

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ**

**Методичний посібник
для виконання лабораторних робіт
з навчальної дисципліни Теоретичні основи електротехніки
для спеціалізації 151.1
Обслуговування інтелектуальних інтегрованих систем**

2020 р.

Автор – Саун О. В., викладач Харківського державного політехнічного коледжу

Методичний посібник для виконання лабораторних робіт
затверджений на засіданні циклової комісії з електромеханіки

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 20__ р.

Голова циклової комісії _____ (М.М. Бочарніков)

Схвалено методичною радою Харківського державного
політехнічного коледжу

Протокол № _____ від “ _____ ” _____ 20__ р.

Голова методичної ради _____ Р.М. Корольова

АНОТАЦІЯ

Дисципліна «Теоретичні основи електротехніки» вивчає дві основні проблеми, що лежать в основі загальної електротехніки, - теорію електричних кіл та її застосування відносно електричних машин, електромеханічних перетворювачів та вимикачів. Крім цього, треба мати на увазі, що розвиток самої електротехніки та її проникнення до всіх розділів знань сучасного суспільства пов'язано, перш за все, зі зручністю перетворення та передачі електричної енергії на будь-які відстані.

Електрична енергія являє собою основу розвитку всіх галузей техніки, базу для розвитку промисловості, в тому числі будівництва транспорту, сільського господарства, обробки всіх матеріалів тощо.

Проектування електронних пристроїв пов'язано з рішенням широкого комплексу питань – від вибору принципу дії пристрою до розробки його конструкції і технології виготовлення. При цьому істотним етапом є дослідження електричних кіл, що виконуються як експериментально за допомогою різних вимірювальних приладів і спеціальних пристроїв, так і теоретично на основі методів аналізу і синтезу електронних схем.

Згодом зросла роль теоретичного підходу до дослідження електричних кіл на базі сучасних фізичних уявлень із залученням відповідного математичного апарата. При цьому електронні кола представляються схемами з ідеалізованими елементами. Експериментальні і теоретичні методи взаємно доповнюють один одного, хоча і відіграють різну роль на тих або інших етапах проектування.

Для сучасної радіоелектроніки характерне постійне ускладнення електронних пристроїв, використання нових елементів та сучасних технологій. Підвищення вимог до забезпечення перетворення електричних сигналів із заданим ступенем точності постійно вимагають розробки більш ефективних методів теоретичного дослідження електронних кіл і використання таких спеціальних розділів математики як матричні вирахування, теорія графів і т.д.

Основна увага в даних методичних вказівках зосереджується на залежностях між струмами та напруг на зовнішніх затискачах (полюсах), за допомогою яких елементи з'єднуються між собою і різними частинами кола. Виконується аналіз співвідношень між реакціями і впливами для відомої схеми.

Правила техніки безпеки в електролабораторії

При порушенні правил техніки безпеки в лабораторії можливі виробничі травми, тому необхідно дотримуватися таких правил:

- перш ніж розпочати складання схеми, переконатися в тому, що всі тумблери та автомати вимкнені;

- переконатися в справності ізоляції з'єднувальних проводів;

- перед початком складання схеми ознайомитися з інструкцією та методикою виконання лабораторної роботи;

- перед перемиканням у схемі обов'язково вимкнути джерело живлення;
- при складанні електричних кіл уникати перетину з'єднувальних проводів. Невикористані проводи слід забрати з робочого місця;

- після складання схеми перевірити надійність її електричних з'єднань;

- при складанні кіл знижувального трансформатора пам'ятати про небезпеку помилкового з'єднання обмотки низької напруги з проводами мережі;

- перед початком роботи перевірити справність заземлюючих дротів і їх приєднання до вимірювальних приладів;

- про всі перемикання в схемі попередити членів бригади;

- виявивши несправність у приладах, які знаходяться під напругою, негайно від'єднати їх від мережі та повідомити про це викладача.

Електролабораторія повинна бути укомплектована захисними та протипожежними засобами відповідно до чинних правил і інструкцій..

У лабораторії з а б о р о н я є т ь с я :

- перевіряти пальцями наявність напруги на струмопровідних частинах елементів (напруги на затискачах приладів або елементах схеми необхідно перевіряти тільки вимірювальними приладами);

- торкатися руками відкритих струмопровідних частин Приладів і апаратів, які знаходяться під напругою;

- розмикати кола з великою індуктивністю або ємністю без попереднього їх розрядження;

- складати електричні схеми під напругою;

- користуватися проводами без наконечників або штирів;

- вмикати прилади без дозволу викладача;

- залишати під напругою складену електричну схему; самостійно усувати несправності приладів і апаратів;

- після подавання високої напруги торкатися проводів, навіть якщо вони ізольовані

Лабораторна робота 1

ПЕРЕВІРКА ЗАКОНА ОМА ДЛЯ ДІЛЯНКИ КОЛА

1 Мета роботи

Дослідна перевірка закону Ома для ділянки кола .

2 Теоретичні відомості

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

де r -опір ділянки кола
похибка вимірювання

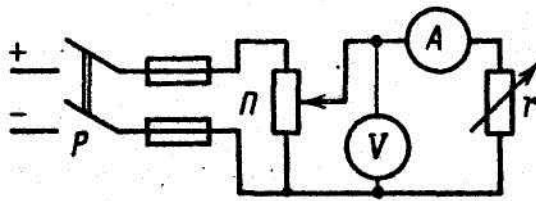
$$\gamma = \frac{r - r'}{r} \cdot 100\%$$

3 Необхідні прилади і матеріали

- 1.Змінний опір- r .
- 2.Амперметр постійного струму А.
- 3.Вольтметр постійного струму- V
- 4.З'єднувальні проводи.

4 Послідовність виконання роботи

- 1.Скласти електричне коло по схемі.



- 2.Після перевірки схеми викладачем замкнути рубильник і, змінюючи

№	Показання приладів		Результати розрахунків		Примітка
	U	I	r'	γ	
	V	A	Ом	%	
1					$r = \dots$ (Ом)
2					
3					
4					
5					

напругу в колі від 0 до 50В через кожні 10В зняти показники приладів і занести їх в таблицю.

