1.1,б) – це таке з'єднання, коли умовні початки всіх опорів з'єднані в одну точку, а кінці – в другу. При паралельному з'єднанні на всіх опорах однакова напруга, яка дорівнює напрузі джерела живлення U . Струм у кожному опорі пропорційний цій напрузі:

$$I_i = \frac{U}{R_i} = U g_i, \quad /1.6/$$

де $g_i = \frac{1}{R_i}$ – провідність і-того опору.

Сила струму в нерозгалуженій частині кола

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = \sum_{i=1}^4 I_i \quad /1.7/$$

або

$$I = U g_{екв}, \quad /1.8/$$

де $g_{екв} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 = \sum_{i=1}^4 g_i = \sum_{i=1}^4 \frac{1}{R_i}$ – еквівалентна провідність

кола.

Потужність, що споживається при паралельному з'єднанні опорів і-ою віткою,

$$P_i = U^2 g_i = \frac{1}{R_i} U^2, \quad /1.9/$$

а - усім колом

$$P = \sum_{i=1}^n P_i = U^2 \sum_{i=1}^n g_i = U^2 g_{екв}. \quad /1.10/$$

Змішане з'єднання опорів (рис.1.1,в) – це таке з'єднання, коли частина з них з'єднана паралельно (опори R_2, R_3), а інші - послідовно.

Еквівалентний опір всього кола (рис.2.1,в) дорівнює

$$R_{екв} = R_1 + R_{23} + R_4, \quad /1.11/$$

де $R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$.

Сила струму джерела живлення дорівнює

$$I = I_2 + I_3 = \frac{U}{R_{екв}} = U g_{екв} . \quad /1.12/$$

Остання рівність дає можливість експериментально підтвердити перший закон Кірхгофа.

Електрична енергія, що виробляється джерелом живлення (генератором), перетворюється в інші види енергії: теплову, світлову, механічну тощо. При цьому виконується баланс потужностей

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n = \sum_{i=1}^n P_i , \quad /1.13/$$

де $P = UI$ – потужність джерела живлення, $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ – потужності споживачів.

Для електричного кола (рис.2.1,а) баланс потужностей можна записати так:

$$P = UI = I^2 R_1 + I^2 R_2 + I^2 R_3 + I^2 R_4 = I^2 \sum_{i=1}^4 R_i = I^2 R_{екв} . \quad /1.14/$$

Для електричного кола, наведеного на рис.1.1,б,

$$\begin{aligned} P = UI &= I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 = g_1 U^2 + g_2 U^2 + g_3 U^2 + g_4 U^2 = \\ &= U^2 \sum_{i=1}^4 g_i = U^2 g_{екв} \end{aligned} \quad /1.15/$$

і при змішаному з'єднанні опорів

$$\begin{aligned} P = UI &= I^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I^2 R_4 = I^2 (R_1 + R_4) + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 = \\ &= I^2 \left(R_1 + R_4 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_4} \right) . \end{aligned} \quad /1.16/$$

Brief theoretical information

Resistances in an electric circuit can be connected in series (Fig. 1.1, a), parallel (Fig. 1.1, b) and mixed (Fig. 1.1, c).

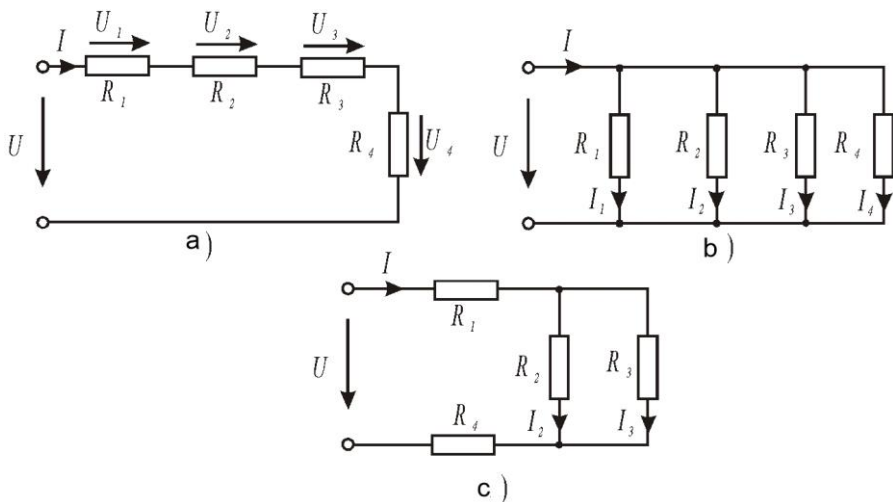


Fig. 1.1.

