МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА РОБОТОТЕХНІКИ

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт (7 – 12) для здобувачів першого (бакалаврського рівня) вищої освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Київ 2025

УДК 681.5:004
П78

Укладачі: А.О. Вольтерс, асистент;
Т.Г. Соболевська, асистент;
М.В. Волчков, асистент

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

Відповідальний за випуск А.В. Запривода, канд. техн. наук, доцент

Затверджено на засіданні кафедри автоматизації технологічних процесів, протокол № 5 від 02 грудня 2024 р.

Проєктування систем автоматизації та робототехніки (7–12):
П78 Методичні вказівки до лабораторних робіт / уклад. : А.О. Вольтерс, Т.Г. Соболевська, М.В. Волчков – Київ : КНУБА, 2025. – 32 с.

Описано електричні схеми і принцип дії логічних модулів, керуючих пристроїв в локальних системах автоматичного управління. Дано методику аналізу і дослідження функціональних характеристик вказаних схем.

Призначені для здобувачів першого (бакалаврського рівня) вищої освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп’ютерно-інтегровані технології та робототехніка» для використання під час виконання лабораторних робіт.

© КНУБА, 2025

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ……4
Лабораторна робота №7.
Створення локальної системи управління з використанням програмованих пристроїв управління для процесів захисту двигунів від перегріву …..…..5
Лабораторна робота №8.
Створення локальної системи управління з використанням програмованих пристроїв управління для процесів транспортування ……..…….....7
Лабораторна робота №9.
Дослідження системи регулювання рівня води ……..…..……....9
Лабораторна робота №10.
Створення локальної системи управління з використанням програмованих пристроїв управління для процесів дозування……...16
Лабораторна робота №11
Випробування схем управління електромагнітним клапаном ……..17
Лабораторна робота №12.
Дослідження релейно-контактних схем автоматичного управління електродвигуном…….24
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ……...…30

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мета проведення лабораторних робіт – ознайомлення з реальними приладами систем автоматики, що використовуються у виробництві – датчиками, регуляторами, контролерами, виконавчими механізмами, регулюючими органами, вимірювальними та індикаційними приладами тощо.

Основу лабораторних робіт складають системи логічного управління.

В кожній лабораторній роботі є стислий теоретичний матеріал, що розширює та доповнює лекційний. Це дозволяє студентам, з одного боку, успішно виконати лабораторні роботи і, з другого, поповнити свої знання з автоматики та автоматизації технологічних процесів і виробництв.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

СТВОРЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМОВАНИХ ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ЗАХИСТУ ДВИГУНІВ ВІД ПЕРЕГРІВУ

МЕТА РОБОТИ – навчитись створювати схеми управління, використовуючи логічні елементи і функціональні блоки, а також складати програми для контролерів.

ЗАВДАННЯ

На основі контролера Mitsubishi створити систему управління охолодженням двигуна.

Умови підтримання теплового режиму:

- після вмикання перемикача SA світиться лампа нормального теплового режиму HLн;
- якщо температура на датчику ТЕ T>100 град.С, починає блимати лампа перегріву HLп і вмикається двигун охолоджуючого вентилятора Мв;
- якщо температура T<100 град. С, то лампа перегріву HLп вимикається, а двигун вентилятора працює ще 5с;
- після вимикання перемикача SA, якщо лампи HLн і HLп не світяться, двигун вентилятора Мв вимикається;
- але якщо температура на датчику ТЕ T>100 град. С, двигун вентилятора Мв працює ще 5 с.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Побудувати часові діаграми.
2. Запрограмувати згідно з завданням та налагодити схему управління в програмному середовищі ALPHA Software, використовуючи логічні елементи і функціональні вузли.
3. Підключити керуючі кнопки, датчики, лампи та виконавчі механізми до стенда з контролером (за необхідності виконавчі механізми можна замінити сигнальними лампами).
4. Перевірити роботу схеми.

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про лабораторну роботу повинен складатися з наступних пунктів:

1. Функціональна схема автоматизації.
2. Часові діаграми.
3. Запрограмована схема управління.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

СТВОРЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМОВАНИХ ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ

МЕТА РОБОТИ – навчитись створювати схеми управління, використовуючи логічні елементи і функціональні блоки, а також складати програми для контролерів.

