

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування
рухом поїздів**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**для практичних занять, самостійної підготовки,
виконання контрольної та розрахунково-графічної робіт**

з освітнього компонента

«ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ»

**для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
спеціальності G7 (174) «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка»**

Харків 2026

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів 6 квітня 2026 р., протокол № 7.

Методичні вказівки призначені для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», які вивчають освітній компонент «Основи комп'ютерно-інтегрованого управління», усіх форм здобуття освіти.

Укладачі:

доценти С. О. Змій,

О. В. Щебликіна,

І. М. Сіроклин

Рецензент

проф. С. І. Доценко

ЗМІСТ

Практична робота 1. Структурна схема електричної централізації стрілок і сигналів.....	4
Практична робота 2. Однонитковий план проміжної (категорії малих) станції.....	10
Практична робота 3. Принципова схема маршрутів приймання системи ЕЦМ.....	16
Практична робота 4. Принципова схема маршрутів відправлення системи ЕЦМ.....	28
Практична робота 5. Принципова схема керування стрілочним електроприводом системи ЕЦМ.....	33
Практична робота 6. Розроблення програмного забезпечення комп'ютерної системи електричної централізації стрілок і сигналів...	41
Список літератури.....	67

Практична робота 1. СТРУКТУРНА СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ СТІЛОК І СИГНАЛІВ

Мета роботи

Ознайомитися із особливостями побудови та функціонування систем електричної централізації стрілок і сигналів (ЕЦ). Навчитися обґрунтовувати необхідність обладнання станції пристроями електричної централізації стрілок і сигналів.

Теоретичні відомості

Системи електричної централізації призначені для керування однією особою (черговим по станції - ДСП) із єдиного поста стрілками і світлофорами з метою забезпечення процесу перевезень у межах усієї станції або однієї її горловини. Системи ЕЦ насамперед допомагають значно підвищити безпеку руху рухомого складу. Крім того, впровадження ЕЦ дає змогу підвищити такі експлуатаційні показники:

- прискорити в десятки разів час готування маршруту;
- приблизно в 1,5-2 рази підвищити пропускну спроможність горловин;
- інтенсифікувати поїзну і маневрову роботу;
- скоротити штат працівників (звільнити в середньому 55 чергових по стрілочних постах на кожні 100 централізованих стрілок);
- підвищити продуктивність і культуру праці.

У промислово розвинених країнах світу широко впроваджують мікропроцесорні системи ЕЦ (МПЦ), які за багатьма показниками значно перевершують характеристики релейних систем (функціональність, надійність, швидкодія, економічність, термін служби та ін.). Однак в Україні вітчизняні системи МПЦ поки ще не розроблені, оскільки їх створення є складним технічним завданням, що потребує значних капітальних вкладень. Тому впровадження МПЦ в Україні очікують у перспективі.

На мережі залізниць України експлуатують кілька різновидів систем ЕЦ. Це можна пояснити специфічними особливостями станцій: їхнім призначенням, кількістю стрілок і сигналів, розмірами руху та ін. У таких умовах економічно доцільно використовувати різні системи ЕЦ, які розрізняються розміщенням приладів керування, контролю та електроживлення; способами керування і розмикання маршрутів; конструктивним оформленням апаратури.

У цій роботі задана проміжна станція з кількістю стрілок менше 15, яку потрібно віднести до категорії малих станцій, на яких застосовують ЕЦ із центральними залежностями і місцевими джерелами живлення (ЕЦМ). В ЕЦМ релейну апаратуру розміщують частково на посту чергового по станції, а частково поміщають у релейних шафах біля входних і вихідних світлофорів. Джерела живлення розміщують у батарейних шафах поблизу поста ДСП і в релейних шафах.

За способом керування ЕЦМ є системами з індивідуальним керуванням стрілками і сигналами. За індивідуального керування спочатку переводять у необхідне положення кожен стрілку окремо, а потім задають команду на відкриття світлофора.

Електрична централізація являє собою автоматизовану систему керування рухом поїздів на станціях, у якій передбачена маршрутизація поїзних і маневрових пересувань зі світлофорною сигналізацією. На рисунку 1.1 наведена структура системи електричної централізації.

Для ЕЦ головні та приймально-відправні колії, а також стрілочні та безстрілочні ділянки колії (секції) обладнують рейковими колами або іншими системами контролю стану ділянок на станції. Цим виключають переведення стрілок і відкриття світлофорів за їх зайнятого стану. На стрілках встановлюють стрілочні електроприводи, що забезпечує дистанційне переведення стрілок, їх запирання та контроль стрілочних гостряків.

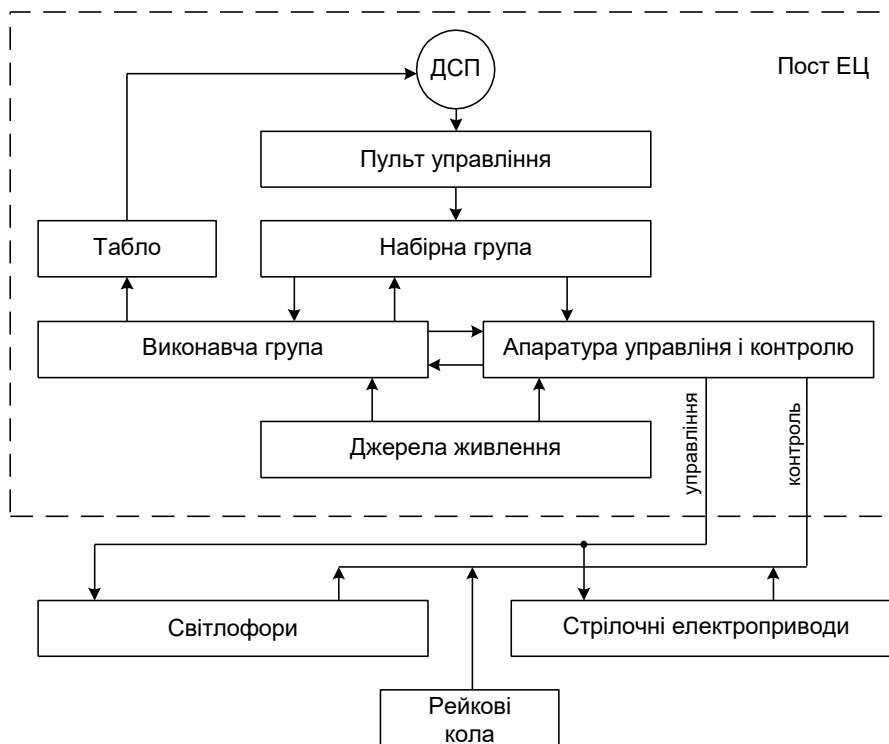


Рисунок 1.1 – Структурна схема електричної централізації стрілок і сигналів

Світлофори, відповідно до Інструкції з сигналізації та прийнятої маршрутизації, регулюють рух поїздів. Це дає змогу черговому по станції керувати поїзною та маневровою роботою, контролюючи поїзну ситуацію на табло. Дії ДСП на пульті керування фіксують набірною групою, умови безпеки руху перевіряють апаратурою виконавчої групи, а для переведення стрілок і відкриття світлофорів використовують апаратуру керування і контролю напільних об'єктів. Вони мають електричний зв'язок з усіма функціональними вузлами централізації. За рахунок цього можна керувати системою за ушкоджень окремих функціональних вузлів, наприклад схем набору маршрутів, а також візуально контролювати її стан у реальному масштабі часу. Така інформація потрібна не тільки для працівників служби руху, але і персоналу, який виконує технічне обслуговування. Конструктивно апаратура керування являє собою пульт-маніпулятор із кнопками для керування

електричною централізацією і виносного табло, на якому відображена інформація про стан напільного обладнання.