When connected in series, the end of one resistor is connected to the beginning of the second, the end of the second to the beginning of the third, etc. At the same time, the current in all series-connected resistances has the same value, and the voltage drop on each resistance is proportional to this current.

Current in a circuit with a series connection of resistances according to Ohm's law

$$I = \frac{U}{R_{\text{екв}}}, \quad /1.1/$$

$$R_{\text{екв}} = \sum_{i=1}^n R_i -$$

as well equivalent circuit resistance, which in general is equal to the arithmetic sum n resistors connected in series.

Voltage drop across each resistance

$$U_i = IR_i. \quad /1.2/$$

The voltage at the input of the electric circuit is equal to the arithmetic sum of the voltages at the individual resistances:

$$U = \sum_{i=1}^n U_i = I \sum_{i=1}^n R_i, \quad /1.3/$$

The power of the all i consumer in a series circuit

$$P_i = I^2 R_i = \frac{U_i^2}{R_i}, \quad /1.4/$$

and the whole circle

$$P = \sum_{i=1}^n P_i = I^2 \sum_{i=1}^n R_i = \sum_{i=1}^n \frac{U_i^2}{R_i}. \quad /1.5/$$

Parallel connection of resistances (Fig. 1.1, b) is such a connection, when the conditional beginnings of all resistances are connected to one point, and the ends - to another. When connected in parallel, all resistances have the same voltage, which is equal to the voltage of the power source U . The current in each resistance is proportional to this voltage:

$$I_i = \frac{U}{R_i} = U g_i, \quad /1.6/$$

as well $g_i = \frac{1}{R_i}$ - conductivity of the i-th resistance.

Current strength in the unbranched part of the circuit

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = \sum_{i=1}^4 I_i \quad /1.7/$$

or $I = U g_{\text{экв}}$, /1.8/

as well $g_{\text{экв}} = g_1 + g_2 + g_3 + g_4 = \sum_{i=1}^4 g_i = \sum_{i=1}^4 \frac{1}{R_i}$ - equivalent circuit conductivity.

The power consumed when the resistances are connected in parallel by the i-th branch,

$$P_i = U^2 g_i = \frac{1}{R_i} U^2, \quad /1.9/$$

and the whole circle

$$P = \sum_{i=1}^n P_i = U^2 \sum_{i=1}^n g_i = U^2 g_{\text{екв}}. \quad /1.10/$$

A mixed connection of resistances (Fig. 1.1, c) is such a connection when part of them is connected in parallel (supports R_2, R_3), and others - sequentially.

The equivalent resistance of the entire circuit (Fig. 1.1, c) is equal to

$$R_{\text{екв}} = R_1 + R_{23} + R_4, \quad /1.11/$$

as well
$$R_{23} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}.$$

The current strength of the power source is equal to

$$I = I_2 + I_3 = \frac{U}{R_{\text{екв}}} = U g_{\text{екв}}. \quad /1.12/$$

The last equality makes it possible to experimentally confirm Kirchhoff's first law.

Electric energy produced by a power source (generator) is transformed into other types of energy: thermal, light, mechanical, etc. At the same time, the power balance is performed

$$P = P_1 + P_2 + \dots + P_n = \sum_{i=1}^n P_i, \quad /1.13/$$

as well $P = UI$ - power source power, $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ - power of consumers.

For an electric circuit (Fig. 1.1, a), the power balance can be written as follows:

$$P = UI = I^2 R_1 + I^2 R_2 + I^2 R_3 + I^2 R_4 = I^2 \sum_{i=1}^4 R_i = I^2 R_{\text{екв}}. \quad /1.14/$$

For the electric circuit shown in Fig. 1.1, b,

$$\begin{aligned}
 P = UI &= I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4 = g_1 U^2 + g_2 U^2 + g_3 U^2 + g_4 U^2 = \\
 &= U^2 \sum_{i=1}^4 g_i = U^2 g_{\text{екв}}
 \end{aligned}
 \tag{1.15}$$

and with a mixed connection of resistances

$$\begin{aligned}
 P = UI &= I^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I^2 R_4 = I^2 (R_1 + R_4) + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 = \\
 &= I^2 \left(R_1 + R_4 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_4} \right)
 \end{aligned}
 \tag{1.16}$$

1.3. Програма роботи

1. Дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням опорів.
2. Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням опорів.
3. Дослідження електричного кола зі змішаним з'єднанням опорів.

