

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ І КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра електротехніки і електромеханіки
імені професора В.В. Овчарова

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ, ЧАСТИНА 3

РОБОЧИЙ ЗОШИТ ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

для здобувачів

« »

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
денної форми навчання

Мелітополь – 2020

УДК 621. 3.01 (075)

Теоретичні основи електротехніки, частина 3. Робочий зошит до лабораторних занять для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної форми навчання / І.О. Попова. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. – 49 с.

Розробник: к.т.н., доцент кафедри електротехніки і електромеханіки професора . . . **Попова І.О.**

Рецензент: старший викладач кафедри «Електроенергетика і автоматизація», кандидат технічних наук **Лобода О.І.**

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри електротехніки і електромеханіки імені . . .
Протокол № 1 від 31.08.2020 р.

Затверджено методичною комісією енергетики і комп'ютерних технологій
Протокол № 2 від 28.10.2020 р.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ..... | 5 |
| Лабораторна робота 1. | |
| Дослідження динамічного і статичного опору елементів нелінійних кіл постійного струму | 9 |
| Лабораторна робота 2. | |
| Дослідження нелінійних кіл постійного струму..... | 12 |
| Лабораторна робота № 3. | |
| Дослідження нерозгалужених магнітних кіл при постійних магнітних потоках..... | 15 |
| Лабораторна робота 4. | |
| Дослідження втрат активної потужності котушки з феромагнітним осереддям..... | 17 |
| Лабораторна робота 5. | |
| Дослідження індуктивної котушки з феромагнітним осердям..... | 20 |
| Лабораторна робота 6. | |
| Дослідження трансформатора з феромагнітним осердям..... | 23 |
| Лабораторна робота 7. | |
| Дослідження перехідних процесів в котушці у лінійних колах з постійною ЕРС..... | 27 |
| Лабораторна робота 8. | |
| Дослідження перехідних процесів зарядження і розрядження конденсатора через резистор в лінійних колах з постійною ЕРС..... | 32 |
| Лабораторна робота 9. | |
| Дослідження перехідних процесів у лінійному електричному колі з послідовно з'єднаними котушкою і конденсатором..... | 37 |

Лабораторна робота 10.

Дослідження перехідних процесів в нерозгалуженому колі з котушкою при підключенні її до джерела синусоїдної напруги..... 40

Лабораторна робота 11.

Дослідження перехідних процесів зарядження і розрядження конденсатора через резистор в лінійних колах з синусоїдною ЕРС..... 44

Критерії оцінювання лабораторних робіт..... 48

Список рекомендованої літератури..... 49

ВСТУП

Лабораторні заняття з дисципліни ТОЕ, ч.3, які проводяться в спеціалізованих лабораторіях кафедри електротехніки і електромеханіки в аудиторіях 1.211, 1.212, є одним з основних видів навчальних занять студентів при її вивченні. Дисципліна «Теоретичні основи електротехніки» є базовою у підготовці фахівців зі спеціальності 141 «Електротехніка та електромеханіка», і є обов'язковою для студентів спеціальності 141 «Електротехніка та електромеханіка».

Метою лабораторних занять з дисципліни «Теоретичні основи електротехніки» є навчання студентів методам розрахунку електромагнітних процесів і відповідних перетворень енергії, засвоєння основних понять та законів, пов'язаних з практичним використанням електричних та магнітних явищ, оволодіння методами аналізу електричних кіл постійного та змінного струмів

В результаті підготовки до лабораторних занять і виконання експериментальних лабораторних досліджень з вказаної дисципліни студент повинен знати: суть фізичних явищ електротехніки; основні закони електротехніки; математичні записи законів електротехніки; одиниці електричних та магнітних величин і співвідношення між цими величинами; сутність фізичних процесів, які відбуваються в електричних і магнітних колах постійного і змінного струмів; методи аналізу електричних кіл; умовні графічні позначення в електричних колах; фізичні явища електротехніки, які протікають в електротехнічних пристроях.

Після проведення даних лабораторних занять студент повинен уміти: складати принципову і розрахункову схеми кола або електротехнічного пристрою; вимірювати основні електричні величини; розрахувати лінійні електричні кола.

Внаслідок опанування матеріалу наведених лабораторних занять студент отримує навички застосування фізичних явищ при аналізі фізичних процесів в електричному колі та застосування законів електротехніки при розрахунку електричних кіл, струму, напруги, потужності, електричної енергії.

До початку лабораторного заняття студент дома повинен підготуватись і дати відповіді на навчально-контролюючі завдання інформаційно-репродуктивного і практично-стереотипного характеру контролюючих таблиць.

Наприклад: навчально-контролюючі завдання знаходяться в таблиці 13.1 «Навчально-контролюючі завдання», а вірні відповіді в таблиці 13.1а

«Відповіді». Студент повинен в таблиці 13.а знайти правильну відповідь на завдання або питання, а в таблиці 13.1 у графі «Номер правильної відповіді» поставити номер правильної відповіді з таблиці 13.1а, що відповідає завданню або питанню таблиці 13.1. Для перевірки правильності зроблених студентом відповідей на завдання або питання таблиці 13.1 студент повинен підсумувати номери відповідей непарних питань і номери відповідей парних питань, відняти від суми непарних відповідей суму парних відповідей і отримана різниця повинна дорівнюватися числу (ключу), що вказаний в кінці таблиці 13.1.

Перевірку підготовки студентів до лабораторного заняття здійснює викладач, що його проводить, на початку заняття. Вона полягає у перевірці наявності відповідей на навчально-контролюючі завдання таблиць інформаційно-репродуктивного і практично-стереотипного характеру у робочому зошиті, усному опитуванні згідно контрольних запитань, які наведені в цих таблицях.

Після перевірки готовності студента до заняття студенти приступають до виконання експериментальних досліджень лабораторної роботи згідно порядку виконання роботи, який наведено у методичних вказівках. Лабораторні роботи виконуються бригадами, що складаються з 3...4 студентів. Кожну роботу слід виконувати на певному робочому місці, використовуючи призначені для цієї роботи обладнання та апаратуру. Перед збиранням принципової електричної схеми експериментальної установки необхідно ознайомитись з приладами та апаратурою, їх описом та інструкціями до використання. Збирати, розбирати принципову електричну схему експериментальної установки та вносити в неї будь-які зміни можна тільки з дозволу викладача, який проводить лабораторне заняття, при умові, якщо установка вимкнена. Після збирання принципової електричної схеми експериментальної установки необхідно переконатись в правильному положенні повзунків реостатів та автотрансформаторів. Включати експериментальну установку на робочу напругу необхідно тільки після дозволу викладача, який проводить лабораторне заняття. Експериментальну установку, на яку подано робочу напругу, не можна залишати без нагляду. У випадку виникнення будь-яких несправностей у роботі приладів та апаратури слід знеструмити установку та негайно повідомити викладача, який проводить лабораторне заняття. Студентам забороняється самостійно усувати несправності, що виникли. Після закінчення лабораторної роботи студент повинен знеструмити експериментальну установку, подати отримані результати

викладачу, який проводить лабораторне заняття, і тільки після його дозволу розібрати схему експериментальної установки, а робоче місце необхідно привести у порядок.

Після проведення лабораторної роботи студент здійснює обробку отриманих результатів по алгоритму розрахунку шуканих величин, який він склав до початку заняття, і оформлення звіту за структурою, наведеної у методичних вказівках. Звіт оформлюється індивідуально кожним членом бригади у спеціальному зошиті. Графічні зображення виконуються олівцем за допомогою креслярського приладдя. При побудові графіків масштаби, що відкладаються на осях координат величин, вибираються таким чином, щоб графік розмістився на площі не менш 100x100 мм.

Наприкінці заняття відбувається захист лабораторної роботи кожним студентом у вигляді письмової роботи розрахункового характеру.

Перед початком лабораторних занять студенти зобов'язані вивчити правила техніки безпеки в лабораторії, розписатись в журналі інструктажу та дотримуватись їх під час перебування в лабораторії. Студенти, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки, до виконання лабораторних робіт не допускаються.

Основні правила з технічної безпеки при виконанні експериментальних досліджень лабораторних робіт з ТОЕ

1. При виконанні лабораторних робіт з дисципліни ТОЕ необхідно дотримуватись вимог викладених в “Правилах технічної експлуатації електроустановок споживачів” і “Правилах техніки безпеки при експлуатації електроспоживачів”.

2. Лабораторії ТОЕ живляться електроенергією:

а) постійного струму - від джерела з напругою між затискачами "+" і "-" 30 В;

б) змінного струму - від симетричного трифазного джерела з напругами: лінійною - 52 В; фазною - 30 В.

3. При збиранні схеми експериментальної установки додаткові прилади і апарати повинні бути розташовані на лабораторному столі таким чином, щоб робоча схема з'єднань вийшла найбільше простою і наочною, а виконання вимірів і керування апаратами - найбільш зручним. Спостерігати, щоб

з'єднувальні проводи не знаходились на шкалах вимірювальних приладів, обмотках реостатів та іншого електрообладнання, яке використовується у лабораторній роботі. Спостерігати, щоб з'єднувальні проводи не були розтягненими. Встановити номінальні або задані викладачем значення параметрів електрообладнання, яке використовується у лабораторній роботі.

4. Приєднання робочої схеми до мережі без дозволу викладача чи лаборанта категорично забороняється.

5. Огляд, підтяжку контактів, заміну елементів експериментальної установки робити тільки при знятій напрузі, для чого необхідно вимкнути автоматичний вимикач.

6. Після приєднання робочої схеми до мережі забороняється доторкатися до оголених струмоведучих частин.

7. При включенні автоматичних вимикачів особливу увагу слід звернути на показання амперметрів й інших вимірювальних приладів.

8. У випадку різкого руху стрілок приладів до кінця їх шкали, робочу схему необхідно негайно відключити від мережі

9. При проведенні експерименту контролювати, щоб параметри електрообладнання, яке використовується в лабораторній роботі, не перевищували номінальних або заданих викладачем значень.

10. Після будь-якої зміни в робочій схемі, включення її знову під напругу може виконуватися тільки з дозволу викладача або лаборанта.

11. Категорично забороняється залишати без нагляду лабораторну установку, що знаходиться під напругою.

12. Перевірку наявності напруги, підведеної до схеми, дозволяється робити тільки за допомогою відповідних приладів.

13. При виявленні несправного стану устаткування, апаратів, вимірювальних приладів, з'єднувальних провідників необхідно *негайно* відключити схему від мережі і сповістити про це викладачу чи лаборанту.

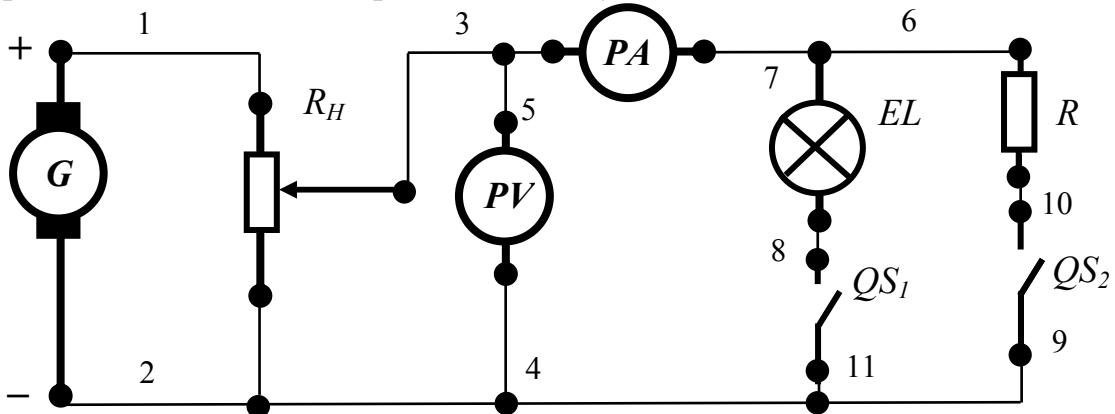
14. У випадку припинення досліду чи перерви в роботі необхідно обов'язково відключити установку від електричної мережі.