ЗАВДАННЯ

На основі контролера Mitsubishi створити циклову систему автоматичного управління комплексом виконавчих механізмів.

Умови роботи циклової системи

Естакадою переміщується візок у двох напрямках. Привід візка здійснюється реверсивним двигуном М. Положення візка контролюється за допомогою шляхових вимикачів SQ1-SQ4.

Шляховий вимикач SQ4 встановлений у пункті «завантаження» візка, інші шляхові вимикачі встановлені у пунктах «вивантаження». Світлові індикатори HL1 та HL2 імітують процеси «завантаження» візка та «вивантаження» матеріалу.

При натисканні кнопки SB вмикається світловий індикатор HL1, що імітує процес завантаження візка. Після закінчення інтервалу часу «завантаження» вмикається електродвигун М і в цьому випадку візок переміщується по естакаді вперед до обраного пункту.

Коли він натискає на шляховий вимикач SQ1-SQ3, двигун М вимикається і візок зупиняється. В цей час вмикається світловий індикатор HL2, що імітує процес вивантаження матеріалу. Після закінчення

інтервалу часу «вивантаження» вмикається електродвигун М і візок переміщується по естакаді назад.

Коли візок повернеться в пункт «завантаження», то шляховий вимикач SQ4 зупиняє двигун М. На цьому цикл роботи системи автоматичного управління завершується

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Побудувати часові діаграми.
2. Запрограмувати згідно з завданням та налагодити схему управління в програмному середовищі ALPHA Software, використовуючи логічні елементи і функціональні вузли.
3. Підключити керуючі кнопки, датчики, лампи та виконавчі механізми до стенда з контролером, (за необхідності виконавчі механізми можна замінити сигнальними лампами).
4. Після перевірки програми викладачем завантажити її в контролер.
5. Відключити контролер від комп'ютера.
6. Перевірити роботу схеми.

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про лабораторну роботу повинен складатися з наступних пунктів:

1. Функціональна схема автоматизації.
2. Часові діаграми.
3. Запрограмована схема управління.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ РІВНЯ ВОДИ

МЕТА РОБОТИ – вивчити засоби і електричні схеми дистанційного та автоматичного регулювання рівня води в резервуарі.

Короткі теоретичні відомості

ПРИСТРОЇ, СХЕМИ ПЕРЕКЛЮЧЕННЯ І ПРИНЦИП РОБОТИ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ

Лабораторний макет системи регулювання рівня води складається з блока управління (БУ) і оперативної сигналізації (ОС), стандартного

сигналізатора рівня (СР) типу ЕСР-50 і об’єкта управління. Останній виконаний у вигляді витратного бачка, який має вхідний електромагнітний клапан (YA) типу РКЕТ-6, що з’єднаний гнучким шлангом з накопичувальним бачком, закріпленим на стіні.

Для імітації витрати води використовується вихідний вентиль з ручним приводом.

Позиційний контроль рівня води в резервуарі здійснюється двома сенсорами нижнього (1) і верхнього (2) рівнів, які підключені до інформаційних входів першого і другого каналів сигналізатора, що забезпечує коло для протікання вхідного струму вказаних каналів за наявності води на відповідних рівнях.

Під час дистанційного регулювання рівня води пристрої макету з’єднуються між собою і підключаються до панелі електроживлення за схемою, яка наведена на рис. 9.1, а. В цьому випадку вмикання і вимикання електромагніту YA вхідного клапану виконує оператор за допомогою кнопок «Пуск» і «Стоп», які розміщені на панелі БУ. Оператор повинен координувати свої дії залежно від стану світлових індикаторів нижнього і верхнього рівнів, які встановлені на панелі СР.

Якщо він робить помилку у роботі, яка може мати небезпечні наслідки (переповнення витратного бачка), тоді блок ОС вмикає електродзвінок. При цьому звуковий сигнал дублюється миготливим сигналом світлового індикатора, що вказує на дію, яку повинен виконати оператор (закрити вхідний клапан).

Під час автоматичного регулювання рівня води виходи СР з’єднуються з відповідними входами БУ (рис. 9.1, б). В цьому випадку БУ виконує функції двопозиційного регулятора, режим роботи якого можна змінювати за допомогою комутаційної перемички ХВ (короткозамкнена штепсельна вилка). Якщо встановлена перемичка ХВ, то вмикання і вимикання електромагніту YA відбувається за сигналом сенсора верхнього рівня води. Без комутаційної перемички електромагніт вмикається за сигналом сенсора нижнього рівня, а вимикається за сигналом сенсора верхнього рівня.

