

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти
спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка», 145 «Відновлювальні джерела
енергії та гідроенергетика»

Київ 2024

УДК 621.3 (075.8)

E50

Укладачі: В. І. Ярас, канд. техн. наук, доцент;
Б. О. Трощинський; канд. техн. наук, доцент

Рецензент С. В. Іносов, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск Л. І. Мазуренко, д-р техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри електротехніки та електроприводу, протокол № 9 від 10 квітня 2024 року.

В авторській редакції.

Електричні апарати : методичні рекомендації до виконання
E50 розрахунково-графічної роботи /уклад.: В.І. Ярас, Б.О. Трощинський. –
Київ : КНУБА, 2024. – 24 с.

Містять загальні вимоги до виконання лабораторних робіт, рекомендації з обробки результатів експериментів та оформлення протоколів, техніку безпеки під час виконання лабораторних робіт. До кожної лабораторної роботи сформульована мета, викладено короткі теоретичні відомості, порядок виконання, подано схеми експериментальних установок, методичні рекомендації з проведення дослідів і обробки результатів.

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 145 «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика».

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
ПІДГОТОВКА ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	4
ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	5
ОФОРМЛЕННЯ ПРОТОКОЛІВ	7
ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ..	7
<i>Лабораторна робота № 1</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИМИКАЧА.....	9
<i>Лабораторна робота № 2</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО КОНТАКТОРА.....	13
<i>Лабораторна робота №3</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМИ ПРЯМОГО ПУСКУ ТА ДИНАМІЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА.....	17
<i>Лабораторна робота №4</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМИ РЕВЕРСИВНОГО ПУСКУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА.....	20
<i>Додаток</i>	24

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Робочою програмою дисципліни «Електричні апарати» для студентів спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та 145 «Відновлювальні джерела енергії та гідроенергетика» передбачено виконання чотирьох лабораторних робіт. У ході виконання останніх студенти закріплюють матеріал розділу «Електричні апарати» робочої програми дисципліни а також набувають практичних навичок у складанні електричних схем і у роботі з електрообладнанням.

ПІДГОТОВКА ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Під час самостійної підготовки до кожної лабораторної роботи необхідно:

а) проробити відповідні розділи рекомендованої літератури;

б) підготуватися до виконання лабораторної роботи (тобто, написати в протоколі найменування роботи, її мету, накреслити схеми проведення експериментів, підготувати таблиці даних, ознайомитись з послідовністю виконання лабораторної роботи та знати відповіді на контрольні запитання).

Примітка: Викреслюючи схеми необхідно дотримуватися умовних графічних позначень Єдиної системи конструкторської документації, ГОСТ 2.721-74, ГОСТ 2.702-75, ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 2.701-76, ГОСТ 2.701-80.

2. Всі акуратно оформлені матеріали з підготовки до виконання робіт (див. розд. «Оформлення протоколу») перед початком заняття кожний студент представляє викладачу.

3. У результаті проведеної підготовки студент має знати мету роботи, схему дослідів, порядок їхнього проведення й очікувані результати. Студент має знати відповіді на контрольні запитання.

ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Перед початком лабораторних занять групу розподіляють по бригадах.
2. Кожний студент зобов'язаний заздалегідь ознайомитися з інструкцією з техніки безпеки і графіками виконання та захисту лабораторних робіт.
3. Студент має бути підготовленим до виконання лабораторних робіт, його готовність перевіряє викладач.
4. До виконання лабораторних робіт не допускаються студенти, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки і правил поведінки в лабораторії.
5. Перед складанням схеми необхідно ознайомитися з наявною апаратурою, зіставити її із схемою досліду, записати технічні характеристики устаткування у відповідну таблицю. Рекомендується розташувати апаратуру на лабораторному столі в тій послідовності відносно джерела живлення, що вказана на схемі досліду. Оцінити представлені провідники за їхньою довжиною для найкращого використання під час складання схеми.
6. У першу чергу зібрати силові кола схеми. Провідники вольтметрів приєднати в останню чергу до затискачів тих елементів, на яких вимірюється напруга. Складаючи схеми необхідно надійно закріплювати провідники у затискачах.
7. Приєднувати джерела живлення до схеми обов'язково через відповідні вимикачі.
8. Перевірити відповідність граничних параметрів вимірювальних приладів і інших елементів межах зміни параметрів у кожному електричному колі схеми.
9. Перед включенням схеми повністю ввести опір усіх резисторів, а повзунки потенціометрів (регульованих дільників напруг) і ЛАТРів встановити в положення нульових напруг.
10. Зібрану електричну схему має перевірити і включити в роботу викладач.
11. Не записуючи показання приладів до протоколу, перевірити на досліді можливість одержання заданих меж вимірювання обумовлених величин. Вибрати на основі цього попереднього досвіду інтервали, через які варто робити записи показань приладів. Водночас передбачити, щоб по точках, отриманих на підставі вимірів, можна було побудувати криву

досліджуваної залежності з усіма її характерними рисами (максимумами, мінімумами, точками перегину, різкими змінами нахилу і т.д.). Як правило, для одержання досліджуваних залежностей досить передбачити виміри для п'яти-шести різних режимів.

12. Для приладів з нерівномірною шкалою показання між нульовим і першим діленнями шкали до протоколу не записувати, тому що подібні прилади непридатні для вимірювання у цій частині шкали. У цьому випадку необхідно змінити межі вимірювання приладу (переключити межу вимірювання приладу, замінити прилад іншим, або попередньо знявши напругу) чи записати в протоколі, що показання є меншими за значення, що відповідає першому діленню шкали приладу.

13. Після закінченню кожної роботи або її частини, не розбираючи схему, оцінити правильність отриманих результатів, показавши їх викладачу для перевірки.