Усе обладнання має електроживлення від надійних джерел електропостачання, в оптимальному випадку – від двох незалежних фідерів І категорії та ДГА.

Отже, ЕЦ як система керування виконує такі основні функції:

- контроль стану об'єктів керування (стрілки, світлофори, рейкові кола, переїзди, маневрові колонки та ін.);
- фіксація дій ДСП на пульті керування;
- вироблення керуючих дій на напільні об'єкти з дотриманням умов безпеки руху поїздів;
- спостереження за рухом поїздів у межах області керування системи ЕЦ;
- відображення на табло ДСП поїзної ситуації на станції в певний момент часу;
- інше.

Усі перелічені функції пов'язані з безпекою руху потягів, тому у схемах виконавчої групи використовують реле першого класу надійності.

У схемі системи ЕЦ маршрут встановлюють роздільним способом, тобто кожен стрілку, що входить до маршруту, переводять натисканням стрілочної кнопки МК або ПК. Остаточне переведення стрілок контролюють засвічуванням ламп мінусового і плюсового положення. Далі в системі автоматично контролюють усі умови правильності встановлення маршруту:

- 1) правильне положення ходових і охоронних стрілок;
- 2) вільність колійних і стрілочних секцій, що беруть участь у маршруті, а також габаритних ділянок;
- 3) вільність приймальної колії;
- 4) відсутність ворожих маршрутів у певній горловині станції;

5) відсутність зустрічних (лобових) маршрутів на одну і ту саму приймальну колію з різних кінців станції;

6) відсутність горіння на вхідному світлофорі місячно-білого запрошувального вогню;

7) справність ниток ламп дозвільних вогнів вхідного світлофора;

8) відсутність штучного розділення маршруту;

9) відсутність ворожих передач стрілок на місцеве керування в певній горловині станції;

10) те саме на протилежній горловині.

Для маршрутів відправлення необхідно контролювати умови 1), 2), 4), 9), 10), як і для маршруту приймання, а також

11) відсутність горіння миготливого місячно-білого вогню на вихідному світлофорі на станціях двоколійних дільниць;

12) вільність не менше однієї блок-ділянки віддалення на перегоні за автоматичного блокування або всього перегону за напівавтоматичного блокування;

13) відповідність встановленого напрямку руху поїзда, що відправляється, на станціях одноколійних дільниць;

14) відсутність раніше відправленого на перегін господарського поїзда з ключем-жезлом;

15) відсутність штучного розділення маршруту.

Зі встановленням маневрових маршрутів контролюють умови 1), 2), 4), 8), 9). Деякі з умов залежно від колійного розвитку та характеру станційної роботи можуть не бути виконані: умова 3) не контролювана, оскільки маневрові пересування можуть здійснюватися на зайняті вагонами приймально-відправні колії; умова 5) не контролювана, оскільки зустрічні маневрові маршрути на одну і ту саму колію з різних кінців станції не вважають ворожими.

Завдання для виконання роботи

Побудуйте структурну схему системи електричної централізації стрілок і сигналів із центральними залежностями і місцевими джерелами живлення.

Контрольні запитання

1 Яке основне призначення систем електричної централізації (ЕЦ) стрілок і сигналів на залізничному транспорті?

2 Які експлуатаційні показники дає змогу підвищити впровадження електричної централізації на станціях?

3 Чим пояснюють необхідність експлуатації різних різновидів систем ЕЦ на мережі залізниць України?

4 Які особливості побудови та розміщення обладнання характерні для систем ЕЦ із центральними залежностями і місцевими джерелами живлення (ЕЦМ)?

5 У чому полягає сутність індивідуального способу керування стрілками і сигналами в системі ЕЦМ?

6 Із якою метою головні та приймально-відправні колії, а також стрілочні та безстрілочні ділянки станції обладнують рейковими колами?

7 Які основні функції як система керування виконує електрична централізація?

8 Чому у схемах виконавчої групи ЕЦ обов'язково використовують реле першого класу надійності?

9 Які умови правильності встановлення маршруту автоматично контролювані системою ЕЦ із задаванням маршруту приймання?

10 Які додаткові умови необхідно контролювати в системі ЕЦ для безпечного встановлення маршрутів відправлення?

Література [1-5].

Практична робота 2. ОДНОНИТКОВИЙ ПЛАН ПРОМІЖНОЇ (КАТЕГОРІЇ МАЛИХ) СТАНЦІЇ

Мета роботи

Ознайомитися із особливостями побудови однострижкових планів проміжної (категорії малих) станцій. Навчитися обґрунтовувати необхідність обладнання станції пристроями електричної централізації стрілок і сигналів.

Теоретичні відомості

У процесі проектування електричної централізації насамперед розробляють однострижковий план станції, на якому розміщені поїзні (вхідні, вихідні) і маневрові світлофори; визначають конструкцію світлофорів (щоглові, карликові); нумерують стрілки і сигнали; вказують сигнальні вогні світлофорів; розбивають колії на ізольовані ділянки (рисунок 2.1).

Із боку перегону станція захищена вхідними світлофорами (Н і Ч).

Вхідні світлофори передбачені завжди щоглові, мають п'ять вогнів: червоний, два жовтих, зелений і місячно-білий. Із застосуванням на станції пологих стрілочних переводів марки 1/18 і вище вхідні світлофори доповнюють зеленою сигнальною смугою. Для приймання поїздів по неправильній колії (наприклад на період організації тимчасового двобічного руху по одній із колій перегону під час капітального ремонту іншої) передбачають додаткові вхідні світлофори НД і ЧД. Ці світлофори через недостатню ширину міжколійя можна установлювати з лівого боку в напрямку руху поїздів. Вони мають одне дозвільне показання - два жовтих вогні незалежно від маршруту приймання.

Сполучені світлофори (вихідні світлофори, які сполучені з маневровими) встановлюють з урахуванням заданої спеціалізації приймально-відправних колій і позначають літерами Н і Ч залежно від напрямку руху з додаванням цифри колії відправлення (Н1, Н3, Н6 – для непарного напрямку, Ч1, Ч3, Ч4, Ч6 – для парного напрямку).

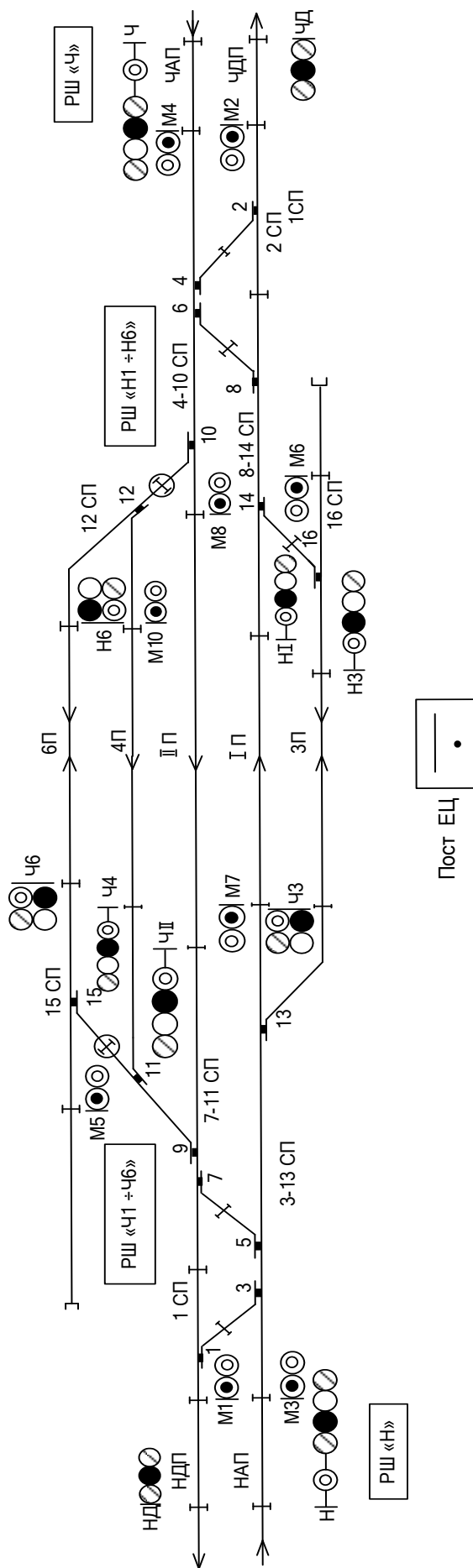


Рисунок 2.1 – Схема станції з осигналюванням

На знеособлених коліях вихідні світлофори встановлюють з обох кінців станційної колії (НЗ і ЧЗ, Н6 і Ч6), а на спеціалізованих (колії І, ІІ і 4) – тільки з одного кінця відповідно до спеціалізації.