- 3.Для кожного вимірювання обчислити опір та похибку вимірювання

4.Поступово зменшуючи опір реостата при заданому значенні напруги виміряти струм. Результат занести в таблицю.

№	U	I	r	Примітка
	B	A	Ом	
1				
2				
3				
4				

5. Побудувати графік залежності $I = f(U)$ при $r = \text{const}$ і $I = f(r)$ при $U = \text{const}$

6. Зробити висновок.

7. Після закінчення роботи, вимкнути рубильник, розібрати схему і привести в порядок робоче місце.

Контрольні питання:

1. Що таке електричне коло?
2. Що таке постійний струм і як визначається його напрям?
3. Що таке опір провідника і від чого він залежить?
4. Як формулюється закон Ома для всього кола та для його ділянок?

Лабораторна робота 2

ПЕРЕВІРКА ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА ПОСЛІДОВНО З'ЄДНАНИХ ОПОРІВ

1 Мета роботи

Дослідна перевірка законів постійного струму для послідовного з'єднання резисторів.

2 Теоретичні відомості.

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$r = r_1 + r_2 + r_3$$

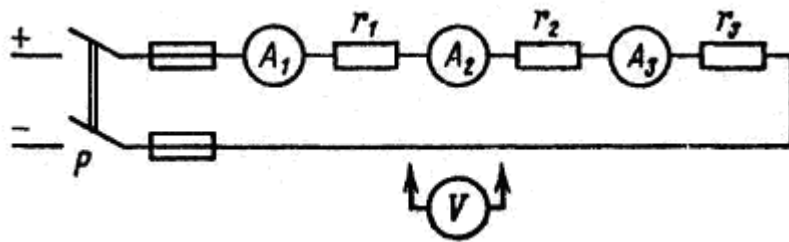
$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

3 Необхідні прилади і матеріали

1. Три опори r_1 , r_2 , r_3
2. Три амперметри постійного струму - A_1 A_2 A_3
3. Переносний вольтметр постійного струму - V
4. З'єднувальні проводи

4 Послідовність виконання роботи

1.Скласти електричне коло за схемою.



2.Після перевірки ввімкнути рубильник. Заміряти падіння напруги на кожному опорі і в усьому колі. Результати занести в таблицю.

№	Ділянка кола	U	I	P	r	Примітка
		В	А	Вт	Ом	
1	Опір r_1					
2	Опір r_2					
3	Опір r_3					
4	Усе коло					
1	Опір r_1					Замкнуто накоротко Опір r_2
2	Опір r_2					
3	Опір r_3					
4	Усе коло					

3.По одержаним даним розрахувати потужність ділянки кола і занести в таблиці.

4.Замкнути накоротко опір r_2 і повторити вимірювання вказані в п.2

5.Відключити опір r_3 і переконатися в тому, що струм не поступає до всіх опорів

6.Зробити висновок.

7.Після закінчення роботи, вимкнути рубильник, розібрати схему і привести в порядок робоче місце.

Контрольні питання:

- 1.Яке з'єднання називається послідовним?
- 2.Як визначити загальний опір?
- 3.Як визначити потужність всього кола?
- 4.Які недоліки послідовного з'єднання опорів?

Лабораторна робота 3

ПЕРЕВІРКА ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА

ПАРАЛЕЛЬНО З'ЄДНАНИХ ОПОРІВ

1 Мета роботи

Дослідна перевірка законів постійного струму для паралельного з'єднання резисторів.

2 Теоретичні відомості

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$g = g_1 + g_2 + g_3$$

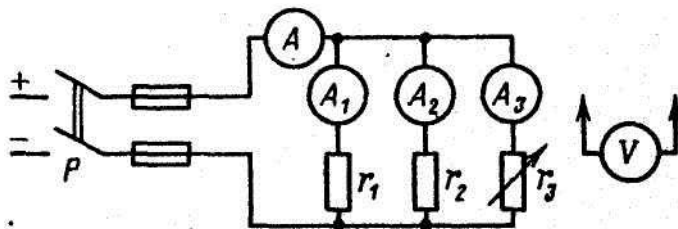
$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

3 Необхідні прилади і матеріали

1. Постійні опори - r_1 і r_2
2. Змінний опір - r_3
3. Амперметри постійного струму - A, A_1, A_2, A_3
4. Вольтметр переносний постійного струму - V
5. З'єднувальні проводи.

4 Послідовність виконання роботи

1. Скласти електричне коло по схемі.



2. Після перевірки ввімкнути рубильник. Заміряти падіння напруги на кожному опорі і в усьому колі. Результати занести в таблицю.
3. По одержаним даним розрахувати потужність і провідність кожної ділянки кола. Результати розрахунків занести в таблицю.

№	Ділянки кола	Показники приладів		Результати розрахунків			Примітка
		U	I	P	г	g	
		В	А	Вт	Ом	1/Ом	
1	Опір r_1						
2	Опір r_2						
3	Опір r_3						
4	Усе коло						
5	Опір r_1						Зменшено опір r_3
6	Опір r_2						
7	Опір r_3						
8	Усе коло						
9	Опір r_1						Відключено опір r_3
10	Опір r_2						
11	Опір r_3						
12	Усе коло						

4. Зменшити опір r_3 і виконати дії, які вказані в п. 2 і 3
5. Відключити опір r_3 і виконати дії, які вказані в п. 2 і 3
6. Зробити висновок.

7. Після закінчення роботи, вимкнути рубильник, розібрати схему і привести в порядок робоче місце.

Контрольні питання:

1. Яке з'єднання називається паралельним?
2. Як визначити загальний опір?
3. Як визначити провідність?
4. Сформулюйте 1-й закон Кірхгофа?

Лабораторна робота 4 **ПЕРЕВІРКА ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРИЧНОГО КОЛА** **ЗМІШАНО- З'ЄДНАНИХ ОПОРІВ**

1 Мета роботи

Дослідна перевірка законів постійного струму для змішаного з'єднання резисторів.