Work program

1. Study of an electric circuit with series connection of resistances.
2. Study of an electric circuit with parallel connection of resistances.
3. Study of an electric circuit with a mixed connection of resistances.

1.4. Опис лабораторної установки

Проведення лабораторної роботи здійснюється на стенді УІЛС. Для цього необхідно скласти електричне коло, схема якого наведена на рис.1.2.

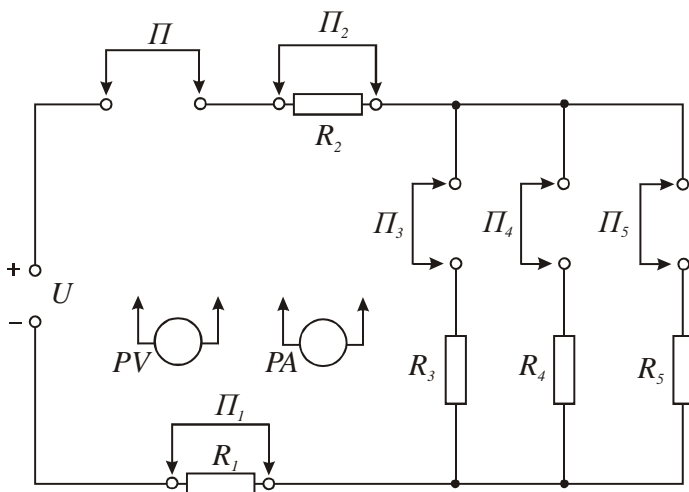


Рис.1.2

Напругу на вхід кола подають від джерела, яке дозволяє регулювати її в межах 0...20 В за допомогою ручки “Напруга”. При складанні кола використовують необхідні резистори з комплекту лабораторного стенда. Цифрові прилади, що також входять до лабораторного стенда, дають можливість вимірювати напруги і струми в необхідних межах. Комутацію в електричному колі здійснюють за допомогою перемичок.

Description of the laboratory bench

Laboratory work is carried out at the laboratory bench ULS. For this, it is necessary to make an electric circuit, the diagram of which is shown in Fig. 1.2.

The voltage at the circuit input is supplied from a source that allows you to adjust it within 0...20 V using the "Voltage" knob. When assembling the circuit, the necessary resistors from the set of the laboratory stand are used. Digital devices, which are also included in the laboratory stand, make it possible to measure voltages and currents within the required limits. Switching in the electrical circuit is carried out using jumpers.

1.5. Порядок виконання роботи

Для виконання лабораторних досліджень зібрати електричне коло згідно зі схемою, наведеною на рис.1.2, використавши резистори з опорами, заданими викладачем.

1. Для дослідження електричного кола з послідовним з'єднанням опорів необхідно:

- зняти перемички $П_1, П_2, П_4$ і $П_5$, що призведе до послідовного з'єднання опорів R_1, R_2 і R_3 ;
- зняти перемичку $П$ і на її місце під'єднати прилад PA для вимірювання струму;
- вольтметр PV під'єднати до вхідних точок кола;
- ввімкнути джерело живлення і, користуючись вольтметром PV , виставити величину напруги, задану викладачем;
- приладом PA поміряти струм у колі;
- користуючись вольтметром PV , виміряти напруги на опорах R_1, R_2 і R_3 ;
- результати вимірювань записати в табл.1;
- на основі результатів вимірювань визначити величину опорів окремих резисторів R_1, R_2 і R_3 ;
- вирахувати еквівалентний опір кола через знайдені опори резисторів, а також $R_{екв}^*$ на підставі закону Ома;
- порівняти отримані величини $R_{екв}$ і оцінити величину похибки експерименту;
- вирахувати величини потужностей, що виділяються в окремих опорах кола (формула 1.4), а також сумарну потужність (формула 1.5), що споживається опорами кола;
- визначити потужність джерела живлення P^* , користуючись значенням струму (формула 1.1) і напруги (формула 1.3) на вході кола;
- перевірити виконання балансу потужностей і зробити належний висновок.