14. Необхідні переключення елементів у схемі робити лише після відключення джерела живлення.

15. Помітивши несправність приладів чи обладнання, сповістити про це викладачу.

16. Забороняється переносити без відома викладача прилади й устаткування з одного робочого місця на інше.

17. Забороняється класти на робочі столи сторонні предмети (сумки, книги, одяг тощо).

18. Тимчасово залишаючи робоче місце, необхідно відключити джерело живлення.

19. За будь-яких відхиленнях у роботі схеми (відхилення стрілки приладів за межі шкали, перегрів обладнання, іскріння тощо) необхідно негайно відключити джерело живлення і звернутися до викладача.

20. Розбирати і видозмінювати схему можна тільки після перевірки викладачем результатів попередніх вимірювань

21. На черговому занятті кожний студент має представити викладачу оформлений протокол про попередню роботу і захистити його.

ОФОРМЛЕННЯ ПРОТОКОЛІВ

1. Кожна лабораторна робота оформляється протоколом. **Текст пишеться від руки.** Схеми дослідів і таблиць повинні мати заголовки.

2. Умовні графічні позначення елементів електричних схем виконуються відповідно до державних стандартів.

3. Графічні залежності (криві) наносяться на координатах-сітках з розмірами, не меншими за 100x150 мм. По осях вказують стандартні умовні позначення величин, їхні одиниці і наносять ділення (шкалу).

4. Графіки мають бути підписаними.

5. Протокол закінчують короткими висновками, що впливають з аналізу отриманих результатів. У висновках також вказують відповідність даних експерименту результатам теоретичних досліджень і причини похибок у проведеному експерименті.

Похибки можуть бути викликані недоліками методу дослідження, наприклад, неповним обліком або незнанням всіх обставин і факторів, що супроводжують дане явище і впливають на нього. Причинами похибок є також похибки методу вимірювань й інструментальні похибки електровимірювальних приладів.

6. Протокол має бути оформленим акуратно, у противному випадку викладач повертає його для доробки.

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Виконуючи лабораторні роботи в електротехнічних лабораторіях, студенти зобов'язані пам'ятати про можливість ураження електричним струмом у разі недотримання правил техніки безпеки.

Варто відмітити, що в тих випадках, коли сила електричного струму, який протікає через внутрішні органи людини, яка потрапила під напругу, перевищує 0,05...0,1 А, електротравма у більшості випадків закінчується смертельним результатом.

Оскільки опір тіла людини є дуже непостійною величиною, що залежить від багатьох факторів, неможливо вказати значення безпечної для життя людини напруги. В окремих випадках опір тіла людини може знижуватися до кількох сотень Ом, так що напруга навіть до 100 В є безумовно небезпечною і може призвести до серйозної травми.

З цієї причини у виробничих умовах переносні або тимчасові мережі освітлення живляться напругою 24 ... 36 В. За особливо несприятливих умовах роботи (вогкі приміщення, підземні виробки, і т.д.) – напругою 12 В, що є цілком безпечним.

Студентам, що виконують роботи в електротехнічних лабораторіях, заборонено знаходитися у верхньому одязі і мати на робочих місцях особисті речі, які не відносяться до виконання робіт. Студенти не повинні торкатися оголених проводів, затискачів та інших частин електричних кіл, що перебувають під напругою.

Якщо в зібраній схемі потрібно зробити які-небудь зміни, її необхідно попередньо відключити від джерела електричної енергії.

Після складання схеми її обов'язково повинен перевірити викладач. **Тільки після одержання дозволу** схема може бути підключеною до джерела живлення. У випадку виникнення нештатних ситуацій необхідно відразу **вимкнути живлення і повідомити викладача**.

Всі органи керування, необхідні для комутації джерел живлення, зміни режимів роботи схем і вимірювальних приладів в ході дослідів мають бути ізольованими від напруги.

Варто бути особливо обережними під час роботи з колами змінного струму у разі послідовного з'єднання котушок індуктивності і конденсаторів, оскільки напруга на їхніх затискачах може в окремих випадках у декілька разів перевищувати напругу джерела живлення. Також забороняється:

- розмикати вторинні обмотки вимірювальних трансформаторів струму, коли по первинних обмотках протікає струм;
- розмикати кола з котушками, що мають велике число витків, оскільки в даному випадку виникають значні ЕРС самоіндукції, небезпечні для експериментатора;
- розмикати кола збудження машин постійного струму у робочому стані, оскільки в даному випадку відбувається неконтрольоване збільшення швидкості обертання, струмів і вихід обладнання з ладу.

Особливої обережності необхідно дотримуватися під час роботи з обертовими частинами устаткування, особливо у випадку вимірювання частоти їхнього обертання. Студентам категорично забороняється заходити за огорожі, де встановлене обладнання.

Недотримання правил техніки безпеки призводить не тільки до травматизму, але, в окремих випадках, викликає серйозні пошкодження або вихід з ладу лабораторного обладнання.

Лабораторна робота № 1
ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО ВИМИКАЧА

Мета роботи

1. Ознайомитися з конструкцією автоматичного вимикача.
2. Зняти часо-струмову характеристику автоматичного вимикача.

Теоретичні відомості

Автоматичний вимикач це електричний апарат, призначений для нечастих включень і відключень електричного кола за нормального навантаження, а також для автоматичного відключення кола за умови виникнення перевантаження і короткого замикання. Деякі типи забезпечують захист у разі неприпустимого зниження або підвищення напруги. Автоматичні вимикачі виконують одночасно функції захисту та управління.

На рис. 1.1 наведено умовні графічні позначення автоматичних вимикачів однополюсного і трьохполюсного на схемах електричних принципів. Літерне позначення – QF у силових колах та SF у колах керування.

