

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра тракторів та автомобілів

Ярошенко Л.В.

ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН
Частина 1

ПУСКОЗАХИСНА АПАРАТУРА

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт для студентів
сільськогосподарських вищих навчальних закладів
спеціальності: 6.091902 –
“Механізація сільського господарства”

ВІННИЦЯ – 2001

УДК 631.3-52:621.31(075.3)

Ярошенко Л.В. Електрообладнання та засоби автоматизації сільськогосподарських машин. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів спеціальності: 6.091902 –“механізація сільського господарства”: в 5 ч. – Вінниця: ОЦ ВДАУ, 2001. - Ч. 1.: Пускозахисна апаратура. – 58 с.

Рецензенти:

д. т. н., проф. каф. ТЕГІЗБ ВДТУ А.Ф. Пономарчук,
д. т. н., проф., зав. каф. АКМ ВДАУ П.С. Берник

Приведено методичні вказівки та короткі теоретичні пояснення до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Електрообладнання та засоби автоматизації сільськогосподарських машин” (частина 1 –“Пускозахисна апаратура”). Методичні вказівки складено відповідно до базової навчальної програми з даної дисципліни. Розглянуто будову, принцип роботи та правила вибору пускозахисної апаратури сільськогосподарського призначення.

Розраховано на студентів факультету механізації сільського господарства, спеціальність 6.091902 - “Механізація сільського господарства”

Рекомендовано науково-методичною радою
Вінницького державного аграрного університету
(протокол № 4 від 18 грудня 2000 року)

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ:

Для виконання лабораторних робіт за індивідуальним графіком комплектуються бригади із 3-5 студентів. Одержавши графік виконання робіт, студент повинен самостійно підготуватись до кожної із них, вивчаючи лекційний матеріал чи відповідні розділи підручників, перелік яких вміщено в кінці інструкції до кожної лабораторної роботи, а також приведені в даних інструкціях короткі теоретичні пояснення.

Для оформлення звітів із виконаних лабораторних робіт і підготовки до наступної лабораторної роботи, кожен студент повинен мати підписаний робочий зошит. На кожну лабораторну роботу студент повинен приходити підготовленим із необхідними записами у робочому зошиті. Перед виконанням лабораторної роботи у робочому зошиті студента має бути записано:

- назва та мета роботи;
- конспективно - найважливіші теоретичні пояснення (обов'язково наводяться необхідні для розрахунків формули);
- хід проведення експерименту;
- необхідні таблиці та електричні схеми.

Детальніше необхідний обсяг записів у робочий зошит наводиться у кінці кожної інструкції до лабораторної роботи.

Перед початком занять викладач перевіряє якість підготовки студентів до проведення лабораторної роботи. Непідготовлені студенти до роботи у лабораторії не допускаються.

Вся експериментальна частина робіт виконується студентами відповідно до методичних вказівок та інструкцій до лабораторних робіт, під керівництвом викладача, з дотриманням правил техніки безпеки.

Отримані експериментальні дані студенти заносять до робочого зошита, обробляють і закінчують оформляти звіт з виконаної лабораторної роботи, у якому окрім підготовчих записів повинні бути:

- заповнені таблиці експериментальних та розрахункових

даних;

- графіки (при їх необхідності);
- висновки студента про виконану роботу, де необхідно коротко проаналізувати отримані результати.

Всі електричні схеми і графіки необхідно виконувати акуратно із використанням необхідних креслярських інструментів та дотриманням вимог стандартів на оформлення технічної документації.

Графіки краще виконувати на міліметровому папері, приймаючи довжину його координатних осей не менше 100 мм із нанесенням на них шкал, де вказують також їх позначення та одиниці вимірювання.

Маючи оформлений звіт, кожен студент захищає лабораторну роботу під час занять або у визначений викладачем час. Після захисту лабораторних робіт або в кінці навчального семестру звіти з лабораторних робіт обов'язково здаються викладачеві.

ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

Електротехнічні лабораторії інститутів відносяться до категорії "приміщень із підвищеною небезпекою", оскільки у них людина може одночасно доторкнутись до металевих конструкцій будівель, технологічних апаратів та механізмів, які з'єднані із землею та до металевих корпусів і струмоведучих частин обладнання. Тому до роботи у лабораторії допускаються тільки ті студенти, які пройшли інструктаж із техніки безпеки.

Під час роботи в лабораторії необхідно дотримуватись таких правил техніки безпеки:

1. Не ходити по лабораторії і не торкатись ніякого обладнання, окрім того, що призначене для виконання заданої лабораторної роботи.
2. Перед початком роботи в лабораторії студент повинен ознайомитись із схемою живлення лабораторії і робочих місць, з'ясувати, де розташовані апарати для вимикання і вмикання живлення всієї лабораторії.

3. Перед тим як приступити до збирання електричної схеми на стенді, необхідно переконатись, що він не знаходиться під напругою, для чого перевірити, чи вимкнений автоматичний вимикач, який встановлений на вертикальній панелі робочого стола, шляхом натискання на його червону кнопку, при цьому біла або чорна кнопка повинна знаходитись у не зануреному стані і не повинні горіти сигнальні лампочки, які розміщені поруч із вимикачем.
4. Складаючи електричну схему, слід починати із збирання послідовного кола, а потім підключати вольтметри, паралельні обмотки ватметрів і лічильників. При складанні схеми необхідно слідкувати за тим, щоб з'єднання були щільними, провідники не перетинали проходів і не потрапляли на рухомі частини машин і механізмів. Після складання схеми потрібно прибрати всі зайві провідники, прилади тощо.
5. Забороняється користуватися несправними приладами, апаратами та електричними машинами.
6. Зібрану схему перевіряють усі члени бригади, а потім викладач чи лаборант.
7. Вмикати електричну схему можна тільки з дозволу викладача, попередивши перед цим товаришів по роботі і переконавшись, що ніхто із присутніх не доторкається до струмоведучих частин обладнання чи частин обладнання, що обертаються.
8. Під час дослідів стежать за показами приладів і режимами роботи всього обладнання. Відліки за приладами ведуть в одному, заздалегідь встановленому порядку, записуючи в першу чергу параметри, які при роботі змінюються найшвидше. При проведенні дослідів всі дані випробувань та технічні дані обладнання акуратно записуються у спеціальний зошит.
9. Виконуючи роботу, не слід підходити до інших пристроїв, що не призначені для виконання даної лабораторної роботи і торкатися до струмоведучих частин лабораторного обладнання. Забороняється користуватися обладнанням і приладами, що призначені для іншої мети, з'єднувати їх елементи, натискати кнопки, перемикачі вимикачі і т.д.

10. Забороняється лишати включений лабораторний стенд без нагляду.
11. Якщо в машині є відкриті частини, що обертаються, то необхідно перевірити, чи надійно вони закріплені; також перевірити надійність кріплення машини в цілому. Перед вмиканням стенда та під час проведення дослідів необхідно слідкувати, щоб до рухомих частин машин не могли попасти кінці одягу, волосся та ін..
12. Категорично забороняється вносити будь-які зміни до електричного кола під напругою. При необхідності таких змін необхідно за допомогою автоматичного вимикача вимкнути лабораторний стенд. Після внесення необхідних змін у електричну схему стенду його повторне включення можливе тільки з дозволу викладача і при попередженні про це присутніх.
13. При припиненні постачання електроенергії необхідно (шляхом вимикання автоматичного вимикача, що знаходиться на стенді) відключити лабораторний стенд.
14. Виконання лабораторної роботи однією людиною забороняється.
15. Розбирати електричну схему можна тільки при вимкненій напрузі, і після перевірки викладачем результатів виконаної роботи. Якщо вони будуть визнані незадовільними, то експеримент слід повторити.
16. Стенд необхідно терміново відключати у таких випадках:
 - при попаданні людини під напругу;
 - при появі запаху горілого, диму чи вогню із обладнання або приладів;
 - при порушенні нормальної роботи схеми та “зашкалюванні” стрілок приладів;
 - при порушенні нормальної роботи електричної машини (сторонні шуми, тріск, стукіт і т.п.);
 - при обриві проводів та пошкодженні їх ізоляції.
17. Після закінчення роботи необхідно розібрати електричну схему, акуратно скласти провідники і прибрати робоче місце.

18. За псування лабораторного обладнання, що викликане неохайним користуванням або невиконанням правил техніки безпеки, студенти несуть відповідальність і не допускаються до занять.

ПРАВИЛА ЗОБРАЖЕННЯ СХЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

1. Положення усіх елементів у схемах показують у нормальному стані. *Нормальним станом* контактів та інших елементів схем вважають їх положення при знеструмленому стані та відсутності механічної дії (натиску на кнопку), при нульовому положенні командоапарата чи контролера.
2. Довільна електрична схема автоматизованого електропривода складається з таких (частин) електричних кіл:
 - а) кола головного струму, куди входять з'єднання якорів електродвигунів, їх статорів і роторів. Це коло зображують суцільними товстими лініями, удвічі товстішими за лінії інших кіл;
 - б) кола керування або кола допоміжного струму, куди входять з'єднання апаратів керування, сигналізації та контролю. Це коло зображують суцільними тонкими лініями;
 - в) кола взаємних блокувань, що об'єднують блокувальні зв'язки (зображаються суцільними тонкими лініями);
 - г) кола сигналізації, що об'єднують сигнальні та контрольно-вимірювальні прилади й апарати (зображуються суцільними тонкими лініями).

У схемах автоматичного керування обов'язкові перші два кола.

3. Кожен елемент, що входить у схему автоматичного керування, повинен позначатися за допомогою букв. Причому елементи, що належать одному і тому ж апарату, позначають однією і тією ж буквою. Найчастіше позначення апаратури керування та контролю складається із декількох букв, із яких перша відповідає назві апарату, а решта - його призначенню у схемі. У тому випадку, коли у схемі автоматичного керування є декілька однакових за назвою апаратів, то їм привласнюють










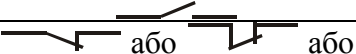




порядкові номери.

4. Головними фізичними величинами, які використовуються при автоматичному керуванні електродвигунами, є швидкість (е. р. с., частота або напруга), струм, шлях і час.






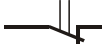



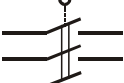


Умовні графічні позначення на електричних схемах наведено у табл. В.1, а буквені позначення на електричних схемах – у табл. В.2.

Таблиця В.1


Умовні графічні позначення на електричних схемах

<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>
-	Струм постійний
~	Струм змінний
	Лінія електричного зв'язку
	Лінія електричного зв'язку з відгалуженням
	Заземлення
	Корпус апарату (машини, приладу)
Контакти контактного з'єднання	
	штир
	гніздо
	розбірне з'єднання
	нерозбірне з'єднання
	З'єднання контактне рознімне
Контакти комутаційного пристрою	
	замикаючий
	розмикаючий
Контакт комутаційного пристрою замикаючий з уповільнювачем, що діє:	
	при спрацюванні
	при поверненні
	при спрацюванні і поверненні

Продовження таблиці В.1

<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>
Контакт комутаційного пристрою розмикаючий з уповільнювачем, що діє:	
	при спрацюванні
	при поверненні
	при спрацюванні і поверненні
Контакт з механічним зв'язком (загальне позначення)	
 або 	замикаючий
 або 	розмикаючий
Вимикач	
	однополюсний
	триполюсний
	Вимикач триполюсний автоматичний з вказуванням величини, при зміні якої відбувається вимикання:
$I >$	максимального струму
$I <$	мінімального струму
$U >$	максимальної напруги
$U <$	мінімальної напруги
$T^0 >$	максимальної температури
Вимикач шляховий (кінцевий)	
	однополюсний
	триполюсний
Вимикач кнопковий натискний із самоповерненням	
	із замикаючим контактом
	із розмикаючим контактом










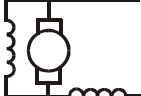






Продовження таблиці В.1

<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>
Перемикач	
	однополюсний
	однополюсний багатопозиційний
Контакт електротеплового реле	
	з самоповерненням
	з поверненням при натисканні на кнопку
	Сприймаючий елемент електротеплового реле
	Котушка електромагнітного пристрою
	Котушка електромагнітного пристрою трифазного струму
	Електромагніт змінного струму
	Котушка електромагнітного пристрою
	Котушка електромагнітного пристрою трифазного струму
	Електромагніт змінного струму
Резистори, конденсатори	
	Резистор постійного опору
	Резистор змінного опору
	Терморезистор
	Конденсатор постійної ємності
	Конденсатор змінної ємності
	Конденсатор електролітичний полярний
	Конденсатор електролітичний неполярний

