

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

«ОСНОВИ АВТОМАТИКИ»

для студентів спеціальності
151 – АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ
ТЕХНОЛОГІЇ
освітньої програми «Промислова автоматика»
усіх форм навчання

2023

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Основи автоматизації» для студентів спеціальності 151 – АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ освітньої програми «Промислова автоматизація» усіх форм навчання. /Укл: В.В. Осадчий, О.С. Назарова - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 29 с.

Укладачі:

В.В. Осадчий, к.т.н., доцент

О.С. Назарова, к.т.н., доцент

Рецензент: А.В. Пирожок, к.т.н., доцент

Відповідальний за випуск: О.С. Назарова, к.т.н., доцент

Затверджено
на засіданні кафедри
Електропривода і автоматизації
промислових установок
протокол № 06 від 22.02.2023 р.

Рекомендовано
до видання НМК ЕТФ
протокол 07 від 23.03.2023 р.

ЗМІСТ

Передмова	4
1 Короткі теоретичні відомості до виконання лабораторних робіт	5
2 Лабораторна робота №1 Основи моделювання у FluidSim.....	12
3 Лабораторна робота №2 Програмування мікроконтролера ADuC 841.....	18
4 Лабораторна робота №3 Базові логічні функції в релейно-контакторних системах керування	22
5 Лабораторна робота №4 Поєднання логічних функцій в релейно-контакторних системах керування	23
6 Лабораторна робота №5 Релейно-контакторні системи керування зі змінною структурою	24
7 Лабораторна робота №6 Реалізація елементів пам'яті в релейно-контакторних системах керування.....	25
Перелік посилань.....	26
Додаток А Перелік умовних позначень елементів електричних схем	27
Додаток Б Зразок оформлення титульної сторінки	28

ПЕРЕДМОВА

Методичні вказівки містять рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Основи автоматики» у відповідності до навчальних планів ОКР бакалаврів.

Наведено короткі відомості про можливості використання релейно-контакторних схеми при налагодженні систем керування та регулювання електромеханічними системами та автоматизованими електроприводами при вивченні алгоритмів роботи мікропроцесорних пристроїв керування на прикладі лабораторного стенда. Також наведено перелік лабораторних робіт, їх короткий зміст та рекомендації з їх виконання.

У додатку подано перелік умовних позначень елементів електричних схем та зразок оформлення титульної сторінки звіту з лабораторної роботи.

Для студентів спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології освітньої програми «Промислова автоматика» усіх форм навчання.

1 КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Для вивчення алгоритмів роботи мікропроцесорних пристроїв автоматичних систем керування та регулювання електромеханічними системами та автоматизованими електроприводами студентам необхідно мати уявлення про виконання тих самих або аналогічних дій за допомогою релейно-контакторного обладнання.

Разом з розширенням застосування безконтактних систем керування електроприводами, у промисловості в експлуатації знаходяться схеми релейно-контакторного керування, вживані в основному для розімкнених систем регулювання [1].

Ці схеми виконують функції:

- автоматичного пуску;
- узгодження роботи на необхідних ступенях швидкості;
- гальмування;
- реверсу;
- захисту в аварійних ситуаціях;
- узгодження роботи декількох електроприводів шляхом взаємних блокувань та інші.

Переваги релейно-контакторних схем керування:

- простота розрахунків і проектування;
- обслуговування і наладка не вимагає участі персоналу високої кваліфікації.

Недоліки релейно-контакторних схем керування:

- надмірне зростання складності при підвищенні вимог до електроприводів в частині якості керувань;
- громіздкість, надмірна вага і вартість станцій керування для двигунів середньої і великої потужності;
- неможливість експлуатації в пожежо-вибухонебезпечних середовищах;
- низька точність підтримки заданих режимів при зовнішніх збуреннях.

Не дивлячись на вище перераховані недоліки, системи релейно-контакторного керування знайшли широке застосування в електроприводах, до яких не пред'являються жорсткі вимоги відносної точності в динамічних режимах [1].