Таблиця 1

| Вимірювання | | | | | Обчислення | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-------|-------|-------|------------|-------|-------|-----------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|
| U | I | U_1 | U_2 | U_3 | R_1 | R_2 | R_3 | $R_{екв}$ | $R_{екв}^*$ | P_1 | P_2 | P_3 | P | P^* |
| B | A | B | B | B | O | O | O | O | O | Bm | Bm | Bm | Bm | Bm |
| | | | | | M | M | M | M | M | | | | | |

2. Провести дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням опорів. Для чого необхідно:

- поставити перемички $\Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4$ і Π_5 , забезпечивши паралельне з'єднання опорів R_3, R_4 і R_5 ;
- встановити задану викладачем величину вхідної напруги U ;
- знімаючи послідовно перемички Π, Π_3, Π_4 і Π_5 і під'єднуючи на їх місце кожний раз прилад PA , поміряти струм I в нерозгалуженій частині кола і потім струми I_3, I_4 і I_5 у відповідних опорах;
- результати вимірювань записати до табл. 2.;
- на основі результатів вимірювання вирахувати опори і провідності окремих віток (формула 1.6);
- знайти величину еквівалентної провідності всього кола через провідності окремих віток і визначити загальну провідність кола g^* , користуючись законом Ома (формула 1.8);
- порівняти отримані результати і зробити оцінку величини похибки експерименту;
- вирахувати величини потужностей, що виділяються в окремих опорах (формула 1.9), а також сумарну потужність, що споживається у колі (формула 1.10);
- визначити потужність джерела живлення;
- перевірити виконання балансу потужностей (формула 1.14) і зробити належний висновок.

Таблиця 2

| Вимірювання | | | | | Обчислення | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-------|-------|-------|------------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------|-----|-------|--|
| U | I | I_1 | I_2 | I_3 | R_3 | R_4 | R_5 | $R_{ек}$ | $R_{ек}^*$ | g_3 | g_4 | g_5 | $g_{ек}$ | $g_{ек}^*$ | P_3 | P_4 | P_5 | P | P^* | |
| V | A | A | A | A | Om | | | | | $Сim$ | | | | | Vm | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. Провести дослідження електричного кола зі змішаним з'єднанням опорів. Для цього необхідно:

- зняти перемички Π_1 і Π_5 , здійснивши таким чином послідовне з'єднання опору R_1 з паралельно з'єднаними опорами R_3 і R_4 ;
- провести вимірювання струмів в опорах і всіх напруг;
- результати вимірювань занести до табл.3.

Таблиця 3

| Вимірювання | | | | | | Обчислення | | | | | | | | | |
|-------------|---------|------------|-------|---------|---------|------------|-------|-------|----------|-----------|-------|-------|-------|-----|-------|
| U , | U_1 , | U_{34} , | I , | I_3 , | I_4 , | R_1 | R_3 | R_4 | $R_{ек}$ | R_{e}^* | P_1 | P_3 | P_4 | P | P^* |
| B | B | B | A | A | A | $Ом$ | | | | | $Вт$ | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

- на підставі результатів вимірювань вирахувати величини опорів R_1, R_3 і R_4 , а також еквівалентний опір кола (формула 1.11);
- визначити еквівалентний опір кола $R_{екв}^*$, користуючись законом Ома, і порівняти його величину з попереднім значенням;
- зробити висновок про величину похибки експерименту;
- визначити потужності, що виділяються в окремих опорах і в усьому колі (формула 1.13);
- визначити потужність джерела живлення (формула 1.14) і перевірити виконання балансу потужностей. Зробити належний висновок.

The order of work

To carry out laboratory research, assemble an electric circuit according to the scheme shown in Fig. 1.2, using resistors with resistances specified by the teacher.