Оскільки прилеглі перегони обладнані тризначним автоблокуванням, сполучені світлофори мають червоний, жовтий, зелений і місячно-білий вогні: жовтий і зелений вогні використовують як дозвільні для відправлення поїздів; білий (немиготливий) – для маневрів із колії; червоний – як заборонний для поїзних і маневрових маршрутів; місячно-білий (миготливий) – як запрошувальний для відправлення поїздів за світлофорами, які беруть участь у маршрутах безупинного руху (світлофори НІ, НЗ і ЧІІ, Ч4).

Оскільки станція «П» мала, і маневрові пересування по ній здійснюють у мінімальних розмірах, маневрові світлофори встановлюють тільки за необхідності. Для їх розміщення потрібно враховувати такі вимоги. Маневрові світлофори зі станційних колій сполучаються з вихідними, тому всі сполучені світлофори одночасно є і маневровими. Якщо колія спеціалізована (сполучений світлофор установлений з одного кінця), то з протилежного кінця передбачено маневровий світлофор. Маневрові світлофори встановлюють:

- для огороження станції з боку під'їзних колій, вантажних дворів інших примикань (на рисунку 2.2 відсутні);
- виїзду з тупиків (М5, М6);
- огороження горловини станції з боку приймально-відправних колій (ЧІІ, ЧЗ, Ч4, Ч6, М7, НІ, НЗ, Н6, М8, М10);
- виїзду з безстрілочних ділянок, розташованих між вхідними світлофорами і першою стрілкою (М1, М3, М2, М4).

Нумерація маневрових світлофорів починається від вхідного світлофора до осі станції, при цьому їх позначають літерою М і порядковим номером - парним або непарним залежно від горловини станції.

Маневрові світлофори зазвичай встановлюють карликові. В окремих випадках за поганої видимості їх передбачають щогловими (на рисунку 2.1 відсутні).

Стрілки на схематичному плані вказують у нормальному (плюсовому) положенні, нумерують порядковими парними номерами в парній горловині, починаючи від вхідного світлофора, і непарними – у непарній горловині. Стрілки з'їздів нумерують суміжними номерами. Зазвичай усі стрілочні переводи обладнані стрілочними електроприводами та включені до централізації. Малодіяльні та стрілочні переводи в районі тупиків, вантажних дворів тощо можуть не бути обладнані стрілочними електроприводами та не включеними до централізації.

Після осигналізування розміщують ізолюючі стики, щоб електрично відокремити рейкові кола стрілочних і безстрілочних ділянок (наприклад 3-13СП, НАП), а також станційних колій (наприклад ІІ, ЗІІ) одне від одного з метою контролю місця знаходження рухомого складу.

Розміщують ізолюючі стики в такій послідовності. Спочатку встановлюють стики біля всіх станційних світлофорів. Потім розбивають горловину на ізольовані ділянки - секції стрілочних зон. В одну секцію не можна включати більше трьох окремих стрілочних переводів. Стрілки з'їздів між паралельними коліями (1/3, 5/7, 2/4, 6/8, 11/15 і 14/16) та інші стрілки, повернені хрестовинами одна до одної (наприклад 1 і 7, 2 і 6), ізолюють одна від одної, в іншому випадку будуть неможливі одночасні неворожі пересування по обох стрілках.

У горловинах станції в безпосередній близькості до світлофорів встановлюють релейні шафи (РШШ), у яких розміщено релейне обладнання.

Завдання для виконання роботи

Відповідно до завдання, яке вибирають за порядковим номером здобувача у журналі (списку) групи (рисунок 2.2), розробити одностричковий

план станції. Напрямок руху (парний чи непарний) здобувач вибирає самостійно.