ОПИС ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ МАКЕТА

а б

Сигналізатор рівня води (рис. 9.2) має два незалежних канали, кожний з яких має пороговий елемент *DA*1 (*DA*2), фільтр нижніх частот *UF*1 (*UF*2), підсилювач *DA*3 (*DA*4) і електромагнітне реле *KL*1 (*KL*2). Розмикаючі контакти цих реле вмикають світлові індикатори *HL*1 і *HL*2, а замикаючі контакти використовуються для автоматичного управління або оперативної сигналізації.

Якщо рівень води у витратному бачку нижче торця електрода 2 (див. рис. 9.1), то на вхід елемента *DA*2 надходить повна напруга (6 В) від джерела змінного струму. Під час дії додатних полуперіодів цієї напруги пороговий елемент відкривається. Пульсуючий вихідний сигнал елемента *DA*2 згладжується фільтром *UF*2 і подається на вхід підсилювача *DA*4, який вмикає реле *KL*2. При цьому розмикається коло живлення світлового індикатора *HL*2 і замикається вихідний контакт *KL*2 другого каналу.

Якщо рівень води вище торця електрода 1, то на вхід елемента *DA*1 надходить незначна частина напруги від джерела змінного струму, тому що $R1>R_X$ (де R_X – величина опору води між першим і загальним електродами). В цьому випадку пороговий елемент не спрацьовує, підсилювач *DA*3 закритий, а реле *KL*1 вимкнене. Тому буде замкнене коло живлення індикатора *HL*1 і розімкнений вихідний контакт *KL*1 першого каналу.

Блок управління (рис. 9.3, а) має два герконових реле *K*1 і *K*2, які передбачені відповідно для дистанційного і автоматичного управління електромагнітним клапаном постачання води.

Якщо вимикач *SA* встановлений в положення 1 («Оператор»), то шина живлення +24 В з'єднується з котушкою реле *K*1, яка працює за схемою зі зворотним зв'язком. Під час короткочасного натискання на кнопку *SB*2 («Пуск») вмикається реле *K*1. Його замикаючі контакти з'єднують вихідну штепсельну розетку *XS*2 з мережею 220 В і підключають клему оперативної сигналізації до шини -24 В. Відключення реле *K*1 відбувається за допомогою кнопки *SB*1 («Стоп»).

Якщо вимикач *SA* встановлений в положення 2 («Автомат»), то шина живлення +24 В з'єднується з котушкою реле *K*2. Без комутаційної перемички *XB* реле працює за схемою зі зворотним зв'язком. При цьому воно вмикається, коли замкнуті обидва контакти (*KL*1 і *KL*2) сигналізатора рівня, що відповідає положенню рівня води до торця електрода 1. Відключається реле під час розмикання контакта *KL*2, що відповідає

підвищенню рівня води до торця електрода 2. За наявності комутаційної перемички реле працює за схемою повторювача стану контакта *KL*2. У вихідному колі блоку управління використовується замикаючий контакт *K*2, що включений паралельно з контактом *K*1.

Додаткова штепсельна розетка *XS*1 служить для електроживлення блока оперативної сигналізації.

На панелі БУ встановлений світловий індикатор («Вихідний сигнал»), який вказує стан реле *K*1 або *K*2 (ввімкнено-вимкнено) під час дистанційного і автоматичного керування.

Блок оперативної сигналізації (рис. 9.3, б) має релейний пульсатор (генератор імпульсів), який виконаний на основі електромагнітного реле *K* з розмикаючим контактом у колі зворотного зв'язку. Таке реле періодично вмикається і вимикається із затримкою в часі. Величина затримки на вмикання визначається опором резистора *R*3 і ємкістю конденсатора *C*. Затримка на вимкнення залежить від конденсатора і опору котушки реле.

Електроживлення пульсатора відбувається напругою 24 В, яка надходить з блоку управління по колу сигналізації, якщо оператор увімкнув подачу води у витратний бачок. Але котушка реле *K* блокується замкненим контактом *KL*2 доти, доки рівень води нижче торця електрода 2. Під час розмикання контакту *KL*2 пульсатор починає працювати, в результаті чого світловий індикатор *HL* і штепсельна розетка *XL* електродзвінка періодично підключаються до мережі 220 В.