Продовження таблиці В.1

Позначення	Найменування
Прилади напівпровідникові	
	Діод
	Тиристор
	Стабілітрон односторонній
	Стабілітрон двосторонній
	Транзистор типу $p - n - p$
	Транзистор типу $n - p - n$
	Фоторезистор
	Фотодіод
Джерела оптичного випромінювання	
	Видиме випромінювання
	Ультрафіолетове випромінювання
	Інфрачервоне випромінювання
Тиск газів у джерелах випромінювання	
	низький
	високий
	надвисокий
	Лампа розжарювання
	Лампа газорозрядна освітлювальна низького тиску
	Лампа газорозрядна освітлювальна низького тиску з простими електродами
	Лампа газорозрядна освітлювальна високого тиску

Продовження таблиці В.1

<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>
Електронагрівні пристрої	
 або 	Електропіч трифазна
 або 	Електронагрівач однофазний
Машини електричні	
	Машина електрична (загальне позначення)
 або 	Двигун трифазний із з'єднанням обмоток "зіркою"
Машини електричні	
 або 	Двигун трифазний із з'єднанням обмоток "зіркою"
	Машина постійного струму змішаного збудження
Вимірювальні прилади	
	прилад показуючий (наприклад, амперметр)
	прилад реєструвальний (наприклад, ватметр)
	прилад інтегруючий (наприклад, лічильник електроенергії)
Котушки індуктивності, дроселі трансформатори	
	котушка індуктивності, дросель без осердя
	котушка індуктивності, дросель з осердям
	трансформатор однофазний

Продовження таблиці В.1

<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>
Котушки індуктивності, дроселі трансформатори	
	трифазний трансформатор з феромагнітним осердям при з'єднанні обмоток зірка – зірка із виведеною нейтральною (середньою) точкою
	трансформатор струму

Таблиця В.2

Буквені позначення на електричних схемах

<i>Перша літера</i>	<i>Групи видів елементів</i>	<i>Приклади видів елементів</i>	<i>Двобуквені коди</i>
A	Пристрій (загальне позначення)		
B	Перетворювачі неелектричних величин в електричні (окрім генераторів і джерел живлення) або, навпаки, аналогові чи багато-розрядні перетворювачі або датчики	Тепловий датчик	BK
		Фотоелемент	BL
		Датчик тиску	BP
		Датчик частоти обертання (тахогенератор)	BR
		Датчик швидкості	BV
C	Конденсатор		
E	Елементи різні	Нагрівний елемент	EK
		Освітлювальна лампа	EL
F	Розрядники, запобіжники, захисні пристрої	Дискретний елемент захисту за струмом, миттєвої дії	FA
		Те ж, інерційної дії	FP

Продовження таблиці В.2

<i>Перша літера</i>	<i>Групи видів елементів</i>	<i>Приклади видів елементів</i>	<i>Двобуквені коди</i>
F	Розрядники, запобіжники, захисні пристрої	Плавкий запобіжник	FU
		Дискретний елемент захисту за напругою, розрядник	FV
K	Реле, контактори, пускачі	Реле струмове	KA
		Реле вказівне	KN
		Реле електротеплове	KK
		Контактор, магнітний пускач	KM
		Реле часу	KT
		Реле напруги	KV
L	Котушки індуктивності, дроселі	Дросель люмінесцентної лампи	LL
P	Прилади, вимірювальне обладнання	Амперметр	PA
		Лічильник імпульсів	PC
		Частотомір	PF
		Лічильник активної енергії	PI
		Лічильник реактивної енергії	PK
		Омметр	PR
		Реєструвальний прилад	PS
		Годинник	PT
		Вольтметр	PV
		Ватметр	PW
Q	Вимикачі та роз'єднувачі у силових колах	Автоматичний вимикач	QF
		Короткозамикач	QK
		Роз'єднувач	QS
R	Резистори	Терморезистор	RK
		Потенціометр	RP
		Шунт вимірювальний	RS
		Варистор	RV

Продовження таблиці В.2

<i>Перша літера</i>	<i>Групи видів елементів</i>	<i>Приклади видів елементів</i>	<i>Двобуквені коди</i>	
S	Пристрої комутаційні в колах керування, сигналізації та вимірювальних	Вимикач або перемикач	SA	
		Кнопковий вимикач	SB	
		Автоматичний вимикач	SF	
		Вимикачі, що спрацьовують від:	- рівня	SL
			- тиску	SP
- положення (шляховий)	SQ			
- кутової швидкості	SR			
- температури	SK			
T	Трансформатори	Трансформатор струму	TA	
		Електромагнітний стабілізатор	TS	
		Трансформатор напруги	TV	
V	Прилади електровакуумні та напівпровідникові	Діод, стабілітрон	VD	
		Прилад електровакуумний	VL	
		Транзистор	VT	
		Тиристор	VS	
X	Контактні з'єднання	Струмознімач, контакт ковзкий	XA	
		Штир	XP	
		Гніздо	XS	
		З'єднання розбірне	XT	
Y	Пристрій механічний з електромагнітним приводом	Електромагніт	YF	
		Гальмо з електромагнітним приводом	YD	
		Муфта з електромагнітним приводом	YC	

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ КЕРУВАННЯ

Мета роботи: Вивчити призначення, будову, принцип роботи та правила вибору апаратів ручного та електромагнітного керування. Дослідити електромагнітну систему магнітного пускача та роботу простих схем керування асинхронними короткозамкнутими електродвигунами.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЯСНЕННЯ

Електричними апаратами керування та захисту називають електротехнічні пристрої та механізми, що призначені для ручного або автоматизованого вмикання та вимикання електричних кіл та їх автоматичного захисту при різних аномальних режимах.

За призначенням апарати керування поділяються на:

- комутуючі - призначені для розмикання електричних кіл без навантаження (рубильники, перемикачі, пакетні вимикачі та ін.);

- захисні - здійснюють захист електроспоживачів від коротких замикань та перевантажень (автоматичні вимикачі, запобіжники, теплові реле, реле максимального струму та реле мінімальної напруги);

- керуючі - що служать для запуску і зупинки двигунів, зміни напрямку та частоти їх обертання (пускачі, контактори, контролери, регульовальні та гальмівні резистори, реле керування).

За принципом дії виділяють такі типи апаратів:

- **апарати ручного керування** - вступають у дію тільки в результаті безпосередньої дії людини (рубильники, вимикачі, реостати);
- **апарати дистанційного та автоматичного керування**, можуть бути приведені в дію людиною дистанційно або їх робота

може бути поставлена в автоматичну залежність від раніше заданих умов (контролери, контактори, пускачі, реле керування).

За характером комутації електричних кіл існують апарати:

- контактні - з'єднують та роз'єднують електричні кола із видимим розривом, за допомогою рухомих та нерухомих елементів (контактів);

- безконтактні - з'єднують та роз'єднують електричні кола без фізичного розриву, за рахунок різкої зміни їх внутрішнього опору (практично від 0 до ∞).

Всі електротехнічні пристрої поділяють за кліматичним виконанням, категорією розміщення та ступенем захисту від дотику людини до струмоведучих частин та попадання всередину їх забруднень та вологи, які вказують у паспорті цих пристроїв.

За кліматичним виконанням електротехнічні пристрої бувають таких класів (див. табл. 1.1):

Таблиця 1.1

Позначення кліматичних виконань електротехнічних виробів

Для мікрокліматичних районів	Позн.	Температура повітря, °С	
		Верхні межі	Нижні межі
З помірним кліматом	У	+ 40	- 45
З холодним кліматом	ХЛ	+ 40	- 60
З помірним і холодним кліматом	УХЛ	+ 40	- 60
З тропічним вологим кліматом	ТВ	+ 45	+ 1
З тропічним сухим кліматом	ТС	+ 45	- 10
З тропічним (сухим або вологим) кліматом	Т	+ 45	- 10
Загальнокліматичного виконання	О	+ 45	- 60

За категорією розміщення електричні пристрої бувають таких видів:

- 1.- для експлуатації на відкритому повітрі;
- 2.- для експлуатації у відкритих приміщеннях (під навісом);
- 3.- для експлуатації у закритих приміщеннях без штучного регулювання мікроклімату;
- 4.- для експлуатації у закритих приміщеннях де штучно регулюється мікроклімат (опалювані приміщення);
- 5.- для експлуатації у приміщеннях із підвищеною вологістю.

Для позначення *ступеня захисту* електротехнічних пристроїв використовують букви IP, за якими слідують дві цифри, перша з яких вказує на ступінь захисту обслуговуючого персоналу від дотику до струмоведучих та обертових частин цих пристроїв та попадання всередину них твердих тіл, а саме:

- 0 - спеціальний захист відсутній;
- 1 - захист від дотику великими частинами тіла та проникнення твердих тіл розміром більше 50 мм;
- 2 - захист від дотику пальців людини та проникнення у їх середину твердих тіл розміром більше 12 мм;
- 3 - захист від проникнення інструменту та проводу розміром більше 2,5 мм;
- 4 - захист від проникнення твердих тіл розміром більше 1 мм;
- 5 - захист від проникнення твердих тіл, але не повний захист від проникнення пилу;
- 6 - повністю виключене проникнення пилу.

Друга цифра вказує на ступінь захисту електромеханічних пристроїв від проникнення води, а саме:

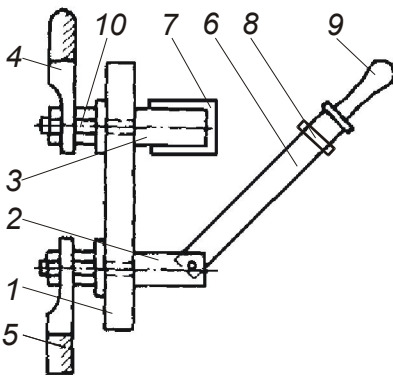
- 0 - захист відсутній;
- 1 - захист від крапель води, що падають вертикально;
- 2 - захист від крапель води, що падають під кутом, не більшим 15-ти градусів до вертикалі;
- 3 - захист від дощу, що падає під кутом, не більшим 60-ти градусів до вертикалі;
- 4 - захист від крапель води, що падають під довільним кутом;

- 5 - захист від водяних струменів;
- 6 - захист від водяних хвиль;
- 7 - захист при короткочасному зануренні у воду;
- 8 - захист при тривалому зануренні у воду.

До апаратів ручного керування відносяться:

Рубильники – найпростіші апарати, що призначені для роботи при номінальних струмах до 1500 А, бувають одно-, двох-, та трьохполюсними. Рубильник (див. мал. 1.1) має рухомі 6 та нерухомі 7 контакти, одні з яких виготовлені у вигляді ножів, інші - у вигляді підпружинених губок. Рухомі контакти з'єднуються ізольовуючою траверсою 8 із важелем 9, який може розміщуватись збоку або посередині рубильника. Контакти 6 та 7 встановлюються на контактній 3 і шарнірній 2 стійці, відповідно. Сійки 2 та 3 кріпляться до ізоляційної панелі 1 за допомогою болтів 10, які можуть виконувати роль клемного з'єднання, і до них приєднуються вхідні 4 та вихідні 5 проводи. В процесі вмикання рухомі контакти (ножі) 6 “врубуються” у нерухомі контакти (губки) 7. Інколи рубильники комплектуються дугогасними камерами, призначення яких - розтягувати і таким чином швидко гасити електричну дугу, що виникає у момент розмикання контактів. Дугогасна камера - це набір мідних (або сталевих, покритих міддю) пластин, що закріплені між фібровими боковинами. При виникненні електричної дуги у момент розмикання контактів вона починає горіти між

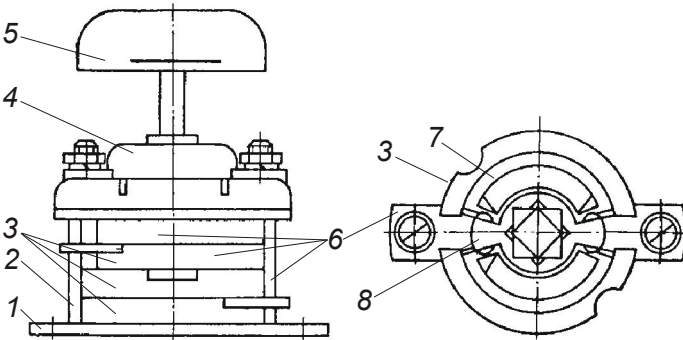
окремими пластинами. Навколо електродні явища, що виникають при цьому, віддача теплоти пластинам та виділення хлору із фібри сприяють швидкому гасінню дуги. При відсутності дугогасних камер контакти рубильника можна розмикати при струмі, що становить не більше 30 % номінального. Рубильники виготовляються на номінальні струми від 100 до 1500 А і вибираються



Мал. 1.1 - Рубильник

за номінальним струмом, напругою, кількістю полюсів, розміщенням рукоятки (центральне, бокове), кліматичним виконанням, категорією розміщення та ступенем захищеності.