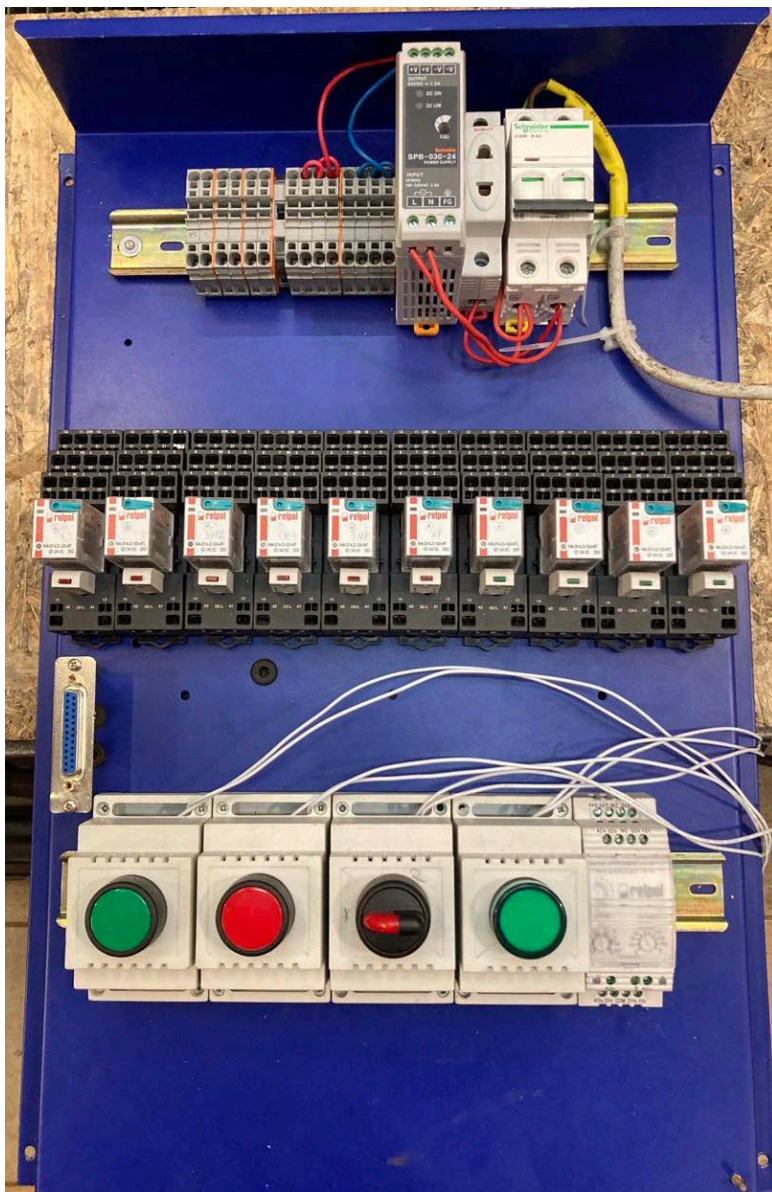


Рисунок 1.1 – Фото лабораторного релейно-контакторного стенда

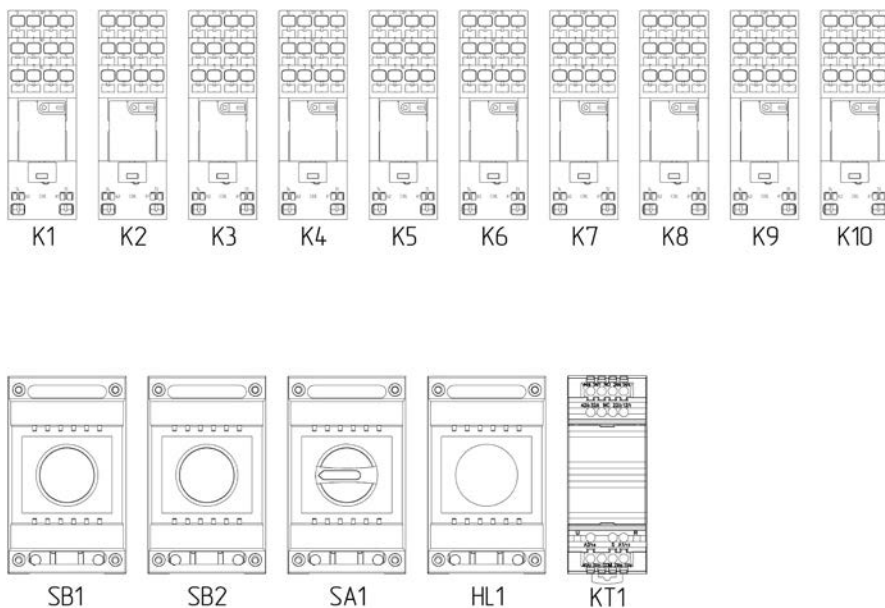


Рисунок 1.2 – Схема розміщення обладнання лабораторного стенда

Наявність сучасних лабораторних стендів та апаратних засобів навчання є запорукою якісного викладання технічних дисциплін та отримання студентами практичних навичок роботи з обладнанням, що іде в ногу із часом [2]. Залучення студентів та аспірантів кафедри до створення таких стендів сприяє підготовці не тільки освічених фахівців, але й людей, які здатні творчо мислити, швидко реагувати на певні нестандартні ситуації, вони постійно удосконалюють свої знання і використовують їх у практичній діяльності [2-4]. Саме так було створено цей релейно-контакторний стенд.

Опис лабораторного стенда.

Лабораторний стенд (рис. 1.1, 1.2) призначений для отримання практичних навичок складання електричних релейно-контакторних схем, які реалізують логічні функції AND, OR, NOT, поєднання цих логічних функцій, релейно-контакторних систем керування зі змінною структурою, які реалізують декілька алгоритмів роботи, а також за допомогою елементів стенду можлива реалізація елементів пам'яті в

релейно-контакторних системах керування, які можуть заходитися в декількох стійких станах.

Стенд містить блок живлення (24 В), 10 реле (K1-K10) загального застосування (рис. 1.3), які розташовані у контактних колодках (рис. 1.4), реле часу КТ1 (рис. 1.7), зелена кнопка SB1, яка реалізує нормально розімкнений контакт, червона кнопка SB2, яка реалізує нормально замкнений контакт, перемикач SA1, яким реалізовується перемикання режиму 1 і режиму 2, індикатор HL1, який реалізовано лампочкою.

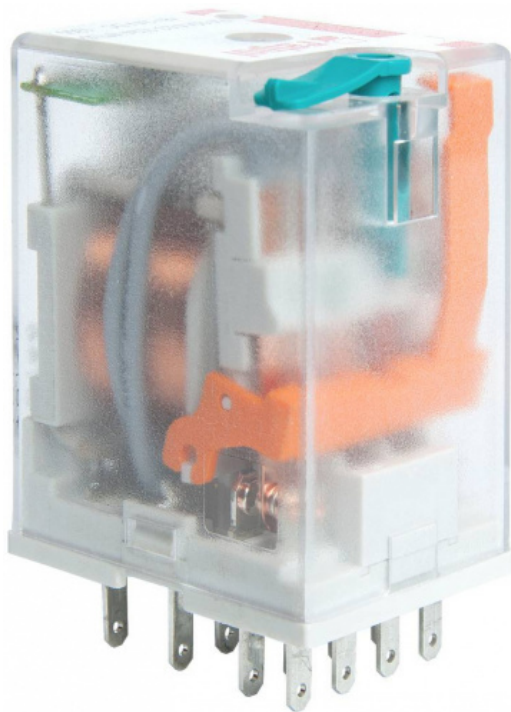


Рисунок 1.3 – Реле R4(N)-2014-23-1024-WTL

Для розширення можливостей реалізації релейно-контакторних схем керування на стенді встановлено десять реле (K1-K10), фото реле загального застосування R4(N)-2014-23-1024-WTL показано на рисунку 1.3 [5].