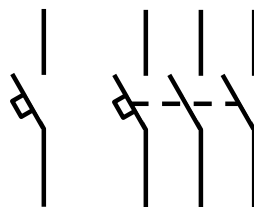


Рис.1.1

На рис. 1.2 схематично зображено один з варіантів механічної системи автоматичного вимикача з електромеханічним розчіплювачем. У нормальному режимі зламний важіль 3 (під дією приводу 5 з пружиною 4) замикає або розмикає коло – нерухомий контакт 1 – рухомий контакт 2 – гнучкі провідники 13 – біметалевий елемент (теплове реле) 12– реле струму 9. Важіль 10 розчіплювача жорстко зв'язаний із фіксуючим валом. Останній виконано з проточкою сектора. Коромисло 6 є рухомим і у нормальному стані фіксується розчіплювачем.

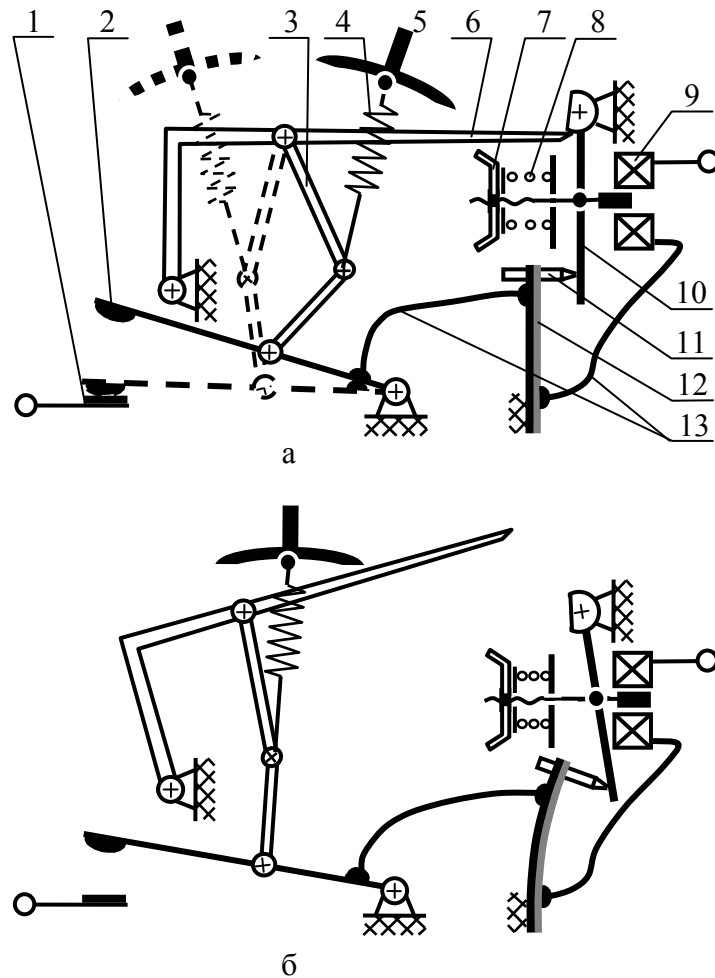


Рис. 1.2

Електромагнітний або миттєвий захист

У аварійному режимі (струм короткого замикання) на розчіплювач діє якір реле струму 9. Останній виводить розчіплювач із замкненого стану. В результаті, як видно на рис. 7.2, б, коромисло вийде із зачипу. У результаті вся система 2 – 3 – 6 “вистрілює” вверх, оскільки завжди знаходиться у напруженому стані під дією пружини 4. Цей процес розриває електричне коло. Величина струму спрацьовування задається кількістю витків реле струму та натягом реактивної пружини 8.

Тепловий захист. Під час роботи електричної установки у режимі перевантаження (струм вище $1,13I_n$), через певний період часу струм, який проходить по біметалевому елементу 12, нагріє його до критичного стану, внаслідок чого деформація останнього виведе розчіплювач із зрівноваженого стану. Це також призведе до відключення електроустановки від мережі живлення. У потужних автоматах біметалевий елемент розігрівається не безпосередньо струмом, що проходить через нього, а

додатковою спіраллю. Величина струму і час спрацювання теплового реле задається гвинтом II .

Автоматичний вимикач приводиться у робочий стан переведенням ручки 5 у положення “вимкнено” до зачіпу коромисла 6. Після цього автоматичний вимикач готовий до роботи.

Струм спрацювання електромагнітного або миттєвого захисту значно перевищує номінальний струм автомата (I_n). Це пояснюється наявністю пускового струму у будь-якого навантаження. Оскільки різні типи навантажень характеризуються своїм рівнем пускових струмів, автоматичні вимикачі також діляться на наступні типи по струму миттєвого розчеплення:

- тип В: понад $3I_n$ до $5I_n$ включно;
- тип С: понад $5I_n$ до $8I_n$ включно;
- тип D: понад $8I_n$ до $12I_n$ включно.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з конструкцією автоматичного вимикача. Записати у таблицю 1.1 паспортні дані автоматів, що використовуються у роботі.