Коли оператор вимикає подачу води, у блоці управління буде відключене електроживлення пульсатора.

Резистори *R*1 і *R*2 утворюють дільник напруги, який необхідний для нормального режиму роботи індикатора *HL*.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. З’єднати між собою сигналізатор рівня, блоки оперативної сигналізації і управління, а також підключити їх до об’єкта управління і панелі електроживлення, як показано на рис. 9.1, а.

2. Встановити вимикач роду роботи в положення «Оператор», на короткий час натиснути кнопку «Пуск». Стежити за процесом заповнення резервуара водою за світловими індікаторами сигналізатора рівня. Після спрацьовування елементів оперативної сигналізації (електродзвінок і світловий індикатор) на короткий час натиснути кнопку «Стоп».

3. Відключити блок оперативної сигналізації і з’єднати сигналізатор рівня з блоком управління, як показано на рис. 9.1, б.

4. Встановити вимикач рода роботи в положення «Автомат» і підключити комутаційну перемичку *ХВ*. На короткий час, відкриваючи вихідний вентиль, спостерігати за процесом регулювання рівня води в резервуарі.

5. Відключити комутаційну перемичку і відкрити вихідний вентиль. Після вимкнення обох світлових індикаторів сигналізатора рівня закрити вихідний вентиль і спостерігати за процесом автоматичного поновлення запасу води.

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про лабораторну роботу повинен складатися з наступних пунктів:

1. Схема системи регулювання рівня води (рис. 9.2).

2. Загальна структурна схема автоматизації з позначенням складових системи регулювання (об’єкт, датчики, регулятор, виконавчий механізм, регулюючий орган).

3. Циклограми:

а) оперативний режим (кнопки: *SB*1, *SB*2; світлові індикатори: $HL_{вих}$, $HL_{в.р.}$, $HL_{н.р.}$, $HL_{сигн}$; дзвінок *HA*; електромагніт *YA*);

б) автоматичний режим перший і другий ($HL_{в.р.}$, $HL_{н.р.}$, *YA*, $HL_{вих}$).

4. Функціональні схеми автоматизації оперативного та автоматичного режимів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

СТВОРЕННЯ ЛОКАЛЬНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМОВАНИХ ПРИСТРОЇВ УПРАВЛІННЯ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ДОЗУВАННЯ

МЕТА РОБОТИ – навчитись створювати схеми регулювання, використовуючи логічні елементи і функціональні блоки, а також складати програми для контролерів.

ЗАВДАННЯ

На основі контролера Mitsubishi створити систему регулювання рівня води в резервуарі. Для цього використати результати досліджень лабораторної роботи №9:

- оперативний режим;
- автоматичний режим (регулювання по верхньому рівню);
- автоматичний режим (регулювання по об’єму.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Використати часові діаграми трьох режимів регулювання.
2. Запрограмувати згідно з часовими діаграмами кожний режим окремо та налагодити схему регулювання в програмному середовищі ALPHA Software, використовуючи логічні елементи і функціональні вузли.
3. Об’єднати окремі схеми регулювання в одну загальну, оптимізувати і налагодити її.
4. Підключити керуючі кнопки, датчики, лампи та виконавчі механізми до стенда з контролером (за необхідності виконавчі механізми можна замінити сигнальними лампами).
5. Після перевірки програми викладачем завантажити її в контролер.
6. Відключити контролер від комп’ютера.
7. Перевірити роботу схеми.

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про лабораторну роботу повинен містити запрограмовану схему регулювання.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

ВИПРОБУВАННЯ СХЕМ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ КЛАПАНОМ

МЕТА РОБОТИ – дослідити електричні схеми і методи дистанційного управління електромагнітним клапаном з механічною защіпкою.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

В автоматиці технологічних процесів часто використовуються релейно-контактні схеми управління, що обумовлено їх простотою та надійністю. Контакти, які застосовуються у таких схемах, можуть знаходитись в одному з двох станів: замкненому (що відповідає логічній одиниці) та розімкненому (що відповідає логічному нулю). Причому контакти можуть підключатися послідовно, паралельно та послідовно-паралельно.