Рисунок 1.4 – Контактна колодка для реле R4

Контактна колодка для реле R4 (рис. 1.4) обладнана пружинними затискачами, схема комутації та спосіб підключення проводів, рекомендована викрутка для відкриття кліткових пружин показані на рисунку 1.5 та рисунку 1.6 [6].

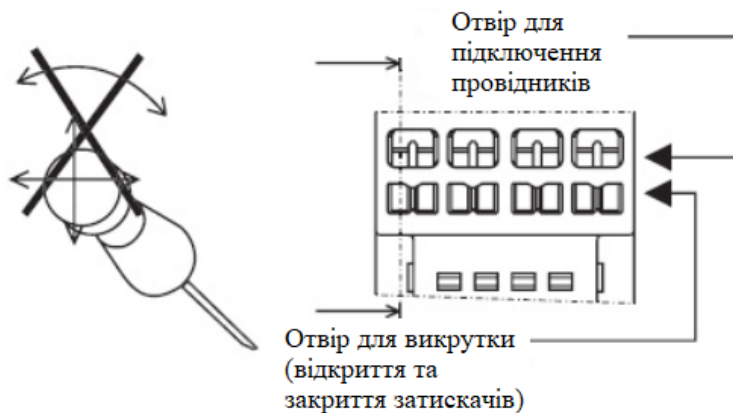


Рисунок 1.5 – Рекомендована викрутка для відкриття кліткових пружин

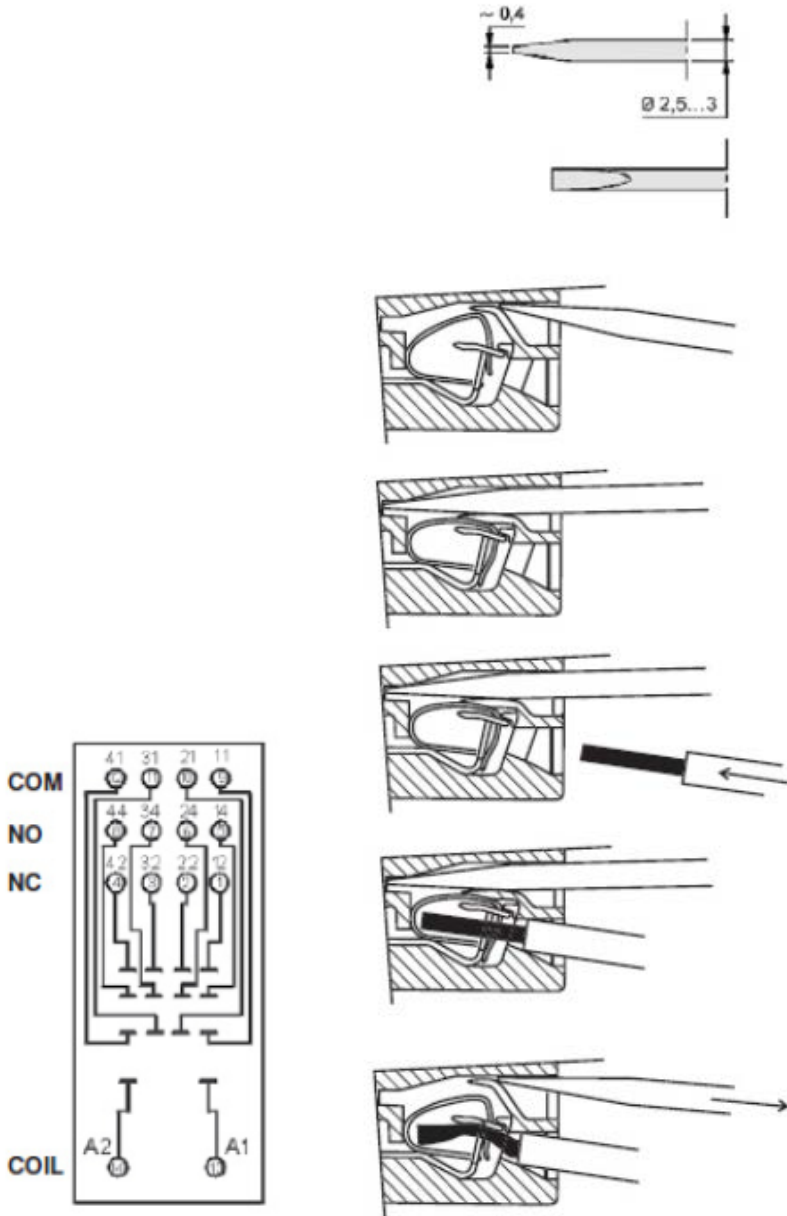


Рисунок 1.6 – Схема комутації та спосіб підключення проводів



Рисунок 1.7 – Реле часу TR4N-24AC/DC-14M

Реле часу TR4N – це універсальні та надійні компоненти для систем промислової автоматики (рис. 1.7). Реле також використовують у різних інших електричних системах. Відрізняються високою здатністю комутації, а також високим електричним та механічним ресурсами. Відповідають вимогам електромагнітної сумісності.


Зелений світлодіод – сигналізація напруги живлення U ; жовтий світлодіод – сигналізація відліку часу T та стану виходу після закінчення відліку часу. Наявна можливість керування декількома колами (4 контакта, що перемикаються) [7].

2 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

Основи моделювання у FluidSIM

Мета: ознайомитись із програмним забезпеченням FluidSIM, навчитись складати прості електропневматичні схеми та перевіряти їх працездатність.

Короткі теоретичні відомості.