Таблиця 1.1

Параметр	Паспортні дані
Позначення на схемі	$SF1 \dots SF4$
Позначення за каталогом	
Тип	
Кількість полюсів	
Номінальний струм I_n , А	
Номінальна напруга комутації U_n	
Номінальна частота мережі f_n	
Час спрацювання електромагнітного захисту	
Комутаційна зносостійкість, циклів	
Гранична комутаційна здатність, А	
Ступінь захисту	

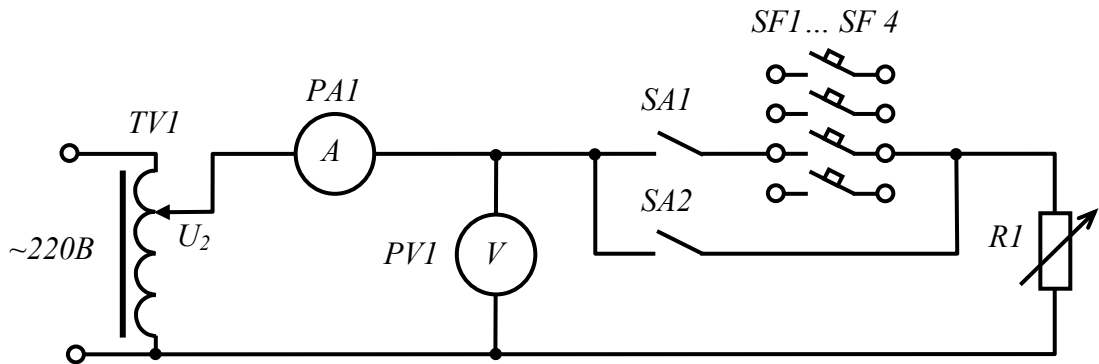


Рис.1.3

2. Зібрати електричну схему установки згідно з рис. 1.3.

Пояснення до схеми. У даній роботі експериментальному дослідженню підлягають чотири автоматичних вимикача $SF1... SF 4$ типу В. Під час дослідження теплового захисту час спрацювання відраховується від моменту включення струму через дослідний автомат за умови холодного стану біметалевої пластини у останньому. Тому досліджується декілька однакових апаратів – один на кожному ступені робочого струму.

Вимикач $SA1$ включає струм через дослідний автомат. Вимикач $SA1$ закорочує дослідну ділянку кола під час налаштування робочого струму.

Для вибору робочої напруги у схемі застосовується лабораторний трансформатор (ЛАТР) $TV1$.

У якості навантаження застосовується реостат $R1$.

3. Випробувати тепловий захист автоматичного вимикача.

3.1. Встановити ЛАТРом робочу напругу приблизно 40...60В.

3.2. Перевести реостат $R1$ у стан найбільшого опору.

3.3. Замкнути вимикач $SA2$. Встановити реостатом струм $1,15I_n$.

Розімкнути $SA2$. Приготувати секундомір.

3.4. Включити автомат $SF1$.

3.5. Включити $SA1$ одночасно з секундоміром. Заміряти час спрацювання, занести його у таблицю 1.2.

3.6. Повторити дії п.п. 3.3...3.5 для автоматів $SF2... SF 4$ на ступенях струму відповідно $2I_n$; $2,45I_n$; $2,9I_n$.

4. Випробувати миттєвий захист автоматичного вимикача.

4.1. Замкнути вимикач $SA2$. Встановити реостатом струм $5I_n$. Розімкнути $SA2$.

4.2. Включити автомат $SF1$. Включити $SA1$, $SF1$ повинен миттєво спрацювати. Виключити $SA1$.

4.3. Замкнути вимикач $SA2$. Встановити реостатом струм $4I_n$. Розімкнути $SA2$.

4.4. Включити автомат $SF1$. Включити $SA1$, якщо $SF1$ миттєво не спрацює, одразу виключити $SA1$.

4.5. Збільшуючи або зменшуючи струм у межах $3...5I_H$ визначити приблизний струм спрацьовування миттєвого захисту автомата і занести його у таблицю 1.2.

Таблиця 1.2

№ вимикача В	Тепловий захист				Миттєвий захист А
	$1,15I_H, A$	$2I_H, A$	$2,45I_H, A$	$2,9I_H, A$	
	Час спрацювання, с				
$SF1$		—	—	—	
$SF2$	—		—	—	
$SF3$	—	—		—	
$SF4$	—	—	—		

5. Побудувати часо-струмову характеристику дослідних автоматів.

6. Зробити висновок, чи відповідає одержана характеристика заявленій виробником.

7. Скласти звіт про роботу.

Контрольні запитання

1. Яким є призначення автоматичного вимикача?
2. Як автоматичний вимикач позначається на схемах?
3. Чим відрізняються автоматичні вимикачі різних типів.

Лабораторна робота № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО КОНТАКТОРА

Мета роботи

1. Ознайомитися з конструкцією електромагнітного контактора.
2. Зняти релейну характеристику електромагнітного контактора.
3. Дослідити схему керування електромагнітного контактора.

Теоретичні відомості

Контактори – двопозиційні електричні апарати дистанційної дії, призначені для частого вмикання та вимикання силових електричних кіл під навантаженням.

Контактори підрозділяють:

- за родом струму силових кіл: постійного струму, змінного струму;
- з керуванням постійним струмом, змінним струмом;
- за числом головних полюсів від одного до п'яти;
- за номінальним струмом головних кіл на струми 4; 6; 10; 16; 25; 40; 63; 100; 160; 250; 400; 630; 1000; 2500 А;
- за номінальною напругою головних кіл,
- за номінальною напругою кіл керування;
- за наявністю, кількістю та конструкцією допоміжних контактів тощо.

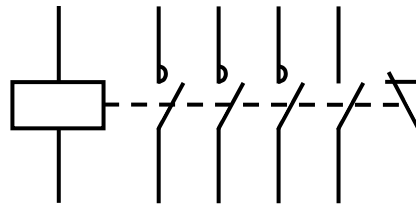


Рис.2.1

На рис. 2.1 наведено умовне графічне позначення трьохполюсного електромагнітного контактора з двома допоміжними контактами. Літерне позначення електромагнітного контактора на схемах – *КМ*.