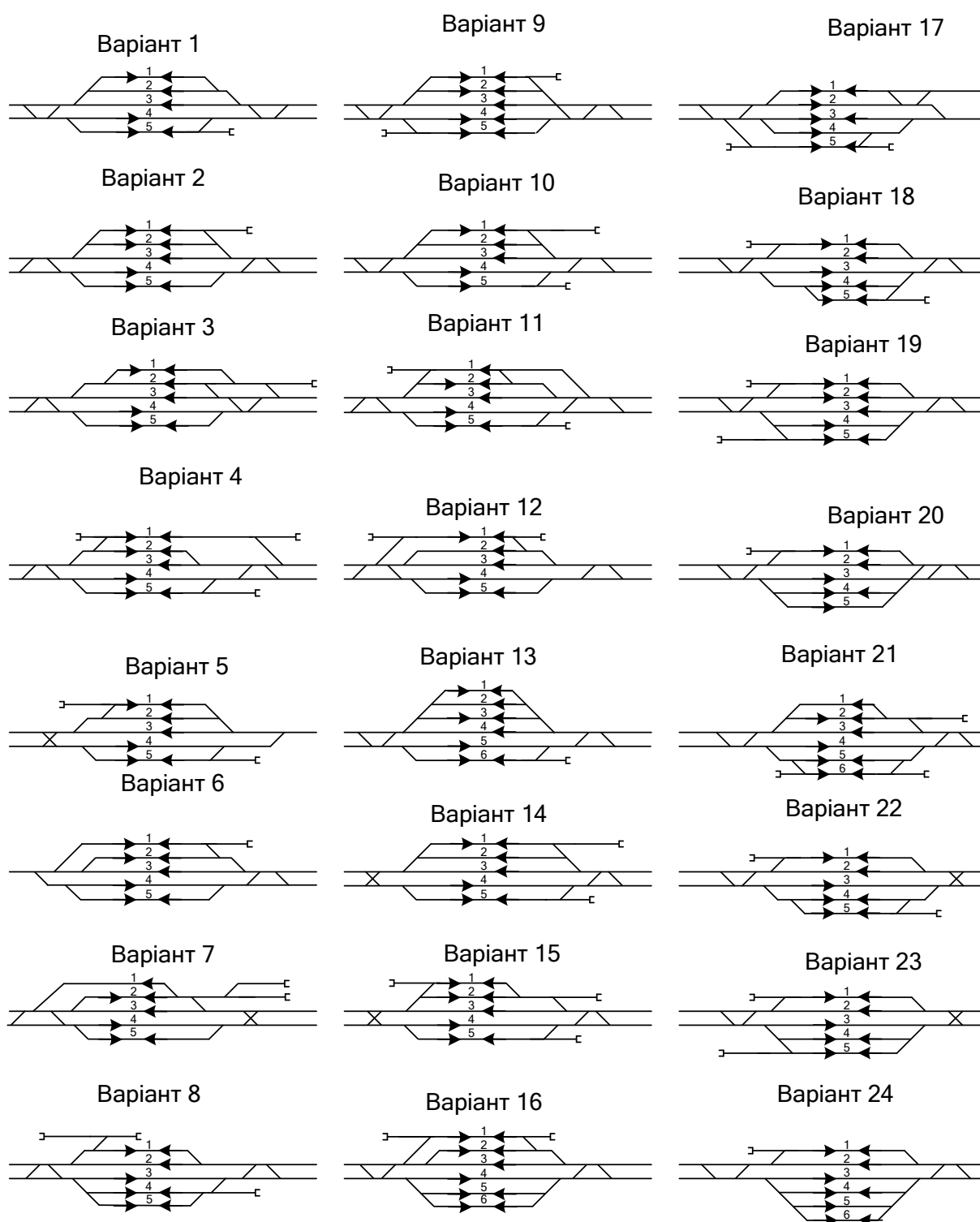


Рисунок 2.2 – Варіанти завдання

Контрольні запитання

- 1 Які основні технічні завдання виконують у процесі проєктування однострижкового плану станції?
- 2 Які конструктивні особливості та кількість сигнальних вогнів мають вхідні світлофори?
- 3 За якої умови їх доповнюють зеленою сигнальною смугою?
- 4 Для чого на станції передбачають додаткові вхідні світлофори з літерами Д?
- 5 Які особливості їх встановлення та сигнальних показань?
- 6 Як позначають сполучені вихідні світлофори залежно від напрямку руху та спеціалізації колій?
- 7 Які сигнальні вогні мають сполучені світлофори на ділянках із тризначним автоблокуванням та яке призначення кожного вогню?
- 8 З урахуванням яких вимог розміщують маневрові світлофори на малих станціях?
- 9 За якими правилами нумерують стрілки та маневрові світлофори на схематичному плані станції?
- 10 Які стрілочні переводи дозволено не включати до централізації та не обладнувати електроприводами?
- 11 Із якою метою розбивають стрілочну горловину станції на ізольовані ділянки за допомогою ізолюючих стиків?
- 12 Яких правил і послідовності необхідно дотримуватися з розміщенням ізолюючих стиків у горловинах станції?
- 13 Для чого в горловинах станції в безпосередній близькості від світлофорів встановлюють релейні шафи?

Література [1-8].

Практична робота 3. ПРИНЦИПОВА СХЕМА МАРШРУТІВ ПРИЙМАННЯ СИСТЕМИ ЕЦМ

Мета роботи

Ознайомитися із особливостями побудови принципів схем маршрутів приймання системи ЕЦМ. Навчитися розробляти принципові схеми маршрутів приймання системи ЕЦМ для заданої станції.

Теоретичні відомості

Встановлення непарного маршруту приймання на колію ІІ (ЗП, 6П) починається з роздільного переведення стрілок, що входять у маршрут, і контролю їхнього положення після переведення. Контролюють положення стрілок у маршруті приймання для кожної колії контрольно-маршрутні реле ПКМ (рисунок 3.1, коло 7).

У маршруті приймання на колію ІІ контрольне реле ІНПКМ через контакти реле 1/ЗПК, 5/7ПК і 13ПК перевіряє плюсове положення стрілок 1/3, 5/7 і 13; у маршрутах приймання на колії ЗП і 6П контролюють контрольно-маршрутні реле ЗНПКМ і 6НПКМ, перевіряючи правильність положення стрілок у маршрутах. Контакти реле ПКМ на табло станції вмикають жовті лампочки готовності стрілок для маршруту приймання, що задають.

Після того як ДСП переконався в готовності стрілок, він натискає сигнальну кнопку «ПРИЙМАННЯ», щоб відкрити вхідний світлофор Н. Однак, відповідно до правил технічної експлуатації, дозвільне показання на світлофорі може бути ввімкнено тільки після перевірки таких умов безпеки руху поїзда:

- 1) правильне положення всіх ходових і охоронних стрілок;
- 2) вільність маршруту приймання, або, інакше кажучи, вільність усіх колійних секцій, що входять у маршрут;
- 3) вільність колії приймання;

- 4) відсутність ворожих маршрутів;
- 5) відсутність горіння запрошувального вогню;
- 6) замикання маршруту, тобто замикання всіх стрілок і колійних секцій, що входять у маршрут.

Алгоритм відкриття будь-якого станційного світлофора перед виконанням умови безпеки 6 (замикання маршруту) потребує попередньої перевірки умов 1-5. Необхідність такої послідовності викликана тим, що передчасне замикання маршруту у випадку невиконання будь-яких із умов безпеки (1-5) викликає необхідність у виконанні відповідальної операції зі штучного розмикання маршруту.

Попередній контроль умов безпеки (1-5) здійснюваний у колі реле НС – загального сигнального реле непарного вхідного світлофора (коло 1) у такий спосіб.

Умова 1 – правильне положення всіх ходових і охоронних стрілок здійснюване так, як було описано вище, реле ІНПКМ, ЗНПКМ і 6НПКМ.

Умова 2 – контролюють вільність маршруту приймання контакти колійних реле тих секцій, із яких складається маршрут, що задають (НПІП, 1-13СП - загальні секції маршрутів приймання і 7-11СП, 15СП – тільки для приймання на 6П).

Умова 3 – вільний стан колій приймання контролює реле НПІП. Вмикання цього реле через контакти ПКМ (коло 8) дає змогу контролювати вільність тієї колії приймання, на яку встановлені стрілки.

Умова 4 – відсутність ворожих маршрутів контролює схемний вузол між точками А і Б кола 1, що складається із сукупності контактів контрольно-маршрутних і замикаючих реле непарної і парної горловин станції.

Увімкнення контактів НПКМ і ЧПКМ зроблено так, що встановлення зустрічних поїзних маршрутів приймання, а також маневрів і поїзного приймання на ту саму колію виключено, а на різні колії допускають.

Наприклад, вимикають зустрічні лобові маршрути приймання на колію 3П із різних сторін станції контакти замикаючого реле парних маршрутів приймання (ЧПЗ) і замикаючого реле маневрів від світлофорів М2, М4 і М6 (М2463), а також контакти контрольно-маршрутних реле ЗНПКМ і ЗЧПКМ. Якщо з парної сторони станції встановлений поїзний маршрут приймання (або маневровий маршрут) на колію 3П, то буде знеструмлено реле ЧПЗ (або М2463) і збуджено реле ЗЧПКМ. У результаті цього з непарної сторони станції виключена можливість організації маршруту приймання на колію 3П, але допускають на колії ІП і 6П.

У маршруті приймання на колію 6П коло між точками А і Б замикають фронтові контакти реле 7-11СП, 15СП, 6НПКМ, ЗЧПКМ і тиловий контакт реле ЗНПКМ; у маршруті приймання на колію ІП - фронтові контакти реле ІНПКМ і ЗЧПКМ і тиловий контакт реле НПКМ.

Умова 5 – відсутність горіння запрошувального вогню перевіряє тиловий контакт постового сигнального реле місячно-білого вогню НЛБС.

Збудження загального сигнального реле НС свідчить про виконання першого каскаду керування вхідним світлофором (перевірки умов безпеки 1-5), а отже, про можливість задавання маршруту. Саме в цей момент за допомогою спеціальної схеми відбувається замикання маршруту, що задають (на рисунку 3.1 показані тільки контакти замикаючого реле непарного приймання НПЗ, а сама схема замикання не показана).

У схемі другого каскаду керування вхідний світлофор вмикає виконавчі сигнальні реле, які встановлені в релейній шафі «Н» і безпосередньо керовані вхідним світлофором: ГС – головної колії; БС – бокової колії; СС – наскрізні й безупинні пропускання по головній колії станції; ПС – запрошувального сигналу (коло 2).