2 Теоретичні відомості

$$I = I_1; I = I_2 + I_3$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

$$U = U_1 + U_{23}$$

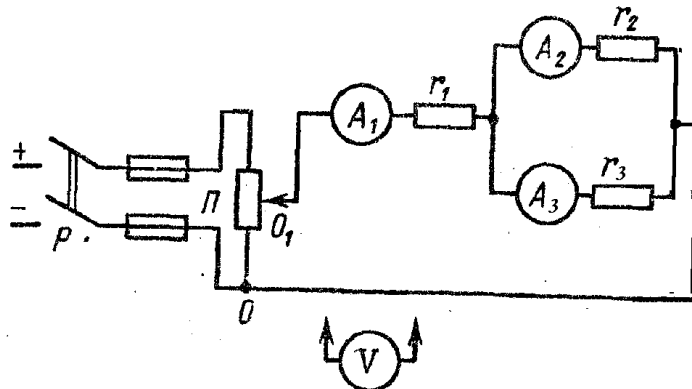
$$r = r_1 + r_{23} \quad r_{2,3} = \frac{r_1 \cdot r_3}{r_2 + r_3} \cdot 100\%$$

3 Необхідні прилади і матеріали

1. Опори - r_1, r_2, r_3
2. Амперметри постійного струму - A_1, A_2, A_3
3. Вольтметр переносний постійного струму - V
4. З'єднувальні проводи.

4 Послідовність виконання роботи

1. Скласти електричне коло по схемі.



2. Після перевірки ввімкнути рубильник. Встановити напругу зручну для вимірювання струмів. Заміряти падіння напруги на кожному опорі і в усьому колі. Результати занести в таблицю.

3. По одержаним даним розрахувати опір кожної ділянки і всього кола. Результати розрахунків занести в таблицю.

№	Ділянки кола	Показники приладів		Результати розрахунків		Примітка
		U	I	P	r	
		B	A	Вт	Ом	
1	Опір r1					
2	Опір r2					
3	Опір r3					
4	Усе коло					
5	Опір r1					опір r3 замкнуто накоротко
6	Опір r2					
7	Опір r3					
8	Усе коло					
9	Опір r1					Відключено опір r3
10	Опір r2					
11	Опір r3					
12	Усе коло					

4. Замкнути накоротко опір r3 і виконати дії вказані в пунктах 2.3

5. Відключити опір r3 і виконати дії, які вказані в п. 2 і 3

6. Зробити висновок.

7. Після закінчення роботи, вимкнути рубильник, розібрати схему і привести в порядок робоче місце.

Контрольні питання:

1. Яке з'єднання називається змішаним?
2. Як визначити загальний опір?
3. Сформулюйте поняття електричного вузла та електричної вітки?
4. Що таке баланс потужностей?

Лабораторна робота 5 ПЕРЕВІРКА ДРУГОГО ЗАКОНУ КІРХГОФА

1 Мета роботи

Дослідна перевірка справедливості другого закону Кірхгофа .

2 Теоретичні відомості

$\Sigma I = 0$ - перший закон Кірхгофа

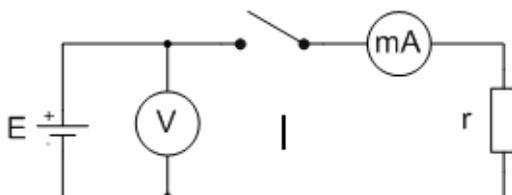
$\Sigma E = \Sigma I r$ - другий закон Кірхгофа

3 Необхідні прилади і матеріали

- 1.Відомі опори - r_1, r_2, r_3
- 2.Джерела постійного Е.Р.С.- E_1, E_2
- 3.Вольтметр постійного струму - V
- 4.Амперметр постійного струму - A_1, A_2, A_3
- 5.З'єднувальні проводи.

4 Послідовність виконання роботи

- 1.Скласти електричне коло по схемі.



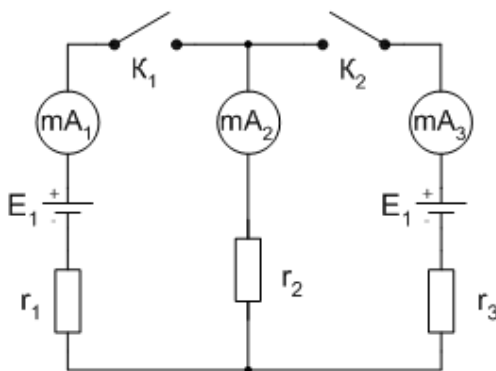
- 2.Зняти показники приладів при розімкнутому і замкнутому ключі для кожного джерела е.р.с. Занести у таблицю.

- 3.Для кожного вимірювання обчислити внутрішній опір кожного джерела е.р.с.

$$r_0 = \frac{E - U}{I}$$

№ джерел	E	U	I	r_0
	В	В	А	Ом
1				
2				

- 4.Зібрати електричне коло по схемі



- 5.Замкнути обидва ключі і виміряти струм в усіх напрямках. Показники приладів занести в таблицю

Спосіб визначення величини	I_1	I_2	I_3
	А	А	А
Вимірювання			
Розрахунки			

6. Використовуючи перший і другий закони Кірхгофа обчислити ті самі струми (I_1, I_2, I_3). Результати занести до таблиці і порівняти їх з результатами вимірювань.

7. Зробити висновок.

8. Після закінчення роботи, розібрати схему і привести в порядок робоче місце.

Контрольні питання:

1. Які ознаки складного електричного кола?
2. Сформулювати перший закон Кірхгофа.
3. Сформулювати другий закон Кірхгофа.
4. Що таке електрична вітка, електричний вузол та електричний контур?

Лабораторна робота № 6

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛА ЗМІННОГО СТРУМУ З ПОСЛІДОВНИМ УВІМКНЕННЯМ АКТИВНОГО, ІНДУКТИВНОГО І ЄМНІСНОГО ОПОРУ РЕЗОНАНС НАПРУГИ

1 Мета роботи

Дослідним шляхом дослідити основні властивості кола при резонансі напруги.