Програмне середовище FluidSIM має досить простий та інтуїтивний інтерфейс. Після відкриття програми у лівому верхньому куті, на панелі Меню є стандартні значки: Створити новий файл (альтернативний варіант, комбінація клавіш Ctrl+N) або Відкрити вже існуючий . У нашому випадку, створюємо новий аркуш для майбутньої схеми (рис. 2.1)

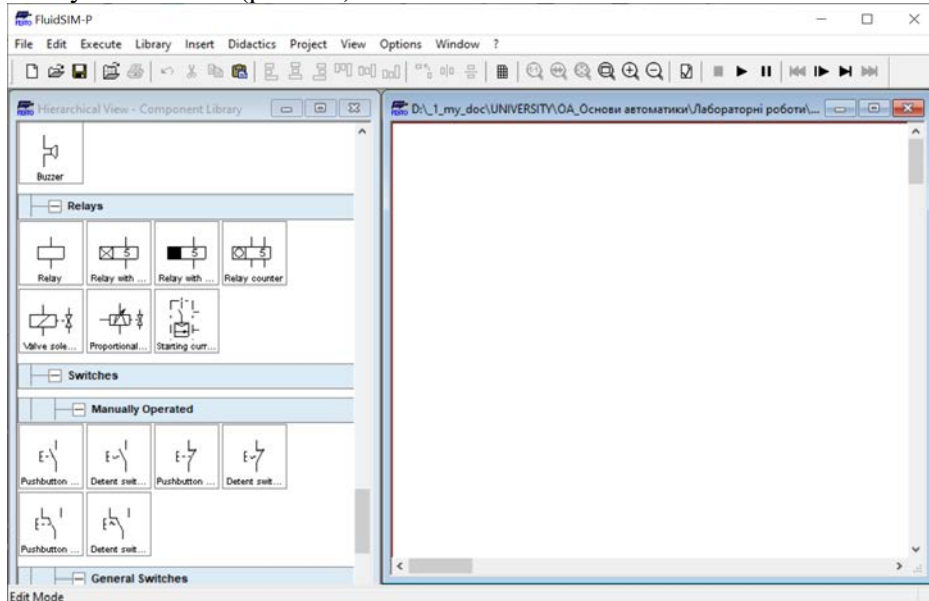


Рисунок 2.1 – Робоче вікно програми FluidSIM

Ліворуч від створеного аркуша розташована таблиця умовних позначень пневматичних та електричних елементів схем принципів, що поділено на певні розділи за функціональними ознаками (рис. 2.2).

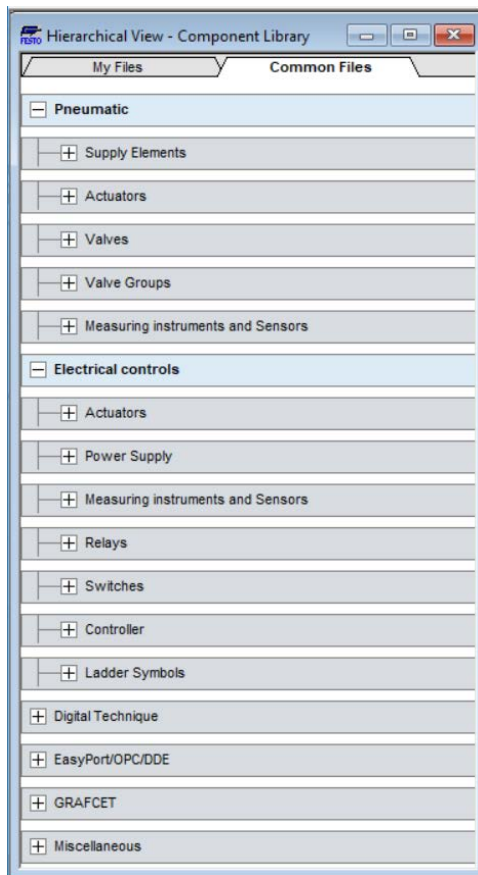


Рисунок 2.2 – Перелік основних розділів умовних позначень

Розташування кожного елемента відбувається шляхом перетягування за допомогою миші з таблиці до аркуша схеми або за допомогою комбінацій Копіювати / Вставити.

Більш детальну інформацію, щодо елемента, можливо отримати натиснувши праву кнопку миші (ПКМ) по відповідному елементу та обравши розділ «Component Description» (рис. 2.3).

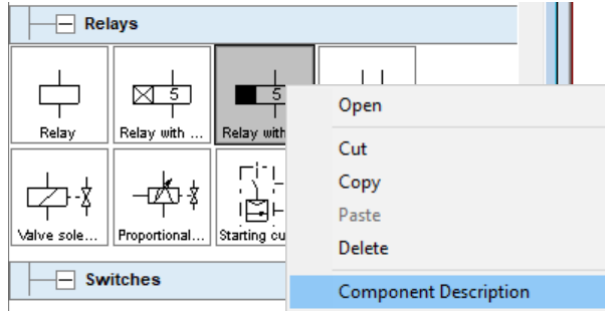


Рисунок 2.3 – Приклад контекстного меню при натисканні ПКМ на елемент умовного позначення в таблиці

Для налаштування певного елемента після розташування (рис. 2.4) на схемі, необхідно натиснути на ньому ПКМ та обрати розділ «Properties...».

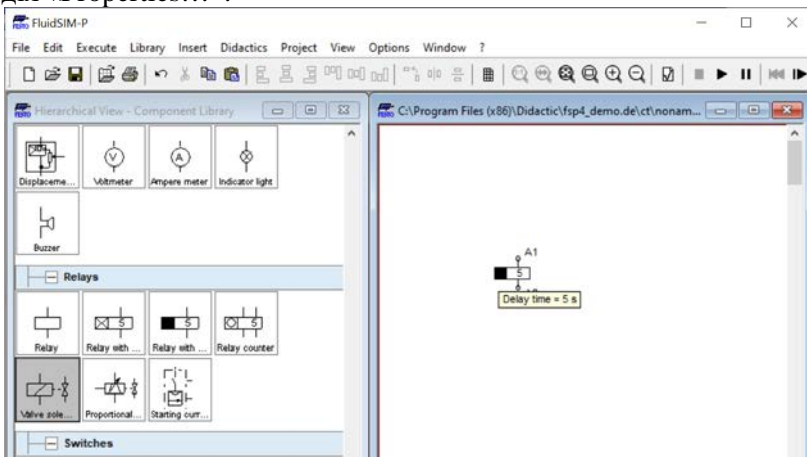


Рисунок 2.4 – Результат розташування реле часу на аркуші схеми (при наведенні курсора на елемент – відображаються його основні характеристики)

Результат відкриття вікна «Properties...» показано на рисунку 2.5.