Контролюють фактичне горіння вогнів вхідного світлофора по колах зворотного зв'язку контакти вогневих реле АО і БО і виконавчих сигнальних реле (коло 5).

Залежно від фактичного показання світлофора збуджуються вказівні реле НПКУ – червоного вогню (нормальний стан світлофора); НПРУ – дозвільних вогнів; НГПРУ – дозвільного вогню для приймання на головну колію; НБУ – місячно-білого запрошувального вогню.

Схема підключення ламп повторювача вхідного світлофора Н показана на рисунку 3.2.

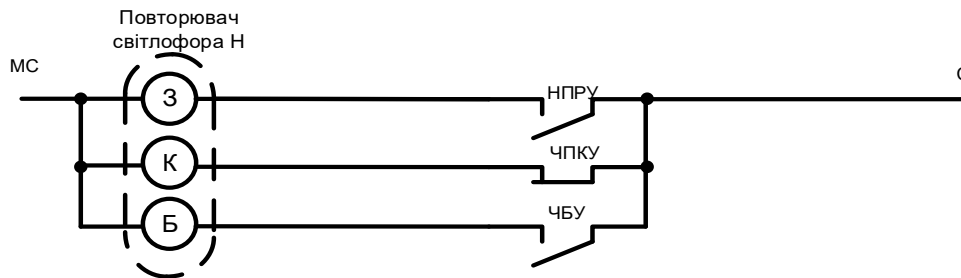


Рисунок 3.2 – Схема ввімкнення повторювача вхідного світлофора

Зі встановленням маршруту, наприклад, на колію ІІ відкриття вхідного світлофора відбувається в такій послідовності. Після встановлення стрілок по маршруту збуджується реле ІНПКМ (коло 7); за умови вільності колії ІІ також збуджується реле НПІІ (коло 8).

Натисканням сигнальної кнопки НК із виконанням умов безпеки (1-5) маршруту приймання, що встановлюють, спрацьовує реле НС (коло 1). Своїм фронтовим контактом реле НС передає у схему замикання маршрутів приймання інформацію про те, що за попередньою перевіркою умов безпеки (1-5) цей маршрут можна замикає. Схема замикання спрацьовує за заданим алгоритмом, у результаті чого відбувається знеструмлення непарного приймання замикаюче реле НПЗ (на рисунку 3.1 схема замикання маршрутів не показана). Тиловими контактами реле НПЗ встановлений маршрут замикається.

Із контролюванням дійсного замикання маршруту на головну колію (коло 2) вмикається сигнальне реле ГС

$$П - \overline{НС} - \underline{НПЗ} - \underline{ІНПКМ} - \boxed{\overline{ГС}} - \underline{ПС} - \underline{НЛБС} - \underline{НПЗ} - \overline{НС} - М$$

Крім контролю замикання маршруту, у колі також контролюють відсутність горіння на вхідному світлофорі запрошувального вогню (тилові контакти реле ПС і НЛБС). Через фронтові контакти реле ГС на вхідному світлофорі вмикається один жовтий вогонь і збуджується вогневе реле БО. На пості ДСП тильовий контакт реле ГС вимикає реле НПКУ.

Фронтові контакти реле ГС і БО вмикають реле НПРУ і НГПРУ. Фронтові контакти реле НПРУ замикають коло самоблокування реле НС і коло зеленої лампочки в сигнальному повторювачі світлофора Н на пульті-табло ДСП.

Зі встановленням маршруту на бокову колію ЗП спрацьовує реле ЗНПКМ і за вільності цієї колії – реле НПИП. Натисканням сигнальної кнопки НК із контролем правильності маршруту спрацьовує реле НС, від чого вимикається реле НПЗ і відбувається замикання маршруту.

Після цього вмикається сигнальне реле БС по колу

$$П - \overline{НС} - \underline{НПЗ} - \underline{ІНПКМ} - \boxed{\overline{БС}} - \underline{ПС} - \underline{НЛБС} - \underline{НПЗ} - \overline{НС} - М$$

Фронтові контакти реле БС на вхідному світлофорі вмикають два жовтих вогні, збуджують вогневі реле БО і АО і вказівні реле НПРУ. Останнє фронтowymi контактами замикає коло самоблокування реле НС і коло лампочки зеленого вогню в повторювачі світлофора Ч на табло.

Для відкриття вхідного світлофора в маршрутах пропускання поїзда по головній колії (наскрізне пропускання) або боковій колії (безупинне пропускання) збуджуються реле СС разом із реле ГС, або реле СС разом із реле БС.

Маршрут наскрізного пропускання складається з маршрутів приймання й відправлення по колії ІП, тому в цьому випадку в колі реле СС

фронтові контакти реле ІНПКМ і НГОРУ контролюють встановлений маршрут приймання на головну колію ІІ і відкритий стан вихідного світлофора НІ із цієї колії. Фронтові контакти реле ГС і СС на вхідному світлофорі вмикають зелений вогонь і збуджують вогневе реле БО і потім вказівні реле НПРУ і НГПРУ.

Безупинне пропускання по колії ЗП організовано встановленням маршрутів приймання і відправлення з відкриттям світлофорів Н і НЗ. У цьому випадку в колі реле СС контакт реле БКМ контролює готовність маршруту приймання на колію З, а контакт реле НЗОРУ - відкритий стан вихідного світлофора НЗ. У схемі вмикання реле БКМ (коло 9) контакт НЗПКМ контролює положення стрілок по маршруту приймання на бокову колію ЗП, а контакт НПРУ - відкритий стан вхідного світлофора.

Фронтові контакти реле БС і СС на вхідному світлофорі замикають кола двох жовтих вогнів, із них верхній жовтий вогонь горить миготливим світлом. Режим миготіння жовтого вогню створює комплект миготливих реле, встановлених у релейній шафі: МТ - маятниковий трансмітер; М - миготливе реле; КМ - реле контролю імпульсної роботи миготливого реле. Вмикає комплект миготливих реле замикання фронтів контактів реле БС і СС.

Фронтний контакт реле М періодично послідовно з лампою вмикає низькоомну (з опором 0,45 Ом) обмотку реле БО, що призводить до загоряння лампи, а тиловий контакт вмикає низькоомну і високоомну обмотки (з опором 180 Ом), які з'єднані послідовно. Від цього електричний струм у лампі зменшується настільки, що вона гасне, а реле БО утримує якір притягнутим.

У колі реле НС завдяки використанню сигнальної кнопки (НК) без фіксації забезпечена протиповторність роботи вхідного світлофора. При цьому вхідний світлофор відкривається не автоматично (із натисканням черговим по станції кнопки НК), а після перевірки умов безпеки, а

вимикається – автоматично зі вступом поїзда на маршрут. Сутність протиповторності полягає в тому, що після того, як поїзд, рухаючись далі, звільнить маршрут, і умови безпеки поновлені, світлофор залишається закритим, поки черговий знову не натисне кнопку НК.

Протиповторності роботи вхідного світлофора у випадку тривалого натискання сигнальної кнопки або зварювання її контактів досягають за допомогою зворотного повторювача сигнального реле ОНС (коло 3). Реле ОНС нормально збуджено і його фронтний контакт у колі реле НС замкнутий. Із моменту натискання кнопки НК і збудження реле НС реле ОНС вимикається і з затримкою відпускає якір. На час затримки реле ОНС утворюється коло самоблокування реле НС, яке проходить через власний фронтний контакт цього реле і фронтний контакт реле НПРУ, що контролює фактичне відкриття світлофора.

Збудження реле ОНС відбувається після закриття світлофора через тилові контакти реле НС і НПРУ і повернення кнопки НК у вихідний стан.