Лабораторна робота 1

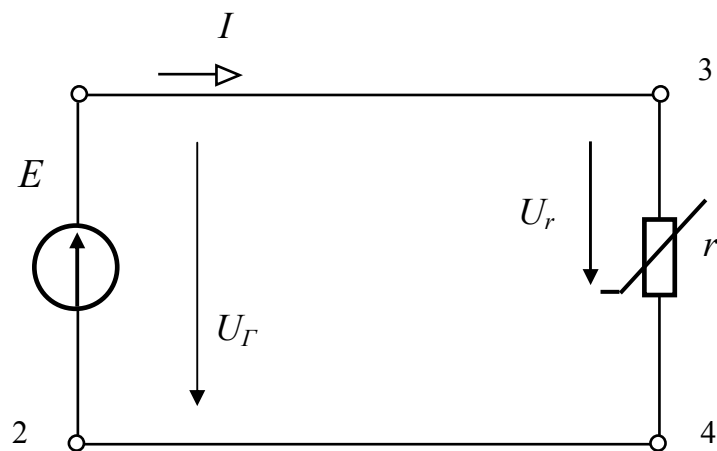
«ДОСЛІДЖЕННЯ ДІНАМІЧНОГО І СТАТИЧНОГО ОПОРУ ЕЛЕМЕНТІВ НЕЛІНІЙНИХ КІЛ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ»

МЕТА: придбання практичних навичок при визначенні динамічного і статичного опорів елементів нелінійних кіл постійного струму графоаналітичним методом

1. Принципова схема експериментальної установки.



2. Розрахункова схема експериментальної установки



3. Таблиця 1.1 – Результати експериментальних досліджень вольт-амперної характеристики лампи розжарювання $U_L(I)$

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | | | | | | | |
|---|--------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|
| Вимикач QS_1 замкнений, вимикач QS_2 розімкнений | $U_L, \text{В}$ | 0 | | | | | | | |
| | $I, \text{А}$ | | | | | | | | |

4. Таблиця 1.2 – Результати експериментальних досліджень вольт-амперної характеристики резистора $U_p(I)$

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | | | | | | | | |
|---|--------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Вимикач QS_2 замкнений, вимикач QS_1 розімкнений | U_p , В | 0 | | | | | | | | |
| | I , А | | | | | | | | | |

6.7 Побудуйте за результатами таблиці 1.1 ВАХ лампи розжарювання $U_d(I)$ в обраному масштабі.

6.8 Визначити графо-аналітичним методом:

– масштаб опору:

$$m_r = \frac{m_U}{m_I} =$$

– динамічний опір лампи розжарювання R_{d1} при силі струму I_P , заданій викладачем;

$$r_{d1} = m_r \cdot \operatorname{tg} \alpha =$$

– статичний опір лампи розжарювання R_{c1} при силі струму I_P , заданій

викладачем:

$$r_{c1} = m_r \cdot \operatorname{tg} \beta .$$

6.9 Побудуйте за результатами таблиці 1.2 ВАХ резистора $U_p(I)$ в обраному масштабі.

6.10 Визначити графоаналітичним методом масштаб опору:

– динамічний опір резистора $r_{\partial 2}$ при силі струму I_P у робочій точці, заданій викладачем;

$$r_{\partial 2} = m_r \cdot \operatorname{tg} \alpha =$$

– статичний опір лампи розжарювання r_{c2} при силі струму I_P , у робочій точці, заданій викладачем.

$$r_{c2} = m_r \cdot \operatorname{tg} \beta .$$

6.11 Занести отримані значення статичного і динамічного опорів лампи розжарювання і резистора в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Результати розрахунків опорів

| Величини опорів елементів кола | | | | | |
|--------------------------------|----------------------|--------------|----------|----------------------|--------------|
| Лампа розжарювання | | | Резистор | | |
| I_P, A | $r_{\partial 1}, Ом$ | $r_{c1}, Ом$ | I_P, A | $r_{\partial 2}, Ом$ | $r_{c2}, Ом$ |
| | | | | | |

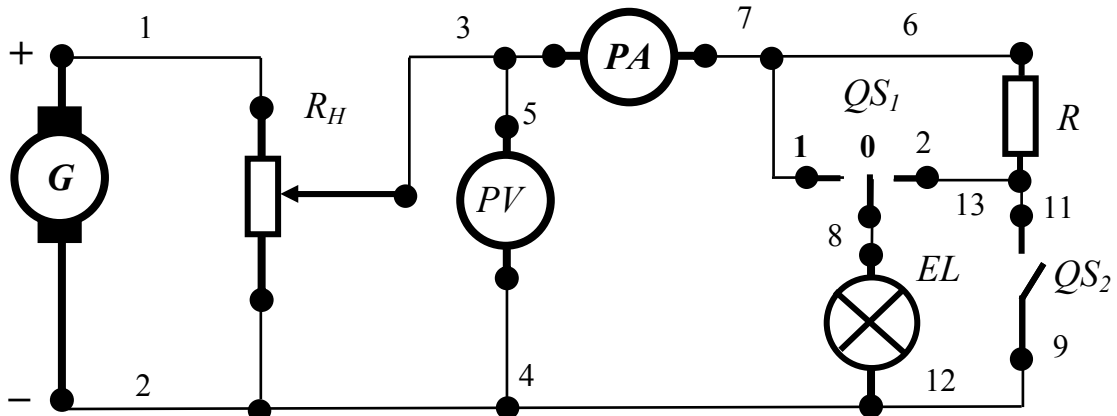
Висновок:

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

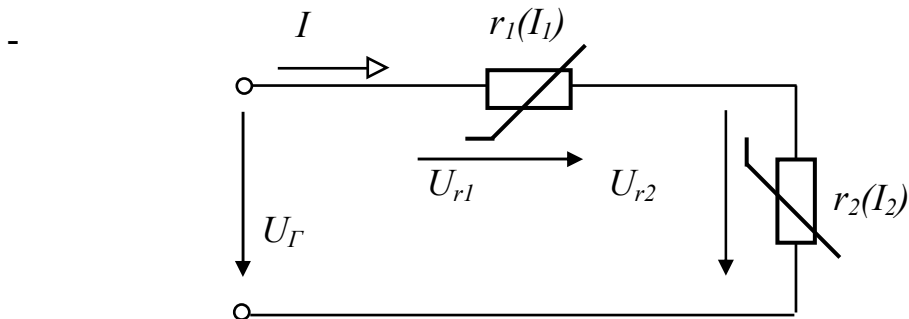
«ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНИХ КІЛ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ»

МЕТА: придбання практичних навичок при вивченні вольт-амперних характеристик нелінійного електричного кола при послідовному і паралельному з'єднанні елементів

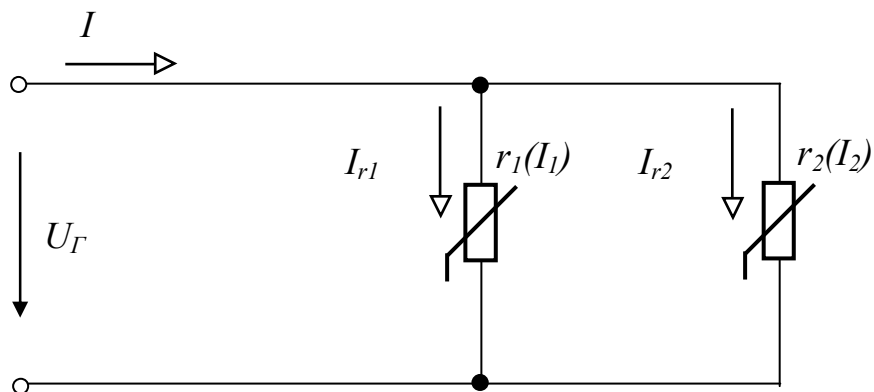
1. Принципова електрична схема експериментальної установки



2. Розрахункова схема експериментальної установки при послідовному з'єднанні нелінійних елементів



3. Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки при паралельному з'єднанні елементів кола



4. Таблиця 2.1 – Результати експериментальних досліджень вольт-амперної характеристики лампи розжарювання $U_L(I)$

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Вимикач QS_1 замкнений у положенні 1, вимикач QS_2 розімкнений | U_L , В | 0 | | | | | | | | |
| | I , А | | | | | | | | | |

5. Таблиця 2.2 – Результати експериментальних досліджень вольт-амперної характеристики резистора $U_p(I)$

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | | | | | | | | |
|--|--------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Вимикач QS_1 замкнений у положенні 0, вимикач QS_2 замкнений | U_p , В | 0 | | | | | | | | |
| | I , А | | | | | | | | | |

5 Побудувати графіки вольт-амперних характеристик лампи розжарювання $U_L(I)$ і резистора $U_p(I)$ в **одних осях**.

6. Таблиця 2.3 – Результати експериментальних досліджень вольт-амперної характеристики з послідовно з'єднаними елементами $U_{\text{посл}}(I)$

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | | | | | | | | |
|---|---------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Вимикач QS_1 у положенні «2», вимикач QS_2 розімкнений | $U_{\text{посл}}$ В | 0 | | | | | | | | |
| | $I_{\text{посл}}$ А | | | | | | | | | |

7. Побудувати ВАХ $U_{\text{посл}}(I)$ в тих же осях і порівняти його з розрахунковою ВАХ $U_1(I)$ при послідовному їхньому з'єднанні.

8. Визначити похибку напруги для робочої сили струму, вказаної викладачем

$$\varepsilon_{U\%} = \frac{U_{\text{аналіт.}} - U_{\text{експер.}}}{U_{\text{аналіт.}}} \cdot 100\% = .$$

9. Побудувати ВАХ $U_{\text{парал}}(I)$ і резистора $U_p(I)$ в цих же осях.

10. Таблиця 2.4 – Результати експериментальних досліджень вольт-амперної характеристики з паралельно з'єднаними елементами $U_{\text{парал}}(I)$

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | | | | | | | | |
|---|--------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Вимикач QS_1 у положенні «1», вимикач QS_2 замкнений | U_1 , В | 0 | | | | | | | | |
| | I_1 , А | | | | | | | | | |

11. Побудувати експериментальну ВАХ $U_{\text{парал}}(I)$ в тих же осях.