2 Теоретичні відомості

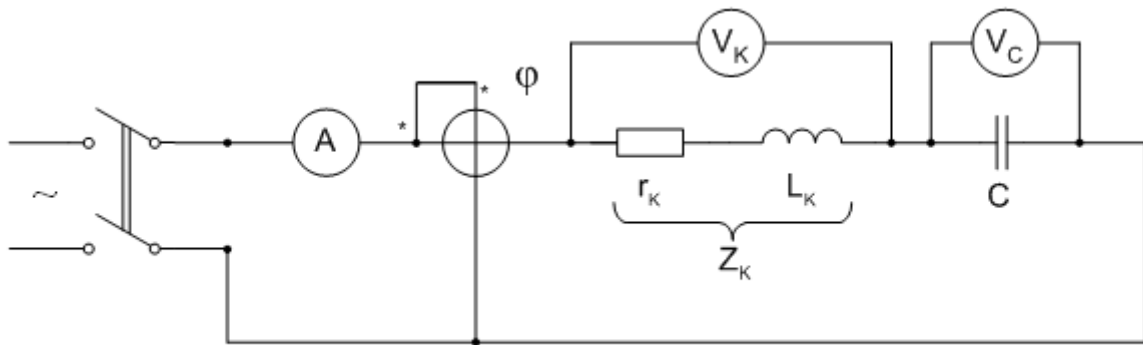
$$\begin{aligned} U_a &= \frac{P}{I}; \quad Z_K = \frac{U_K}{I}; \quad r = \frac{P}{I^2}; \\ X_C &= \frac{U_C}{I}; \quad S = U \cdot I; \quad X_L = \sqrt{Z_K^2 - r^2}; \\ U_L &= I \cdot X_L; \quad \cos \varphi = \frac{P}{I \cdot U}; \quad \varphi = \arccos \varphi \\ Z &= \frac{U}{I}; \end{aligned}$$

3 Необхідні прилади і матеріали

1. Котушка індуктивності - L
2. Батарея конденсаторів - C
3. Ватметр типа АСТД або фазометр
4. Амперметр змінного струму АСТ -2,5А
5. Вольтметр змінного струму $U_K=150\text{ В}; U_C=250\text{ В};$

4 Порядок виконання роботи

1. Зібрати електричне коло по схемі.



2. Після перевірки схеми викладачем включити напругу (не більше 30 В)
3. Змінюючи положення осердя в котушці знайти резонанс напруги по найбільшому відхиленню стрілки амперметра.
4. Показники приладів занести в таблицю

	Показники приладів I					Результати розрахунків								
	U	U _c	U _K	I	P	Z _K	U _a	X _c	X _L	r	φ	S	Cosφ	U _L
	B	B	B	A	Вт		B	Ом	Ом	Ом	град	ВА	-----	B
1														
2														
3														

5. По вимірюваним параметрам розрахувати параметри показані в таблиці по розрахунковим формулам:
6. Побудувати векторну діаграму для напруги і струму.
7. Після закінчення роботи розібрати схему і привести в порядок робоче місце.

Контрольні питання:

1. Що називається резонансом напруги?
2. За яких умов виникає цей резонанс?
3. При якому з'єднанні елементів електричного кола можливе виникнення резонансу напруги?
4. Яку небезпеку може створити резонанс напруг у колі змінного струму?

Лабораторна робота № 7 ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗОНАНСІВ СТРУМУ

1 Мета роботи

Дослідним шляхом встановити резонанс струму і перевірити його основні властивості.

2 Теоретичні відомості

$$g = \frac{P}{U^2}; \quad z_K = \frac{U}{I_L}; \quad r = g \cdot z_K^2; \quad X_L = \sqrt{z_K^2 - r^2};$$

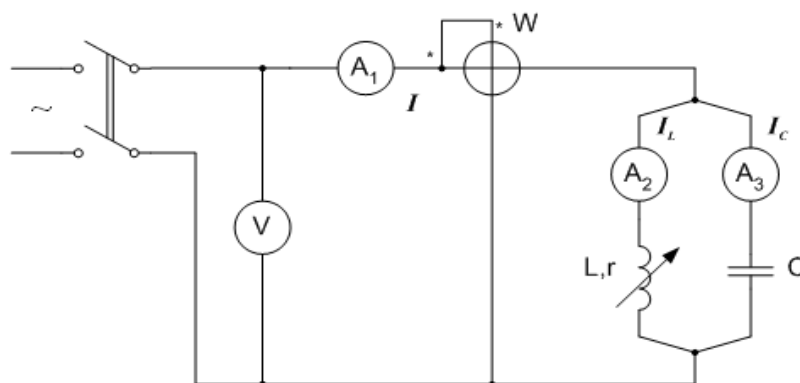
$$B_L = \frac{X_L}{z_K^2}; \quad B_C = \frac{1}{X_C} = 2\pi f C; \quad \cos \varphi = \frac{P}{UI}; \quad \varphi = \arccos \varphi;$$

3 Необхідні прилади і матеріали

1. Котушка індуктивності - L,r
2. Батарея конденсаторів - C
3. Амперметри - A₁, A₂, A₃
4. Ватметр - W
5. Вольтметр - V
6. З'єднувальні проводи

4. Хід роботи

1. Зібрати електричне коло по схемі.



2. Після перевірки схеми викладачем ввімкнути напругу змінного струму не більше 50В.

3. Змінюючи положення осердя в котушці встановити резонанс струму по найменшому відхиленню стрілки амперметра в загальному колі (Резонанс можна одержати при с=50мкф і числі обертів котушки 1200)

4. Залишаючи напругу постійною зняти показники приладів в трьох випадках:

- а) при вийнятому осерді
- б) при резонансі струму
- в) при повністю вставленому осерді

Результати вимірювань занести в таблицю.

5. Вимкнути рубильник

№	Показники приладів				Результати розрахунків								
	U	I	I _L	I _C	g	Z _K	r	X _L	B _L	B _C	φ	COS	
	В	А	А	А								—	
1													

2													
3													

6. По даним вимірювань обчислити решту параметрів кола для трьох випадків, використовуючи розрахункові формули:

7. Побудувати векторну діаграму.

8. Після закінчення роботи розібрати схему і прибрати робоче місце.