Контактори як постійного, так і змінного струму містять:

- електромагнітний привод;
- Головну або силову контактну систему, що складається з рухомих і нерухомих контактів;
- дугогасну систему;
- систему допоміжних або блок-контактів для комутації кіл керування і сигналізації.

На відміну від автоматичних вимикачів контактори призначені для комутації тільки номінальних струмів, вони не призначені для відключення струмів короткого замикання.

Керування електромагнітного приводу контактора здійснюється за допомогою кіл керування. В даному випадку величина струму керування, як правило, значно нижче величини робочого струму головних кіл. Контактор не має механічних засобів для утримання контактів у включеному положенні, за відсутності керуючої напруги на котушці контактора він розмикає свої контакти.

Порядок виконання роботи

1. Детально ознайомитися із конструкцією електромагнітного контактора. Записати у таблицю 2.1 паспортні дані контактора, що використовується у роботі.

Таблиця 2.1

Параметр		Паспортні дані
Позначення на схемі		<i>KM1</i>
Тип контактора		
Контакти		
Номінальна напруга, U_n , В		
Номінальний струм, I_n , А		
Пробійна напруга, $U_{пр}$, кВ		
Приблизна потужність асинхронного трифазного електродвигуна, кВт		
Технічні характеристики кіл керування		
Номінальна напруга котушки керування, U_k , В		
Діапазон напруги керування	замикання	
	розмикання	
Потужність споживання котушки, ВА	замикання	
	утримання	
Час спрацьовування, мс	замикання	
	розмикання	
Комутаційна зносостійкість, циклів		
Механічна зносостійкість, циклів		

2. Зібрати електричну схему установки згідно з рис. 2.2.

Пояснення до схеми. У даній роботі експериментальному дослідженню підлягає контактор *KM1*. Для регулювання напруга котушки керування у схемі застосовується лабораторний трансформатор (ЛАТР) *TV1*

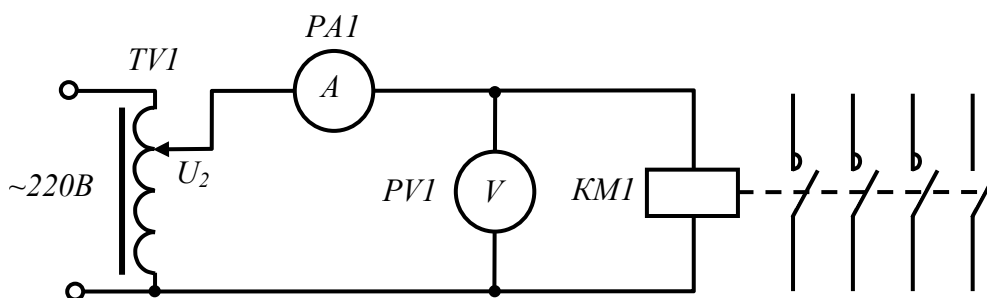


Рис.2.2

3. Зняти релейну характеристику електромагнітного контактора.

3.1. Встановити регулятор ЛАТРу у положення найменшої напруги.

3.2. Включити живлення схеми. Повільно підіймаючи ЛАТРОм напругу довести її до спрацьовування контактора. Пояснити, чому в даному випадку цьому зменшився струм котушки. Записати у таблицю 2.2 дані режиму.

3.3. Повільно зменшуючи ЛАТРОм напругу довести її до відпускання контактора. Записати у таблицю 2.2 дані режиму.

Таблиця 2.2

Режим	U_k В	I_k А
Спрацьовування		
Відпускання		

4. Зібрати електричну схему керування електромагнітного контактора згідно з рис. 2.3.

Пояснення до схеми. Живлення від мережі 220В змінного струму подається через автоматичний вимикач *SF1*. Кнопка *SB1* «Пуск» є замикаючою (розімкнена у нормальному стані) і не має фіксації. Кнопка *SB2* «Стоп» – розмикаюча (замкнена у нормальному стані) і також не має фіксації. *KM1* спрацьовує у момент натиснення на *SB1*, що шунтується допоміжним контактом *KM1.1*. Даний вузол реалізує так званий «Нульовий захист» який блокує повторний пуск двигуна у разі несподіваного відключення і включення електроживлення. Повторний пуск можливий тільки натисненням на *SB1*. Натисненням на *SB2* котушка знеструмлюється, Контактор розмикається.

5. Дослідити схему керування електромагнітного контактора.

5.1. Включити живлення автоматичним вимикачем *SF1*. Включити контактор натисненням на *SB1*. Під час відпускання *SB1* контактор повинен залишатись у замкненому стані.

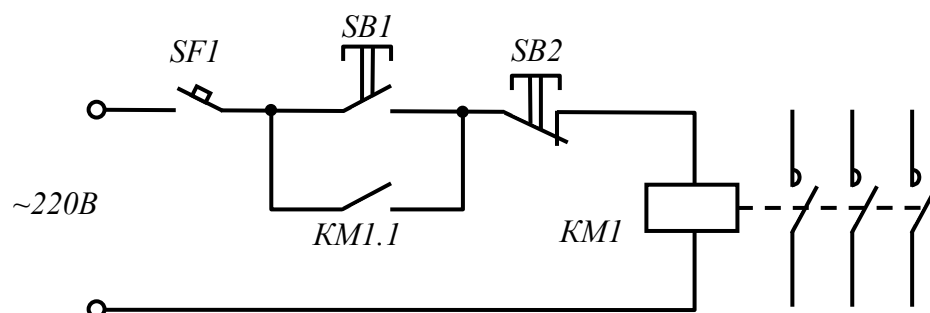


Рис.2.3

5.2. Перевірити роботу схеми нульового захисту. Виключити живлення автоматичним вимикачем *SF1* а потім його включити. Контакттор в даному випадку не повинен включитись.