12. Визначити похибку сили струму для робочої напруги, вказаної викладачем,

$$\varepsilon_{I\%} = \frac{I_{\text{аналіт.}} - I_{\text{експер.}}}{I_{\text{аналіт.}}} \cdot 100\% .$$

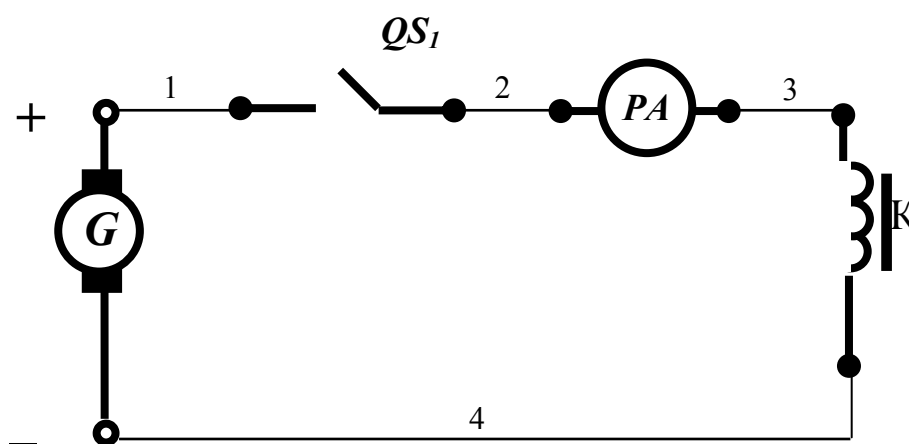
Висновок:

Лабораторна робота 3

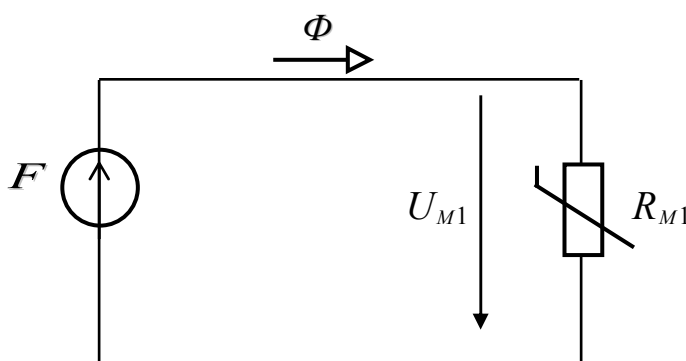
«ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНИХ КІЛ ПРИ ПОСТІЙНИХ МАГНІТНИХ ПОТОКАХ»

МЕТА: придбання практичних навичок при вивченні фізичних явищ, що мають місце у магнітному колі і величин, які характеризують магнітне кола при постійних магнітних потоках

1. Принципова електрична схема експериментальної установки.



2. Розрахункова схема експериментальної установки.



3. Таблиця 3.1– Результати експериментальних досліджень

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | |
|-------------------------------|--------------------|---------|--------|
| | w | $L, Гн$ | $I, А$ |
| Вимикач QS_1 замкнений | | | |

4 Визначити магнітний потік усередині котушки

$$w \cdot \Phi = L \cdot I =$$

5 Визначити потокозчеплення котушки

$$\psi = w \cdot \Phi =$$

6 Визначити даних намагнічуючу силу котушки

$$F = w \cdot I =$$

7 Виміряйте магнітопровід: зовнішню довжину $l_1 =$, внутрішню довжину $l_2 =$, зовнішню ширину $l_3 =$, внутрішню довжину ширину $l_4 =$, переріз магнітопроводу $S =$ у метрах.

8 Визначити магнітну індукцію у магнітопроводі

$$\Phi = B S .$$

9 Визначити довжину середньої магнітної лінії магнітопроводу

$$l = 2(l_2 + (l_1 - l_2)) + 2(l_4 + (l_3 - l_4)) \quad (3.5)$$

10 Визначити напруженість магнітного поля в магнітопроводі.

11 Визначити за допомогою експериментальних даних енергію магнітного поля котушки, використовуючи рівняння:

$$W = \frac{L \cdot I^2}{2} =$$

12 Таблиця 3.2 Результати розрахунків фізичних величин

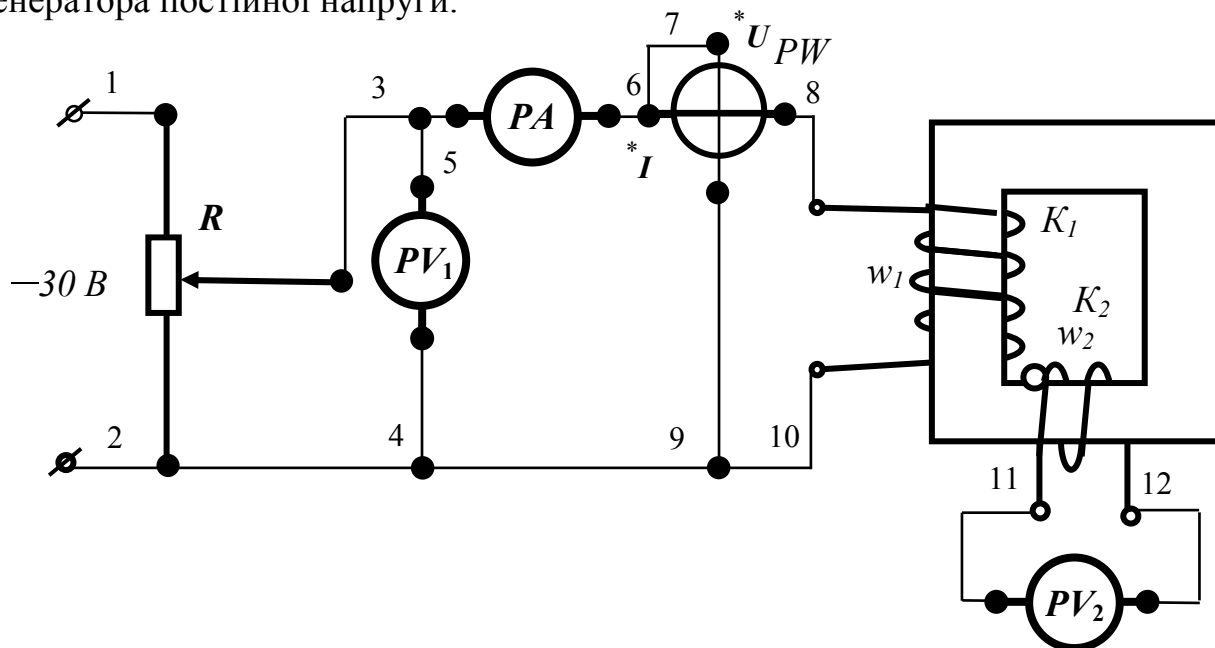
| Фізичні величини, що характеризують магнітне коло | | | | | | | |
|---|-------------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|----------------|
| $\Phi, \text{Вб}$ | $\psi, \text{Вб}$ | $F, \text{А}$ | $B, \text{Тл}$ | $l, \text{м}$ | $S, \text{м}^2$ | $H, \text{А/м}$ | $W, \text{Дж}$ |
| | | | | | | | |

Висновок

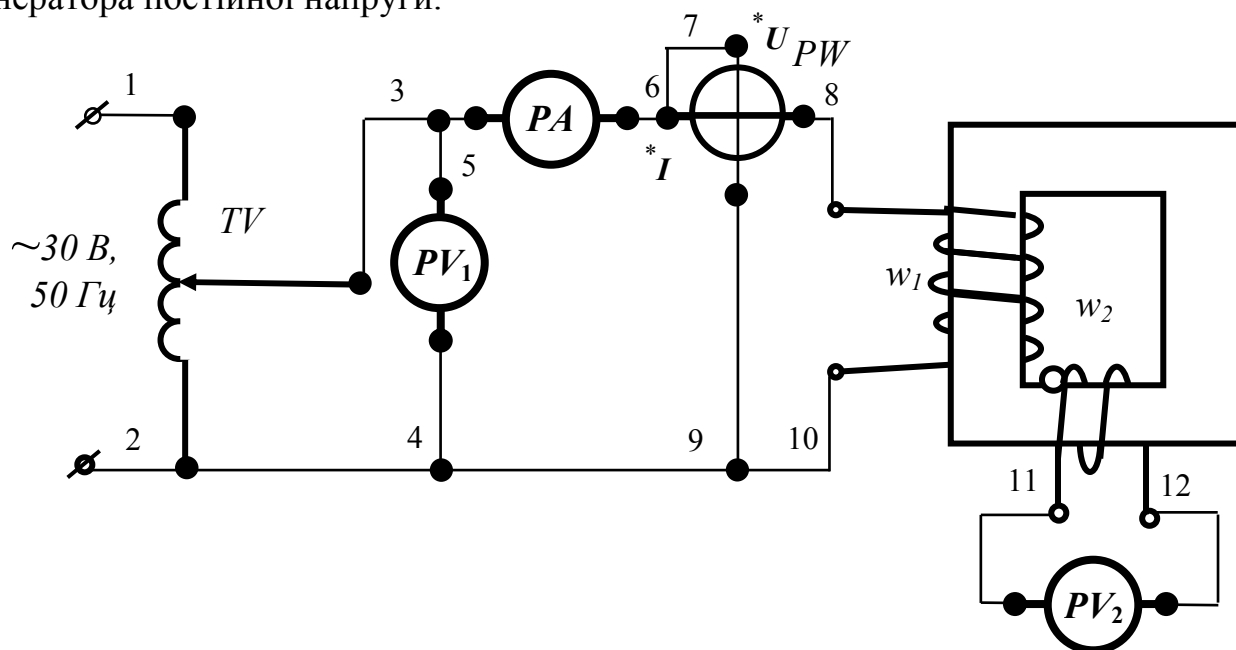
Лабораторна робота 4 «ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ КОТУШКИ З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРЕДДЯМ»

МЕТА: придбання практичних навичок при визначенні параметрів ідеальної котушки з феромагнітним осердям з урахуванням петлі гістерезису за експериментальними даними, вивчення фізичних процесів, що протікають в ідеальній котушці з феромагнітним осердям з урахуванням петлі

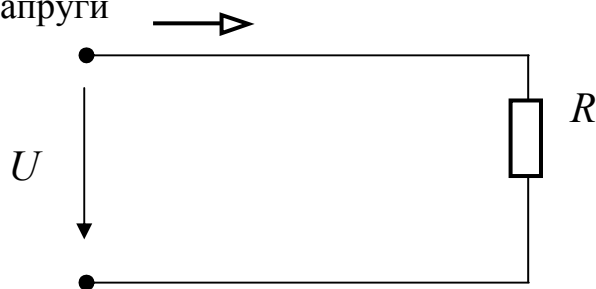
1. Принципова електрична схема експериментальної установки з живленням від генератора постійної напруги.



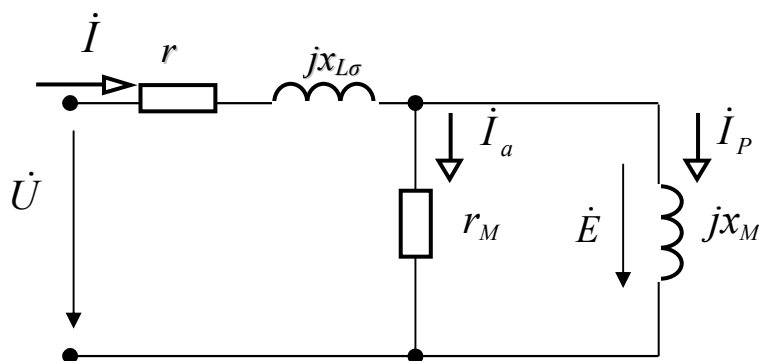
2. Принципова електрична схема експериментальної установки з живленням від генератора постійної напруги.



3. Розрахункова схема експериментальної установки з живленням від генератора постійної напруги



4. Розрахункова схема експериментальної установки з живленням від генератора постійної напруги



5. Таблиця 4.1 – Результати експериментальних досліджень

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | | |
|---|--------------------|----------|----------|---------|
| | I, A | U_1, B | U_2, B | P, Bm |
| Підключення котушки до джерела постійного струму | | | | |

6 Визначити активний опір проводу котушки з феромагнітним осердям

$$r = R = \frac{U}{I} =$$

7. Таблиця 4.2 – Результати експериментальних досліджень

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | | |
|---|--------------------|----------|----------|---------|
| | I, A | U_1, B | U_2, B | P, Bm |
| Підключення котушки до джерела змінного струму | | | | |

8 Визначити активну потужність, що споживається проводом котушки

$$P_{\kappa} = r \cdot I^2 =$$

9 Визначити активну потужність, що споживається магнітопроводом котушки

$$P_M = P - P_K =$$

10 Виміряти магнітопровод: зовнішню довжину $l_1 =$, внутрішню довжину $l_2 =$, зовнішню ширину $l_3 =$, внутрішню довжину ширину $l_4 =$, переріз магнітопроводу $S =$ у метрах.