Контрольні питання:

1. Що називається резонансом струмів?
2. За яких умов виникає цей резонанс?
3. При якому з'єднанні елементів електричного кола можливе виникнення резонансу струмів?
4. Яку небезпеку може створити резонанс струмів в електричному колі?

Лабораторна робота № 8 **ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛА ТРИФАЗНОГО СТРУМУ** **ПРИ З'ЄДНАННІ ПРИЙМАЧІВ ЗІРКОЮ**

1 Мета роботи

Практичним шляхом перевірити співвідношення між електричними величинами в колі трифазного струму при з'єднанні приймачів енергії зіркою.

2 Теоретичні відомості

$$I_{\text{л}} = I_{\text{ф}}; \quad U_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ф}} = 1,73 U_{\text{ф}}; \quad \dot{I}_{\text{л}} = \dot{I}_{\text{а}} + \dot{I}_{\text{в}} + \dot{I}_{\text{с}};$$

$$P = 3 \cdot U_{\text{ф}} \cdot I_{\text{ф}} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \cos \varphi;$$

$$Q = 3 \cdot U_{\text{ф}} \cdot I_{\text{ф}} \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \sin \varphi;$$

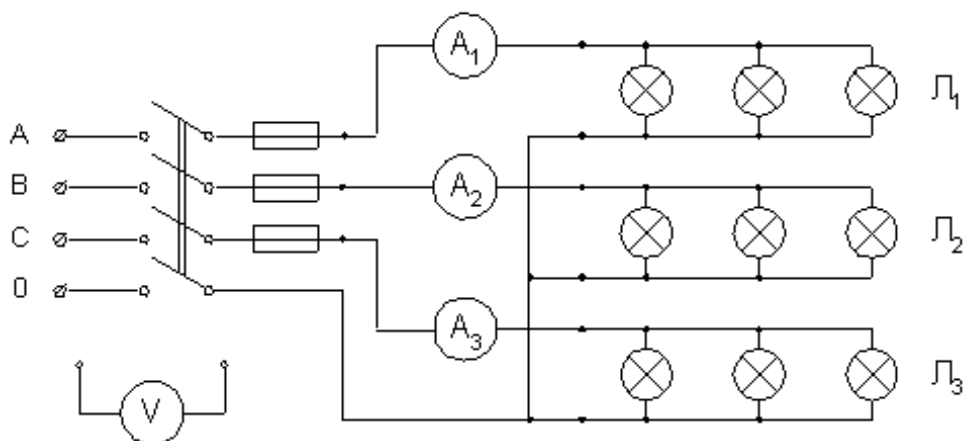
$$S = 3 \cdot U_{\text{ф}} \cdot I_{\text{ф}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}}$$

3 Необхідні прилади і матеріали

1. Три лампових реостати – Л₁, Л₂, Л₃
2. Чотири амперметра змінного струму А₁, А₂, А₃, А₀
3. Вольтметр змінного струму - V
4. З'єднувальні проводи.

4 Порядок виконання роботи

1. Зібрати електричне коло по схемі



2. Після перевірки схеми викладачем ввімкнути рубильник, встановити рівномірне навантаження фаз і виміряти фазні та лінійні напруги і струми. Показники приладів занести в табл.

№	I_A	I_B	I_C	I_0	U_A	U_B	U_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	ПРИМІТКА
	А	А	А	А	В	В	В	В	В	В	
1											Рівномірне навантаження без нульового проводу
2											Рівномірне навантаження з нульовим проводом
3											Нерівномірне навантаження без нульового проводу
4											Нерівномірне навантаження з нульовим проводом

Переконатися в тому, що: $I_A = I_B = I_C$, $U_A = U_B = U_C$; $U_{AB} = U_{BC} = U_{CA}$

3. Замкнути рубильник Р і переконатися в тому, що приєднання нейтрального проводу не вносить будь яких змін в режим роботи кола.

4. Створити нерівномірне навантаження фаз і виконати дію визначену в п.2,3 . Показники приладів занести в таблицю (досліди 3,4).

5. Для 4 досліду побудувати векторну діаграму фазного струму і напруги . Приймавши визначений масштаб, графічним шляхом визначити струм в нульовому проводі.

Результати порівняти з показником приладу (I_0) .

6. Зробити висновки по роботі.

7. Після закінчення роботи розібрати схему і привести в порядок робоче місце.

Контрольні питання:

1. Як пов'язані між собою лінійні, а також фазні напруги та струми чотирипровідної трифазної мережі при з'єднанні споживачів зіркою?

2. Чим відрізняється симетричне навантаження від несиметричного?

3. Яка роль нульового проводу в чотирипровідній трифазній мережі?
4. Як визначити струм у нульовому проводі, якщо відомо струм у кожній фазі трифазної мережі?

Лабораторна робота № 9 **ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛА ТРИФАЗНОГО СТРУМУ ПРИ З'ЄДНАННІ** **ПРИЙМАЧІВ ТРИКУТНИКОМ**

1 Мета роботи

Практичним шляхом перевірити співвідношення між електричними величинами в колі трифазного струму при з'єднанні приймачів енергії трикутником.

2 Теоретичні відомості

$$U_{\text{л}} = U_{\text{ф}}; \quad I_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{ф}} = 1,73 I_{\text{ф}};$$

$$P = 3 \cdot U_{\text{ф}} \cdot I_{\text{ф}} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \cos \varphi;$$

$$Q = 3 \cdot U_{\text{ф}} \cdot I_{\text{ф}} \cdot \sin \varphi = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}} \cdot \sin \varphi;$$