У вкладці можливо змінювати час затримки (Delay Time) та встановити буквено-цифрове позначення елемента (Label), що зв'язує

його з іншими графічними позначеннями (у даному випадку - контактами).

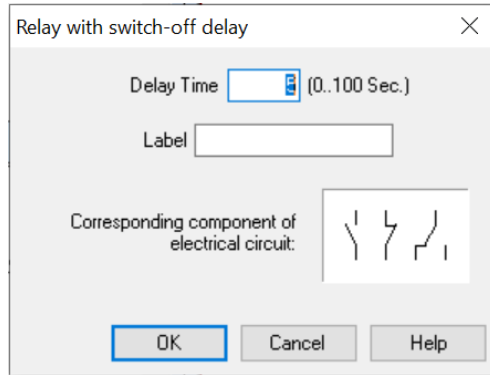


Рисунок 2.5 – Вікно властивостей умовного позначення реле часу

Для створення електричної схеми необхідно «перетягнути» необхідні елементи з вікна компонентів на аркуш схеми, або скопіювати і вставити. Потім з'єднати елементи між собою для чого навести курсор на точку підключення елемента і коли з'явиться перехрестя і точка підключення стане зеленою – натиснути ЛКМ, перемістити курсор до точки підключення іншого елемента і коли з'явиться перехрестя і точка підключення стане зеленою – відпустити ЛКМ. Реалізація логічної функції НЕ в релейно-контакторних схемах показана на рисунку 2.6.

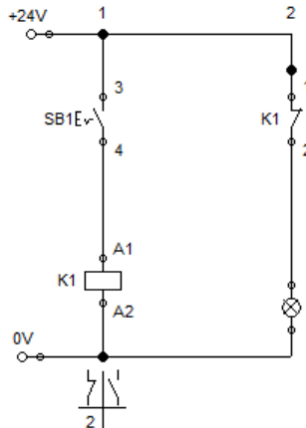



Рисунок 2.6 – Схема реалізації логічної функції НЕ

Наступним етапом є перевірка відповідності роботи схеми завданню. Для цього необхідно перейти в режим симуляції, натиснувши значок Старту симуляції  (або клавішу F9) на панелі інструментів. Якщо помилки будуть відсутні та схема коректна, провідники, по яким тече струм, підсвітуються червоним кольором (рис. 2.7, а). При натисканні на кнопку «SB1» ЛКМ електричний струм через контакт кнопки подається на котушку реле і воно своїм контактом розмикає ланцюг живлення лампи (рис. 2.7, б). При відпусканні кнопки «SB1» всі елементи схеми повертаються у початкове положення.

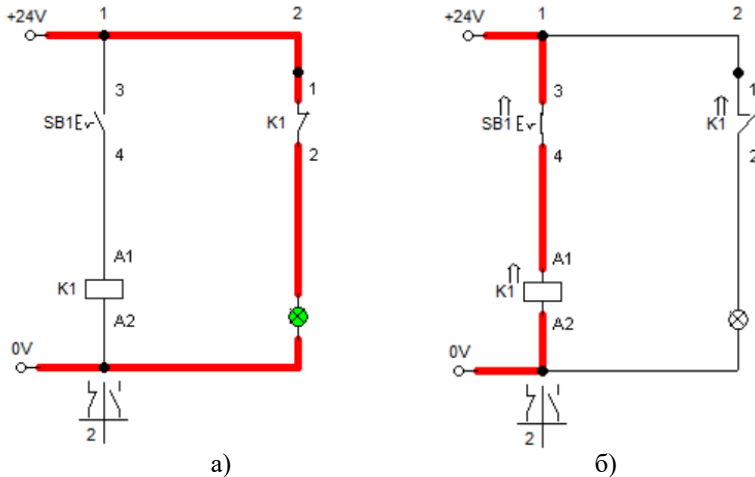


Рисунок 2.7 – Приклад роботи режиму симуляції

Завдання.

Створити у середовищі FluidSIM релеjno-контакторні схеми, які реалізують логічні функції **І**, **АБО**, **виключаюче АБО**. перевірити відповідність роботи схем у режимі симуляції таблицям істинності функцій.

Зміст звіту з лабораторної роботи.

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, чотири схеми логічних функцій, висновок.

Контрольні запитання.

1. Як розмістити елемент на аркуші схеми?
2. Як з'єднати елементи між собою?
3. Як увімкнути режим симуляції?
4. Як розрізнити провідники провідники, по яким тече струм, і ті, в яких його немає?
5. На які основні розділи поділяють електричні елементи у таблиці умовних позначень середовища FluidSIM?
6. Намалювати схему в якій лампочка вимикається при натисканні кнопки, не використовуючи реле.

3 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Програмування мікроконтролера ADuC 841.

Мета: здобути навички завантаження програми до мікроконтролера і видачі сигналів керування на зовнішні пристрої .

Короткі теоретичні відомості.

Порядок запису розробленої програми в пульт.

1. Підключити пульт до USB.
2. Запустити програму «WDS Analog Devices» (рисунок 3.1).