11 Визначити довжину середньої магнітної лінії магнітопроводу

$$l = 2(l_2 + (l_1 - l_2)) + 2(l_4 + (l_3 - l_4)) =$$

12 Визначити амплітуду магнітного потоку в магнітопроводі

$$E_2 = 4,44 \cdot f \cdot w_2 \cdot \Phi_m =$$

13 Визначити магнітну індукцію у магнітопроводі

$$\Phi = B S =$$

14 Визначити ЕРС самоіндукції в котушці K_1

$$E_1 = 4,44 \cdot f \cdot w_1 \cdot \Phi_m =$$

15 Визначити активну складову струму

$$I_a = \frac{P_M}{E_1} =$$

6.16 Визначити активний струм магнітопроводу на гістерезис і вихрові струми

$$r_m = \frac{E_1}{I_a} =$$

17 Визначити напруженість магнітного поля в магнітопроводі з рівняння закону повного струму.

$$H =$$

18 Таблиця 4.3 – Результати розрахунку електричного кола

| Фізичні величини, що характеризують коло | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|----------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| $r, \text{ Ом}$ | $P, \text{ Вт}$ | $P_K, \text{ Вт}$ | $P_M, \text{ Вт}$ | $E_1, \text{ В}$ | $E_2, \text{ В}$ | $\Phi_m, \text{ Вб}$ | $r_m, \text{ Ом}$ | $B, \text{ Тл}$ | $H, \text{ А/м}$ |
| | | | | | | | | | |

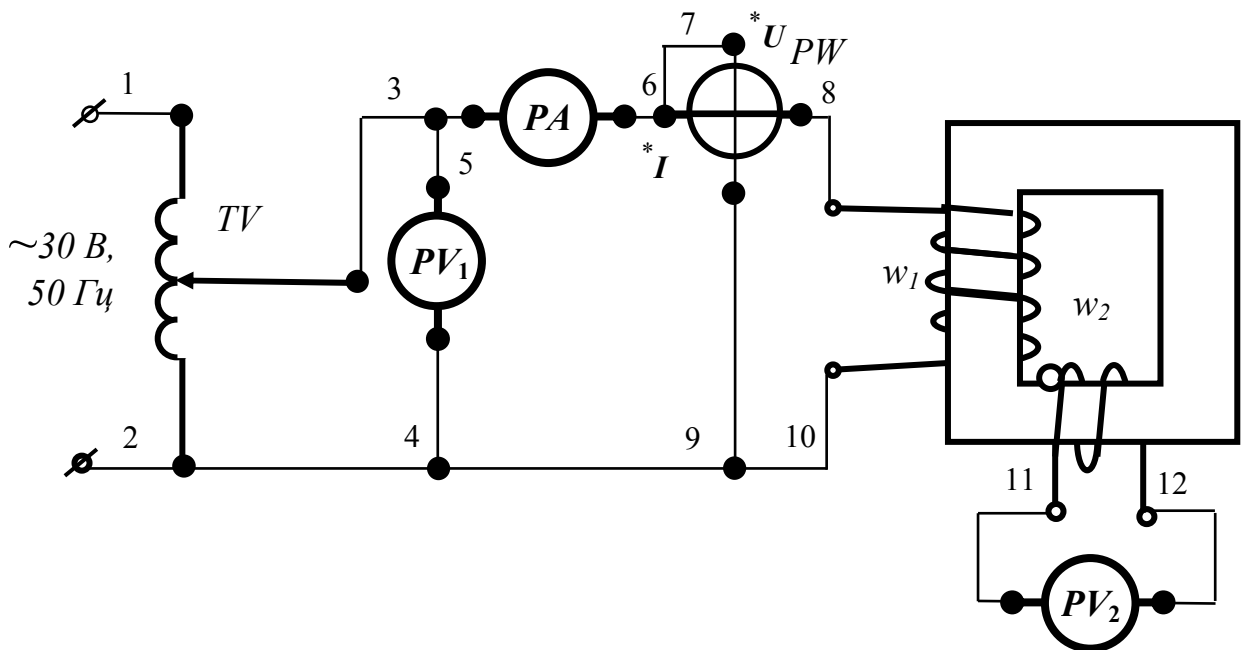
Висновок:

Лабораторна робота 5

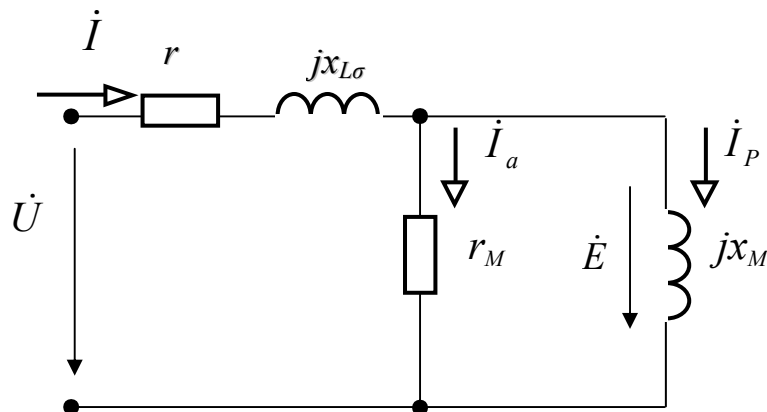
«ДОСЛІДЖЕННЯ ІНДУКТИВНОЇ КОТУШКИ З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДЯМ»

МЕТА: придбання практичних навичок при визначенні параметрів індуктивної котушки з феромагнітним осердям за експериментальними даними, вивчення фізичних процесів, що протікають в індуктивній котушці з феромагнітним осердям.

1. Принципова електрична схема експериментальної установки.



2. Розрахункова схема експериментальної установки



3. Таблиця 5.1 – Результати експериментальних досліджень котушки

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | | |
|--|--------------------|----------|----------|---------|
| | I, A | U_1, B | U_2, B | P, Bm |
| Підключення котушки до джерела змінного струму | | | | |

4. Записати параметри досліджуваної індуктивної котушки з феромагнітним осереддям:

активний опір проводу котушки $r =$ _____ Ом.

число витків котушок: $w_1 =$ _____ ;

і вимірювальної котушки $w_2 =$ _____ .

5. Визначити активну потужність, що споживається проводом котушки на нагрів

$$P_{\kappa} = r \cdot I^2 =$$

6. Записати активну потужність, що споживається котушкою з феромагнітним осереддям.

7. Визначити активну потужність, що споживається магнітопроводом котушки

$$P = P_{\kappa} + P_{m.} =$$

8. Визначити ЕРС взаємоіндукції у вимірювальній котушці

$$U_2 = E_2 =$$

9. Визначити амплітуду магнітного потоку у магнітопроводі котушки

$$E_2 = 4,44 f \cdot w_2 \cdot \Phi_m =$$

10. Визначити ЕРС самоіндукції у котушці з феромагнітним осереддям

$$E_1 = 4,44 f \cdot w_1 \cdot \Phi_m =$$

11. Визначити активну складову струму в котушці з феромагнітним осереддям

$$I_a = \frac{P_m}{E_1} =$$

12. Визначити активний опір магнітопроводу котушки

$$P_m = r_m \cdot I_a^2 . \quad (5.7)$$

13. Визначити реактивну складову струму в котушці з феромагнітним осердям

$$I = \sqrt{I_a^2 + I_p^2} =$$

14. Визначити активний опір магнітопроводу котушки

$$E_l = x_m \cdot I_p =$$

15. Визначити реактивний опір котушки з феромагнітним осердям потоку розсіювання, записав попередньо комплекси напруги $\dot{U}_1 = U_1 \cdot e^{j\phi_{u1}}$, струму $\dot{I} = I \cdot e^{j\phi_i}$ і ЕРС $\dot{E} = E \cdot e^{j\phi_e}$, якщо $\Psi_\phi = 0$.

$$\dot{U}_1 = r \cdot \dot{I} + jx_\sigma \cdot \dot{I} - \dot{E}_1 . \quad jx_\sigma =$$

16. Таблиця 5.2 – Результати розрахунку електричного кола котушки з феромагнітним магнітопроводом

| Фізичні величини, що характеризують коло | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-------------------|-------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| $r, \text{ Ом}$ | $P, \text{ Вт}$ | $P_K, \text{ Вт}$ | $P_M, \text{ Вт}$ | $\Phi_m, \text{ Вб}$ | $E_l, \text{ В}$ | $I_a, \text{ А}$ | $I_p, \text{ А}$ | $r_m, \text{ Ом}$ | $x_m, \text{ Ом}$ | $x_\sigma, \text{ Ом}$ |
| | | | | | | | | | | |

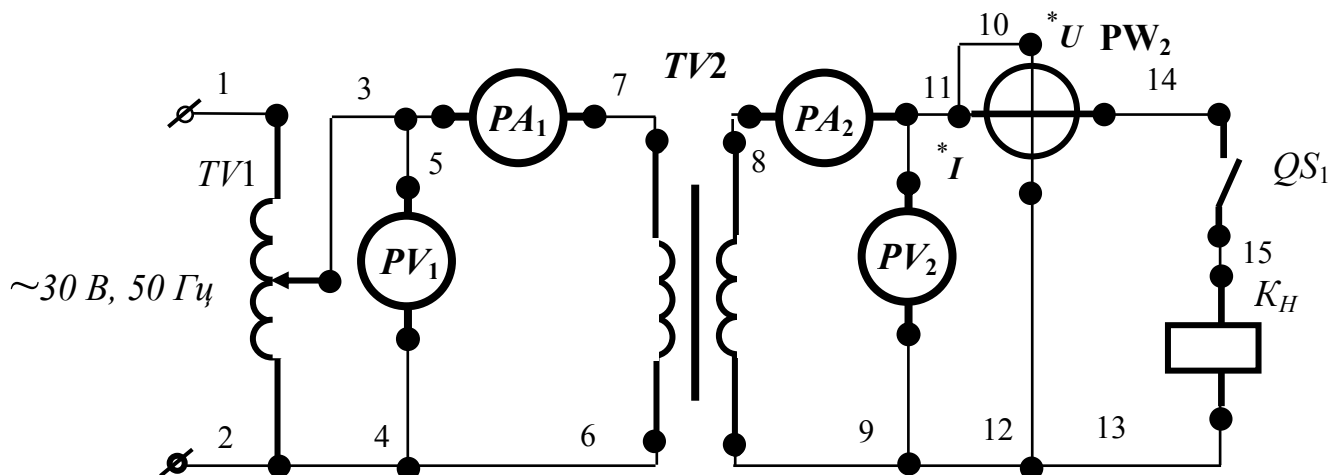
Висновок:

Лабораторна робота 6

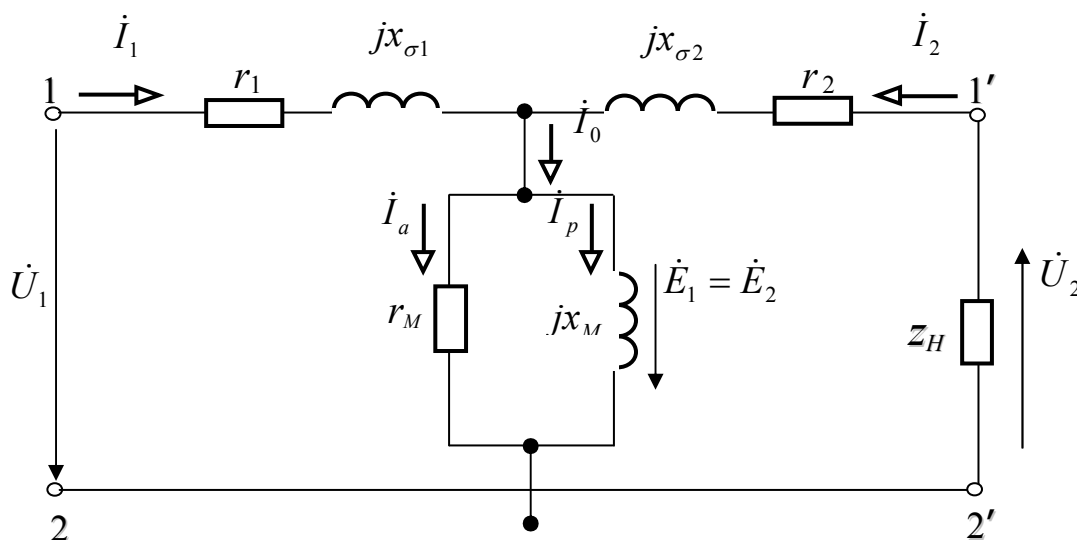
«ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРА З ФЕРОМАГНІТНИМ ОСЕРДЬЯМ»

МЕТА: придбання практичних навичок визначення параметрів трансформатора з феромагнітним осердьям вивчити фізичні явище і процеси у трансформаторі з феромагнітним осердьям

1. Принципова електрична схема експериментальної установки.