Пакетні вимикачі та перемикачі – (див. мал. 1.2) бувають одно- та багатополісними (від 1 до 7) на номінальний струм 10, 25, 60, 100, 250, 400А при напрузі 220 В. При напрузі 380В номінальний струм потрібно зменшувати на 40 %. Конструктивно вони нагадують рубильник і складаються із окремих ізольованих контактних секцій (пакетів), та пристрою 4, який миттєво перемикає контакти при повороті рукоятки 5 на 90^0 , його швидкодія забезпечується застосуванням пружини. Кожна контактна секція складається з ізоляційного кільця 3, у пазах якого розміщені нерухомі контакти 6, що мають форму клиноподібного ножа, а в середній частині – пружні рухомі контакти 8 (губки), та фіброві шайби 7, які сприяють гасінню електричної дуги. Контактні секції встановлені одна над одною на скобі 1 і закріплені стяжними шпильками 2. Пакетні перемикачі можуть бути одно- та багатополісними, мати декілька робочих та нульових положень. Вибирають пакетні



Мал. 1.2 - Пакетний вимикач

перемикачі за номінальним струмом і напругою, необхідною кількістю полюсів з урахуванням кліматичного виконання, категорії розміщення та

ступеня захищеності.

Кнопкові вимикачі - виготовляються із самоповерненням контактів (під дією пружини) у вихідне положення, або без нього (коли для повернення контактів у вихідне положення необхідно натиснути на іншу кнопку). Контакти можуть бути

замикаючими або розмикаючими. Кнопки випускають із циліндричними або грибоподібними штовхачами із сигнальними лампочками. Інколи кнопки групуються у кнопкові пости. Усі кнопки мають уніфікований контактний елемент, що здійснює комутацію електричних кіл напругою до 500 В, при силі струму до 10 А і вибираються за необхідною схемою перемикачів з урахуванням умов навколишнього середовища;

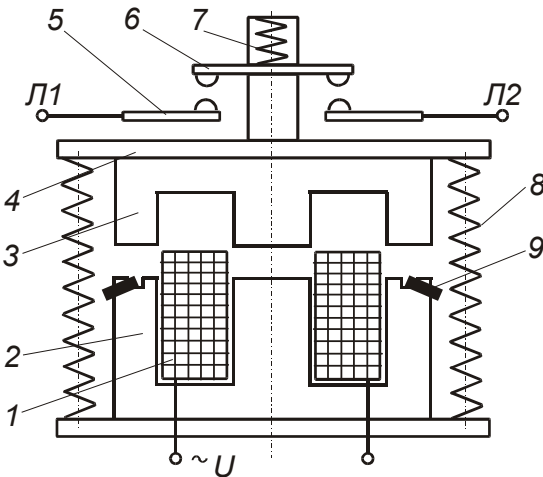
Натискні вібростійкі пускачі - серії ПНВ - призначені для ручного керування трифазним асинхронним двигуном малої потужності при напрузі до 500 В. Вони складаються із прямохідної контактної системи і кнопкового приводу із фіксуємим приводом, що фіксує положення "включено" та "виключено". Рухомі частини контактів змонтовані на пластмасовій рейці, а нерухомі - на пластмасовій основі. Захист пускача від дії навколишнього середовища здійснюється пластмасовим кожухом. Для керування однофазними двигунами використовуються пускачі серії ПНВС, будова яких аналогічна будові пускачів ПНВ, але положення "включено" для середнього контакту не фіксується і після відпускання кнопки "ПУСК" він розмикається.

До апаратів автоматичного (дистанційного) керування відносяться:

Магнітні пускачі. Головною складовою частиною електромагнітного пускача є контактор, крім якого пускач може мати теплове реле, кнопки "Пуск", "Стоп", "Реле" та контактну приставку. Контакттор, у свою чергу, складається (див. мал. 1.3) із електромагніту, трьох головних (силових) контактів, за допомогою яких електроспоживач під'єднується до мережі та одного або декількох (залежно від типу магнітного пускача) допоміжних (блокуючих) контактів. Електромагніт складається із котушки 1 та нерухомої 2 і рухомої 3 (якір) частин осердя. Для зменшення втрат на перемагнічування та вихрові струми, осердя виготовлене із тонких (товщиною 0,3...0,5 мм) листів електротехнічної сталі, які ізолюють один від одного шаром лаку або окалини. До якоря 3 кріпиться ізолююча траверса 4 із рухомими головними контактами 6 та контактними пружинами

7. Нерухомі контакти 5, до яких приєднуються електричні проводи Л1 та Л2, встановлені на корпусі контактора. Якір 3 за допомогою віджимних пружин 8 утримується на певній відстані від нерухомої частини осердя 2.

Працює магнітний пускач так. При проходженні струму по його котушці 1 утворюється магнітне поле, під дією якого якір 3, переважаючи опір пружини 9, притягується до нерухомої частини осердя 3, при цьому замикаються головні 5, 6 та допоміжні (на малюнку не показані) контакти. Коли струм по котушці 1 не протікає, магнітне поле зникає і під дією пружини 9, якір 3 із рухомими частинами контактів 6 повертається у вихідне положення. Струм у котушці зумовлюється величиною прикладеної напруги та опором котушки і при відпусканні якоря виявляється у 10-15 разів більшим від струму, що протікає по котушці, коли якір притягнутий до осердя. Це пояснюється тим, що індуктивний опір котушки зростає при наближенні якоря до осердя та зменшенні повітряного зазору. При проходженні змінного струму у котушці 1 через нуль, якір 3 під дією пружини 9, намагається відійти від осердя 2, а при зростанні струму - знову наблизитись до осердя. Таким чином, змінний



Мал. 1.3 - Магнітний пускач (контактор)

струм у котушці створює умови для вібрування якоря і при нечотатньо точному виготовленні магнітопроводу контактор при роботі гудітиме. Для того, щоб під час роботи не було гудіння, у магнітопровід (осердя) впресовують короткозамкнутий виток (із міді або алюмінію) 8, призначення якого - утримувати якір притиснутим до осердя у ті моменти,

коли значення сили струму у котушці при зміні напрямку його протікання рівне нулю або близьке до нього. Це здійснюється за рахунок магнітного поля струму, який індукується у короткозамкнутому витку при зникненні магнітного поля котушки. Контактні пружини 7 забезпечують необхідне притискання контактів у замкненому стані. Допоміжні контакти (їх може бути від 1 до 4) встановлюються, як правило, з боків контактора і приводяться у дію від якоря. Контактори змінного струму виготовляють на номінальні струми 25, 40, 75, 130, 150, 600 А.

Електромагнітний пускач, що призначений для керування асинхронним двигуном, необхідно підбирати так щоб номінальний струм його головних контактів $I_{ПН}$ був не меншим номінального струму електродвигуна $I_{ДН}$:

$$I_{ПН} \geq I_{ДН} \cdot$$

Номінальна напруга головних контактів пускача U_H повинна бути не меншою напруги мережі U_M , у яку вона включається:

$$U_H \geq U_M \cdot$$

Напруга котушки електромагнітного пускача $U_{КОТ}$ повинна бути рівною напрузі мережі, у яку вона включатиметься:

$$U_{КОТ} = U_M \cdot$$

Підбираючи пускач, необхідно брати до уваги характер та режим роботи електродвигуна (необхідність реверсу, теплового захисту та ін..), кліматичне виконання, категорію розміщення та ступінь захищеності.

Окрім функцій керування, електромагнітні пускачі здійснюють нульове блокування, яке запобігає самовільному вмиканню двигуна при відновленні напруги після її зникнення або надмірного зниження. Пускачі із тепловим реле здійснюють також захист двигуна від перевантажень та неповнофазного режиму роботи (при обриві фази).

Схема керування асинхронним електродвигуном за допомогою нереверсивного електромагнітного пускача приведена на мал. 1.4.

Якщо до затискачів L12 та 2 під'єднати вимикач SA із фіксованими положеннями (варіант 1), то отримаємо найпростішу схему керування, що дозволяє дистанційно керувати двигуном без нульового блокування.

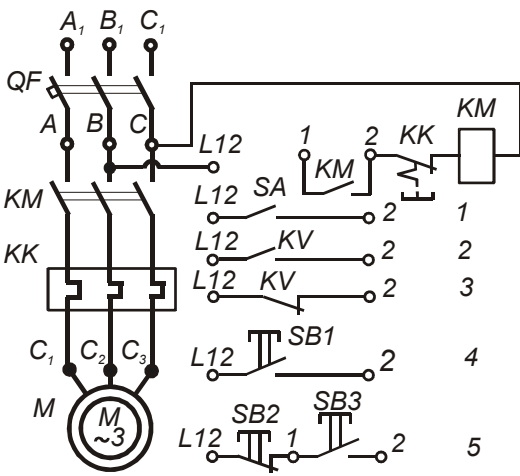
При автоматичному керуванні до тих же затискачів L12 та 2 необхідно під'єднати контакт деякого реле керування KV (варіант 2 та 3).

При варіанті 2 двигун вмикатиметься при спрацюванні реле, а при варіанті 3 двигун вимкатиметься при спрацюванні реле.

Якщо необхідно вмикати двигун короткочасно ("поштовхом") для випробувань, наладки робочої машини або необхідно забезпечити роботу приводу тільки під наглядом персоналу, то живлення на котушку пускача подається через замикаючий контакт кнопки SB1, що під'єднується до затискачів L12 та 2 згідно з варіантом 4.

Для вмикання двигуна за варіантом 5 необхідно натиснути на кнопку – SB3 - "Пуск". При цьому по котушці електромагнітного пускача KM протікатиме струм, пускач спрацює і своїми головними контактами під'єднає двигун до

мережі, а допоміжними контактами зашунтує кнопку SB3. Після пуску кнопку можна відпустити, живлення котушки здійснюватиметься через допоміжний контакт. Для зупинки двигуна необхідно натиснути на кнопку SB2 - "Стоп", при цьому струм по котушці не протікатиме і пускач вимкне двигун.



Мал. 1.4 - Схема керування асинхронним двигуном за допомогою нереверсивного електромагнітного пускача

меж, то контакти електромагнітного пускача під дією пружин розійдуться і двигун зупиниться. При відновленні попередньої величини напруги пускач не спрацює, тому що коло його котушки розімкнуте (розімкнуті контакти кнопки "Пуск" і допоміжний контакт КМ), таким чином здійснюється нульове блокування.

Для перевірки дії нульового блокування необхідно при ввімкненому пускачі вимкнути короткочасно автоматичний вимикач на лабораторному стенді. При повторному вмиканні автоматичного вимикача пускач спрацює не зразу, а тільки після повторного натиску на кнопку "Пуск".

Як відомо, для зміни напрямку обертання (реверсу) двигуна необхідно поміняти місцями два лінійних провідники, що з'єднані з затискачами двигуна. Це здійснюється за допомогою реверсивних магнітних пускачів, що являють собою сукупність двох нереверсивних контакторів та системи блокування від одночасного їх спрацювання.

Одночасне спрацювання двох контакторів реверсивного пускача приведе до двофазного короткого замикання. Блокування може бути механічним та електричним. Механічне блокування здійснюється за допомогою двоплечого важеля, з кінцями якого зв'язані рухомі частини двох контакторів. При замиканні головних контактів одного контактора, контакти другого відтягуються і їх включити неможливо, доки буде включений перший контактор. Окрім того, механічне блокування здійснюється у кнопковій станції.

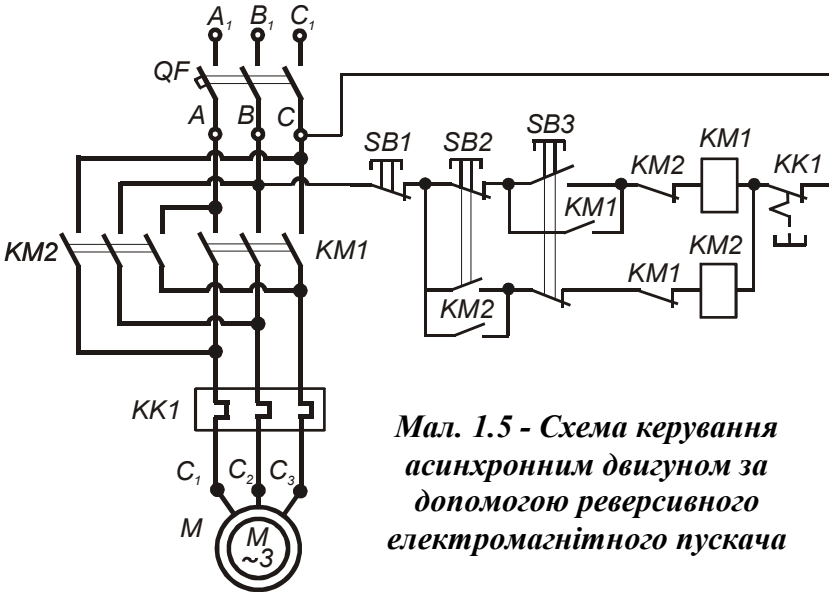
При вмиканні замикаючого контакту кнопки у колі котушки одного контактора розмикається її розмикаючий контакт, що включений у коло котушки другого контактора, тому одночасне вмикання двох контакторів неможливе. Електричне блокування здійснюється допоміжними розмикаючими контактами контакторів, які включають послідовно у коло "чужих" котушок. Якщо застосовується механічне блокування у самому реверсивному магнітному пускачі, то електричне блокування можна не застосовувати.