Якщо, наприклад, два контакти підключені послідовно,

то коло буде замкнене тільки у тому випадку, коли обидва контакти замкнені, тобто на них подаються логічні одиниці.

Якщо ж два контакти підключені паралельно,

то коло буде замкнене у тому випадку, якщо хоча б на один з контактів буде надходити логічна одиниця, тобто достатньо замкнути один контакт.

Якщо ж контактів більше, ніж два, то тоді умовою замкненості кола буде замкненість одного з послідовних ланцюжків:

с

У даному випадку коло буде замкнене, коли логічна одиниця подається або на контакти ***a*** і ***b***, або на контакти ***a*** і ***c***.

Для декількох контактів існує декілька засобів їх підключення. Один з них реалізований у цій лабораторній роботі, в якій запропоновано цікаве завдання: розв'язати зворотну задачу - за даними таблиці вмикань визначити схему підключення контактів (пункт 6).

ПРИНЦИП БУДОВИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО КЛАПАНУ

В лабораторному макеті використовується електромагнітний клапан ЭВ-3, призначений для роботи у схемах автоматичного управління на трубопровідних магістралях. Він має два незалежні електромагніти і механічну защіпку, що утримує клапан у відкритому стані. З рухомим штоком клапану з'єднаний кінцевий вимикач, який має три замикаючі і розмикаючі контакти. Спрощене креслення електромагнітного клапану наведене на рис.11.1.

При протіканні постійного струму в котушці 1 тягового (робочого) електромагніту піднімається шток, і золотник відкриває прохід клапану. Одночасно зі штоком переміщується пружина і палець, що виштовхує кульки в сторони (так звана механічна защіпка). Після цього котушка 1 відключається від мережі живлення.

Якщо постійний струм протікає по котушці 2 електромагніту защіпки, то якір притягується до корпусу, і палець переміщується донизу. Коли його шийка досягає рівня розміщення кульок, вони викочуються під дією сили тяжіння. Защіпка звільнює шток, і той під дією зворотної пружини опускається, внаслідок чого золотник закриває прохід клапану. Після цього котушка 2 відключається від мережі живлення.

Таким чином, для управління електромагнітним клапаном з механічною защіпкою потрібно короткий час пропускати постійний струм через котушки його електромагнітів. Таким чином досягається суттєва економія електроенергії під час експлуатації, крім того, такий клапан не закривається в разі короткочасного відключення мережі живлення.

ОПИС СХЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМ КЛАПАНОМ

В лабораторному макеті передбачено два способи управління електромагнітним клапаном: за допомогою трипозиційного перемикача або комбінаційної релейно-контактної схеми (рис. 11.2). При цьому для формування імпульсів струму котушку тягового електромагніту *YA*1 та електромагніту защіпки *YA*2 з'єднують послідовно з розмикаючим *SQ*1 і замикаючим *SQ*2 контактами кінцевого вимикача. З цією метою вказані контакти підключаються до відповідних блокувальних гнізд *XB*1 і *XB*2.

Живлення котушек електромагнітів постійним струмом здійснюється за допомогою двох незалежних вихідних комутаторів.

Вимірювальні гнізда *XG*1 та *XG*2 потрібні для підключення амперметрів, якими контролюються струми в котушках електромагнітів. Входи комутаторів з'єднуються контактами двополюсного перемикача *SA* або з контактом реле *K*.

Якщо перемикач *SA* встановити в положення «Відкритий», то його контакт замикає коло управління першого вихідного комутатора, внаслідок чого він відкривається і пропускає постійний струм через котушку *YA*1 тягового електромагніту. У верхньому положенні штока клапан фіксується механічною защіпкою і розмикає контакт *SQ*1 кінцевого вимикача, який від'єднує котушку *YA*1 від вихідного комутатора. При цьому замикається контакт *SQ*2, який готує коло живлення котушки *YA*2, а також контакт *SQ*3, який вмикає світловий індікатор *HL*. Напівпровідниковий діод *VD* забезпечує затримку струму в котушці тягового електромагніту після розмикання контакту *SQ*1, завдяки чому усувається явище пульсації клапану. Крім того, зменшується іскріння під час розмикання контакту *SQ*1, тому підвищується його довговічність.