2. Розрахункова схема експериментальної установки.



3. Таблиця 6.1 – Результати експериментальних досліджень

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | | | | |
|---|--------------------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| | U_1, B | I_1, A | $P_1, Вт$ | U_2, B | I_2, A | $P_2, Вт$ |
| 1 Вимикач QS_1 розімкнений (режим холостого ходу) | | | | | | |
| 2 Вимикач QS_1 замкнений (навантажувальний режим) | | | | | | |

4. Записати параметри досліджуваного трансформатора з феромагнітним осередком:

число витків первинної обмотки: $w_1 = \underline{\hspace{2cm}}$;

число витків вторинної обмотки: $w_2 = \underline{\hspace{2cm}}$.

активний опір первинної обмотки: $r_1 = \underline{\hspace{2cm}}$;

активний опір вторинної обмотки: $r_2 = \underline{\hspace{2cm}}$;

5. Визначити ЕРС взаємоіндукції у вторинній обмотці трансформатора

$$U_2 = E_2 =$$

6 Визначити амплітуду магнітного потоку у магнітопроводі трансформатора,

$$\Phi_m =$$

7 Визначити ЕРС самоіндукції у трансформаторі

$$E_1 =$$

8 Визначити втрати активної потужності у проводі первинної обмотки для режиму холостого ходу

$$P_k =$$

9. Визначити для режиму холостого ходу активну потужність, що споживається магнітопроводом котушки

$$P_m =$$

10. Визначити активну складову струму

$$I_a =$$

11. Визначити активний опір магнітопроводу котушки

$$r_m =$$

12. Визначити реактивну складову струму

$$I_p =$$

13. Визначити реактивний опір магнітопроводу котушки з феромагнітним осердям

$$x_m =$$

14. Визначити для режиму холостого ходу ЕРС, що наводиться потоком розсіяння, яка складає 5% ЕРС самоіндукції первинної обмотки

$$E_{\sigma 1} =$$

15. Визначити для режиму холостого ходу реактивний опір потоку розсіяння первинної обмотки

$$x_{\sigma 1} = \frac{E_{\sigma 1}}{I_1}.$$

16. Визначити для режиму холостого ходу ЕРС, що наводиться потоком розсіяння, яка складає 5% ЕРС взаємоіндукції вторинної обмотки

$$E_{\sigma 2} =$$

17. Визначити для режиму холостого ходу реактивний опір потоку розсіяння вторинної обмотки

$$x_{\sigma 2} = \frac{E_{\sigma 2}}{I_2} =$$

18. Визначити повний опір навантаження

$$Z_H =$$

19. Визначити активний опір навантаження

$$P_2 = r_H \cdot I_2^2. \quad r_H =$$

20. Визначити реактивний опір навантаження:

$$Z_H = \sqrt{r_H^2 + x_H^2}, \quad x_H =$$

21. Визначити кут зсуву фаз навантаження для навантажувального режиму

$$\varphi = \arccos \frac{r_H}{Z_H} =$$

22. Визначити коефіцієнт трансформації трансформатора за допомогою рівняння:

$$K = \frac{w_1}{w_2} =$$

23. Таблиця 6.2 – Результати розрахунку електричного кола

| Фізичні величини, що характеризують коло | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------------|------------------|------------------------|------------------|--------------------------|---------------------------|
| $\Phi_m, \text{Вб}$ | $E_1, \text{В}$ | $P_{np.1}, \text{Вт}$ | $P_M, \text{Вт}$ | $I_{\omega}, \text{А}$ | $r_M, \text{Ом}$ | $E_{\sigma 1}, \text{В}$ | $x_{\sigma 1}, \text{Ом}$ |
| | | | | | | | |

Таблиця 8.2 – Продовження таблиці 6.2

| Фізичні величини, що характеризують коло | | | | | | | |
|--|--------------------------|---------------------------|-----|------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| $E_2, \text{В}$ | $E_{\sigma 2}, \text{В}$ | $x_{\sigma 2}, \text{Ом}$ | k | $r_H, \text{Ом}$ | $x_H, \text{Ом}$ | $z_H, \text{Ом}$ | $\varphi_H, \text{град}$ |
| | | | | | | | |

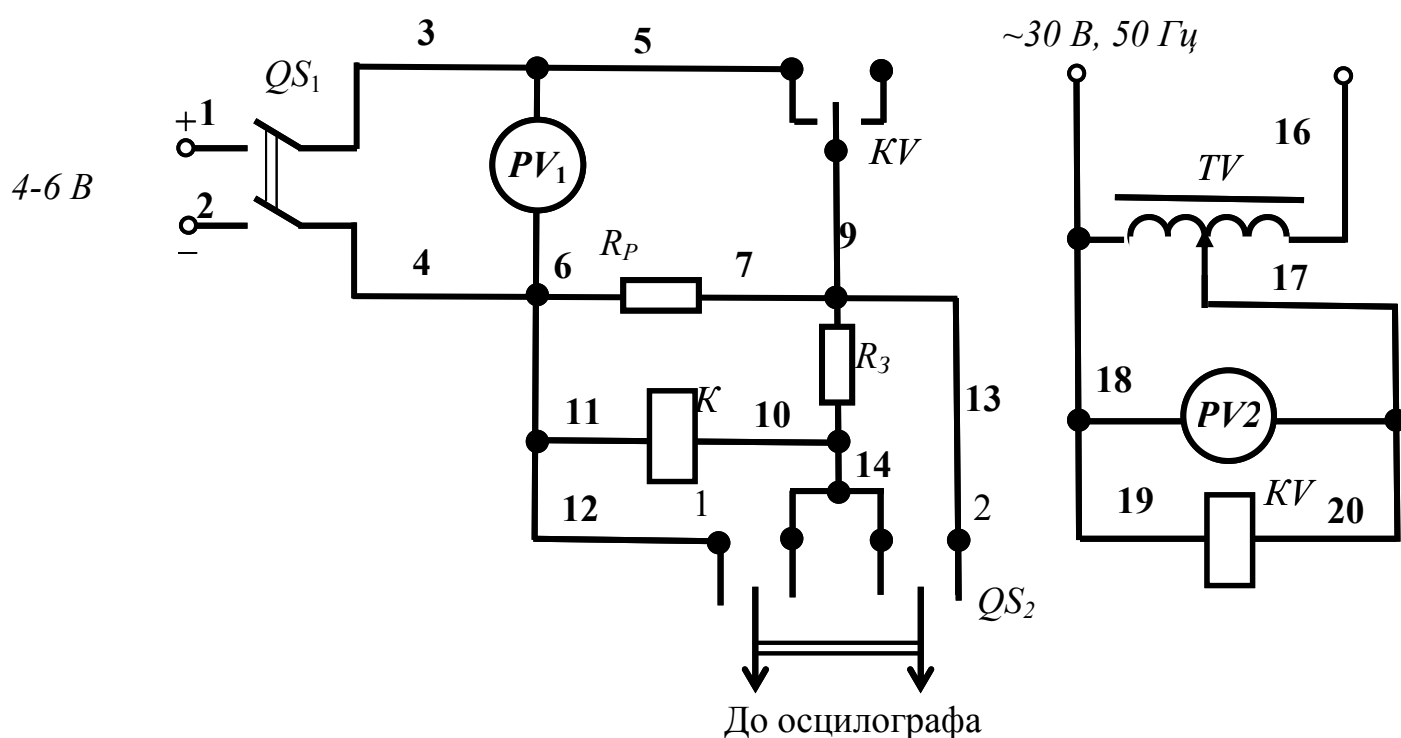
Висновок:

Лабораторна робота 7

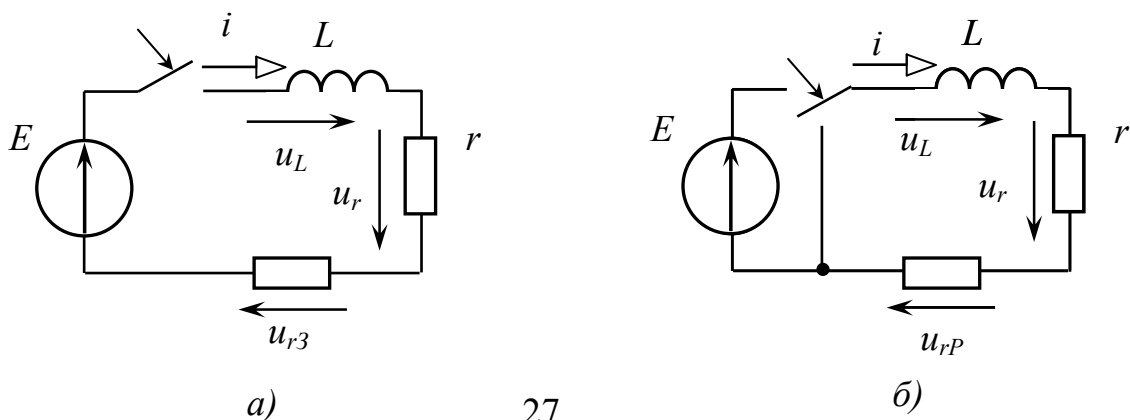
«ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В КОТУШЦІ У ЛІНІЙНИХ КОЛАХ З ПОСТІЙНОЮ ЕРС

МЕТА: придбання практичних навичок при дослідженні перехідних процесів в котушці у лінійних колах з постійною ЕРС

1. Принципова електрична схема експериментальної установки



2. Розрахункова схема електричного кола експериментальної установки при включенні котушки (а) і короткому замиканні котушки



3. Таблиця 7.1– Результати експериментальних досліджень

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | |
|--------------------------------|--------------------|-----------|--------|
| | $r_3, Ом$ | $r_p, Ом$ | PV1, В |
| Перемикач <i>QSI</i> замкнений | | | |

4. Запишіть параметри котушки: активний опір $r = \underline{\hspace{2cm}}$, індуктивність $L = \underline{\hspace{2cm}}$.

5. Визначити активний опір електричного кола

- активний опір електричного кола при включенні котушки до джерела живлення:

$$r_B = r + r_3 =$$

де r – активний опір котушки, $Ом$;

r_3 - опір реостату при заряді котушки, $Ом$;

6. Визначити ЕРС джерела живлення E

$$U_1 = E =$$

7. Визначити постійну часу перехідного процесу τ_B при підключенні котушки до джерела постійної ЕРС

$$\tau_B = \frac{L}{r_B} =$$

8 Визначити корінь характеристичного рівняння p_B за

$$p_B = -\frac{1}{\tau_B} =$$

9. Визначити примусовий струм $i_{пр}$ при підключенні котушки до джерела постійної ЕРС

$$i_{np} =$$

10. Визначити постійну інтегрування вільного струму при підключенні котушки до джерела постійної ЕРС, визначив незалежні початкові умови переходного процесу

$$\text{н.п.у.: } i(0) = i(0-) =$$

$$A =$$

11. Записати рівняння переходного струму $i(t)$ при підключенні котушки до джерела постійної ЕРС

$$i(t) =$$

12. Побудувати в масштабі $i(t)$ для $t = 5\tau$.