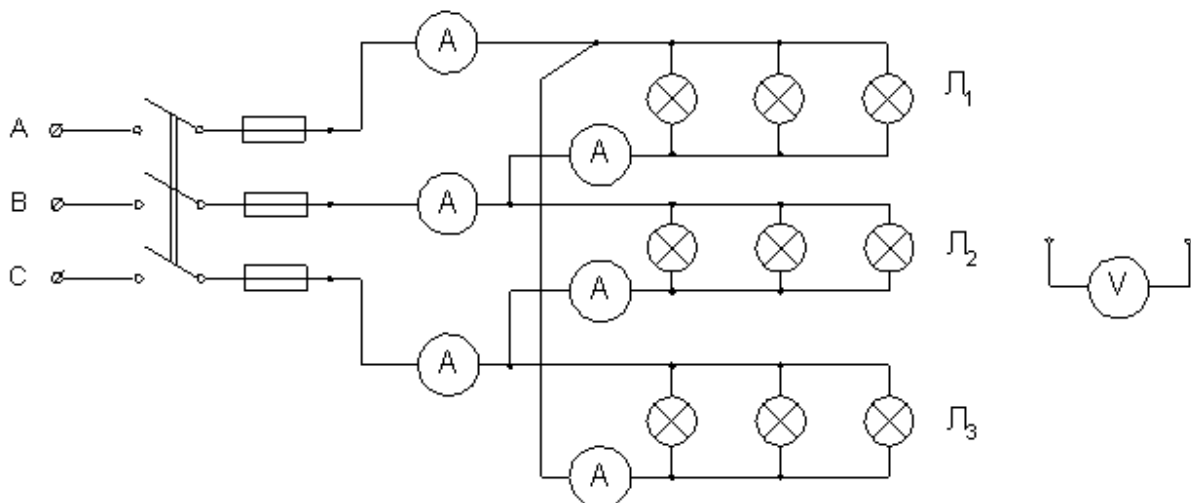
$$S = 3 \cdot U_{\text{ф}} \cdot I_{\text{ф}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{л}} \cdot I_{\text{л}}$$

3 Необхідні прилади і матеріали

1. Три лампових реостати - Л₁ Л₂, Л₃
2. Шість амперметрів змінного струму - А
3. Вольтметр змінного струму - V
4. З'єднувальні проводи.

4 Порядок виконання роботи

1. Зібрати електричне коло по схемі.



2. Після перевірки схеми викладачем ввімкнути трьохполюсний рубильник, встановити рівномірне навантаження фаз і виміряти фазні та лінійні напруги і струми. Показники приладів занести в табл. (1 дослід)

3. Зробити нерівномірне навантаження фаз і виміряти фазні та лінійні напруги і струми. Показники приладів занести в табл. (2 дослід)

№	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	I_A	I_B	I_C	I_{AB}	I_{BC}	I_{CA}	ПРИМІТКА
	B	B	B	A	A	A	A	A	A	
1										Рівномірне навантаження фаз
2										Нерівномірне навантаження фаз
3										Рівномірне навантаження фаз; обірваний лінійний провід A

4. По показнику приладів в другому досліді побудувати векторну діаграму фазних струмів і напруг. Графічним шляхом визначити лінійні струми I_A , I_B , I_C і порівняти їх з показниками лінійних амперметрів.

5. Зробити рівномірне навантаження фаз, витягти запобіжник в фазі A, виміряти фазні та лінійні напруги і струми.

Показники приладів занести в табл. (3 дослід)

6. Зробити висновки по роботі.

7. Після закінчення роботи виключити рубильник, розібрати схему і привести в порядок робоче місце.

Контрольні питання:

1. Яке з'єднання споживачів електричної енергії називається трикутником?
2. Як пов'язані між собою лінійні та фазні струми, а також напруги в трифазній мережі при з'єднанні споживачів трикутником?
3. Чим відрізняється симетричне навантаження від несиметричного?
4. Як розрахувати потужність споживачів при симетричному навантаженні та вмиканні їх трикутником у фазну мережу?

Лабораторна робота 10

ВИЗНАЧЕННЯ ПОЧАТКІВ І КІНЦІВ ФАЗНИХ ОБМОТОК

ТРИФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

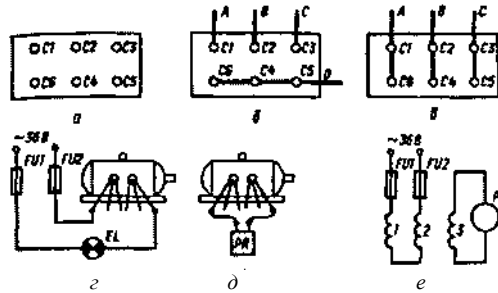
1. Мета роботи

Навчитися знаходити початки та кінці обмоток статора трифазного асинхронного двигуна, а також визначати способи з'єднання їх.

2. Теоретичні відомості

Правильне з'єднання обмоток двигуна на клемну колодку показано на рисунку. Тут усі початки статорних обмоток (**C1, C2, C3**) виведено на верхній рад колодки, а кінці — на нижній. При вмиканні обмоток статора

зіркою початки к (*C1, C2, C3*) приєднують до затискачів мережі, кінці (*C4, C5, C6*) - до загальної нульової точки



(рис. а), а трикутником — початки фазних обмоток (*C1, C2, C3*) з'єднують з мережею, кінці — з початками інших фаз (рис. в).

Якщо маркірування виводів статорної обмотки трифазного асинхронного двигуна невідомо, то його можна визначити так. Усі обмотки статора намотано на загальне стальне осердя. Якщо на одну з них подати змінну напругу, то в двох інших наводиться ЕРС взаємоіндукції, як у вторинних обмотках трансформатора. При з'єднанні двох обмоток так, щоб кінець однієї був з'єднаний з початком іншої, напруги на обмотках додаватимуться. Якщо ж початок однієї обмотки з'єднати з початком іншої, а кінець першої — з кінцем другої, то напруги на них будуть у протифазі, внаслідок чого сумарна напруга стане меншою від напруги на одній обмотці. Враховуючи це, можна маркірувати виводи статорних обмоток двигуна, користуючись зниженою напругою.

Методика визначення початків і кінців обмоток статора така.

1. Спочатку знаходять обмотки фаз. Для цього один кінець мережі 36 В приєднують до одного з виводів двигуна (рис. з), а інший — до контрольної лампи *EL*. Іншим кінцем лампи по черзі торкаються решти виводів Двигуна. Лампа загоряється тоді, коли контакт відбувся з іншим виводом цієї самої фази. Маркують ці два проводи. Таким же чином визначають виводи решти фаз.