Коли перемикач *SA*1 встановлений в положення «Закритий», його контакт замикає коло управління другого вихідного комутатора, внаслідок чого він відкривається і пропускає струм через котушку *YA*2 електромагніту защіпки. При цьому защіпка звільняє шток, і він опускається, закриваючи клапан і повертаючи у вихідний стан всі контакти кінцевого вимикача, внаслідок чого розмикається коло живлення котушки *YA*2 та світлового індикатора *HL*.

Під час другого способу управління вхідні кола комутаторів з'єднуються з замикаючим «1» та розмикаючим «2» контактом реле *K*.

Тому електромагнітний клапан відкривається під час вмикання реле і закривається, коли реле вимикається. Котушка реле підключається до

джерела живлення 24 В за допомогою тумблерів *A*, *B* і *C*, які імітують вхідні сигнали від сенсорів дії.

В цьому випадку логічні умови, за яких клапан відкривається чи закривається, визначаються схемою з'єднань контактів двополюсних тумблерів.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Зібрати схему дистанційного управління електромагнітним клапаном, яка показана на рис. 11.2 суцільними лініями.

2. На короткий час встановлюючи перемикач управління в положення «Відкритий» і «Закритий», виміряти за допомогою амперметрів струми в котушках тягового електромагніту і електромагніту защіпки, а також побудувати циклограми стану перемикача *SA*, світлового індикатора *HL*, електромагнітного клапану *YA* та амперметрів *A*1 та *A*2.

3. Розімкнути блокувальні гнізда *XB*1 та *XB*2 і з'єднати їх з контактами кінцевих вимикачів *SQ*1 та *SQ*2 відповідно (штрихові лінії).

4. Послідовно встановлюючи перемикач управління в положення «Відкритий» та «Закритий», спостерігати за світловим індикатором за зміною стану електромагнітного клапану, виходячи з чого, побудувати циклограми стану перемикача *SA*, світлового індикатора *HL*, електромагнітного клапану *YA* та кінцевих вимикачів *SQ*1 та *S*Q2.

5. Підключити до входів першого і другого каналів блоку вихідних комутаторів клеми «1» і «2» контактів реле *K*. Послідовно змінюючи комбінації положень (ввімкнуто-вимкнено) тумблерів *A*, *B* і *C* (табл. 11.1), спостерігати по світловому індикатору за станом клапану та заповнити таблицю. Положення тумблерів «вгору» відповідає логічній одиниці, положення «вниз» – логічному нулю.

Якщо лампочка засвітиться за даної комбінації тумблерів, то до табл. необхідно заносити «1», інакше – «0».

Таблиця 11.1

A	*B*	*C*	*HL*
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

6. На підставі аналізу отриманої таблиці скласти електричну схему з'єднання контактів *A*, *B*, *C* двополюсних тумблерів.

ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт про лабораторну роботу повинен складатися з наступних пунктів:

1. Циклограма вмикання елементів схеми:

SA, *HL*, *YA*, *A*1 та *A*2 – для першого досліду та

SA, *HL*, *YA*, *SQ*1 та *SQ*2 – для другого.

2. Електрична схема управління електромагнітним клапаном, побудована на підставі табл. 11.1.

3. Функціональна схема автоматичного режиму.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЛЕЙНО-КОНТАКТНИХ СХЕМ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ

МЕТА РОБОТИ – вивчити логічну структуру електричних схем управління електродвигуном, виконаних на основі герконових реле та шляхових вимикачів.

КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

В автоматичних пристроях отримали широке застосування магнітокеровані герметизовані контакти – геркони. Найбільш розповсюджений геркон (рис. 12.1, а) являє собою два частково розплющених відрізка пермолоєвого дроту, діаметром 0,6...1,3 мм, у яких поверхні, що контактують, покриті шаром дорогоцінного металу (золота, родію та ін.). Гнучкі дроти заварюються до скляної трубки-балону так, щоб між ними утворювався зазор 300...500 мкм. Для захисту електродів від іскріння балон заповнюють газом (азот, аргон, водень та ін.).

Якщо на геркон діє магнітне поле достатньої напруженості, яка створюється котушкою, електромагнітом або постійним магнітом, контакти притягуються один до одного і з’єднують електричне коло. Якщо напруженість магнітного поля зменшується, контакт роз’єднується під дією сил жорсткості. Принцип дії герконових шляхових вимикачів заснований на зміні величини потоку, що створюється керуючим магнітним полем залежно від положення рухомого елементу. Це можливо здійснити декількома шляхами: переміщенням постійного магніту відносно геркону, екрануванням магнітного поля за допомогою рухомої металевої пластини (рис. 12.1, б) або шунтуванням магнітного поля у процесі введення до його зони металевого стрижня (рис. 12.1, в).