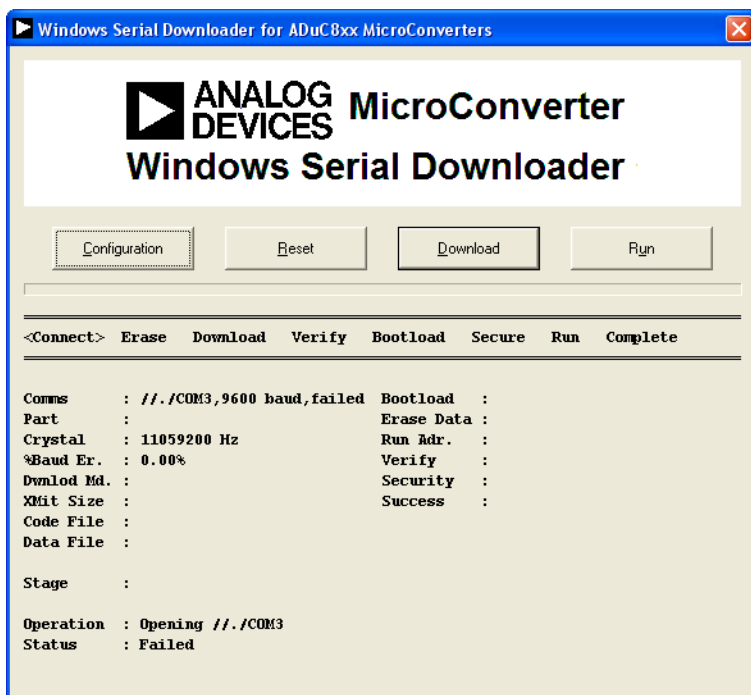


Рисунок 3.1 – Вікно програми «WDS Analog Devices».

3. Натиснути кнопку «Configuration» цього вікна, яка відкриє нове вікно «Configuration» (рисунок 3.2)

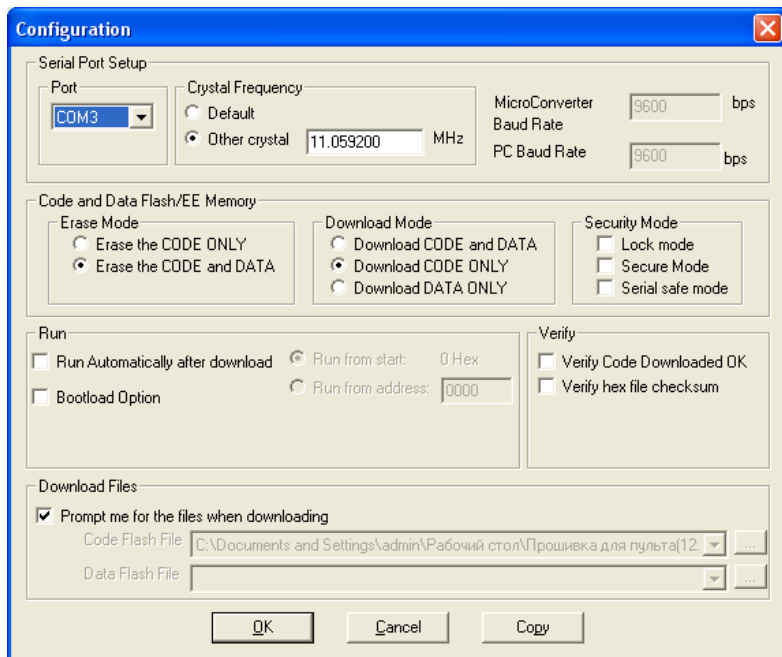


Рисунок 3.2 – Вікно «Configuration».

4. В області «Crystal Frequency» вибрати опцію «Other crustal» з частотою 11,0592 MHz, далі натиснути кнопку «OK».

5. Для встановлення у режим програмування на задній стороні пульта (рисунок 3.3) треба переключити повзунковий перемикач у положення «P» і натиснути кнопку скидання «R», після чого пульт перейде у режим програмування.

6. Далі у вікні програми WDS треба натиснути кнопку скидання «Reset», після чого «Status» повинен змінитися на «Reset OK! ADuC841 device detected» (рисунок 3.4)

7. Якщо з'явиться повідомлення «Status – Failed to connect to the ADuC8xx after 2 attempts», необхідно повторити пункт 6.

8. Далі у вікні програми WDS натиснути кнопку «Download» після чого відкриється вікно для вибору прошивки, вибрати потрібний файл і натиснути кнопку «Открыть», після цього почнеться завантаження програми у пульт.



Рисунок 3.3 – Задня сторона пульта.

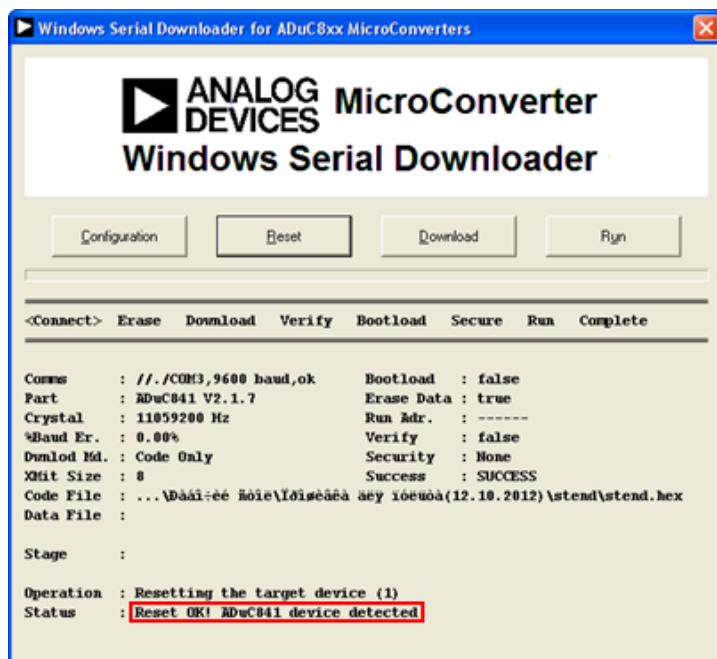


Рисунок 3.4 - Вікно програми WDS після виконання скидання.

9. Після завершення завантаження у «Status» відобразиться параметр «Success».

10. Далі для запуску програми в пульті необхідно натиснути на кнопку «Run» у вікні програми WDS або перемикнути повзунковий перемикач на задній панелі у положення «W» і натиснути кнопку скидання «R».

Завдання.

Розробити програму в якій стан світлодіодів VD1-VD8 залежить від стану перемикача SA1, причому, світлодіоди з парними номерами світяться коли перемикач ввімкнений, а непарні – вимкнений. Провести тестування програми у середовищі Franklin Software. Записати програму у мікроконтролер і перевірити її роботу.