Схема реверсивного керування асинхронним електро-

двигуном приведена на мал. 1.5. Для запуску двигуна "Вперед" натискають на кнопку SB2 при цьому спрацьовує контактор KM1. Зупинку двигуна здійснюють натиском на кнопку SB1 - "Стоп". Для пуску двигуна "Назад" натиском на кнопку SB3 вмикають контактор KM2.

Можливо також здійснювати реверс двигуна "з ходу". У цьому випадку при обертанні двигуна, наприклад, "назад", натискають на кнопку SB2. При цьому вимикається контактор KM2 і вмикається контактор KM1. Двигун загальмовується методом гальмування проти вмикання, а потім починає обертатись у зворотному напрямі.

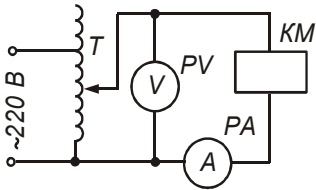
Якщо при роботі двигуна "приварились" головні контакти одного із контакторів, то вмикання іншого контактора неможливе, оскільки розмикаючий контакт першого контактора у колі котушки другого лишився розімкнутим.



Мал. 1.5 - Схема керування асинхронним двигуном за допомогою реверсивного електромагнітного пускача

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ,
АНАЛІЗ ТА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ**

1. Ознайомитись із будовою та принципом роботи апаратів керування, що знаходяться на лабораторному стенді, записати їх основні паспортні дані.



Мал. 1.6 - Схема вмикання котушки електромагнітного пускача при дослідженні його магнітної системи

2. Зібрати електричну схему (мал. 1.6) для дослідження магнітної системи пускача. Плавно збільшувати напругу на котушці електромагнітного пускача до номінальної. Записати у таблицю 1.2 покази приладів, відмітивши напругу спрацювання магнітного пускача.

Таблиця 1.2

Протокол дослідження магнітної системи пускача

U	B	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
I	A										

Продовження таблиці 1.2

U	B	160	170	180	190	200	210	220	230	240
I	A									

3. Плавно зменшувати напругу на котушці електромагнітного пускача, записати у таблицю 1.3 показники приладів, відмітивши напругу відпускання магнітного пускача.

Таблиця 1.3

Протокол дослідження магнітної системи пускача

U	B	240	230	220	210	200	190	180	170	160	150
I	A										

Продовження таблиці 1.3

U	B	140	130	120	110	100	90	80	70	60
I	A									

4. Побудувати на одному малюнку залежності $U = f(I)$ за даними дослідів п. 2 та п. 3.

5. Зібрати електричну схему керування асинхронним двигуном за допомогою нереверсивного магнітного пускача за мал. 1.4 (варіант 5). Запустити та зупинити двигун. Перевірити дію нульового блокування, як вказано вище.
6. Зібрати електричну схему керування асинхронним двигуном за допомогою реверсивного магнітного пускача (мал. 1.5) Здійснити пуск, реверс та зупинку двигуна.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Як класифікуються апарати керування?
2. Які бувають електротехнічні пристрої за кліматичним виконанням, категорією розміщення та ступенем захисту і як вони позначаються?
3. Призначення, будова, принцип роботи та правила вибору рубильників пакетних перемикачів, кнопкових вимикачів та натискних пускачів.
4. Призначення, будова, принцип роботи та правила вибору магнітних пускачів.
5. Як працює схема керування асинхронним електродвигуном з допомогою нереверсивного магнітного пускача та як здійснюється нульовий захист?
6. Як працює схема керування асинхронним електродвигуном з допомогою реверсивного магнітного пускача?

ПРОГРАМА ПОЗА АУДИТОРНОЇ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ:

1. За рекомендованою літературою вивчити призначення та класифікацію апаратів керування і захисту.
2. Вивчити призначення, будову, принцип роботи та правила вибору апаратів ручного та дистанційного керування трифазного споживача.
3. Підготувати робочий зошит для виконання лабораторної роботи, у який записати:
 - назву та мету роботи;
 - короткі теоретичні пояснення із необхідними для розрахунків формулами;

- порядок проведення експерименту;
- таблиці 1.2,1.3;
- електричні схеми (мал. 1.4, 1.5, 1.6).

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Практикум з електропривода / В.С. Олійник, О.С. Марченко, Е.Л. Жулай та ін.). - К.: "Урожай", 1995.-192 с. – (С. 7 - 15).
2. Електропривод / О.С. Марченко, Ю.М. Лавриненко, П.І. Савченко, Е.Л. Жулай. - К.: "Урожай", 1995. – 208 с.
3. Довідник сільського електрика / За ред. В.С. Олійника. -К.: "Урожай", 1982.- С. 100-147.
4. Нугер Б.К. Електрообладнання сільськогосподарських підприємств. К.: "Урожай", 1988. - С. 101-116.
5. Филаткин П.А. Электрооборудование животноводческих ферм. - М.: "Агромаш", 1987.-С.133 -149;
6. Цейтлин Л.С. Электропривод, электрооборудование и основы управления. - М.: "Высшая школа", 1985. - С. 17-54.
7. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок / Под ред. И.Ф. Кудрявцева. - М.: "Агропромиздат",1988. - С. 84-102.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТІВ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАЧІВ

Мета роботи: вивчити призначення, будову, принцип роботи та правила вибору апаратів захисту електроспоживачів, дослідити захисні характеристики теплових реле та автоматичних вимикачів.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЯСНЕННЯ

Для запобігання аварій електрообладнання при виникненні в електропристроях аномальних режимів (короткого замикання, перевантажень, надмірного зниження напруги, перенапруги та ін.) використовують захисні пристрої. Їх дія спрямована на те, щоб відключити пошкоджену або перевантажену дільницю від мережі.

Захист від струмів короткого замикання, які у десятки разів перевищують струми при номінальних режимах, здійснюють такі апарати: запобіжники, електромагнітні струмові та безконтактні реле. Ці апарати повинні відключати пошкоджену дільницю мережі миттєво.

Захист від струмів перевантажень, які у декілька разів перевищують струми при номінальних режимах, здійснюється за допомогою теплових та температурних реле і тепловими розчеплювачами автоматичних вимикачів, що діють із витримкою часу, величина якої обернено пропорційна струму перевантаження.

Для захисту від надмірного зниження або зникнення напруги використовують розчеплювачі мінімальної напруги автоматичних вимикачів, а також з'єднання за спеціальними схемами контакторів та електромагнітних пускачів.

Запобіжники - найдешевший та найпростіший захист електричних кіл від коротких замикань та різких великих перевантажень. Вони можуть бути розбірними (мал. 2.1 а) або

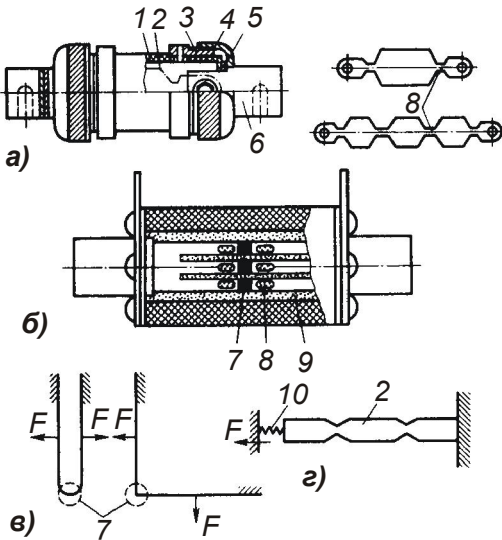
нерозбірними (мал. 2.1 б), вставляться у контактні стояки або загвинчуватись у патрон. Для електродвигунів малої та середньої потужності застосовують пробчаті, а для великих потужностей - трубчаті запобіжники. Пробчаті запобіжники складаються із фарфорового корпусу з гвинтовим патроном та частини у вигляді пробки із різьбою. Вони бувають чотирьох габаритів - ПРС6, ПРС20, ПРС63, ПРС100 із номінальними струмами 6, 20, 63, 100 А відповідно.

Трубчаті запобіжники складаються із патрона, контактних стояків та ізоляційної основи. У середині корпусу 1 розміщена плавка вставка 2 із міді, срібла, цинку або константану. Вона характеризується номінальним струмом - тим струмом, який може протікати тривалий час не руйнуючи її. Коли струм перевищить номінальний на 30-40% вставка перегорє і струм у колі зникає. Чим більший струм, тим швидше вставка перегорить. Бажано, щоб при аварійному режимі вставка перегорє чимшвидше. Для цього використовують різні способи:

1) застосовують металургійний ефект, який полягає у тому, що на мідну вставку наносять олов'яну кульку 7. При короткому

замиканні олово розплавляється розчиняючи у собі мідь. Утворюється сплав, що має меншу температуру плавлення і більший питомий опір, що сприяє ще більшому нагріванню та перегорянню вставки;

2) роблять вставку фігурною. Вона має звуження (шийку) 8 та широкі частини. Шийка розрахована на номінальний струм. Її перетин дещо менший перетину стрічкової вставки на цей же струм. Це не викликає



Мал. 2.1 - Конструктивні схеми запобіжників

перегорання шийки, так як теплота із неї добре поглинається широкими частинами і від них розсіюється у навколишнє середовище. При короткому замиканні нагрівання настільки інтенсивне, що шийка не встигає віддавати теплоту широким частинам і перегоряє. Причому це проходить швидше, ніж у стрічковій вставці, так як кількості теплоти для розплавлення тонкої шийки потрібно менше. Використовують інколи обидва способи, розміщують олов'яну кульку у вузькому місці мідної вставки. Інколи вставку розтягують пружиною 10 (мал. 2.1 г), що також прискорює процес розмикання кола, або вставці надають вигнутої форми (мал. 2.1 в) і при протіканні великого струму її розтягують електромагнітні сили.

Для захисту напівпровідникових пристроїв використовують швидкодіючі запобіжники із срібною плавкою вставкою типу ПП-57.

При перегоранні плавкої вставки загоряється електрична дуга, яку необхідно швидко погасити. Для цього використовують різні конструкції запобіжників:

- 1) цинкова вставка під дією дуги розплавляється і виділяє іони цинку;
- 2) корпус із фібри виділяє хлор, іони цинку та хлору сприяють деіонізації дугового проміжку, дуга гасне при переході струму через нуль і знову не загоряється;
- 3) у фігурній вставці із двома або більше звуженнями дуга загоряється у декількох звуженнях, після чого широка частина вставки провалюється вниз, створюючи одразу великий проміжок. У цьому випадку не треба випаровувати всю вставку, на що необхідна більша кількість тепла і, відповідно, більше часу;
- 4) нерозбірні запобіжники (див. мал.1 б) часто заповнюють кварцовим піском, який перед тим обробляють соляною кислотою, промивають та просушують. Дуга, що виникає, починає горіти між окремими піщинками, а отже розбивається на багато маленьких дуг. Теплота віддається піску, дуга охолоджується та гасне.

Чим більшу напругу має мережа, тим більшою повинна бу-

ти відстань між контактами всередині запобіжника, що не обхідно для надійного гасіння дуги. Тому на запобіжнику вказують не тільки номінальний струм, але й номінальну напругу. Це означає, що у мережу із напругою більшою за його номінальну напругу запобіжник включати не можна, тому що навіть якщо дуга погасне при проходженні через нуль, малий дуговий проміжок може бути пробитим знову у момент зростання наступної напівхвилі напруги.

Для електродвигунів із реостатним пуском при повному навантаженні плавкі вставки запобіжників вибирають на номінальний струм, що рівний номінальному струму електродвигуна. Якщо за стандартною шкалою потрібної плавкої вставки немає, то беруть найближчу, яка розрахована на більшу силу струму.

Для електродвигунів із контактними кільцями пуск яких здійснюється при 50-ти відсотковому навантаженні, а також для коротко замкнутих, що запускаються з допомогою апаратів, що шунтують запобіжники на період пуску, можна рекомендувати плавкі вставки запобіжників на силу струму $0.8 I_{дн}$.