1. To study an electric circuit with a series connection of resistances, it is necessary:

- remove jumpers Π_1, Π_2, Π_4 and Π_5 , which will lead to the series connection of resistances R_1, R_2 і R_3 ;
- remove the jumper Π and connect the device in its place PA for current measurement;
- voltmeter PV connect to the input points of the circle;
- turn on the power source and, using a voltmeter PV , set the voltage value specified by the teacher;
- device PA measure the current in the circuit;
- using a voltmeter PV , measure the voltages on the supports R_1, R_2 and R_3 ;
- record the measurement results in table 1;
- on the basis of the measurement results, determine the value of the resistances of individual resistors R_1, R_2 and R_3 ;

- calculate the equivalent resistance of the circuit through the found resistances of the resistors, as well as R_{eq}^* based on Ohm's law;
- compare the obtained values R_{eq} and estimate the amount of experimental error;
- calculate the amounts of power released in individual supports of the circle /2.4/, as well as the total power /2.5/ consumed by the supports of the circle;
- determine the power of the power source R^* , using the value of current /2.1/ and voltage /2.3/ at the circuit input;
- check the execution of the balance of capacities and draw an appropriate conclusion.

Table 1

| Measurement | | | | | Calculation | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-------|-------|-------|-------------|---------|---------|-------------|-------------|---------|---------|-------|-------|---------|
| U | I | U_1 | U_2 | U_3 | R_1 , | R_2 , | R_3 , | R_{ekg} , | R_{ekg}^* | P_1 , | P_2 , | P_3 | P , | P^* , |
| V | A | V | V | B | Ohm | Ohm | Ohm | Ohm | Ohm | W | W | W | W | W |
| | | | | | | | | | | | | | | |

2. Conduct a study of an electric circuit with parallel connection of resistances. What is needed for:

- put jumpers Π_1 , Π_2 , Π_3 , Π_4 and Π_5 , providing a parallel connection of resistances R_3 , R_4 and R_5 ;
- set the value of the input voltage specified by the teacher U ;
- sequentially removing the jumpers Π , Π_3 , Π_4 and Π_5 and connecting a device in their place each time PA , measure the current I in the unbranched part of the circuit and then the currents I_3 , I_4 and I_5 in the corresponding supports;
- record the measurement results in the table. 2.;
- based on the measurement results, calculate the resistances and conductivities of individual branches /1.6/;
- find the value of the equivalent conductivity of the entire circuit due to the conductivity of individual branches and determine the total conductivity of the circuit g^* , using Ohm's law /1.8/;
- compare the obtained results and make an estimate of the error of the experiment;
- calculate the amounts of power released in individual resistances /1.9/, as well as the total power consumed in the circuit /1.10/;
- determine the power of the power source;

- check the execution of the power balance /1.14/ and make the appropriate conclusion.

Table 2

| Measurement | | | | | Calculation | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|----------|------------|-----------|-------|-------|----------|------------|----------|-------|-------|-----|-------|
| U | I | I_1 | I_2 | I_3 | R_3 | R_4 | R_5 | $R_{ек}$ | $R_{ек}^*$ | g_3 | g_4 | g_5 | $g_{ек}$ | $g_{ек}^*$ | P_3 | P_4 | P_5 | P | P^* |
| V | A | A | A | A | <i>Ohm</i> | | | | | <i>Sm</i> | | | | | <i>W</i> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. Conduct a study of an electric circuit with a mixed connection of resistances. For this you need:

- remove jumpers Π_1 and Π_5 , thereby making a series connection of the resistance R_1 with parallel-connected supports R_3 and R_4 ;
- measure currents in resistances and all voltages;
- enter the measurement results in Table 3.

Table 3

| Measurement | | | | | | Calculation | | | | | | | | | |
|-------------|-------|----------|-----|-------|-------|-------------|-------|-------|----------|------------|----------|-------|-------|-----|-------|
| U | U_1 | U_{34} | I | I_3 | I_4 | R_1 | R_3 | R_4 | $R_{ек}$ | $R_{ек}^*$ | P_1 | P_3 | P_4 | P | P^* |
| V | V | V | A | A | A | <i>Ohm</i> | | | | | <i>W</i> | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

- based on the measurement results, calculate the resistance values R_1, R_3 and R_4 , as well as the equivalent circuit resistance /1.11/;
- determine the equivalent circuit resistance $R_{ек}^*$, using Ohm's law, and compare its value with the previous value;
- draw a conclusion about the size of the error of the experiment;
- determine the powers released in individual supports and in the entire circuit /1.13/;
- determine the power of the power source /1.14/ and check the power balance. Make an appropriate conclusion.

1.6. Контрольні запитання

1. Нарисувати схему послідовного з'єднання трьох опорів і записати величину еквівалентного опору кола.

2. Нарисувати схему електричного кола з паралельним з'єднанням трьох опорів і записати величину еквівалентного опору такого з'єднання.