Головними перевагами герконових шляхових вимикачів є: робота без механічного впливу з боку рухомого елементу, швидкодія, великий термін служби та висока надійність.

Для управління виконавчими механізмами в системах автоматики досить часто використовуються герконові реле, які можуть мати замикаючі (рис. 12.1, г), розмикаючі (рис. 12.1, д) і перемикаючі контакти (рис. 12.1, е).

Кількість таких контактів визначається призначенням герконових реле. При цьому замикаючий контакт спрацьовує під дією магнітного поля, що створюється постійним електричним струмом котушки.

Для спрацювання розмикаючого контакту магнітне поле повинно протидіяти полю постійного магніту, що утримує геркон у замкненому стані.

ПОБУДОВА СХЕМ З'ЄДНАННЯ КОНТАКТІВ

В даній лабораторній роботі буде запропоновано побудувати схему з'єднання контактів герконових вимикачів *A*, *B* і *C*. Контакти можуть знаходитися в одному з двох станів – замкненому і розімкненому. Причому вони можуть підключатися послідовно, паралельно і послідовно-паралельно.

Якщо, наприклад, два контакти ***a*** та ***b*** підключені послідовно,

то коло буде замкненим тільки в тому випадку, коли обидва контакти замкнені.

Якщо ж два контакта ***a*** і ***b*** підключені паралельно,

то коло буде замкненим в тому випадку, коли хоча б один із контактів (***a*** або ***b***) буде замкненим.

Якщо ж контактів більше, аніж два, то умовою замкненості кола буде замкненість одного з послідовних ланцюжків:

В даному випадку коло буде замкненим, коли замкнені або контакти ***a*** та ***b***, або контакти ***a*** та ***c***.

Для декількох контактів існує декілька шляхів їх з'єднання.

Декотрі з них реалізовані в цій лабораторній роботі, в якій запропоновано побудувати схеми з’єднання контактів за результатами дослідів.

ОПИС СХЕМИ ЛАБОРАТОРНОГО МАКЕТУ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ

Лабораторний макет автоматичного управління електродвигуном складається з двофазового електродвигуна, двох герконових реле *X* та *Y* типу РПГ-9 та трьох герконових вимикачів *A*, *B* та *C*, на які можуть діяти постійні магніти ПМ1 та ПМ2 (рис. 12.2). Кожний вимикач має геркони типу МК-52, робочі зони яких 1...3 обмежені металевими направляючими. Якщо постійний магніт знаходиться в зоні 1 або 3, то замикається коло одного з герконів: верхнього (1) або нижнього (3).

Під час розміщення магніту в зоні 2 замикається коло обох герконів.

Перемикачі налагодження *S*1 та *S*2 служать для зміни варіантів логічної структури схем управління електродвигуном. Лабораторний макет підключається до джерела постійного струму 24 В і мережі змінного струму 127 В за допомогою спеціальної панелі електроживлення.

Під час спрацьовування реле *X* його контакти підключають до мережі 127 В статорну обмотку *LM*1 електродвигуна безпосередньо, а обмотку *LM*2 – через фазозсовуючий конденсатор (рис. 12.3). В цьому випадку ротор *M* електродвигуна буде обертатися за напрямком годинникової стрілки («вперед»).

У разі спрацьовування реле *Y* його контакти підключають до мережі безпосередньо обмотку *LM*2, а через фазозсовуючий конденсатор – обмотку *LM*1. В результаті чого ротор буде обертатися в напрямку, протилежному обертанню годинникової стрілки («назад»).

Задача дослідження схем автоматичного управління електродвигуном полягає в тому, щоб експериментально визначити функції, що виконуються різними вимикачами A,B,C, кількість герконів, що використовуються, та електричну схему їх з’єднання.