Для двигунів із короткозамкнутим ротором:

- при нормальних умовах пуску (рідкі пуски, невелика тривалість розгону) необхідно дотримуватись умов:

$$I_B = I_{II} / 2,5,$$

де I_e - номінальний струм плавкої вставки запобіжника;

I_n - пусковий струм електродвигуна;

- у пристроях із важкими умовами пуску (часті пуски при великій тривалості пуску):

$$I_B = I_{II} / (1,6 \dots 2,0).$$

При використанні декількох послідовно включених запобіжників необхідно також використовувати *селективний підбір* запобіжників. Селективність полягає у тому, що при короткому замиканні у електроспоживачі повинен перегоряти найближчий до нього запобіжник, а решта споживачів лишатиметься під напругою, і тільки у крайньому випадку повинен перегоряти груповий запобіжник.

Теплові реле служать для захисту електродвигунів від

тривалих перевантажень. Основним робочим елементом теплового реле є біметалева пластина, що являє собою сплав двох різноманітних металевих стрічок. Одна стрічка виготовлена із металу з високим коефіцієнтом теплового розширення, наприклад, латунь, нікель, а інша - із металу (сплаву) із меншим коефіцієнтом теплового розширення, наприклад, інвару. При нагріванні такої пластини, одна із її сторін розширюється більше ніж інша, і пластина при цьому прогинається, діючи на механізм розщеплення, який розмикає контакт, що вмикається послідовно до котушки магнітного пускача. За способом нагрівання біметалевої пластини розрізняють реле із прямим, непрямим та комбінованим нагріванням. При прямому нагріванні, струм навантаження проходить безпосередньо через біметалеву пластинку, при непрямому - через нагрівальний елемент, що розміщений поблизу біметалевої пластини, при комбінованому - одна частина струму проходить через нагрівальний елемент, друга - через біметалеву пластинку.

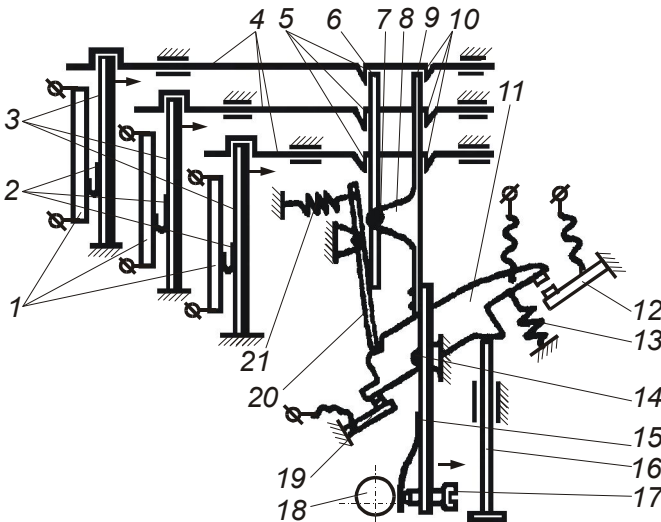
Найбільшого застосування у сільськогосподарських пристроях отримали двохполюсні теплові реле типу ТРП та ТРН. Перші із них монтуються у магнітних пускачах типу ПМЕ(ТРН-10, ТРН-10А та ТРН-25 і ПАЕ 3-го габариту (ТРН-40), другі - у пускачі типу ПАЕ 4-го (ТРН-60), 5-го та 6-го габаритів (ТРП-150).

Однак двополюсні теплові реле мають ряд недоліків, головним із яких є низька чутливість при обриві фази. Тому розроблені та випускаються промисловістю триполюсні теплові реле серій РТЛ та РТТ. Перші - монтуються у електромагнітні пускачі типу ПМЛ, другі – в ПМА. Ці реле мають температурну компенсацію, що зменшує вплив коливань температури навколишнього середовища на час спрацювання реле.

Триполюсні теплові реле РТТ складаються із пласмасового корпусу, що розділений на чотири відсіки. У трьох відсіках розміщені теплові елементи 1 (див. мал. 2.2) та біметалеві пластини 3. Гнучкі мідні стрічки 2 покращують теплопередачу між ними. У четвертому відсіку змонтовано контактну групу з механізмом розщеплення та регулятором струму неспорацю-

вання. Контактна група складається з нерухомих розмикаючого 19 та замикаючого 12 контактів, і рухомого контакту 11, який обертається навколо осі 14. Механізм розщеплення складається із штовхачів 4, збірного важеля 8, защіпки 20 і пружин 13 та 21. Регулювання струму неспрацювання здійснюється з допомогою гвинта 17 та ексцентрика 18. Для повернення реле у вихідний стан передбачено кнопку 16.

Реле працює наступним чином. При проходженні через нагрівні елементи 1 електричного струму, більшого за струм неспрацювання реле, проходить їх інтенсивне нагрівання та передача теплоти до біметалевих пластин 3. Останні, вигинаючись у напрямку, вказаному стрілками, лівими упорами 5 штовхачів 4 діють на збірний важіль 8. Пластина 9 важеля згинається праворуч. Коли її механічний опір вирівнюється з опором пружини 21, починає повертатись важіль 6, навколо осі 7. Важіль 6, діючи на защіпку 20, звільняє рухомий контакт 11, який зусиллями пружини 13 повертається і перемикає контакти 12 та 19. Повернення контактів у вихідний стан проводиться від



Мал. 2.2 - Конструктивна схема електро-теплого реле серії РТТ

руки шляхом натиску на кнопку 16 після того, як охолонуть та вирівняються біметалеві пластини 3.

Регулювання на заданий струм неспрацювання у межах 0,85-1,15 номінального струму реле виконується поворотом ексцентрика

18 за шкалою з ціною проділки 3%. Гвинт 17 необхідний для регулювання реле на спеціальному стенді.

Термокомпенсатор являє собою біметалеву пластину 15, що є частиною збірного важеля 8. При збільшенні температури навколишнього середовища головні біметалеві пластинки 3 прогинаються праворуч. У ту ж сторону прогинається пластинка 15, зберігаючи таким чином постійну відстань між важелями та защіпкою 20. При обриві однієї із фаз струм навантаження проходить тільки через два нагрівних елементи, викликаючи прогин двох біметалевих пластин, які через штовхачі 4 повертатимуть важіль 6 навколо осі 7. Третя пластина лишатиметься на місці та гальмуватиме штовхач, що зв'язаний із нею. У цьому випадку пластина 9 збірного важеля 8 впирається у правий упор 10 цього штовхача, що запобігатиме її прогину. При цьому важіль 6 повертатиме защіпку 20 при меншому прогині біметалевих пластин, зменшуючи таким чином час спрацювання реле. Теплові реле мають певну інерційність, тому вони не встигають спрацювати при короткочасних перевантаженнях, наприклад, при запуску трифазного асинхронного електродвигуна із короткозамкнутим ротором.

Теплові реле вибирають за умовою:

$$I_{HP} = I_{HD},$$

де, I_{HP} - номінальний струм неспрацювання теплового реле, А;

I_{HD} - номінальний струм електродвигуна, А;

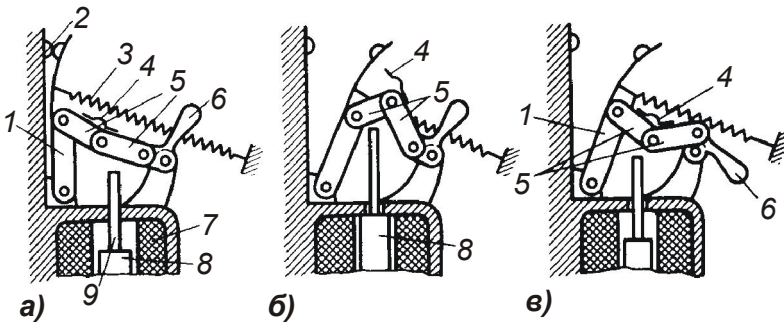
Правильно відрегульовані теплові реле не повинні спрацювати при номінальному навантаженні, а при навантаженні 150% від номінального вони повинні спрацювати через 2 хв.

Автоматичні вимикачі - служать для нечастого вмикання і вимикання електричних кіл від руки й автоматичного відключення у випадку короткого замикання, тривалих перевантажень, перенапруги, надмірно зниженої напруги та ін. Автоматичний вимикач складається із корпусу, струмопровідного кола, дугогасної системи, приводу автомата, механізму вільного розчеплення та елементів захисту - розчеплювачів, які вимірюють відповідний параметр електричного кола і дають

сигнали на відключення у тому випадку коли величина, що вимірюється ними досягне заданого значення.

Дугогасна система необхідна для швидкого гасіння електричної дуги, щоб запобігти підгорянню контактів. У низьковольтних апаратах застосовуються два види дугогасних камер: із магнітним гасінням дуги та із деіонним. При магнітному гасінні дуги контакти розміщені в середині дугогасної камери, що виготовлена із термостійкого ізолюючого матеріалу. З обох сторін камера охоплена сталевим осердям дугогасного електромагніту, магнітне поле якого виштовхує дугу вверх камери, де вона розтягується і швидко гасне. При деіонному гасінні дуги, над контактами, що розміщені в середині дугогасної камери, розміщені ґратки із сталевих або мідних пластин, які прикріплені до фібрових боковин. При розмиканні контактів, дуга що утворюється між ними, потоком повітря видувається вверх і попадає у зону металевих ґраток, де вона розтягується між окремими пластинами і, віддаючи їм тепло, швидко гасне. Швидкому гасінню дуги сприяють і фіброві боковини, які при нагріванні виділяють іони хлору.

Механізм вільного розчеплення забезпечує вмикання і миттєве розмикання контактів, а також запобігає утриманню контактів рукою в момент вмикання, якщо у колі є аварійний режим. Механізм вільного розчеплення (мал.2.3 а) складається із системи важелів, що ламається 5, які з'єднуються шарніром пружини 3, упора 4, важеля 1, до якого кріпиться рухомий

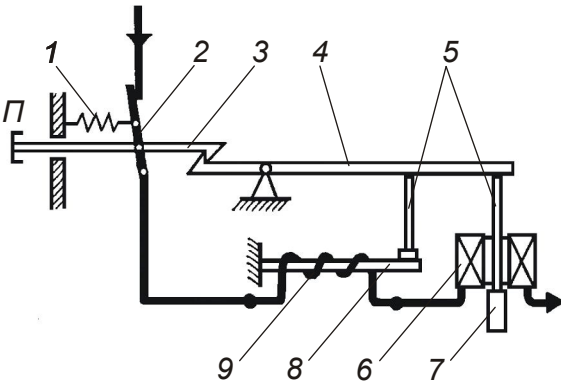


Мал. 2.3 - Конструктивна схема механізму вільного розчеплення

контакт 2 рукоятки 6. Коли контакти замкнуті, то важелі 1 знаходяться на одній лінії, а пружина 3 розтягнута. Вимірювальний орган, що реагує на струм короткого замикання, називається електромагнітним розчеплювачем. Він складається із котушки 7, яка включається послідовно до навантаження, магнітопроводу, підпружиненого осердя 8 та штоку 9. При нормальному режимі магнітний потік, що створюється котушкою, недостатній для втягування осердя. При виникненні струму короткого замикання, магнітний потік різко зростає й осердя 8, пересилуючи пружину, втягується у котушку, при цьому шток 9 діє на механізм вільного розчеплення, штовхаючи систему важелів 5, які під дією пружини 3 складаються, а контакти 2 розмикаються (див. мал. 2.3 б). Для того щоб знову включити автоматичний вимикач, необхідно відвести рукоятку 6 праворуч (див. мал. 2.3 в) і випрямити систему важелів 5. Подаючи після цього рукоятку 6 ліворуч, можна знову замкнути контакти.

Для захисту від тривалих перевантажень в автоматах передбачено теплові розчеплювачі. Вимірювальним елементом теплового розчеплювача є біметалева пластина, яка нагрівається струмом навантаження. При появі струмів перевантаження біметалева пластина деформується і діє на механізм вільного розчеплення. При одночасному використанні електромагнітного та теплового захисту розчеплювач називається комбінованим.

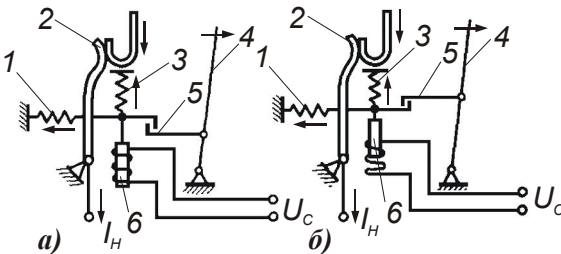
Принципова схема комбінованого розчеплювача автоматичного вимикача зображена на мал. 2.4. Контакт головного струму 2 замикається при натиску на кнопку П -



Мал. 2.4 - Принципова схема комбінованого розчеплювача автоматичного вимикача АП50

“Пуск”. При цьому пружина 1 розтягується. Защіпка 3 спрацювує і контакт 2 утримується у замкнутому стані. При тривалих перевантаженнях, струм у колі і в нагрівному елементі 9 перевищує встановлю-не значення, біметалева пластина 8 починає прогинатись доверху, при цьому шток 5 повертає важіль 4, защіпка 3 виходить із зачеплення із ним і контакти 2, під дією пружини 1, розмикаються. При коротких замиканнях, різко зростає струм у котушці 6, її магнітне поле втягує якір 7, який через шток 5 діє на важіль 4 і контакти 2 розмикаються.