Знайти статорні обмотки двигуна можна й іншим способом. Для цього використовують ампервольтметр Ц4315 (або йому подібний), ввімкнувши його як омметр. Прилад приєднують однією клемою до будь-якого виводу двигуна (рис. д), а іншою клемою по черзі торкаються решти його виводів. При знаходженні іншого виводу обмотки омметр покаже опір (від часток до десятків омів).

2. Після того як будуть промаркіровані виводи кожної з трьох фаз (обмоток) двигуна, слід визначити початки та кінці їх. Для цього діють так. Дві обмотки вмикають послідовно (рис. е), а до третьої приєднують вольтметр або контрольну лампу. Послідовно з'єднані фази приєднують до мережі змінного струму під фазну (знижену) напругу. Якщо при послідовному з'єднанні двох фаз до кінця однієї приєднано кінець іншої або до початку першої — початок другої, то вольтметр покаже напругу, близьку до нуля. Якщо ж до кінця однієї фази приєднано початок іншої, то вольтметр покаже напругу, близьку до половини підведеної напруги.

Маркірують початки та кінці цих обмоток, після чого до однієї з перших двох фаз приєднують третю, а до вию дів залишеної фази — вольтметр. Послідовно з'єднані фази вмикають у мережу й за показами вольтметра визначають початок і кінець третьої фази. Вмикати в мережу послідовно з'єднані обмотки потрібно на короткий час, тому що вони можуть перегрітися.

3. Необхідні прилади і матеріали

1. Двигун типу АОЛО 11.
2. Контрольна лампа(25 Вт, 36 В).
3. Ампервольтметр Ц4315.
4. З'єднувальні проводи.

4. Порядок виконання робота

1. Ознайомитись з лабораторною установкою.
2. По черзі вмикаючи однополюсні ви́лки в клеми виводів статорних обмоток двигуна, визначити виводи їх. За спалахуванням лампи (або показом приладу рис. д) встановити (попарно) клеми - виводи кожної обмотки.
3. Позначити нумерацію фаз (I, II, III або A, B, C), а також довільно виводи їх: П1, П2, П3 - початки; К1, К2, К3 - кінці обмоток.
4. Дві обмотки ввімкнути послідовно (рис. е), до третьої приєднати вольтметр або контрольну лампу. Подали напругу на схему, якщо лампа не горітиме (або прилад показує напругу), то обмотки I і II ввімкнені послідовно. При цьому початок III першої обмотки з'єднано з кінцем К2 другої обмотки. Якщо лампа не горітиме, то це означає, що початок III першої обмотки з'єднано з початком П2 другої обмотки. Слід поміняти місцями кінці другої обмотки.
5. Після визначення початку та кінця обмотки II її маркірують.
6. Для визначення початку та кінця третьої обмотки повторити дії указані в пункті 4 і 5.
7. Після маркірування з'єднати обмотки за схемою зірки та приєднати двигун до трифазної мережі при правильно про маркірованих обмотках двигун розвине номінальні оберти.
- 8.Зробити висновки по роботі.

Контрольні питання:

1. Як слід ввімкнути обмотки статора трифазного асинхронного двигуна, щоб дістати з'єднання їх зіркою та трикутником?
2. При якому з'єднанні статорних обмоток трифазний асинхронний - двигун споживає більший струм?
3. Як визначити виводи статорної обмотки трифазного асинхронного двигуна, що належить одній фазі?
4. Як визначити початки та кінці обмоток статора асинхронного двигуна?

Лабораторна робота 11

ВИПРОБУВАННЯ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

1 Мета роботи

Визначити коефіцієнт трансформації і втрату потужності в трансформаторі. Перевірити залежність напруги на вторинній обмотці трансформатора від навантаження.

2 Теоретичні відомості

коефіцієнт трансформації: $K = \frac{U_1}{U_2}$

Коефіцієнт потужності: $\cos \varphi = \frac{P_1}{U_1 \cdot I_1}$ $P_2 = I_2 \cdot U_2$

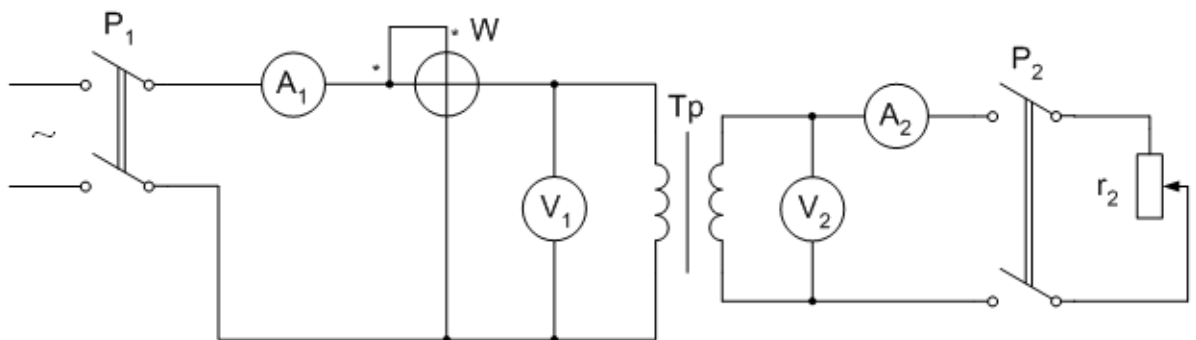
ККД: $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$

3 Необхідні прилади і матеріали

1. Однофазний трансформатор - Тр
2. Ватметр змінного струму - W
3. Два амперметри змінного струму - A_1 і A_2
4. Два вольтметри змінного струму - V_1 і V_2
5. Реостат - r_2
6. Двополюсний рубильник - P_1 і P_2
7. З'єднувальні проводи.

4 Порядок виконання роботи

1. Зібрати електричне коло по схемі.



2. Після перевірки схеми викладачем ввімкнути рубильник P_1 при вимкнутому рубильнику P_2 . Записати показники приладів в таблицю.