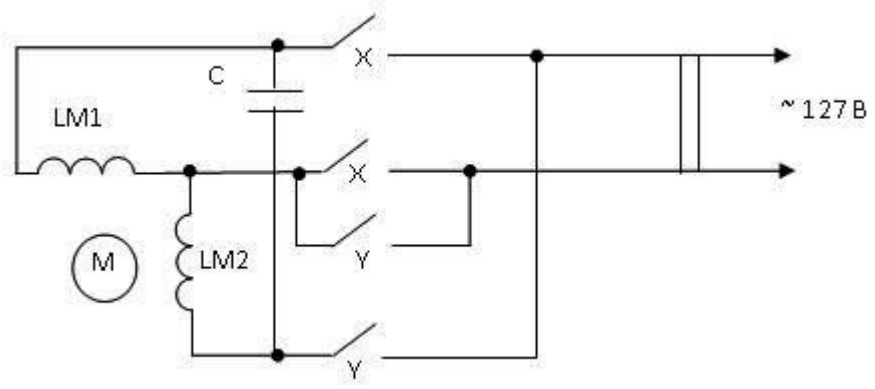

Рис. 12.3. Схема електрична принципова підключення електродвигуна

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Підключити лабораторний макет автоматичного управління електродвигуном до штепсельної розетки 24 В та 127 В на панелі електроживлення (рис. 12.2).

2. Розташовуючи постійні магніти в середній зоні різних вимикачів, знайти їх пари, що забезпечують роботу двигуна «вперед» та «назад» (*A* та *B* або *A* та *C*, або *B* та *C*) для таких положень перемикачів:

а) *S*1 – в положенні 1, *S*2 – в положенні 1;

б) *S*1 – 2, *S*2 – 1;

в) S1 – 1, S2 – 2;

г) S1 – 2, S2 – 2.

По черзі змінюючи розташування магнітів в зонах 1 (в пазах над герконами), 2 (безпосередньо на самих герконах) та 3 (в пазах під герконами) кожної пари вимикачів, визначити число герконів, що використовуються, і скласти електричну схему їх з'єднання. При цьому необхідно пам'ятати, що кожний з вимикачів *A*, *B* та *C* має два геркони, і тому два контакти.

Тому в схемі можуть бути присутні (якщо вони використовуються) два контакти ***a***, два контакти ***b*** і два контакти **c**.

Заповнити таблицю положень (табл. 12.1)

Таблиця положень

Таблиця 12.1

N	Контакти герконових вимикачів						Реле	
	a1	a2	b1	b2	c1	c2	X	Y

Для варіантів в,г, окрім наведених операцій, треба по черзі прибирати один з магнітів, щоб знайти вимикач двигуна, а також контакти, які після розмикання не зупиняють роботу двигуна.

Використовуючи табл. 12.1 визначити число герконів та реле, з яких складаються схеми управління двигуном, і побудувати ці схеми.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Заповнена таблиця положень 12.1.
2. Принципова електрична схема підключення електродвигуна (рис.12.3).
3. Електричні схеми управління двигуном для заданих варіантів, побудованих за результатами експериментів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Пух А.П.*, Тімінський О.Г, Соболевська Л.Г., Вольтерс А.О. Основи проектування систем автоматизації. Проектування локальних систем автоматики : навчальний посібник. – Київ : КНУБА, 2012. – 168 с.
2. *Пух А.П., Тімінський О.Г.* Проектування пристроїв систем автоматизації : конспект лекцій. – К.: КНУБА, 2005. – 48 с.
3. *Попкович Г.С.* Основы автоматики и автоматизации водопроводно-канализационных сооружений. – М.: Высш. шк., 1975.
4. *Калмаков А.А*. Автоматика и автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции. – М.: Стройиздат, 1986.
5. *Нечаев Г.К* Автоматика и автоматизация производственных процессов. – Київ: Вища шк., 1985.

Навчально-методичне видання

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА РОБОТОТЕХНІКИ

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт (7 – 12) для здобувачів першого (бакалаврського рівня) вищої освіти спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Укладачі: **Вольтерс** Андрій Олександрович,
Соболевська Тетяна Григорівна,
Волчков Максим Володимирович

Випусковий редактор *Л.С. Тавлуй*
Комп'ютерне верстання *Д. С. Виноградової*

Підписано до друку 11.09.2025. Формат 60 × 84 1/16.
Ум. друк. арк. 1,63. Обл.-вид. арк. 1,75
Електронний документ. Вид. № 47/III-25

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Проспект Повітряних сил, 31, Київ, Україна, 03037

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