5.3. Повторно включити *KM1*. Виключити останній кнопкою *SB2*. Виключити живлення.

6. Побудувати релейну характеристику дослідного контактора.

7. Зробити висновок, чи відповідає одержана характеристика заявленій виробником.

8. Скласти звіт про роботу.

Контрольні запитання

1. Яким є призначення електромагнітного контактора?
2. Як електромагнітний контактор позначається на схемах?
3. Яким є призначення головних і допоміжних контактів.

Лабораторна робота №3

ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМИ ПРЯМОГО ПУСКУ ТА ДИНАМІЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Мета роботи

1. Розглянути роботу електричних апаратів у колах керування асинхронними двигунами.
2. Ознайомитись із роботою реле часу.
3. Навчитись монтувати нескладні електричні силові кола і кола керування асинхронних двигунів.

Теоретичні відомості

Прямим пуском називається один із способів включення в роботу електричних машин, під час якого останні під'єднуються електричними апаратами до мережі живлення без обмеження пускових струмів. Цей спосіб має певний ряд недоліків, оскільки пускові струми, зокрема у двигунів змінного струму, складають приблизно $6 \dots 8 I_n$, де I_n – номінальний струм.

Прямий пуск застосовується для малопотужних двигунів, якщо відсутні особливі вимоги до динаміки розгону виконавчого органу.

Електрична схема прямого пуску зазвичай містить контактор і схему керування із нульовим захистом, див. пункти 4 і 5 попередньої роботи.

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з паспортними даними автоматів, контактора та реле часу, що використовуються у роботі. Записати паспортні дані у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Параметр	Паспортні дані		
<i>Автоматичні вимикачі</i>			
Позначення на схемі	<i>QF1</i>	<i>QF2</i>	<i>SF1</i>
Позначення за каталогом			
Тип			
Кількість полюсів			
Номінальний струм I_n , А			
Номінальна напруга комутації U_n			
Номінальна частота мережі f_n			
Час спрацювання електромагнітного захисту			
Комутаційна зносостійкість, циклів			
Гранична комутаційна здатність, А			
Ступінь захисту			
<i>Контактор</i>			
Позначення на схемі	<i>KM1, KM2</i>		
Тип контактора			
Контакти			
Номінальна напруга, U_n , В			
Номінальний струм, I_n , А			
Пробійна напруга, $U_{пр}$, кВ			
Приблизна потужність асинхронного трифазного електродвигуна, кВт			
<i>Технічні характеристики кіл керування</i>			
Номінальна напруга котушки керування, U_k , В			
Діапазон напруги керування	замикання		
	розмикання		
Потужність споживання котушки, ВА	замикання		
	утримання		
Час спрацювання, мс	замикання		
	розмикання		
<i>Реле часу</i>			
Позначення на схемі	<i>KT1</i>		
Тип реле			
Номінальна напруга, U_n , В			
Номінальний струм, I_n , А			
Номінальна напруга керування, U_n , В			
Діапазон витримки, сек			
Тип затримки			

2. Зібрати електричну схему установки згідно з рис. 3.1.

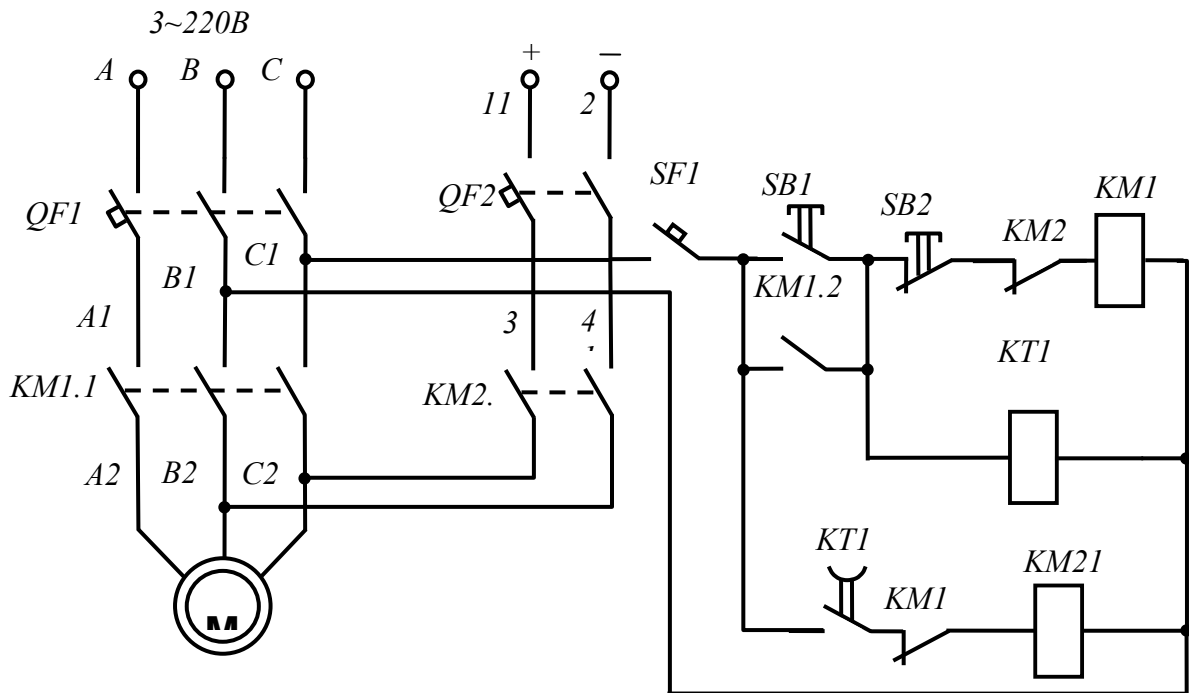


Рис.3.1

Пояснення до схеми. Трифазна змінна напруга на схему подається через автоматичний вимикач *QF1*. Постійна напруга для динамічного гальмування – через автоматичний вимикач *QF2*. Кола керування захищені автоматичним вимикачем *SF1*.