13. Таблиця 7.2 - Результати розрахунку електричного кола при включенні котушки

| Фізичні величини, що характеризують коло при включенні котушки | | | | | | |
|--|------------------|-----------------|----------------|------------------|-------------|----------------|
| $E,$ B | $\tau_B,$ c | $p_B,$ $1/c$ | $r_B,$ $Ом$ | $i_{np},$ A | $A,$ A | $i(t),$ A |
| | | | | | | |

14. Визначити активний опір електричного кола при короткому замиканні котушки

- активний опір електричного кола при короткому замиканні котушки:

$$r_K = r + r_p =$$

де r_p - опір реостата при короткому замиканні котушки, $Ом$;

15. Визначити постійну часу перехідного процесу τ_K при короткому замиканні котушки

$$\tau_K = \frac{L}{r_K} =$$

16. Визначити корінь характеристичного рівняння p_K

$$p_K = -\frac{1}{\tau_K} =$$

17. Визначити примусовий струм i_{np} при короткому замиканні котушки

$$i_{np} =$$

18. Визначити постійну інтегрування вільного струму при короткому замиканні котушки, визначив незалежні початкові умови перехідного процесу

$$\text{н.п.у.: } i(0) = i(0-) =$$

$$A =$$

19. Записати рівняння перехідного струму $i(t)$ при короткому замиканні котушки.

$$i(t) =$$

20. Побудувати в масштабі $i(t)$ для $t = 5\tau$.

21. Таблиця 7.3 - Результати розрахунку електричного кола при короткому замиканні котушки

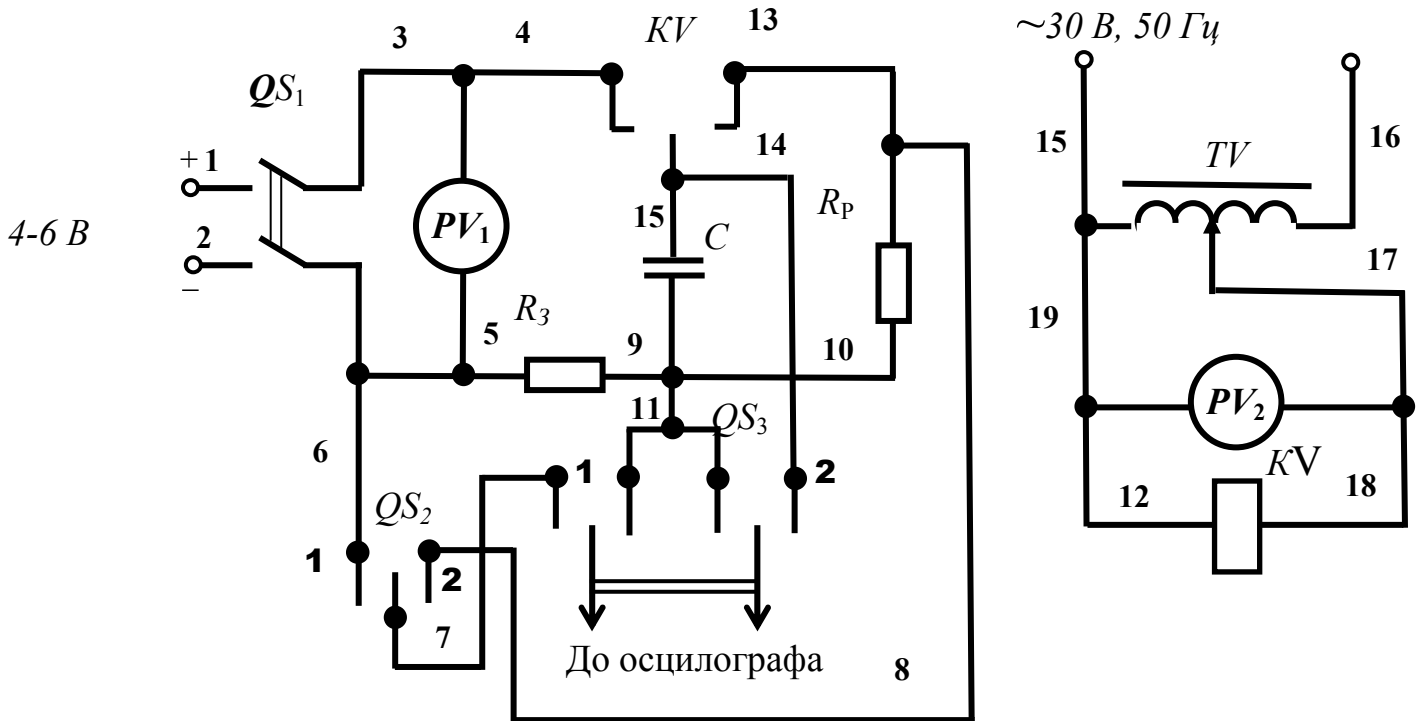
| Фізичні величини, що характеризують коло при короткому замиканні котушки | | | | | | |
|--|------------------|-----------------|----------------|------------------|-------------|----------------|
| $E,$ B | $\tau_K,$ c | $p_K,$ l/c | $r_K,$ Om | $i_{np},$ A | $A,$ A | $i(t),$ A |
| | | | | | | |

Висновок:

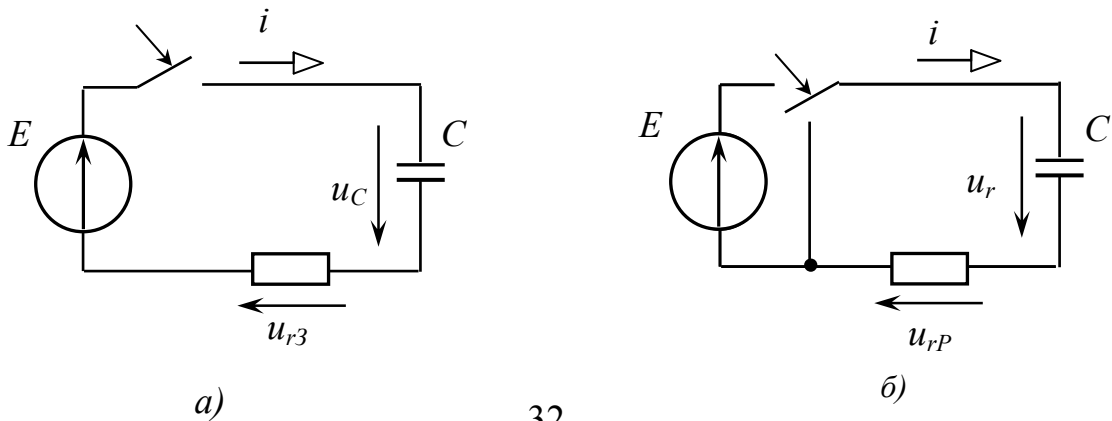
«ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАРЯДЖЕННЯ І РОЗРЯДЖЕННЯ КОНДЕНСАТОРА ЧЕРЕЗ РЕЗИСТОР В ЛІНІЙНИХ КОЛАХ З ПОСТІЙНОЮ ЕРС»

МЕТА: придбання практичних навичок при дослідженні перехідних процесів зарядження і розрядження конденсатора через резистор в лінійних колах з постійною ЕРС

1. Принципова електрична схема експериментальної установки



2. Розрахункова схема експериментальної установки при заряді (а) і розряді (б) конденсатора



3. Таблиця 8.1 – Результати експериментальних досліджень при зарядженні конденсатора від джерела постійної ЕРС і його розрядженні

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | |
|-------------------------------|--------------------|-------------------|--------|
| | $r_3, \text{ Ом}$ | $r_P, \text{ Ом}$ | PV1, В |
| Вимикач QS_1 замкнений | | | |

4. Запишіть ємність конденсатора $C = \underline{\hspace{2cm}}$...

5. Визначити ЕРС джерела живлення E

$$E =$$

5. Визначити постійну часу перехідного процесу τ_3 при зарядженні конденсатора від джерела постійної ЕРС

$$\tau_3 = r_3 \cdot C =$$

6. Визначити корінь характеристичного рівняння p_3 при зарядженні конденсатора від джерела постійної ЕРС

$$p_3 = -\frac{1}{r_3 \cdot C} =$$

7. Визначити примушену напругу на ємності при зарядженні конденсатора через резистор від джерела постійної ЕРС

$$u_{Cnp} =$$

8. Визначити постійну інтегрування вільної складової напруги на ємності при зарядженні конденсатора через резистор від джерела постійної ЕРС, визнавши початкові незалежні умови

п.н.у.: $u_C(0) = u_C(0-) =$

$$A =$$

9. Записати рівняння перехідної напруги на ємності $u_C(t)$ при зарядженні

конденсатора через резистор від джерела постійної ЕРС

10. Побудувати в масштабі $u_C(t)$ для $t = 5\tau$.

11. Таблиця 10.2 –Результати розрахунку електричного кола при зарядженні конденсатора від джерела постійної ЕРС

| Фізичні величини, що характеризують коло | | | | | |
|--|------------------|-----------------|--------------------|-------------|-------------|
| $E,$ B | $\tau_3,$ c | $p_3,$ $1/c$ | $u_{C np},$ B | $A,$ B | $u_C(t), B$ |
| | | | | | |

12. Визначити постійну часу перехідного процесу τ_p при розрядженні конденсатора через резистор

$$\tau_p = r_p \cdot C =$$

13. Визначити корінь характеристичного рівняння p_p при розрядженні

конденсатора через резистор

$$p_p = -\frac{1}{r_p \cdot C} =$$

14. Визначити примушену напругу на ємності при розрядженні конденсатора через резистор

$$u_{C np} =$$

15. Визначити постійну інтегрування вільної складової напруги на ємності при розрядженні конденсатора через резистор, визнавши початкові незалежні умови п.н.у.: $u_C(0) = u_C(0-) =$

$$A =$$

16. Записати рівняння перехідної напруги на ємності $u_C(t)$ при розрядженні конденсатора.

$$u_C(t)$$

17. Побудувати в масштабі $u_C(t)$ для $t = 5\tau$.