Якщо після закриття світлофора кнопка залишається натиснутою або відбудеться зварювання її контактів, реле ОНС не збудиться, коло увімкнення реле НС буде розімкнутим, і світлофор не відкриється, чим буде виконана вимога протиповторності. Кожне наступне відкриття світлофора можливе після повернення кнопки НК у нормальний стан, після чого збуджується реле ОНС, і повторного натискання кнопки НК.

У колі самоблокування реле НС увімкнений нормально замкнутий контакт кнопки НК. Якщо є потреба відмінити маршрут, витягуванням кнопки на себе цей контакт розмикають і закривають світлофор.

Приймання поїздів за запрошувальним сигналом. У випадках несправностей пристроїв централізації й за відсутності можливості відкрити вхідний світлофор для приймання поїзда ДСП користується запрошувальним сигналом на вхідному світлофорі. Вмикають запрошувальний сигнал під особисту відповідальність ДСП, без перевірки

умов безпеки і замикання маршруту пристроями ЕЦ. ДСП може увімкнути запрошувальний сигнал за погаслих основних вогнів світлофора або за червоного вогню натисканням кнопки НПК.

Для користування запрошувальним вогнем використовують кнопки особливого обліку, їх пломбують або доповнюють механічним лічильником кількості натискань. Лічильник використовують для контролю повернення кнопки НПК у вихідний стан після її натискання.

Контроль повернення кнопки в нормальний стан виконує протиповторне реле НПП, що нормально збуджене і вимкнене з натисканням кнопки НПК. На весь час натискання кнопки НПК реле НПП залишається знеструмленим, і для його увімкнення кнопка має бути повернута у вихідний стан. Від натискання кнопки НПК ввімкнене і потім самотримане сигнальне реле місячно-білого запрошувального вогню НЛБС (коло 6).

Фронтний контакт реле НБЛС у релейній шафі вмикає реле ПС. Воно у свою чергу вмикає комплект миготливих реле МТ, М, КМ і забезпечує миготливий режим горіння на світлофорі місячно-білого вогню.

Із горінням місячно-білого вогню збуджується вогневе реле БО, а на пості ДСП - вказівне реле НБУ. Останнє своїм фронтним контактом вмикає на табло білу лампочку сигнального повторювача світлофора Н. Контролюють горіння червоного вогню вогневе реле АО і вказівне НПКУ, що на повторювачі світлофора вмикає червоний вогонь.

Перемикання сигналів на автодію. На проміжних станціях більшість поїздів проходять без зупинки по головних коліях станції за встановлених маршрутів наскрізного пропускання.

Щоб зняти протиповторність роботи світлофорів і тим самим звільнити ДСП від необхідності повторно відкривати вхідні та вихідні світлофори, після проходження поїзда вводять режим автодії сигналів. Вмикає режим автодії ДСП у такий спосіб. Спочатку він встановлює

маршрути приймання і відправлення, наприклад по головній колії ІІ, і відкриває вхідний і вихідний світлофори, а потім натисканням кнопки автодії НАК (без повернення) збуджує реле НАС (коло 4). Коло живлення реле НАС замикають фронтові контакти НГПРУ й НГОРУ, чим контрольоване встановлення маршруту наскрізного пропускання по колії ІІ.

Фронтові контакти реле НАС у колах реле НС і ЧОС шунтують контакти сигнальних кнопок НК і ЧОСК, чим знята протиповторність, і світлофори по головній колії відкриваються і закриваються автоматично, як прохідні світлофори автоблокування.

Із проходженням поїзда по маршрутах приймання і відправлення реле НАС залишається збудженим по колах самоблокування, і автодія зберігається. Скасовують автодію ДСП витягуванням кнопки НАК, реле НАС вимикається.

Захисні залежності у схемах маршрутів приймання. Із метою гарантування безпеки руху поїздів передбачено перемикання світлофора на заборонне показання у випадку невідповідності його показання встановленому маршруту. Так, у випадку горіння на світлофорі двох жовтих вогнів і перегорання однієї жовтої лампи відбувається перемикання світлофора на червоний вогонь.

Порядок перемикання такий. У випадку горіння двох жовтих вогнів збуджено сигнальне реле БС, вогневі реле АО і БО, вказівне реле НПРУ. Фронтовим контактом реле НПРУ замкнуте коло самоблокування реле ЧС, що забезпечує відкритий стан світлофора. Перегорання однієї з ламп призводить до послідовного вимикання реле АО (БО), НПРУ, НС, БС, і на світлофорі загорається червоний вогонь.

Перемикання світлофора з більш дозвільного на менш дозвільне показання за несправності комплекту миготливих реле відбувається так. Якщо на світлофорі горять два жовтих вогні, при цьому верхній миготливим

світлом, що дозволяє безупинне пропускання по боковій колії з більшою швидкістю входу на станцію, і несправний комплект миготливих реле, то на світлофорі будуть горіти два жовтих вогні рівним світлом, що потребує зниження швидкості із входженням на станцію.

Вимикання закриття світлофора за короткочасного шунтування стрілочних ділянок, що входять у маршрут, або в моменти аварійного перемикання фідерів живлення, коли відбувається короткочасне відпадання якоря колійного реле і розмикання його фронтового контакту в колі реле НС, відбувається за рахунок затримки на відпадання реле НС (до обмотки підключений конденсатор ємністю 500 мкФ). Затримка реле становить 1,5-2,0 с, що перевищує час розмикання контакту реле СП.

Помилкове спрацьовування реле від сторонніх джерел струму у разі порушень ізоляції між жилами кабелю виключено через двополюсне вимкнення обмоток реле, встановлених у релейній шафі; двополюсне вимкнення кожної лампи світлофора виключає помилкові показання світлофора.

Завдання для виконання роботи

Розробити принципову схему керування маршрутами приймання (схему керування вхідним світлофором). Варіант горловини станції (парна чи непарна), для якої буде розроблена принципова схема, здобувач вибирає самостійно.

Контрольні запитання

1 Які реле контролюють положення стрілок у маршруті приймання? Як інформація про готовність маршруту відображена на табло ДСП?

2 Які умови безпеки руху перевіряє система ЕЦМ перед відкриттям вхідного світлофора?

3 Чому алгоритм роботи системи вимагає попередньої перевірки умов безпеки перед замиканням маршруту?

4 Які реле та контакти беруть участь у попередньому контролі умов безпеки в колі загального сигнального реле НС?

5 Як у схемі виключена можливість встановлення зустрічних лобових маршрутів приймання на одну і ту саму колію з різних кінців станції?

6 Які виконавчі сигнальні реле другого каскаду вмикають у релейній шарі для безпосереднього керування вогнями вхідного світлофора?

7 Які вказівні реле на посту ДСП контролюють фактичне горіння вогнів вхідного світлофора та за якими колами?

8 Опишіть послідовність спрацювання реле зі встановленням маршруту приймання на бокову колію ЗП?

9 Які умови контрольовані в колі реле СС з організацією маршруту наскрізного пропускання по головній колії?

10 За допомогою якого обладнання та як створено режим миготіння жовтого вогню для безупинного пропускання по боковій колії?

11 У чому полягає сутність протиповторності роботи вхідного світлофора? Як її досягають за допомогою зворотного повторювача сигнального реле ОНС?

12 Як ДСП може відмінити встановлений маршрут і закрити вхідний світлофор?

Література [3, 4].

Практична робота 4. ПРИНЦИПОВА СХЕМА МАРШРУТІВ ВІДПРАВЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕЦМ

Мета роботи

Ознайомитися із особливостями побудови принципів схем маршрутів відправлення системи ЕЦМ. Навчитися розробляти принципові схеми маршрутів відправлення системи ЕЦМ для заданої станції.