Розчеплювачі мінімальної напруги служать для відключення споживачів при неприпустимому зниженні напруги. Котушка розчеплювача (див. мал. 2.5 а) вмикається через розмикаючий допоміжний контакт на напругу мережі U_c . У цьому розчеплювачі защіпка 5 утримується у зачепленні за допомогою зусилля створюваного магнітним полем котушки. При зниженні напруги U_c нижче допустимого значення, пружина 3 відтягує якір 6, звільняючи від зачеплення защіпку 5 і рухомий контакт 2, повертається під дією пружини 1 і розмикає коло. Важіль 4 схематично зображує механізм вільного розчеплення, за його допомогою відновлюється зачеплення защіпки 5 і замикаються



Мал. 2.5 - Схеми дії розчеплювачів

контакти 2. У розчеплювачі максимальної напруги (див. мал. 2.5 б) защіпка 5 виходить із зачеплення при збільшенні напруги понад встановлені норми.

Струм проходить через автоматичний вимикач у такій послідовності: ввідні затискачі, контакти, тепловий розчеплювач, вивідні затискачі. Головними параметрами автоматичних вимикачів є: номінальний струм апарата, номінальний струм розчеплювача, кратність струму відтинку електромагнітних розчеплювачів, номінальна напруга котушки розчеплювача мінімальної напруги, час спрацювання.

Для застосування у сільськогосподарських пристроях

вимкнути вентилятор, встановити покази електросекундоміра на позначку "нуль" і увімкнути вимикач S_1 . Після спрацювання апарату включають вентилятор. Коли пластини охолонуть, таким же чином проводять наступний замір. Дані експерименту записати у таблицю 2.1. Дослід повторити три рази і визначити середній час спрацювання T_{cp} . За отриманими результатами будують залежність: $T_{cp} = f(I/I_{HA})$, де I_{HA} номінальний струм апарата.

Таблиця 2.1.

Протокол випробування теплового реле (автоматичного вимикача)

I/I_{HA}		1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
I	А								
T_1	сек.								
T_2	сек.								
T_3	сек.								
T_{cp}	сек.								

- Зібрати електричну схему (мал. 2.6) для дослідження захисних характеристик автоматичних вимикачів, для чого до схеми необхідно під'єднати елементи із позначеннями QF, а перемикач S поставити у положення QF. Дослідження проводити аналогічно п. 2 із заповненням такої ж таблиці і побудовою такої ж залежності.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- Які апарати застосовують для захисту електроспоживачів від коротких замикань, від тривалих перевантажень та від роботи при обриві фаз?
- Як побудовані та працюють запобіжники, теплові реле та автоматичні вимикачі?
- За якими параметрами вибирають запобіжники, теплові реле та автоматичні вимикачі?
- Як працює пристрій для прискорення спрацювання теплового реле при обриві фази?

5. Що таке термокомпенсатор, як він побудований і працює?
6. Які бувають розчеплювачі автоматичних вимикачів, як вони побудовані і працюють?

ПРОГРАМА ПОЗА АУДИТОРНОЇ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

1. За рекомендованою літературою вивчити призначення, будову, принцип роботи та правила вибору апаратів захисту електроспоживачів.
2. Підготувати робочий зошит для виконання лабораторної роботи, у який записати:
 - назву та мету роботи;
 - короткі теоретичні пояснення із необхідними для розрахунків формулами;
 - порядок проведення експерименту;
 - таблицю 2.1-1 шт.;
 - електричну схему стенду (мал. 2.6).

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Практикум з електропривода /В.С. Олійник, О.С. Марченко, Е.Л. Жулай та ін. - К.: Урожай, 1995. – 192 с.
2. Електропривод /О.С. Марченко, Ю.М. Лавриненко, П.І. Савченко, Е.Л. Жулай. - К.: Урожай, 1995. - 208 с.
3. Довідник сільського електрика /За ред. В.С. Олійника. - К.: Урожай, 1989. -С.100-147.
4. Нугер Б.К. Електрообладнання сільськогосподарських підприємств. - К.: Урожай, 1988. - С. 101-116.
5. Цейтлин Л.С. Электропривод, электрооборудование и основы управления. - М.: "Высшая школа", 1985. - С. 17- 54.
6. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок /Под редакцией И.Ф. Кудрявцева. - М.: Агропромиздат, 1988. -С. 84-102.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЛЕ ЧАСУ ТА ПРОГРАМНИХ ПРИБОРІВ

Мета роботи: *Вивчити будову, принцип роботи і методи регулювання витримки часу в реле часу та програмних пристроях різних типів, дослідити точність роботи різних реле часу та вольт-амперну характеристику електромагнітної системи пневматичного часу реле.*

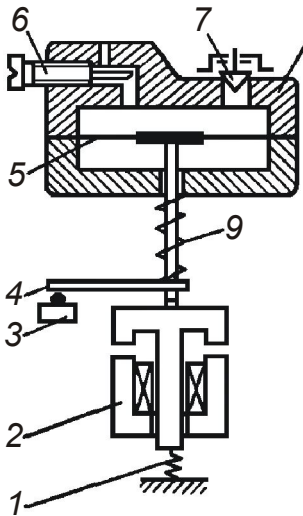
КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ПОЯСНЕННЯ

Реле часу та програмні пристрої забезпечують необхідну затримку часу при автоматизованому запуску а також роботу електрообладнання за заданою програмою. У сільськогосподарському виробництві реле часу та програмні пристрої застосовують у тваринницьких та птахівничих фермах для роздавання кормів, керування додатковим освітленням, вентиляцією, мікрокліматом у теплицях, овочесховищах на птахофабриках та в інших виробничих приміщеннях. На ремонтних підприємствах програмне керування може бути використане для підтримання температурних режимів печі при загартовуванні деталей, на автоматизованих стендах обкатування автотракторних двигунів, при керуванні автоматизованими станками та ін.

Автоматичні системи програмного (розімкнутого) керування працюють за наперед заданою програмою, яка задається на підставі раніше відпрацьованих технологічних процесів та графіків оптимальної роботи технологічного обладнання. При складанні програм враховуються властивості керованого об'єкту та необхідний алгоритм його роботи. Але у таких системах автоматичного керування не враховується фактичне значення керованої величини та дія збурень.

За конструктивним виконанням вони бувають пневматичні, із годинниковим механізмом, електромеханічні, електромагнітні, конденсаторні, електронні та ін.

Пневматичне реле часу РВП2 (мал. 3.1) забезпечує затримку часу на спрацювання контактів у межах 0,5...180 с і складається із електромагніту 2, якір якого підпружинений за допомогою пружини 1, повітряного сповільнювача та мікрореле 3. Повітряний сповільнювач складається із пневмокамери 8 із мембраною 5 шток якої підпружинений за допомогою пружини 9. Повітря у порожнину над мембраною надходить через канал, перетин якого регулюється за допомогою гвинта 6, а виходить через клапан 7. До кінця штоку мембрани 5 жорстко прикріплена колодка 4. Причому жорсткість пружини 1 набагато більша за жорсткість пружини 9, тому при знеструмленому стані електромагніту 2 мембрана 5, її шток та колодка 4 знаходяться у крайньому верхньому положенні. При подачі струму на котушку електромагніту 2, її якір втягується, стискає пружину 1 та звільняє колодку 4, яка під дією пружини 9 починає опускатись донизу, що супроводжується створенням розрідження у порожнині над мембраною 5. Швидкість переміщення колодки 4 та мембрани 5 залежить від

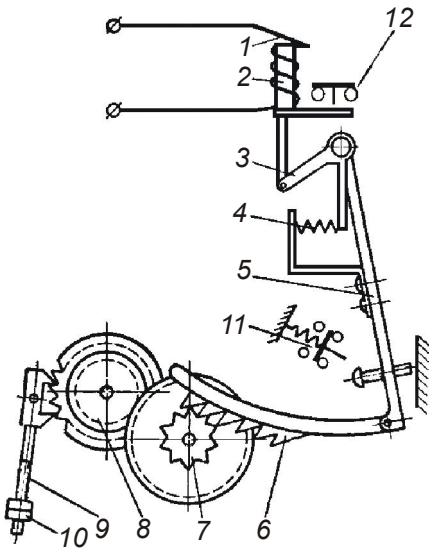


швидкості надходження повітря під дією атмосферного тиску у порожнину над мембраною 5. Регулювання швидкості надходження повітря у порожнину над мембраною 5 і, отже, часу спрацювання реле, здійснюється шляхом зміни площі перетину повітряного каналу за допомогою гвинта 6. Коли колодка 4 дійде до крайнього нижнього положення, вона натисне на мікрореле 3 і перемкне його контакти. Після відключення котушки електромагніту 2, його якір під дією пружини 1 підніметься вгору і підніме колодку 4 у крайнє верхнє положення. У пневмокамері при цьому пройде виштовхування повітря у атмосферу через клапан 7, а контакти мікрореле 3 повернуться

Мал. 3.1 - Принципова схема пневматичного реле часу

у вихідний стан. Котушки реле виготовляють на напругу 36, 127 та 220 В.

У маятниковому реле часу затримка часу здійснюється годинниковим механізмом. При вмиканні котушки 1 (див. мал. 3.2) втягується якір реле 2, який через двоплечий важіль 3 та пружину 4 діє на важіль 5, який починає провертатись. При цьому зубчата рейка 6 приводить в обертовий рух шестерню 7, від якої через зубчасту передачу обертається анкерна шестерня 8. Швидкість обертання останньої встановлюється шляхом переміщення вантажу 10 на маятнику 9. Коли рейка 6 пройде весь шлях і вийде із зачеплення із шестерню 7, важіль 5 швидко повернеться і перемкне контактну систему 11. При вимиканні котушки 1 із електромережі, реле миттєво повертається у вихідний стан. Окрім контактів, що працюють із затримкою часу, у маятниковому реле є контакти миттєвої дії 12. Регулювання затримки часу спрацювання контактів маятникового реле в межах від 0,5 до 10 секунд здійснюється шляхом переміщення вантажу 10 по маятнику 9 та зміною довжини ходу зубчатої рейки 6, за допомогою упорного гвинта.

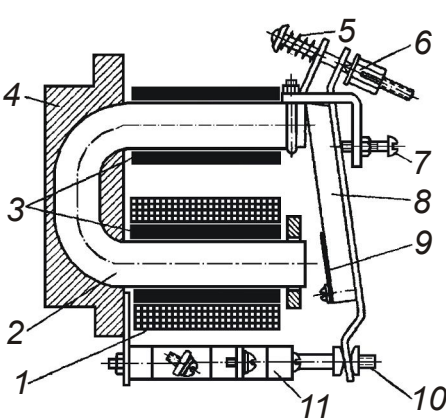


Мал. 3.2 - Принципова схема маятникового реле часу

Серед електромагнітних реле найбільшого розповсюдження отримали реле типів РЭ-100, РЭ-180 та РЭ-500, за допомогою яких можна створити затримку часу у межах 0,3...6,0 с. На мал. 3.3 приведено конструктивну схему реле РЭ-500. На осерді 2 реле розміщена намагнічувальна котушка 1 та короткозамкнуті обмотки 3, які намотані із товстого мідного проводу, або виконані у вигляді мідних чи алюмінієвих гільз. Осердя 2 та якір 8 виготовляються із м'якої

електротехнічної сталі. Якір 8 відтягується пружиною 5, натяг якої регулюється гайкою 6. Упорний гвинт 7 обмежує рух якоря 8. На якорі 8 закріплені немагнітні прокладки 9 із латуні або фосфористої бронзи. Із якорем 8 зв'язана контактна система 10-11.

Реле працює тільки на постійному струмі. Затримка часу у електромагнітному реле отримується при відмиканні котушки реле від мережі внаслідок повільного зменшення магнітного потоку, до значення при якому якір відпускається. Це пояснюється наявністю коротко замкнутих обмоток 3 на магніто-проводі реле та повільним спаданням їх залишкового магнітного потоку. При відключенні котушки 1 реле її зникаючий магнітний потік індукує у короткозамкнутій обмотці 3 струм, який за законом Ленца, збуджує свій магнітний потік, що підтримує головний магнітний потік котушки 1. В результаті загальний магнітний потік спадає із сповільненням. Коли загальний магнітний потік знизиться до величини, при якій сила пружини 5 буде більшою від сили магнітного притягання, якір 8 відпуститься і перемкне контакти 11. На величину залишкового магнітного потоку і, отже, на величину затримки часу впливає товщина немагнітних прокладок 9 між осердям 2 та якорем 8.