18. Таблиця 8.3 – Результати розрахунку електричного кола при розрядженні конденсатора

| Фізичні величини, що характеризують коло | | | | | |
|--|------------------|------------|-------------------|-------------|-------------|
| $E,$ B | $\tau_P,$ c | $p_P, I/c$ | $u_{Cnp},$ B | $A,$ B | $u_C(t), B$ |
| | | | | | |

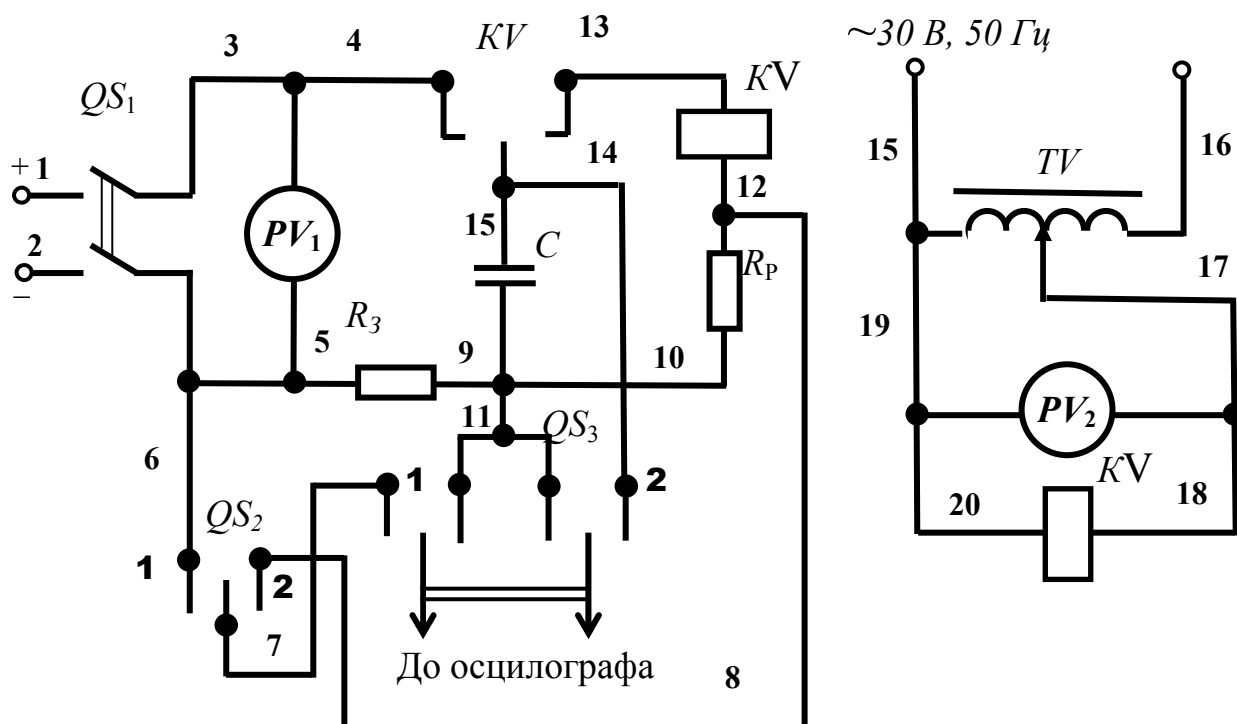
Висновок:

Лабораторна робота 9

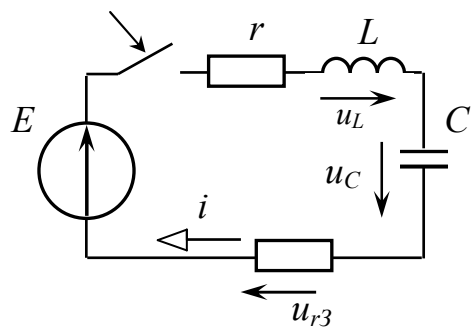
«ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ У ЛІНІЙНОМУ ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОЛІ З ПОСЛІДОВНО З'ЄДНАНИМИ КОТУШКОЮ І КОНДЕНСАТОРОМ»

МЕТА: придбання практичних навичок при дослідженні перехідних процесів у лінійному електричному колі з послідовно з'єднаними котушкою і конденсатором

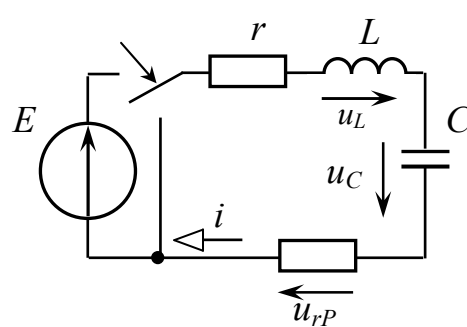
1. Принципова електрична схема експериментальної установки



2. Розрахункова схема експериментальної установки заряду (а) і розряду (б) конденсатора на котушку



a)



37 б)

3. Таблиця 9.1 – Результати експериментальних досліджень при періодичному розряді конденсатора

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | |
|--|--------------------|------------------|-----------------|
| | $r_3, \text{Ом}$ | $r_p, \text{Ом}$ | $U_1, \text{В}$ |
| Аперіодичний характер перехідного процесу | | | |
| Гранично аперіодичний характер перехідного процесу | | | |
| Періодичний характер перехідного процесу | | | |

4. Запишіть параметри котушки: активний опір $r_k =$ _____, індуктивність $L_k =$ _____ і ємність конденсатора $C =$ _____.

5. Перевірте співвідношення між параметрами електричного кола для аперіодичного розряду конденсатора на котушку $\alpha > \omega_0$.

$$\alpha = \frac{r}{2 \cdot L} =$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} =$$

6. Побудуйте в загальному вигляді графіки $i(t)$ та $u_C(t)$ для аперіодичного розряду конденсатора на котушку

7. Перевірте співвідношення між параметрами електричного кола для

періодичного розряду конденсатора на котушку $\alpha < \omega_0$.

$$\alpha = \frac{r}{2 \cdot L} =$$
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} =$$

8. Побудуйте в загальному вигляді графіки $i(t)$ та $u_C(t)$ для періодичного розряду конденсатора на котушку

9. Перевірте співвідношення між параметрами електричного кола для гранично аперіодичного розряду конденсатора на котушку $\alpha = \omega_0$.

$$\alpha = \frac{r}{2 \cdot L} =$$
$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} =$$

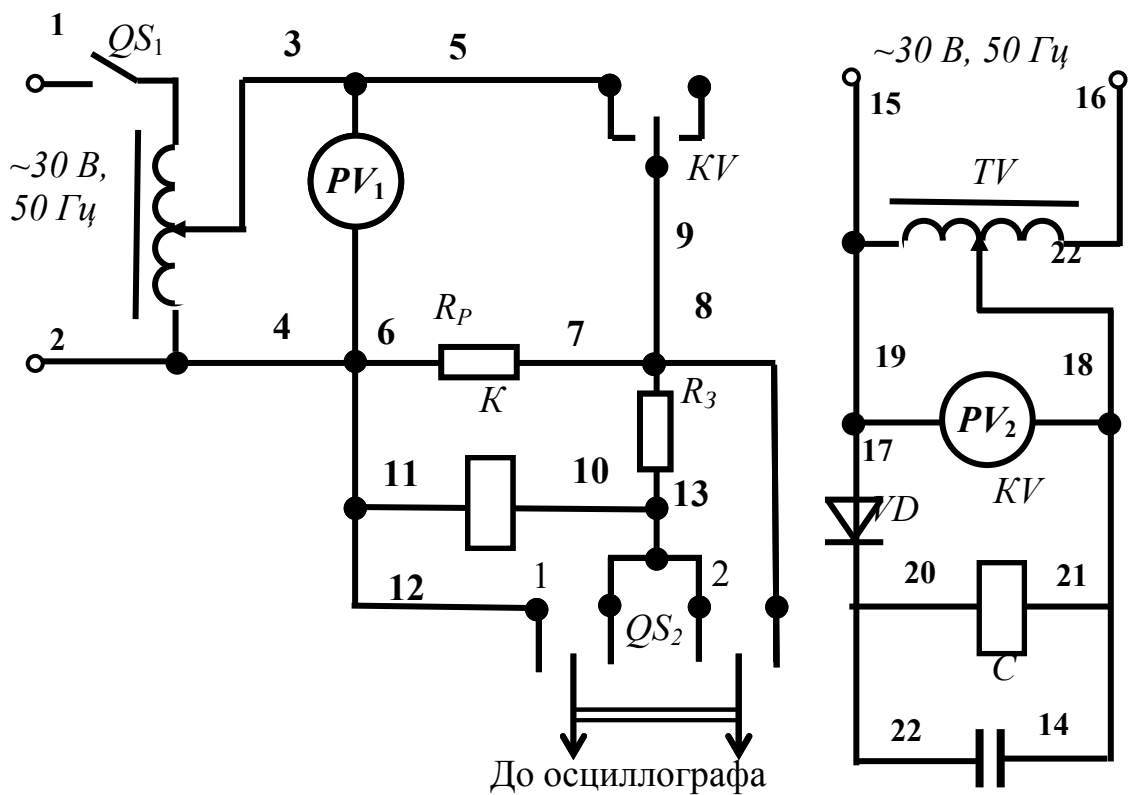
10. Побудуйте в загальному вигляді графіки $i(t)$ та $u_C(t)$ для аперіодичного розряду конденсатора на котушку

Висновок:

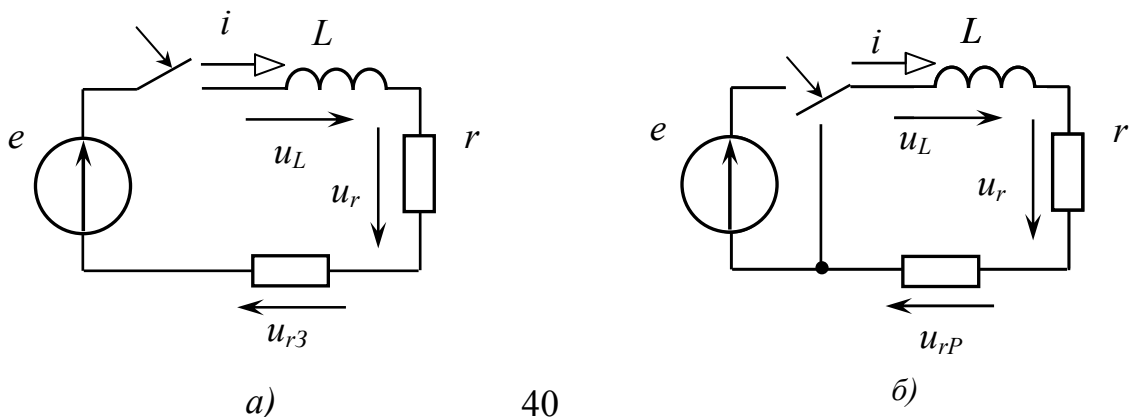
«ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В НЕРОЗГАЛУЖЕНОМУ КОЛІ З КОТУШКОЮ ПРИ ПІДКЛЮЧЕННІ ЇЇ ДО ДЖЕРЕЛА СИНУСОЇДНОЇ НАПРУГИ»

МЕТА: придбання практичних навичок при дослідженні перехідних процесів в котушці у лінійних колах з синусоїдною ЕРС

1. Принципова електрична схема експериментальної установки



2. Розрахункова схема експериментальної установки при включенні котушки (а) і короткому замиканні (б).



3. Таблиця 10.1– Результати експериментальних досліджень

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | |
|-------------------------------|--------------------|-------------------|----------------|
| | $r_3, \text{ Ом}$ | $r_p, \text{ Ом}$ | $U, \text{ В}$ |
| Вимикач QSI замкнений | | | |

4. Запишіть параметри котушки експериментальної установки: активний опір $r = \underline{\hspace{2cm}}$, індуктивність $L = \underline{\hspace{2cm}}$.

Початкова фаза синусоїдної електрорушійної сили $\psi_e = \underline{\hspace{2cm}}$ задається викладачем.