Двигун запускається кнопкою *SB1*. Кнопка *SB2* «Стоп» та допоміжний контакт *KM2.2* – розмикачі (замкнені у нормальному стані). Тому *KM1* спрацьовує у момент натиснення на кнопку *SB1*, що шунтується допоміжним контактом *KM1.1*. Даний вузол реалізує так званий «Нульовий захист» який блокує повторний пуск двигуна у разі несподіваного відключення і включення електроживлення. Повторний пуск можливий тільки натисненням на *SB1*. Натисненням на *SB2* котушка знеструмлюється, контактор *KM1* розмикається, живлення двигуна припиняється. З цього моменту починається відлік часу для реле часу *KT1*. Після знеструмлення його котушки (разом із *KM1*), контакти *KT1* на визначений час залишаються замкнені. Оскільки допоміжна група контактів *KM1.3* тепер замкнулася, спрацьовує контактор *KM2*. Своїми головними контактами він подає на дві фазні обмотки двигуна постійний струм. Починається процес динамічного гальмування. Він продовжується на час затримки *KT1*. Цей час визначається динамікою конкретного привода і встановлюється уставкою реле часу (зазвичай від одної до декількох секунд). Із закінченням часу затримки *KT1*

його контакти розмикаються, двигун відключається від джерела постійного струму, схема переходить у початковий стан.

3. Перевірити роботу схеми без режиму динамічного гальмування.

3.1. Включити живлення автоматичним вимикачем *QF1*. Запустити двигун натисненням на *SBI*. Після відпускання *SBI* двигун повинен продовжувати працювати.

3.2. Приготувати секундомір.

3.3. Натиснути кнопку «стоп» одночасно із запуском секундоміра.

Заміряти час гальмування вільним вибігом до повної зупинки.

4. Перевірити роботу схеми динамічного гальмування.

4.1. Виставити на реле часу затримку приблизно 5с.

4.2 Автоматом *QF2* подати на схему постійний струм.

4.3. Запустити двигун.

4.4. Приготувати секундомір.

4.5. Натиснути кнопку «стоп» одночасно із запуском секундоміра.

Заміряти час динамічного гальмування до повної зупинки.

5. Порівняти час гальмування вільним вибігом з часом динамічного гальмування.

6. Скласти звіт про роботу.

Контрольні запитання

1. У чому особливості прямого пуску електричних машин?
2. Як виконується динамічне гальмування асинхронного двигуна?

Лабораторна робота №4

ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМИ РЕВЕРСИВНОГО ПУСКУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА.

Мета роботи

1. Розглянути роботу електричних апаратів у колах реверсивного керування асинхронними двигунами.
2. Навчитись монтувати нескладні електричні силові кола і кола керування асинхронних двигунів.

Теоретичні відомості

Для реверсування (зміни напрямку обертання) асинхронного двигуна (АД) необхідно змінити напрямок обертання магнітного поля статора.

Для прямого пуску і реверсування АД застосовується схема, що наведена на рис. 4.1. Даний принцип дає змогу переключення двох фаз напруги живлення, що подається на обмотки статора АД. Спрацьовування першого чи другого контактора забезпечує відповідний напрямок обертання двигуна. В даному випадку необхідне блокування, яке не давало б включити другий контактор, якщо перший знаходиться в роботі і навпаки. У разі включення двох контакторів одночасно відбудеться лінійне коротке замикання.

Порядок виконання роботи

1. Записати у таблицю 4.1 паспортні дані електричних апаратів, що використовуються у роботі.

Таблиця 4.1

Параметр		Паспортні дані
Контактори		
Позначення на схемі		<i>KM1, KM2</i>
Тип контактора		
Контакти		
Номінальна напруга, U_n , В		
Номінальний струм, I_n , А		
Пробійна напруга, $U_{пр}$, кВ		
Приблизна потужність асинхронного трифазного електродвигуна, кВт		
Технічні характеристики кіл керування		
Номінальна напруга котушки керування, U_k , В		
Діапазон напруги керування	замикання	
	розмикання	
Потужність споживання котушки, ВА	замикання	
	утримання	
Час спрацьовування, мс	замикання	
	розмикання	
Комутаційна зносостійкість, циклів		
Механічна зносостійкість, циклів		
Кнопкова станція		
Макс. напруга комутації АС / DC, В		
Номінальний струм включення, А		
Механічна зносостійкість, циклів		
Комутаційна зносостійкість за ном. напр. і струмі включення, циклів		
Ступінь захисту		