Теоретичні відомості

Головні принципи побудови схеми маршрутів відправлення та алгоритм її роботи такі самі, як і для схеми маршрутів приймання.

Встановлення маршруту відправлення з колії ІІІ (ЗП, 4П, 6П) починається з роздільного переведення стрілок, що входять у маршрут, і контролю їхнього положення після переведення.

Контролюють положення стрілок у маршрутах відправлення (рисунки 4.1) по кожній колії відправні контрольно-маршрутні реле ЧОКМ.

У колі кожного реле ЧОКМ увімкнені фронтові контакти реле ПК і МК тих стрілок, які беруть участь у цьому маршруті. Контакти реле ЧОКМ на коліях станції табло вмикають зелені лампочки готовності маршруту відправлення.

Після переведення стрілок ДСП дає команду на відкриття вихідного світлофора натисканням сигнальної кнопки ЧОСК. Коло реле ЧОС замикається з контролем правильності встановлення стрілок по маршруту (контакти реле ЧОКМ); вільності стрілочних секцій, що входять у маршрут (контакти реле 1СП, 7-11СП, 3-13СП, 3-5СП, 15СП); вільності першої блок-ділянки віддалення від станції (контакт реле ЧЖ); відсутності встановлених ворожих маневрових маршрутів по світлофору М1 (контакти замикаючого реле М13); наявності ключа-железа в замку апарата ДСП (контакт реле НКЖ).

Ключ-железо використовують для гарантування безпеки в разі виїзду господарського поїзда на перегін із наступним його поверненням на станцію

по неправильній колії. Із відправленням ключ-жезл вилучають із замка і віддають машиністу господарського поїзда. Після цього на весь час знаходження господарського поїзда на перегоні всі вихідні світлофори цього напрямку залишаються заблокованими у закритому стані аж поки ключ-жезл знову буде вставлений у замок апарата ДСП.

Схема реле НКЖ працює так. Нормально реле НКЖ знаходиться у збудженому стані одночасно по колу самоблокування і по колу, у якому контролюють присутність ключа-жезла (через контакт НКЖК). Із вилученням із замка ключа-жезла і розмиканням його контакту НКЖК одне коло розмикається, але реле НКЖ залишається у збудженому стані по колу самоблокування. Повне вимикання реле НКЖ відбувається з виходом поїзда на перегін і розмиканням контакту реле ЧЖ, яке контролює вільний стан першої ділянки віддалення. Після вимикання реле ЧЖ і блокування вихідних світлофорів у закритому стані виключено відправлення наступних поїздів на перегін до тих пір, поки господарський поїзд не повернеться на станцію, ключ-жезл буде вставлений у замок, і збудиться реле ЧКЖ.

Встановлення маршруту відправлення, наприклад із колії 3П, відбувається в такій послідовності. Після переведення стрілок по маршруту спрацьовує реле ЗЧОКМ. Після натискання сигнальної кнопки ЧОСК за умови виконання всіх вимог правильності готування маршруту вмикається реле ЧОС. Притягаючи якір, реле ЧОС вимикає замикаюче реле ЧОЗ (на схемі не показане), що, відпускаючи якір, замикає маршрут.

Фронтіві контакти реле ЧОС і ЧОКМ і тиліві контакти реле ЧОЗ замикають коло сигнального реле другого каскаду керування вихідним світлофором (коло 3). У цей каскад для керування світлофорами ЧП, ЧЗ, Ч4 і Ч6 відповідно увімкнені сигнальні реле ЧПС, ЧЗС, Ч4С і Ч6С (тип КМШ-450). Реле ЧЗС збуджується струмом прямої полярності по колу

$$\Pi \text{ ЧОЗ } \overline{\text{ЧОС}} \text{ } \overline{\text{ЧМПС}} \text{ } \overline{\text{ЗЧОКМ}} \text{ } \overrightarrow{\text{ЧЗС}} \text{ } \overline{\text{ЧМПС}} \text{ } \overline{\text{ЧОЗ}} \text{ } \underline{\text{ЧОС}} \text{ } \text{М}$$

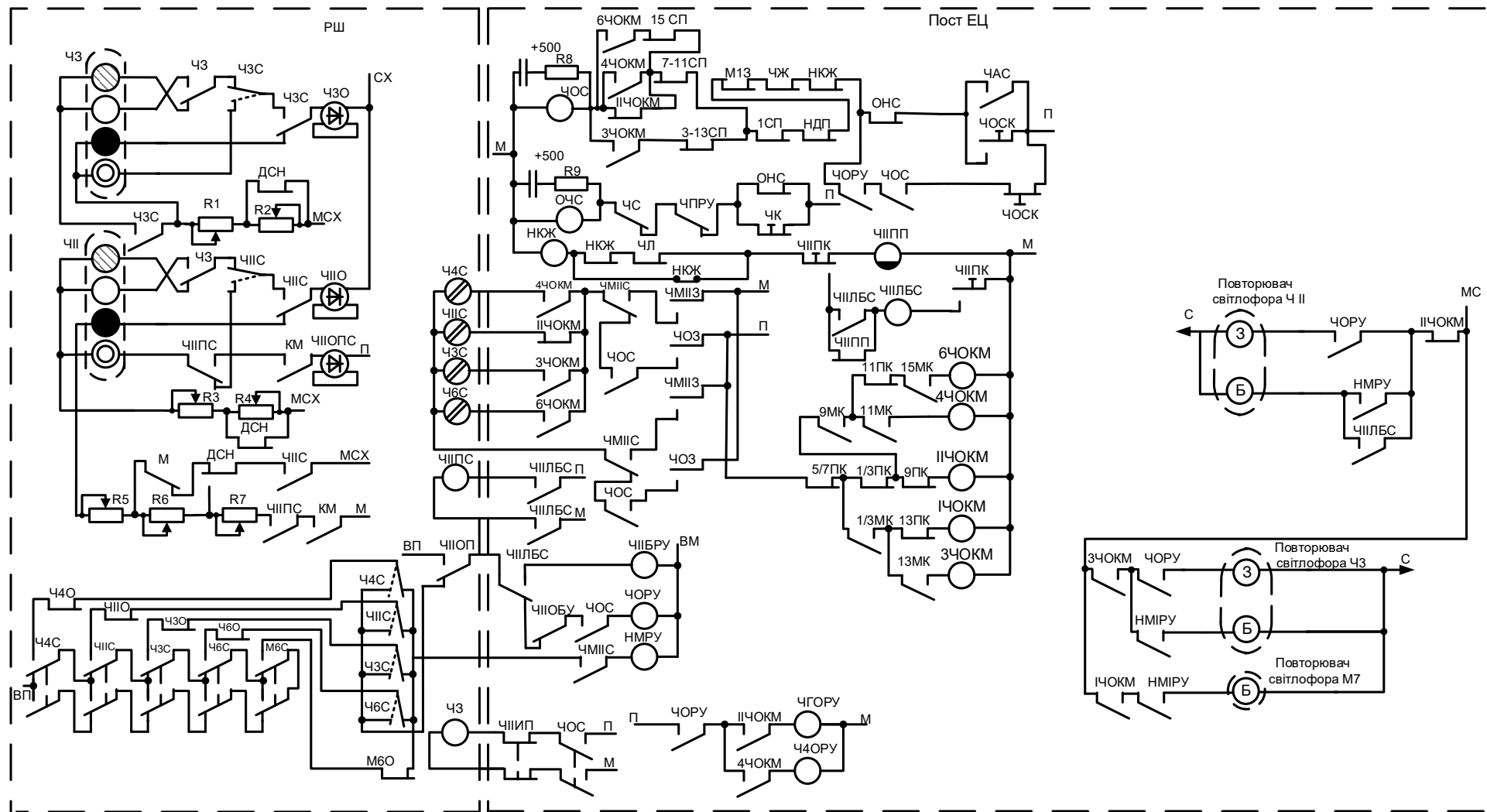


Рисунок 4.1 – Схема керування вихідним світлофором

Фронтний контакт реле ЧЗС вмикає коло дозвільного вогню вихідного світлофора ЧЗ. Вибирає жовтий або зелений вогонь реле ЧЗ, що контролює вільність двох блок-ділянок видалення на перегоні (коло 7).