Зміст звіту з лабораторної роботи.

Зміст з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, умову індивідуального завдання, текст програми з коментарями до кожної команди (групи команд), висновки з лабораторної роботи.

Контрольні запитання.

1. Які команди використовуються для зчитування інформації з окремих бітів портів?
2. Які команди використовуються для запису інформації в окремі біти портів?
3. Які команди використовуються для запису інформації у всі біти порту одночасно?
4. Назвати перелік дій, які необхідно виконати, для того, щоб завантажити розроблену програму у мікроконтролер ADuC 841.
5. Призначення перемикача «P-W»
6. Призначення кнопки «R»
7. Який інтерфейс використовується для з'єднання Пульта з комп'ютером?

4 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Базові логічні функції в релейно-контакторних системах керування

Мета: отримати практичні навички складання електричних релейно-контакторних схем, які реалізують логічні функції AND, OR, NOT.

Завдання.

Накреслити електричні схеми і розробити програми мовою Асемблер для контролера ADuC-841, які реалізують поставлені завдання. Перевірити працездатність програм на стенді «Пульт ADuC-841». Після перевірки правильності накреслених схем викладачем здійснити перевірку працездатності схем на релейно-контакторному стенді (рис. 1.1). Порівняти два способи реалізації завдань, знайти спільні і відмінні деталі. Відповідність між органами керування та індикації релейно-контакторного стенду (SB1, SB2, SA1, HL1) і стенду «Пульт ADuC-841» (SA1-SA8, VD1-VD8) задається викладачем.

1. Індикатор світиться при натиснутій зеленій (нормально замкненій) кнопці.
2. Індикатор світиться при ненатиснутій червоній (нормально розімкненій) кнопці й вимикається при її натисканні.
3. Індикатор світиться тільки при натиснутій зеленій (нормально замкненій) і ненатиснутій червоній (нормально розімкненій) кнопці.
4. Індикатор світиться при натиснутій зеленій (нормально замкненій) або ненатиснутій червоній (нормально розімкненій) кнопці.
5. Індикатор світиться при ненатиснутій зеленій (нормально замкненій) кнопці й вимикається при її натисканні.

Зміст звіту з лабораторної роботи.

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, умови завдань, схеми та програми для виконання цих завдань. Схеми можуть бути накреслені вручну або у будь-якому графічному редакторі.

Контрольні запитання.

Поясніть принцип дії логічних функцій AND, OR, NOT, накресліть електричні схеми та таблиці істинності.

5 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Поєднання логічних функцій в релейно-контакторних системах керування

Мета: отримати практичні навички складання електричних релейно-контакторних схем, які включають в себе декілька логічних функцій AND, OR, NOT.

Завдання.

Накреслити електричні схеми і розробити програми мовою Асемблер для контролера ADuC-841, які реалізують поставлені завдання. Перевірити працездатність програм на стенді «Пульт ADuC-841». Після перевірки правильності накреслених схем викладачем здійснити перевірку працездатності схем на релейно-контакторному стенді (рис. 1.1). Порівняти два способи реалізації завдань, знайти спільні і відмінні деталі. Відповідність між органами керування та індикації релейно-контакторного стенду (SB1, SB2, SA1, HL1) і стенду «Пульт ADuC-841» (SA1-SA8, VD1-VD8) задається викладачем.

1. Індикатор світиться при натиснутій червоній кнопці.
2. Індикатор світиться тільки при натиснутих зеленій і червоній кнопках.
3. Індикатор світиться тільки при ненатиснутих зеленій і червоній кнопках.
4. Індикатор світиться тільки при натиснутій червоній і ненатиснутій зеленій кнопці.
5. Індикатор світиться при натиснутій зеленій або червоній кнопці.

Зміст звіту з лабораторної роботи.

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, умови завдань, схеми та програми для виконання цих завдань. Схеми можуть бути накреслені вручну або у будь-якому графічному редакторі.

Контрольні запитання.

1. Поясніть призначення поєднання логічних функцій в релейно-контакторних системах керування.
2. Якими засобами можна реалізувати релейний захист систем керування?

6 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Релейно-контакторні системи керування зі змінною структурою

Мета: отримати практичні навички складання електричних релейно-контакторних схем, які реалізують декілька алгоритмів роботи.

Завдання.

Накреслити електричні схеми і розробити програми мовою Асемблер для контролера ADuC-841, які реалізують поставлені завдання. Перевірити працездатність програм на стенді «Пульт ADuC-841». Після перевірки правильності накреслених схем викладачем здійснити перевірку працездатності схем на релейно-контакторному стенді (рис. 1.1). Порівняти два способи реалізації завдань, знайти спільні і відмінні деталі. Відповідність між органами керування та індикації релейно-контакторного стенду (SB1, SB2, SA1, HL1) і стенду «Пульт ADuC-841» (SA1-SA8, VD1-VD8) задається викладачем.

1. Індикатор світиться при ненадтиснутій зеленій або ненадтиснутій червоній кнопці.
2. Індикатор світиться при ненадтиснутій зеленій або надтиснутій червоній кнопці.
3. В режимі 1 індикатор світиться, в режимі 2 – не світиться.
4. В режимі 1 індикатор світиться при надтиснутій зеленій кнопці, в режимі 2 – не світиться.
5. В режимі 1 індикатор світиться при ненадтиснутій червоній кнопці, в режимі 2 – не світиться.

Зміст звіту з лабораторної роботи.

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, умови завдань, схеми та програми для виконання цих завдань. Схеми можуть бути накреслені вручну або у будь-якому графічному редакторі.

Контрольні запитання.

1. Поясніть призначення релейно-контакторних систем керування зі змінною структурою.
2. Якими засобами можна реалізувати виконання декількох алгоритмів у релейно контакторних схемах?