5. Визначити активний опір електричного кола при включенні котушки до джерела синусоїдної ЕРС

$$r_{\text{вкл}} = r + r_3 =$$

6. Визначити амплітудне значення ЕРС джерела живлення

$$U_m = E_m = \quad ; \quad U_m = \sqrt{2} \cdot U =$$

7. Визначити постійну часу перехідного процесу τ_B при підключенні котушки

$$\tau_B =$$

8. Визначити корінь характеристичного рівняння p_B при підключенні котушки до джерела синусоїдної ЕРС

$$p_B =$$

9. Визначити примусовий струм $i_{\text{пр}}$ при підключенні котушки до джерела синусоїдної ЕРС. Частота струму 50 Гц.

$$x_L = \quad \quad \quad Z =$$

$$i_{\text{пр}} =$$

10. Визначити постійну інтегрування вільного струму при підключенні котушки до джерела синусоїдної ЕРС, визначив незалежні початкові умови переходного процесу

$$\text{н.п.у.: } i(0) = i(0-) =$$

$$A =$$

11. Записати рівняння перехідного струму $i(t)$ при підключенні котушки до джерела синусоїдної ЕРС

$$i(t) =$$

12. Побудувати в масштабі $i(t)$ для $t = T$ (10 точок).

$$T =$$

13. Таблиця 10.2 - Результати розрахунку електричного кола при включенні котушки

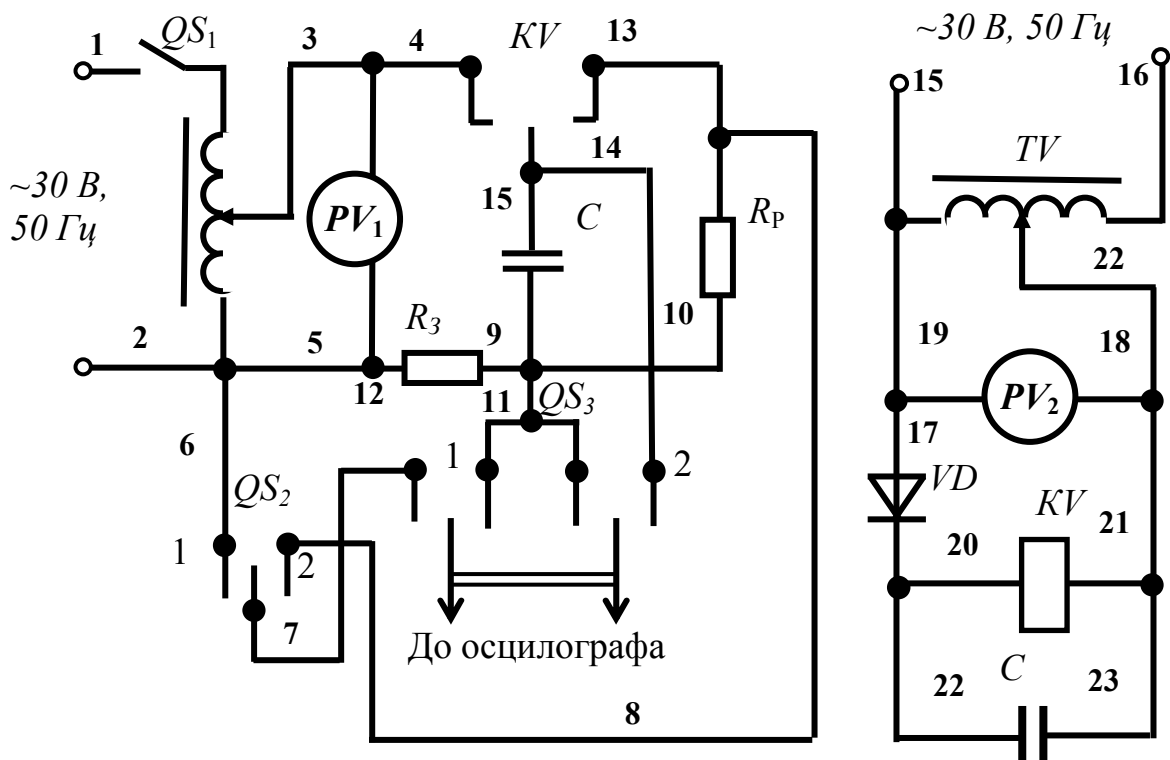
| Фізичні величини, що характеризують коло при включенні котушки | | | | | | |
|--|------------------|-----------------|----------------|------------------|-------------|----------------|
| $E,$ B | $\tau_B,$ c | $p_B,$ $1/c$ | $r_B,$ $Ом$ | $i_{np},$ A | $A,$ A | $i(t),$ A |
| | | | | | | |

Висновок:

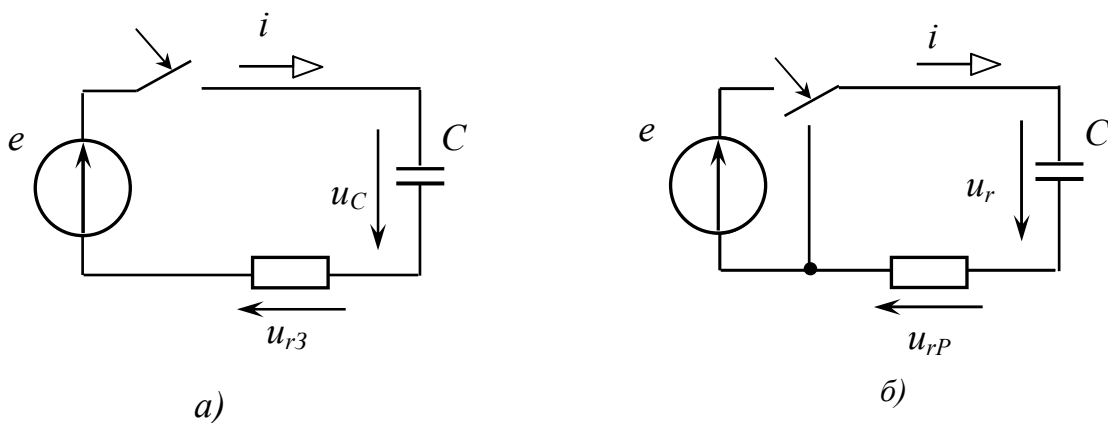
«ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ЗАРЯДЖЕННЯ І РОЗРЯДЖЕННЯ КОНДЕНСАТОРА ЧЕРЕЗ РЕЗИСТОР В ЛІНІЙНИХ КОЛАХ З СИНУСОЇДНОЮ ЕРС»

МЕТА: придбання практичних навичок при дослідженні перехідних процесів зарядження і розрядження конденсатора через резистор в лінійних колах з синусоїдною ЕРС

1. Принципова електрична схема експериментальної установки



2. Розрахункова схема експериментальної установки при заряді (а) і розряді (б) конденсатора на резистор



3. Таблиця 11.1 – Результати експериментальних досліджень при зарядженні конденсатора від джерела постійної ЕРС

| Умови проведення експерименту | Показання приладів | | |
|-------------------------------|--------------------|------------------|-----------------|
| | $r_3, \text{Ом}$ | $r_p, \text{Ом}$ | $U_1, \text{В}$ |
| Вимикач QS_1 замкнений | | | |

4. Запишіть ємність конденсатора $C = \underline{\hspace{2cm}}$. Початкова фаза синусоїдної ЕРС $\psi_e = \underline{\hspace{2cm}}$ задається викладачем.

5. Визначити ЕРС джерела живлення E і записати миттєве рівняння ЕРС

$$E = \quad \quad \quad e =$$

6. Визначити постійну часу перехідного процесу τ_3 при зарядженні конденсатора від джерела синусоїдної ЕРС

$$\tau_3 = r_3 \cdot C =$$

6. Визначити корінь характеристичного рівняння p_3 при зарядженні конденсатора від джерела синусоїдної ЕРС

$$p_3 = -\frac{1}{r_3 \cdot C} =$$

7. Визначити примушену напругу на ємності при зарядженні конденсатора через резистор від джерела постійної ЕРС. Частота 50 Гц.

$$x_C = \quad \quad \quad Z =$$

$$\varphi = \quad \quad \quad \Psi_i = \quad \quad \quad \Psi_{u_C} =$$

$$I_{np} = \quad \quad \quad i_{np} =$$

$$U_{C_{np}} = \quad \quad \quad u_{C_{np}} =$$

8. Визначити постійну інтегрування вільної складової напруги на ємності при зарядженні конденсатора від джерела синусоїдної ЕРС , визначив незалежні початкові умови

$$\text{н.п.у.: } u_C(0) = u_C(0-) =$$

$$A =$$

9. Записати рівняння перехідної напруги на ємності $u_C(t)$ при зарядженні конденсатора від джерела синусоїдної ЕРС

$$u_C(t) =$$

10. Побудувати в масштабі графік перехідної напруги на ємності $u_C(t)$ при зарядженні конденсатора від джерела синусоїдної ЕРС для $t = T$ (10 точок)

$$T =$$

11. Таблиця 11.2 –Результати розрахунку електричного кола при зарядженні конденсатора від джерела постійної ЕРС

| Фізичні величини, що характеризують коло | | | | | |
|--|------------------|-----------------|--------------------|-------------|-------------|
| $E,$ B | $\tau_3,$ c | $p_3,$ $1/c$ | $u_{C np},$ B | $A,$ B | $u_C(t), B$ |
| | | | | | |

Висновок:

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

За виконання кожної лабораторної роботи у першому модулі (M1) максимально можна отримати 2,5 бали, у другому модулі (M2) – 3 бали. Кількісна оцінка визначається за наступними показниками:

1) вхідний контроль - усне опитування студентів за контрольними запитаннями до лабораторної роботи і таблицями для самостійної підготовки, які вказані у завданні для домашньої підготовки на початку методичної вказівки до лабораторної роботи згідно тематичного робочого зошита. За усне опитування максимально можна отримати 30 % балів за лабораторну роботу;

2) виконання експериментального дослідження та оформлення звіту з лабораторної роботи, за який максимально можна отримати 20 % балів за лабораторну роботу;

3) вихідний контроль з лабораторної роботи (захист лабораторної роботи), за який максимально можна отримати 50 % балів за лабораторну роботу.

Вхідний контроль у лабораторну роботу здійснюється шляхом усного опитування кожного студента на початку заняття. Отримана кількість балів за нього визначається пропорційно вірно наданим відповідям.

Підготовка та оформлення звіту з лабораторної роботи здійснюється студентом безпосередньо на лабораторному занятті. Отримана кількість балів за нього визначається пропорційно вірно виконаним пунктам звіту.

Вихідний контроль з лабораторної роботи здійснюється шляхом письмового опитування студента наприкінці заняття, тобто шляхом письмового розв'язання ним певної задачі. Отримана кількість балів за нього визначається пропорційно вірно наданим відповідям.

Лабораторна робота вважається виконаною позитивно, якщо студент у підсумку отримав не менше, ніж 60 % балів, тобто 1,2 бала. У протилежному випадку студент зобов'язаний підвищити бал за лабораторну роботу у відведений термін на консультації викладача, який її проводив.

Підвищення рейтингу полягає у виконанні певних завдань щодо лабораторної роботи: вхідний контроль, підготовка та оформлення звіту, вихідний контроль. Підвищити рейтинг з лабораторної роботи можна не більше, ніж 60 % балів за лабораторну роботу.

Якщо лабораторне заняття пропущено з поважної причини, то студент може отримати за результатами відпрацювання максимально 100 % балів за лабораторну роботу.

У разі пропуску лабораторного заняття студент повинен його відпрацювати у відведений термін на консультації викладача, який його проводив. Якщо лабораторне заняття пропущено з поважної причини, то студент може отримати за результатами відпрацювання максимально 2,5 бали у M1 і 3 бали у модулі 2. Якщо лабораторне заняття пропущено без поважної причини, то студент може отримати за результатами відпрацювання максимально 1,2 бали.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Овчаров В.В. Теоретичні основи електротехніки. /В.В. Овчаров. - К.: Урожай, 1993. - 224 с.
2. Зевеке Г.В. Основы теории цепей./Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов: учебник, 5 изд. - М.; Атомэнергоиздат, 1989. – 657 с.
3. Попова І.О. Теоретичні основи електротехніки, частина 3. Курс лекцій. – Мелітополь: Видавництво Мелітопольська типографія «Люкс», 2018. – 185 с.
4. Попова І.О. Теоретичні основи електротехніки. Методичні вказівки з лабораторних робіт для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» з напрямку підготовки 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» денної форми навчання / І.О. Попова. – Мелітополь : ТДАТУ, 2019. – 102 с.
5. Попова І.О. Теоретичні основи електротехніки, частина 3. Методичні вказівки для організації самостійної роботи студентів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка» /І.О. Попова. – Мелітополь: Люкс, 2018. –145 с.