3. Нарисувати схему електричного кола, що складається із трьох опорів зі змішаним з'єднанням. Чому буде дорівнювати еквівалентний опір такого кола, якщо опори різні, тобто $R_1 \neq R_2 \neq R_3$?

4. Задано електричне коло, схема якого наведена на рис.1.3. Напруга на затискачах кола $U = 120$ В, струм $I = 24$ А, опір $R_1 = 100$ Ом, $R_2 = 250$ Ом. Визначити опір R_3 і потужність, що виділяється в ньому.

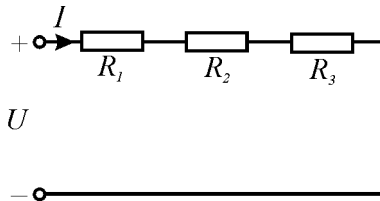


Рис.1.3

5. В електричному колі (рис.2.4) з паралельним з'єднанням трьох резисторів $R_1 = R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 40$ Ом, потужність всього кола $P = 32$ Вт. Визначити напругу на вході кола, загальний струм I , а також струми у вітках I_1, I_2, I_3 .

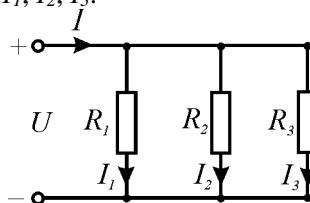


Рис.1.4

6. Як формулюється баланс потужностей для електричних кіл?

7. Визначити еквівалентний опір електричного кола (рис.1.5) за умови, що всі опори рівні між собою.

8. Якщо у колі рис. 1.5 опори $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 10$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 0$, а струми $I_2 = 1,8$ А, $I_3 = 3$ А, то чому повинна дорівнювати напруга на вході кола U ?

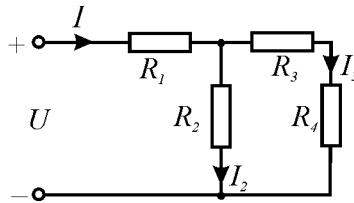


Рис.1.5

9. В електричному колі (рис.1.5) опори $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_4 = 0$. Еквівалентний опір кола $R_{екв} = 6$ Ом. Визначити величину опору R_3 .

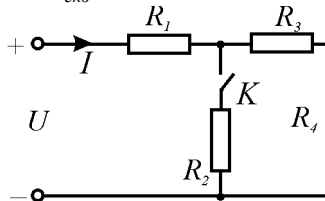


Рис.1.6

10. В електричному колі (рис.1.6) в результаті протікання струму має місце падіння напруг на опорах R_1 і R_3 . Як зміниться падіння напруги на опорі R_1 при замиканні ключа K , якщо вхідна напруга U залишається незмінною?

Control questions

1. Draw a diagram of the series connection of three resistors and write down the value of the equivalent circuit resistance.

2. Draw a diagram of an electric circuit with a parallel connection of three resistances and write down the value of the equivalent resistance of such a connection.

3. Draw a diagram of an electrical circuit consisting of three resistances with a mixed connection. Why will the equivalent resistance of such a circuit be equal, if the resistances are different, i.e. $R_1 \neq R_2 \neq R_3$?

4. An electric circuit is specified, the diagram of which is shown in Fig. 1.3. Voltage on the circuit clamps $U = 120$ V, current $I = 24$ A, resistance $R_1 = 100$ Ohm, $R_2 = 250$ Ohms. Determine the resistance R_3 and the power released in it.

5. In an electric circuit (Fig. 2.4) with a parallel connection of three resistors $R_1 = R_2 = 20$ Ohm, $R_3 = 40$ Ohm, the power of the entire circuit

$P = 32 \text{ W}$. Determine the voltage at the circuit input, the total current I , as well as currents in the branches I_1, I_2, I_3 .

6. How is the power balance for electric circuits formulated?

7. Determine the equivalent resistance of the electric circuit (Fig. 1.5) provided that all resistances are equal to each other.

8. If in the circle of fig. 1.5 resistors $R_1 = 4 \text{ Ohm}$, $R_2 = 10 \text{ Ohm}$, $R_3 = 6 \text{ Ohm}$, $R_4 = 0$, and currents $I_2 = 1.8 \text{ A}$, $I_3 = 3 \text{ A}$, then what should the voltage U at the input of the circuit be equal to?