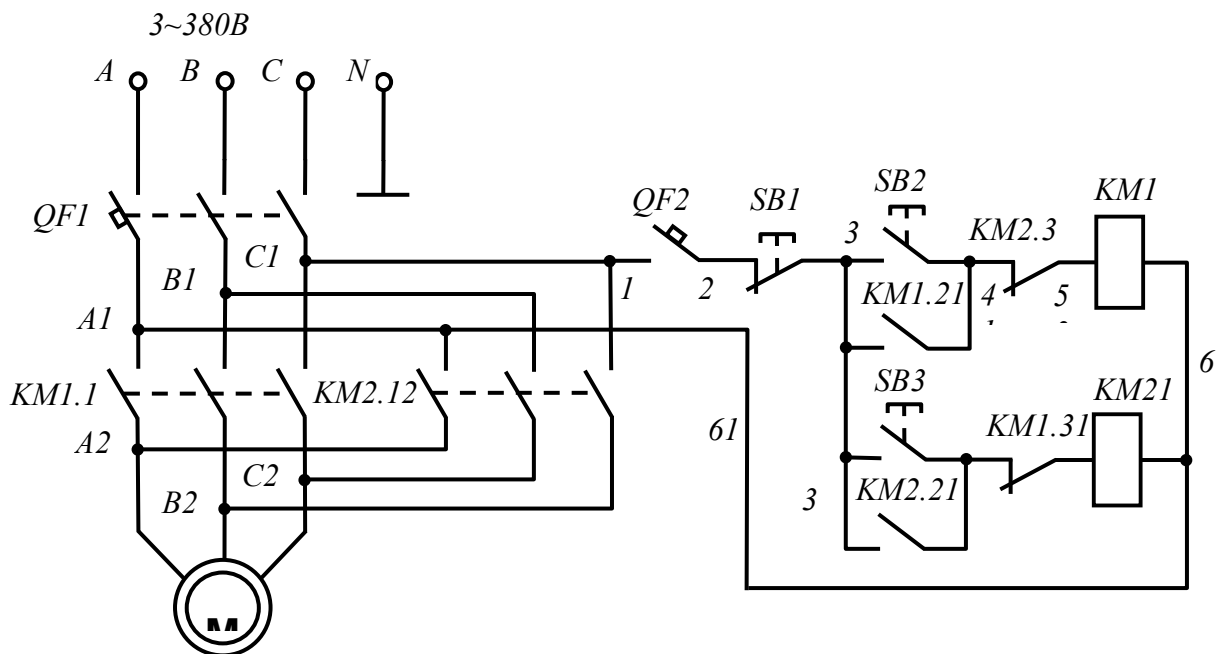


Рис. 4.1

2. Зібрати електричну схему установки згідно з рис. 4.1.

Пояснення до схеми. Трифазна змінна напруга на схему подається через автоматичний вимикач $QF1$. Кола керування захищені автоматичним вимикачем $SF1$.

Двигун запускається «вправо» кнопкою $SB2$. Кнопка $SB1$ «Стоп» та допоміжний контакт $KM2.2$ – розмикачі (замкнені у нормальному стані). Тому $KM1$ спрацьовує у момент натиснення на кнопку $SB1$, що шунтується допоміжним контактом $KM1.2$. Даний вузол реалізує так званий «Нульовий захист» який блокує повторний пуск двигуна у разі несподіваного відключення і включення електроживлення. Повторний пуск можливий тільки натисненням на $SB2$. Натисненням на $SB1$ котушка знеструмлюється, контактор $KM1$ розмикається, двигун зупиняється.

«Вліво» двигун запускається кнопкою $SB3$. Процеси відбуваються аналогічно.

Блокування, яке не давало б включити другий контактор, якщо перший знаходиться в роботі здійснюється перехресним включенням додаткових груп розмикаючих контактів обох контакторів.

3. Перевірити роботу схеми.

3.1. Включити живлення автоматичним вимикачем $QF1$. Запустити двигун «вправо» натисненням на $SB2$. Після відпускання $SB2$ двигун повинен продовжувати працювати.

3.2. Натиснути кнопку $SB3$ «вліво». Не повинно бути ніякої реакції.

- 3.3. Зупинити двигун натисненням на *SB1* «стоп».
- 3.4. Запустити двигун «вліво» натисненням на *SB3*. Після відпускання *SB3* двигун повинен продовжувати працювати.
- 3.5. Натиснути кнопку *SB2* «вправо». Не повинно бути ніякої реакції.
- 3.6. Зупинити двигун натисненням на *SB1* «стоп».
5. Скласти звіт про роботу.

Контрольні запитання

3. У чому особливості прямого пуску електричних машин?
4. Як здійснити реверсування асинхронного двигуна?

Список літератури

1. *Белевітін А. І.* Електроустаткування, виконавчі механізми та регулюючі органи: навч. посібник / А.І. Белевітін, В.І. Ярас. – К.: КНУБА, 2006. – 64 с.
2. *Клименко Б.В.* Комутаційна апаратура, апаратура керування, запобіжники. Терміни, тлумачення, коментарі: навч. посібник / Б.В. Клименко. – Харків: Талант, 2008. – 208 с.
3. *Клименко Б.В.* Електричні та магнітні пристрої, електричні аксесуари, електричні установки. Терміни, тлумачення, коментарі: навч. посібник / Б.В. Клименко. – Харків: Точка, 2009. – 272 с.
4. *Клименко Б. В.* Електричні апарати. Електромеханічна апаратура комутації, керування та захисту. Загальний курс : навч. посіб. Харків : Точка, 2012. 340 с.
5. *Лесько В. О., Комар В. О., Кравчук С. В., Сікорська О. В.* Електричні апарати.: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2018. 103 с.

Зразок титульної сторінки звіту з практикуму

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

ЗВІТ

з лабораторного практикуму.

Курс „Електричні апарати”

Частина I (II)

назва частини

Студент групи ЕСА – _____

Викладач _____

Київ 2024

Навчально-методичне видання

ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти
спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка», 145 «Відновлювальні джерела
енергії та гідроенергетика»

Укладачі: **ЯРАС** Володимир Ігорович,
ТРОЩИНСЬКИЙ Богдан Олександрович

Комп'ютерне верстання *Л. М. Морозюк*

Ум. друк. арк. 1,39. Обл.-вид. арк. 1,5.

Електронний документ. Вид № 5/V-24.

Виконавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03680
Віддруковано в редакційно-видавничому відділі

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р