Мал. 3.3 - Принципова схема електромагнітного реле часу

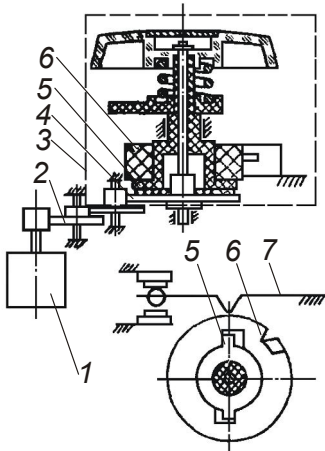
електромеханічний пристрій із приводом від синхронного

та якорем 8. Чим менша товщина немагнітної прокладки 9, тим більша затримка часу. Наявність немагнітних прокладок 9 є обов'язковою і з огляду гарантованості відпускання якоря 8. Однак, прокладками здійснюють лише грубе регулювання затримок часу, а для точного регулювання змінюють натяг пружини 5 за допомогою гайки 6.

Електродвигунні (моторні) реле часу являють собою

мікродвигуна. Вал цього двигуна за допомогою електромагнітної муфти може з'єднуватись із редуктором, який передає обертовий рух валику із упорами, які у свою чергу, діють на контактну систему. Синхронні двигуни мають жорстку механічну характеристику і забезпечують постійну частоту обертання при коливаннях напруги живлення чи моменту опору на їх валу. Тим самим вони гарантують високу точність керування без додаткових стабілізуючих пристроїв.

На мал. 3.4 приведена принципова схема електромеханічного (електродвигунного) реле часу ВС-47, що складається із синхронного мікродвигуна 1, редуктора 2 та виконавчого механізму 3. Обертання від електродвигуна 1 через редуктор 2 та зубчате колесо 4 за рахунок сил тертя передається до втулки 5. На втулку 5 надіте кільце 6 із впадиною. В процесі роботи

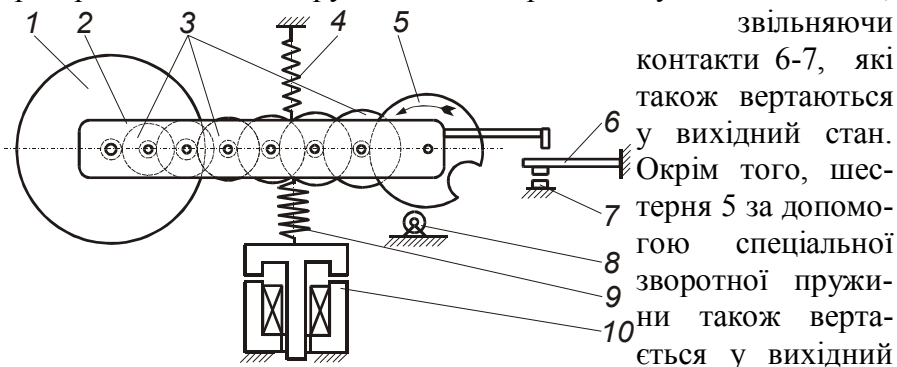


Мал. 3.4 - Принципова схема електромеханічного (електродвигунного) реле часу ВС-47

реле кільце повертається відносно пружної контактної пластини 7. У момент, коли виступ контактної пластини 7 попаде у впадину кільця 6, проходить перемикання контактів. Необхідна затримка часу спрацювання реле задається попереднім повертанням, за допомогою рукоятки, втулки 5 та кільця 6 і встановлення її впадини на певний кут відносно виступу контактної пластини 7. Після відключення реле у вихідний стан не повертається, тому перед наступним вмиканням його необхідно знову виставляти на задану витримку часу, що створює певні незручності при користуванні ним.

На мал. 3.5 приведена принципова схема електромеханічного (електродвигунного) реле часу RZW, що складається із синхронного мікродвигуна 1, поворотної траверси 2 із редуктором 3, остання шестерня якого знаходиться

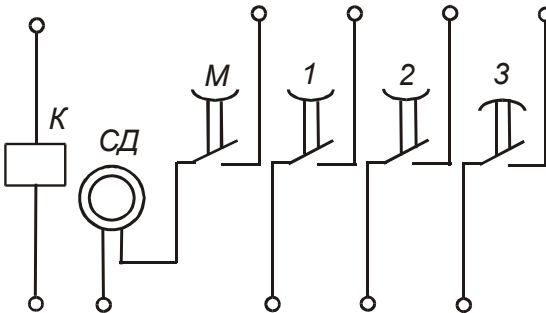
у зачепленні з шестернею із впадиною 5. Поворотна траверса 2 може повертатись на певний кут навколо осі, що співпадає із віссю ротора двигуна 1. До траверси 2 прикріплені дві пружини 4 і 9, причому пружина 9, яка своїм другим кінцем зв'язана із електромагнітом 10, порівняно із пружиною 4, що другим кінцем прикріплена до корпусу реле, має набагато більшу жорсткість. До траверси 2 прикріплена колодка за допомогою якої вона може діяти на контактну систему 6-7. Рух траверси 2 із редуктором 3 та шестернею 5 до низу обмежується паразитною шестернею 8. Для введення шестерні 5 у зачеплення із паразитною шестернею 8 служить електромагніт 10, який зв'язаний із траверсою 2 за допомогою пружини 9. При підключенні реле до електромережі струм одночасно подається на двигун 1 та електромагніт 10, при цьому обертовий рух від двигуна 1 через редуктор 3 передається на шестерню із впадиною 5, а електромагніт 10 через жорстку пружину 9 розтягує пружину 4, повертає траверсу 2 і вводить шестерню 5 у зачеплення із паразитною шестернею 8. У момент, коли шестерня 8 попаде у впадину шестерні 5 проходить перемикання контактів 6-7. Необхідна затримка часу спрацювання реле задається попереднім провертанням, за допомогою рукоятки, шестерні із впадиною 5 та встановлення її впадини на певний кут відносно паразитної шестерні 8. Після відключення реле, траверса 2 під дією пружини 4 повертається у вихідний стан,



Мал. 3.5 - Принципова схема електромеханічного (електродвигунного) реле часу RZW ГОТОВИМ ДО НАС-

тупних включень. Змінюючи передавальне число редуктора 3 та положення шестерні 5, можна задавати витримку часу у межах від 0,5 ти секунди до декількох годин.

Багатоколове електромеханічне (електродвигунне) реле часу Е-58, схема якого приведена на мал. 3.6 належить до програмних і дозволяє отримувати різні затримки часу в межах від 1 до 60-ти секунд в окремих незалежних електричних колах. Реле містить чотири диски із нанесеними на них поділками, що відповідають часу спрацювання у секундах контактів на відповідних дисках. Диски 1, 2, 3 дозволяють встановлювати необхідну витримку часу для вмикання окремих елементів схеми. Диск М відключає електродвигун після закінчення циклу роботи реле. Робота реле проходить наступним чином: при вмиканні реле починає обертатись електродвигун СД, після чого вмикається електромагніт К муфти зчеплення, яка з'єднує двигун СД із редуктором, на вихідному валі якого розміщені диски. Диски починають повільно обертатись і через заданий час упори, що розташовані на них, діють на контакти та перемикають їх. При цьому час, через який від моменту початку обертання дисків відбудеться перемикання того чи іншого контакту, залежить від кутової відстані, яку необхідно пройти відповідному упору. Ця кутова відстань задається виставленням диска. Для виставлення дисків необхідно відпустити гайку, що їх стискає, і провертаючи диски, встановити їх так, щоб проти стрілки у відповідному віконці була поділка, що відповідає

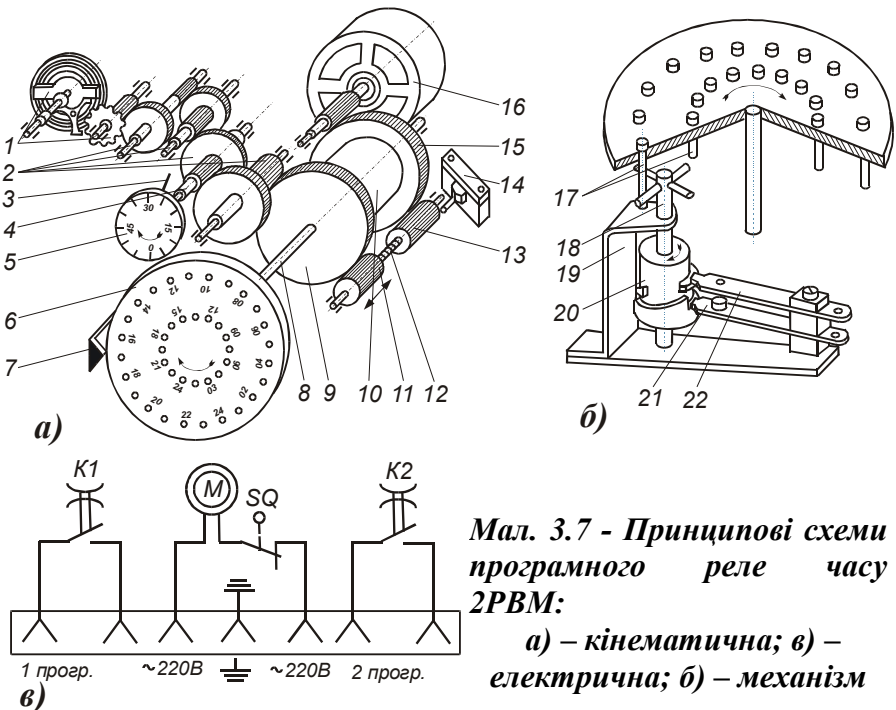


Мал. 3.6 - Схема вмикання багатокологового програмного реле часу Е-58

заданому часу. Після виставлення дисків їх затискають гайкою. Коли закінчиться цикл роботи реле, контакт на диску М вимкне електродвигун та електромагніт муфти зчеплення і диски за допомогою спеціальної пружини повернуться у

вихідний стан. В процесі зворотного руху дисків їх упори піднімуть контактні пружини і повернуть всі контакти у нормальний стан. Реле часу виявиться таким чином підготовленим до нового циклу роботи.

Електромеханічне (електродвигунне) реле часу 2РВМ, схема якого приведена на мал. 3.7 належить до програмних, застосовують у тих випадках, коли необхідно задати добовий цикл роботи обладнання. Це реле є двопрограмним і дозволяє задати дві незалежні програми роботи. Реле часу 2РВМ складається із анкерного годинникового механізму 1, який приводиться у рух через зубчаті передачі 2, 9, 15 від пружини годинникового механізму 10 та програмного пристрою. Накручування пружини годинникового механізму 10 здійснюється електродвигуном 16. При вмиканні електродвигуна 16 приводиться у рух гвинтовий диференційний механізм 11, 12, 13, який за допомогою мікровимикача 14 вимикає електро-

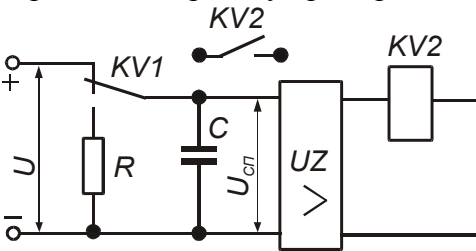


Мал. 3.7 - Принципові схеми програмного реле часу 2РВМ:

а) – кінематична; в) – електрична; б) – механізм

двигун 16 після повного накручування пружини 10 і знову вмикає його при повному розкручуванні пружини 10. Головною частиною програмного пристрою є програмний диск 6 із двома рядами отворів, у які, відповідно до програми, загвинчуються штифти 17. Під час обертання програмного диску 6 штифти 17 діють на важелі механізму 18, 19, 20, який перемикає контакти 21-22. Реле заводиться один раз на добу і має добовий резерв при перервах в електропостачанні. Сумарний час роботи двигуна на добу – 4 хв. Для похвилинного контролю роботи реле використовується хвилинна шкала 5 із покажчиком 3. Хвилинна шкала 5 встановлена на осі 4, яка здійснює один оберт на годину. Для погодинного контролю роботи реле використовується програмний диск 6 та покажчик 7. Програмний диск 6 встановлений на осі 8, яка здійснює один оберт на добу. Зовнішній ряд отворів на програмному диску 6 задає одну програму роботи, містить 96 отворів і дозволяє задавати час роботи через 15 хв. при мінімальних інтервалах між двома послідовними командами 30 хв. Внутрішній ряд отворів на програмному диску 6 задає другу програму роботи, містить 72 отвори і дозволяє задавати час роботи через 20 хв. при мінімальних інтервалах між двома послідовними командами 40 хв.