3. По одержаним даним обчислити коефіцієнт трансформації трансформатора K і коефіцієнт потужності $\cos \varphi$

№	Показники приладів				Результати розрахунків	
	U ₁	U ₂	I ₁	P ₁	K	COS φ ₀
	B	B	A	Bт	-	-
1						

4. По номінальній потужності обчислити номінальні робочі струми трансформатора.

5. Ввімкнути рубильник P₂ збільшуючи навантаження на вторинному колі від нуля до номінального (опір p₂ слід зменшувати), зняти показники приладів. Результати спостережень записати в табл.

№	Показники приладів					Результати розрахунків		
	U ₁	I ₁	P ₁	U ₂	I ₂	P ₂	COS φ	η
	B	A	Bт	B	A	Bт	-	%
1								
2								
3								
4								
5								

6. Вимкнути рубильник.

7. По одержаним даним обчислити потужність P₂ і коефіцієнт корисної дії трансформатора η.

8. Побудувати графіки залежності U₂ = f(I₂); η = f(P₂)

9. Зробити висновки по роботі.

10. Після закінчення роботи розібрати схему і привести в порядок робоче місце.

Контрольні питання:

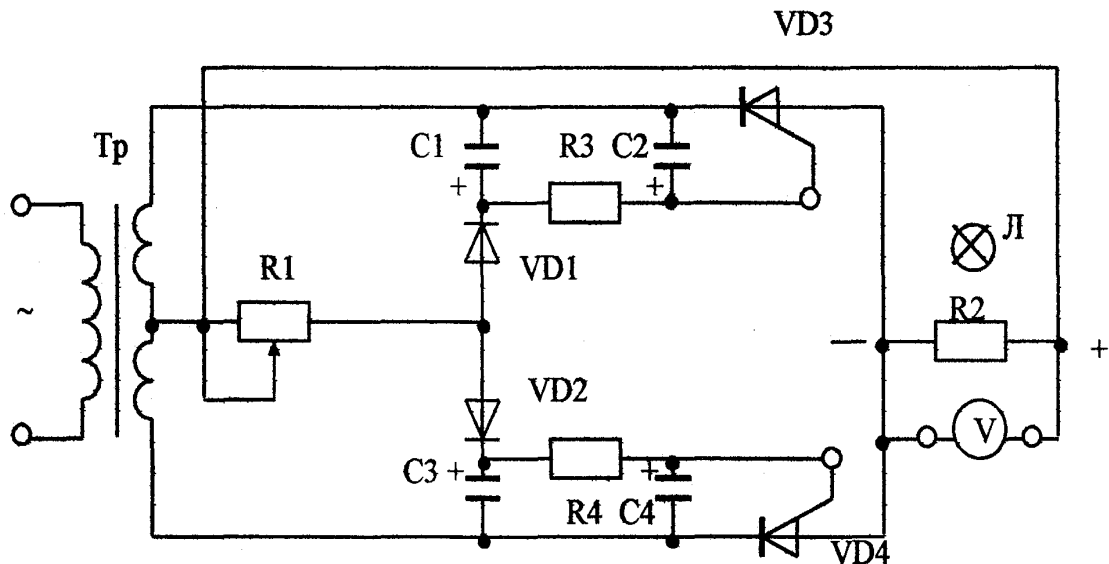
1. Що називається трансформатором?
2. Яка будова і принцип дії трансформатора?
3. Де застосовується трансформатор?
4. Чому трансформатори використовуються тільки в колах змінного струму?

Лабораторна робота № 12

ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМИ ВИПРЯМЛЯЧА.

Мета роботи: практично вивчити основні властивості тиристора, зняти характеристику керування, дослідити роботу тиристора в схемі керованого випрямляча.

Обладнання: лабораторний стенд.



Порядок виконання роботи.

1. Ввімкнути стенд тумблером «СЕТЬ».
2. Перевірити межі регулювання випрямленої напруги. Для цього, обертаючи ручку змінного резистора R1, по розжаренню лампи, що є навантаженням випрямляча, і вольтметра (прилад mA1, шкала 4В), спостерігати зміну вихідної напруги. Занести до табл. 4.1 значення випрямленої напруги для декількох значень кута керування α° , які вказані в табл.5.1. Кут керування визначити, користуючись масштабною сіткою осцилографа.

Таблиця 4.1.

Кут керування α , град.	0	60	80	120	180
Випрямлена напруга $U_{\text{вих}}, \text{В}$					

3. Зняти осцилограми напруги на вході випрямляча, а також на виході для вказаних в табл. 8.1 значень кута керування. Для цього від'єднати вхід «Y» осцилографа до відповідних точок схеми.

Зняті осцилограми навести у звіті з лабораторної роботи, причому їх потрібно сумістити за часом.

4. По закінченню вимірювань вимкніть стенд.

5. За даними табл. 4.1 побудувати характеристику керування

$$U_{\text{вих}} = f(\alpha)$$

6. Зробити висновок про залежність вихідної напруги від кута керування.

Контрольні запитання :

1. поясніть структуру тиристора;
2. поясніть принцип роботи тиристора за його вольт-амперною

характеристикою;

3. що називається кутом керування ?
4. якими елементами в схемі змінюється кут керування ?
5. як вимірювався кут керування у проведеній лабораторній роботі ?

Рекомендована література

Основна

1. Частоедов Л.А. Электротехника: Программированное учеб. пособие. Для учащихся техникумов ж.-д. трансп. – М.: Высшая школа, 1984.
2. Евдокимов Ф.Е. Теоретические основы электротехники: Учебник для техникумов – М.: Высшая школа, 1981.
3. Мурзін В.З. Загальна електротехніка. Навчальний посібник. Полтава - Кременчук, 2001.

Допоміжна

4. Бондар В.М., Гаврилюк. В.А Практична електротехніка для робітничих професій. Підручник – К.: Веселка, 1997.
5. . Родзевич В.Е. Загальна електротехніка: Навчальний посібник. К.: Вища школа, 1993.
6. Титаренко М.З. Електротехніка: Навчальний посібник для ВНЗ – К.: Кондор, 2004.
7. Анисимов М.В. Електротехніка з основами промислової електроніки: Лабораторний практикум: Навч. посібник – К.: Вища школа, 1997.