7 ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Реалізація елементів пам'яті в релейно-контакторних системах керування

Мета: отримати практичні навички складання електричних релейно-контакторних схем, які можуть заходитися в декількох стійких станах.

Завдання.

Накреслити електричні схеми і розробити програми мовою Асемблер для контролера ADuC-841, які реалізують поставлені завдання. Перевірити працездатність програм на стенді «Пульт ADuC-841». Після перевірки правильності накреслених схем викладачем здійснити перевірку працездатності схем на релейно-контакторному стенді (рис. 1.1). Порівняти два способи реалізації завдань, знайти спільні і відмінні деталі. Відповідність між органами керування та індикації релейно-контакторного стенду (SB1, SB2, SA1, HL1) і стенду «Пульт ADuC-841» (SA1-SA8, VD1-VD8) задається викладачем.

1. В режимі 1 індикатор світиться при натиснутій зеленій кнопці, в режимі 2 – при ненатиснутій червоній кнопці.

2. В режимі 1 індикатор світиться при натиснутій зеленій кнопці, в режимі 2 – при натиснутій червоній кнопці.

3. В режимі 1 індикатор світиться при натиснутих зеленій і червоній кнопках, в режимі 2 – при натиснутій червоній кнопці.

4. Індикатор вмикається короткочасним натисканням зеленої кнопки, вимикається – короткочасним натисканням червоної кнопки.

5. В режимі 1 індикатор вмикається короткочасним натисканням зеленої кнопки, вимикається – короткочасним натисканням червоної кнопки; в режимі 2 індикатор світиться при натиснутій зеленій і ненатиснутій червоній кнопках.

6. Індикатор вмикається короткочасним натисканням зеленої кнопки, вимикається – короткочасним натисканням зеленої кнопки.

Зміст звіту з лабораторної роботи.

Звіт з лабораторної роботи повинен містити титульний лист, тему, мету лабораторної роботи, умови завдань, схеми та програми для

виконання цих завдань. Схеми можуть бути накреслені вручну або у будь-якому графічному редакторі.

Контрольні запитання.

1. Поясніть призначення елементів пам'яті в релейно-контакторних системах керування.

2. Назвіть засоби для реалізації елементів пам'яті в релейно-контакторних системах керування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Конспект лекцій з дисципліни «Автоматизовані електромеханічні системи» для студентів напряму 6.050701 – електротехніка та електротехнології / Укладач Ю. Ю. Шрамко Дніпродзержинськ, ДДТУ, 2016. – 86 с. – Режим доступу: <http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/30/6-30-kl49.pdf>

2. Кулинич, Е.М. Лабораторний стенд з бездротовим інтерфейсом для дослідження електроприводу постійного струму / Е.М. Кулинич, О.С. Назарова, Д.В. Гончаров, С.Г. Чернишев, В.В. Піскун // Електроенергетика та електротехніка, 2020. - №3. – С.24-36. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-6761-2020-3-3>.

3. Osadchyu, V. Laboratory Stand for Investigation of Liquid Level Microprocessor Control Systems / V. Osadchyu, O. Nazarova // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, Ukraine, 2020. - pp. 1-4. doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240868.

4. Брилистий, В.В. Вимірювання крутного моменту для дослідження енергетичних характеристик приводів електромобілей / В.В. Брилистий, О.С. Назарова, В.В. Осадчий // Електротехніка та електроенергетика, 2021. - №4. - С. 36–44. <https://doi.org/10.15588/1607-6761-2021-4-4>

5. Реле R4(N)-2014-23-1024-WTL – Режим доступу: <https://www.svaltera.ua/upload/manuals/rr4.pdf>

6. Контактна колодка для реле R4 – Режим доступу: <https://www.svaltera.ua/upload/manuals/relpol/GZMB4.jpg>

7. Реле часу TR4N-24AC/DC-14M – Режим доступу: <https://www.svaltera.ua/upload/images/relpol/tr4/rTR4N204P.pdf>

8. Ельперін, І.В. Автоматизація виробничих процесів [Текст]: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пулена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. – Вид. 2-ге, виправлене. – К.: Вид. Ліра-К, 2015. – 378 с.

9. Новацький А. О. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. у 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] / А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 361с.

10. Nazarova, O. Software and hardware complex for the study of electropneumatic mechatronic systems / O. Nazarova, V. Osadchyu, S.

Shulzhenko, M. Olieinikov // 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022. - P. 1-6, doi: 10.1109/MEES58014.2022.10005698.

11. Osadchy, V. Adjustable Vibration Exciter Based on Unbalanced Motors / V. Osadchy, O. Nazarova, T. Hutsol, S. Glowacki, K. Mudryk, A. Bry's, A. Rud, W. Tulej, M. Sojak // Sensors, 2023. – Vol. 23. – P. 2170. <https://doi.org/10.3390/s23042170>

12. Невлюдов І. Ш. Виробничі процеси та обладнання об'єктів автоматизації : Підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2017. – 444 с.










13. Гончаренко Б. М., Осадчий С. І., Віхрова Л. Г. Автоматизація виробничих процесів: навч. посіб. – Кіровоград: Лисенко В.Ф., 2016. – 352 с.

14. Островерхов М.Я. Електротехнічні системи на основі електромагнітних виконавчих пристроїв для керування параметрами технологічних процесів: монографія. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 348 с.

Додаток А

Перелік умовних позначень елементів електричних схем

Таблиця А.1 – Умовні позначення елементів електричних схем

	Лампочка
	Перемикач (контакт перекидний)
	Кнопка, нормально відкрита, без фіксації
	Кнопка, нормально відкрита, з фіксацією
	Кнопка, нормально замкнута, без фіксації
	Кнопка, нормально замкнута, з фіксацією
	Реле
	Реле часу із затримкою на вмикання
	Реле часу із затримкою на вимкнення

Додаток Б

Зразок оформлення титульної сторінки

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра ЕПА

**Лабораторна робота № 1
з дисципліни
«Основи автоматики»**

Виконав:
студ. гр. Е-333

Іваненко І.І.

Перевірив:
доцент

Петренко П.П.