Для отримання затримки часу проходження електричного сигналу від десятих долей секунди до декількох десятків секунд все більшого розповсюдження знаходять електронні конденсаторні пристрої (див. мал. 3.8). У них використовується явище перехідного процесу при зарядці чи розрядці конденсатора через



Мал. 3.8 - Принципова електрична схема електронних конденсаторних реле часу

електричний опір у колах постійного струму. При цьому напру-га на затискачах конденсато-ра змінюється поступово за експоненційною залежністю. Тривалість затримки спрацювання реле t у такому перехідному процесі:

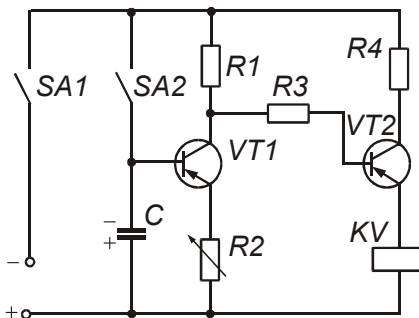
$$t = RC \ln U / (U - U_{ст}),$$

де R – опір реле; C – ємність конденсатора; U – напруга живлення; $U_{сп}$ – напруга спрацювання реле.

При подачі напруги живлення шляхом замикання контакту KV1 конденсатор C заряджається. Відлік часу починається з моменту коли контакт KV1 перемкнута у нижнє положення, при цьому конденсатор C почне розряджатися через резистор R . Коли напруга на конденсаторі знизиться до певної величини, на виході підсилювача UZ з'явиться напруга і електромагнітне реле KV2 спрацює і перемкне свої контакти.

Типовим прикладом реле даного типу може бути реле, представлене на мал. 3.9, що побудоване на двох транзисторах та конденсаторі. При замиканні вимикача В і контакту К конденсатор C швидко заряджається, оскільки під'єднується до джерела живлення напряму без резистора. На базу транзистора T1 подається від'ємний потенціал відносно емітера і транзистор відкривається. Струм починає проходити по колу $R2$, T1 та $R1$. Опір $R2$ малий у порівнянні із опором котушки реле РП, а опір $R1$ набагато більший опору $R4$, тому потенціал бази транзистора T2 буде позитивним відносно його емітера. Транзистор T2 буде закритим, а котушка реле РП знеструмлена.

При розмиканні контакту К конденсатор C почне розряджатись через резистор $R2$ та перехід емітер-колектор транзистора T1. Час розрядки буде пропорційним величині ємності конденсатора та опору $R2$. Після закінчення розрядки



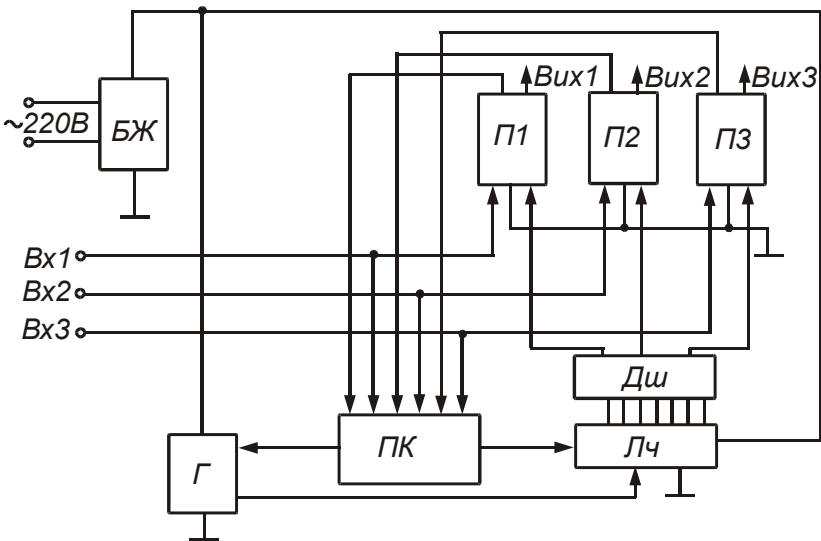
Мал. 3.9 - Принципова схема електронного напівпровідникового реле часу

транзистор T1 закриється, а база транзистора T2 отримає негативний потенціал. Струм бази обмежений резистором $R3$. Транзистор T2 відкриється і по колу емітер-колектор почне протікати струм і реле РП спрацює. Змінюючи опір $R2$, можна регулювати затримку часу спрацювання реле. При замиканні контакту К, транзистор T1 знову відкриється, а транзистор T2 закриється. Реле

РП відпуститься і його контакти повернуться у нормальний стан.

На мал. 3.10 приведена функціональна схема реле ВЛ-35, що працює на принципі перерахунку імпульсів, які виробляє спеціальний кварцовий генератор Г. Реле має три канали. При подачі керуючого сигналу на один із входів ($Vx1$, $Vx2$, $Vx3$) генератор починає видавати імпульси, які перераховуються лічильником імпульсів ЛЧ. Коли число імпульсів досягне числа, що встановлене на дешифраторі Дш, спрацює відповідний вихідний підсилювач (П1, П2, П3) і подасть живлення на відповідне реле. За допомогою перемикаючого пристрою ПК можна забезпечувати послідовну чи паралельну роботу каналів.

Подібний принцип роботи має і реле УЭ-1, тільки воно виготовлене одноканальним і дозволяє задавати періодичність



Мал. 3.10 - Функціональна схема електронного реле часу з генератором імпульсів

вмикання обладнання у межах від 0 до 30 г од, та тривалість вмикання в межах від 0 до 3,0 год.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ, АНАЛІЗ ТА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ

1. Ознайомитись із будовою, принципом роботи та технічними характеристиками реле часу, що знаходяться на лабораторному стенді (записати їх технічні характеристики у робочий зошит).
2. Відрегулювати реле на задану викладачем витримку часу і визначити похибку їх роботи. Для чого необхідно до контактів реле під'єднати електричний секундомір і після встановлення реле на заданий час спрацювання, під'єднати його до мережі. Визначити похибку за формулою:

$$\Delta t = [(t_{\partial} - t_p) / t_p] 100\%,$$

де t_p – розрахунковий час спрацювання, на який відрегульовано реле;

t_{∂} – дійсний час спрацювання реле, за показами секундоміру.

Результати записати в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

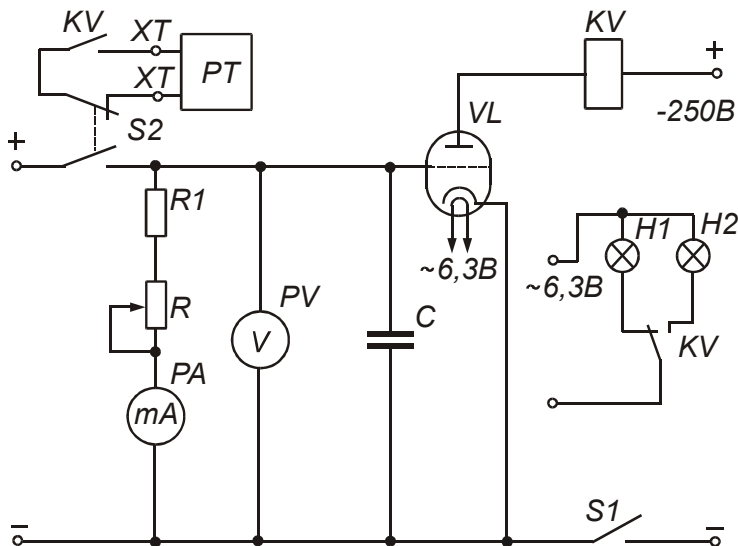
Протокол випробувань реле часу

Тип реле		Заданий час спрацювання реле, t_p , сек..	Дійсний час спрацювання реле, t_{∂} , сек.	Похибка, %
РВП72 – 3				
RZW				
Е – 58	1 контакт			
	2 контакт			

3. Дослідити залежність часу спрацювання t конденсаторного реле часу на електронній лампі (див. мал. 3.11) від величини опору розрядного резистора R . Для чого під'єднати вказане реле із вимірювальними приладами до мережі змінного струму напругою 220 В, а до клем ХТ -електросекундомір РТ, виставити розрядний резистор R на найбільшу величину опору. Включити тумблери $S1$ та $S2$, при цьому на лампу V_L подається анодна напруга та напруга на керуючу сітку, вона відкривається і подає струм на проміжне реле KV , яке

спрацьовує і перемикає свої контакти, одночасно із тим

конденсатор С заряджається. Вольтметр PV- показує напругу U, яка прикладена до керуючої сітки електронної лампи VL і розрядного резистора R, а міліамперметр PA - величину сили струму, що протікає через нього. При відключенні тумблера S2, конденсатор С почне розряджатись і коли напруга на ньому (яка подається на сітку лампи VL) знизиться до певної величини, лампа VL закриється і вимкне проміжне реле KV, при цьому, електросекундомір PT покаже час спрацювання t реле часу. Таким чином, витримка часу спрацювання даного реле часу залежить від часу розрядки конденсатора. Включити тумблер S2, і за допомогою розрядного резистора R встановити інше значення сили струму I, який протікає через нього, після чого, відключивши тумблер S2, заміряти час спрацювання реле t. Дослід повторити при десяти різних значеннях струму I. Результати вимірів і розрахунків записати до табл. 3.2. За отриманими результатами



Мал. 3.11 - Принципова електрична схема лабораторного стенду для дослідження електронного реле часу на електронній лампі

побудувати залежність: $t = f(R)$.

Таблиця 3.2

Результати заміру часу спрацювання реле

№ з/п		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	мА										
U	В										
R	Ом										
t	сек.										

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Для чого використовуються реле часу та програмні пристрої, і в яких технологічних процесах сільськогосподарського виробництва вони використовуються?
2. У чому полягає принцип роботи автоматичних систем програмного (розімкнутого) керування?
3. Як побудоване та працює пневматичне реле часу?
4. Як побудоване та працює маятникове реле часу?
5. Як побудоване та працює електромагнітне реле часу типу РЭ?
6. Як побудоване та працює електромеханічне реле часу ВС-47?
7. Як побудоване та працює електромеханічне реле часу RZW?
8. Як побудоване та працює багатоколове електромеханічне реле часу Е-58?
9. Як побудоване та працює електромеханічне програмне реле часу 2РВМ?
10. У чому полягає принцип роботи електронних конденсаторних реле часу?
11. Як побудоване та працює електронне конденсаторне транзисторне реле часу?
12. Як побудоване та працює електронне конденсаторне реле часу на електронній лампі?
13. Як побудоване та працює електронне реле часу із генератором імпульсів?

ПРОГРАМА ПОЗААУДИТОРНОЇ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

1. За рекомендованою літературою вивчити принцип роботи автоматичних систем програмного керування та призначення у них реле часу і програмних пристроїв.
2. Вивчити будову та принцип роботи пневматичних, із годинниковим механізмом, електромеханічних, електромагнітних, конденсаторних, електронних реле часу, виявити їх переваги та недоліки.
3. Підготувати робочий зошит для виконання лабораторної роботи, у який записати:
 - назву та мету роботи;
 - короткі теоретичні пояснення (конспективно, із необхідними для розрахунків формулами);
 - порядок проведення експериментів, аналіз та обробка результатів;
 - таблиці 3.1, 3.2;
 - електричну схему (мал. 3.11).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Электрооборудование и автоматизация сельскохозяйственных агрегатов и установок / И. Ф. Кудрявцев, Л. А. Калинин, В. А. Карасенко и др./ Под ред. И. Ф. Кудрявцева. – М.: Агропромиздат, 1988. – 480 с. (С. 95 - 98).
2. Колесов Л. В. Основы автоматизации. – М.: Колос, 1984. – 288 с. (С. 118 - 120).
3. Цейтлин Л. С. Электропривод, электрооборудование и основы управления. – М.: Высш. шк., 1985. – 192 с. (С. 30 - 34).

Навчальне видання

Ярошенко Леонід Вікторович

Електрообладнання та засоби автоматизації сільськогосподарських машин. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів сільськогосподарських вищих навчальних закладів спеціальності: 6.091902 –“механізація сільського господарства”: в 5 ч. – Вінниця: ОЦ ВДАУ, 2001. - Ч. 1.: Пускозахисна апаратура. – 58 с.

Підписано до друку

Умовн. друк. арк. Формат А5 (148,5 x 210 мм).

Наклад 200 прим.

Зам. №

Обчислювальний центр
Вінницького державного аграрного університету
Вінницький р - н, с. Агрономічне, вул. Сонячна, 3.