9. In the electric circuit (Fig. 1.5) resistors $R_1 = 2 \text{ Ohm}$, $R_2 = 6 \text{ Ohm}$, $R_4 = 0$. Equivalent circuit resistance $R_{eq} = 6 \text{ Ohm}$. Determine the value of the resistance R_3 .

10. In the electric circuit (Fig. 1.6) as a result of current flow, there is a voltage drop at the resistors R_1 and R_3 . How will the voltage drop across the resistance change R_1 when closing the key K , if the input voltage U remains the same?

Основи техніки електробезпеки

Порушення правил техніки безпеки приводить до електротравматизму. Всім, хто зв'язаний з експлуатацією електротехнічного устаткування, в обов'язковому порядку необхідно знати «Правила технічної експлуатації електроустаткування» та «Правила техніки електробезпеки».

При обслуговуванні електроустаткування напруга і струм не виявляють зовнішніх ознак, тому ураження електричним струмом настає несподівано. Залежно від величини і часу дії струму, що проходить через організм людини, може виникнути електротравма у вигляді опіків, непритомності, судом, припинення дихання і навіть смерть.

Дослідженнями встановлено, що людина не відчуває дії струму до 0,5 мА. Відчутний струм до 1,5 мА не уражає людину. При струмі 10...15 мА людина не може відірвати рук від електродів. Струм уражає органи дихання та серцево-судинну систему. При 100 мА серце припиняє діяльність і, отже, цей струм вважають смертельним.

На ступінь ураження впливає не тільки величина струму, а і час його дії. Пояснюється це тим, що із збільшенням часу дії струму зменшується опір тіла людини за рахунок розширення судин шкіри, підвищення виділення поту. Опір тіла людини буває від 600 до 100 000 Ом. Крім того, величина струму залежить від величини прикладеної напруги та від опору кола, по якому проходить струм. Опір тіла людини – величина змінна і зменшується із збільшенням напруги. Тому із збільшенням часу проходження струму, а також із збільшенням напруги опір зменшується, а струм зростає, а з ним зростає і ступінь ураження. Зауважимо, що опір людини у нетверезому стані, а також у стані нервового збудження і з дефектами шкіри значно менший, ніж у здорової людини. Це створює ще більшу небезпеку ураження електричним струмом.

Дослідження електротравматизму показують, що близько 60 % нещасних випадків відбуваються через безпосередній дотик до голих струмоведучих частин, які знаходяться під напругою. Велике значення у зменшенні струму ураження мають наявність сухої підлоги, взуття, діелектричних рукавичок, бот і калош, гумових килимків та інших діелектриків, які в електричному колі створюють

додатковий опір, чим значно обмежується сила струму. Слід пам'ятати, що у вологих приміщеннях (відносна вологість яких перевищує 75 %) і у приміщеннях з пилом, що пропускає електричний струм, особливо небезпечно торкатись до струмоведучих частин, ізоляція яких може бути значно нижчою і ненадійною.

Основні правила електробезпеки в електротехнічних лабораторіях

1. До роботи в лабораторії допускаються лише особи, які вивчили інструкцію з правил безпеки.
2. Вивчивши зміст інструкції і прослухавши додатковий інструктаж, студент розписується в журналі з техніки безпеки і несе відповідальність за виконання основних правил електробезпеки.
3. Забороняється торкатися до неізольованих частин електрично ї установки, що перебуває під напругою.
4. Неможна без дозволу викладача або завідувача лабораторіями робити будь-які вмикання і перемикавання на головному розподільному щиті.
5. Складати коло за схемою можна тільки при вимкненій напрузі.
6. Забороняється прокладати провідники через проходи між робочими місцями і скручувати їх у клубок. Провідники треба брати ізольовані, відповідного перерізу і з ізольованими наконечниками.
7. Усі вимірювальні прилади треба розміщувати так, щоб можна було спостерігати за їх показами, не перехиляючись через провідники.
8. Вмикати струм у колі можна тільки з дозволу викладача.
9. Забороняється виконувати будь-які переминання схеми під напругою.
10. Якщо під час роботи виникла несправність електрообладнання, то про це треба негайно повідомити викладача.
11. У випадку ураження струмом необхідно негайно вимкнути відповідний вимикач, повідомити викладача та надати першу допомогу потерпілому і викликати швидку медичну допомогу.