За збудженого стану реле ЧЗ на вихідному світлофорі загорається зелений вогонь, горіння його контролюване збудженням вогневого реле ЧЗО і вказівного реле ЧОРУ на посту ДСП (коло 4). Фронтний контакт реле ЧОРУ замикає коло самоблокування реле ЧОС, і воно залишається збудженим після відпускання кнопки ЧОСК.

На вихідних світлофорах ЧП і Ч4 передбачені запрошувальні місячно-білі миготливі вогні для відправлення поїздів за несправності пристроїв централізації (на рисунку 4.1 показані схеми запрошувального вогню тільки для світлофора ЧП). Вмикає запрошувальний вогонь ДСП, натискаючи кнопку ЧППК, від чого вмикається реле ЧПЛБС (коло 5). Через фронтні контакти цього реле в релейній шафі спрацьовує реле ЧППС і вмикає комплект миготливих реле МТ, М, КМ (на схемі не показаний) і коло лампи білого вогню світлофора. Контролюють горіння запрошувального вогню вогневе реле ЧПОПС, вказівне реле ЧПОБУ і на посту ДСП.

Контакти вказівних реле ЧОРУ й ЧПОБУ на табло вмикають зелений або білий вогонь.

Завдання для виконання роботи

Розробити принципову схему керування маршрутами відправлення (схему керування вихідними світлофорами). Варіант горловини станції (парна чи непарна), для якої буде розроблена принципова схема, здобувач вибирає самостійно.

Контрольні запитання

1 Які головні принципи побудови та алгоритм роботи покладено в основу схеми маршрутів відправлення?

2 Які реле контролюють положення стрілок у маршрутах відправлення? За допомогою яких ламп на табло відображена готовність маршруту?

3 Яку команду дає ДСП для відкриття вихідного світлофора? Які саме умови безпеки контролюють із замиканням кола реле ЧОС?

4 Із якою метою у схемі використовують ключ-жезл? Для гарантування безпеки яких саме поїздів він призначений?

5 Опишіть алгоритм роботи схеми реле НКЖ із вилученням ключа-жезла із замка апарата ДСП і з виходом поїзда на перегін.

6 Яка послідовність дій і спрацювання реле відбувається в системі ЕЦМ зі встановленням маршруту відправлення з колії ЗП?

7 Який тип реле використано у другому каскаді керування вихідними світлофорами для вмикання сигнальних реле кожної колії окремо?

8 Яке реле вибирає жовтий або зелений вогонь на вихідному світлофорі? Який стан на перегоні воно контролює?

9 Які реле контролюють фактичне горіння дозвільного вогню вихідного світлофора? За рахунок чого реле ЧОС залишається збудженим після відпускання кнопки ЧОСК?

10 Для яких саме вихідних світлофорів на станції передбачені запрошувальні місячно-білі миготливі вогні? За яких умов ДСП їх вмикає?

11 Які реле та апаратура беруть участь у забезпеченні миготливого режиму горіння лампи білого вогню вихідного світлофора?

Література [3, 4].

Практична робота 5. ПРИНЦИПОВА СХЕМА КЕРУВАННЯ СТІЛОЧНИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ СИСТЕМИ ЕЦМ

Мета роботи

Ознайомитися з особливостями побудови принципів схем керування стрілочним електроприводом системи ЕЦМ. Навчитися розробляти принципові схеми керування стрілочним електроприводом системи ЕЦМ для заданої станції.

Теоретичні відомості

Двопровідна схема керування стрілкою є найбільш поширеною на залізниці. У ній для керування приводом і контролю стану стрілки використано два проводи.

Схема забезпечує:

- роздільне і маршрутне керування стрілкою;
- переведення гостряків стрілки у крайні положення;
- контроль положень стрілки.

Розглянемо принципи побудови схеми на прикладі керування стрілкою № 13 станції «П» (рисунок 5.1). Двопровідна схема керування складається з контрольного, пускового і робочого кіл.

Контрольне коло нормально замкнене відповідно в одному з крайніх положень стрілки. У цій схемі застосовано контрольне коло змінного струму з полярною вибірковою. Датчиками є контакти автоперемикача, приймачем – реле 13ОК.

Контакти автоперемикача, залежно від положення гостряків, змінюють полярність увімкнення Д2 відносно реле 13ОК. У результаті на реле 13ОК виділена постійна складова, полярність якої залежить від положення стрілки. Реле 13ОК контролює цілісність елементів кола і положення стрілки. Цього досягають за рахунок комбінованої конструкції

реле: нейтральний якір забезпечує контроль цілісності, а поляризований – положення стрілки.

Трансформатор забезпечує гальванічне розділення між контрольними колами різних стрілок. Конденсатор С2 вимикає підмагнічування обмотки Тр постійним струмом від діода ВС, положення якого відносно обмотки 13ОК змінює автоперемикач. Резистор 1000 Ом, увімкнений послідовно з діодом, зменшує струм і виключає його пробій у разі прямого напрямку струму в робочому колі. Функцію комутації контрольного і робочого кіл виконує реле 13НПС і частково реле 13Р.

Реле 13ПК і 13МК використовують для контролю положення стрілки у схемах ЕЦ. У колі їх вмикання перевіряють три основні вимоги: стрілка має контроль відповідного положення (поляризований контакт 13ОК), стрілка має знаходитися в цьому положенні (контакт 13ППС), елементи контрольного кола в робочому стані (фронтний контакт 13ОК).

Суттєвим недоліком двопровідної схеми є можливість появи хибного контролю в разі перехрещення лінійних проводів Л1 і Л2. При цьому випрямний діод змінює свою полярність у схемі відносно обмотки контрольного реле. Унаслідок цього воно перемикає поляризовані контакти реле 13ОК, але збудження контрольного реле 13ПК або 13МК не буде завдяки контакту 13ППС. Таке схемне рішення запобігає появі хибного контролю.

Пускове коло призначене для переведення стрілки в потрібне положення з перевіркою умов безпеки з переведенням стрілки. Із надходженням команди на переведення стрілки замикається коло збудження пускових реле. У цій схемі застосовано два пускових реле: нейтральне 13НПС і поляризоване 13ППС.

Спочатку збуджується реле 13НПС, яке забезпечує комутацію контрольного кола на робоче, підключає до лінійних проводів робочого кола живлення РП220В, РМ 220В, контролює протікання робочого струму, і замикається коло реле 13ППС. При цьому реле ОК вимикається, стрілка втрачає контроль.

Контакти реле 13ППС забезпечують однократно-короткочасний режим роботи пускового кола: одразу після збудження 13ППС перемикає 13НПС із високоомної обмотки ВО, яка увімкнута в пускове коло, на низькоомну НО, яка увімкнута в робоче коло. Для утримання якоря 13НПС на час підключення робочого кола в колі збудження 13НПС передбачено коло уповільнення R1, C1.

У пусковому колі перевіряють такі умови безпеки з переведенням стрілки. Контакти замикаючих реле НПЗ і ЧОЗ виключають можливість переведення стрілки 13 у маршрутах непарного приймання поїздів (контактом реле НПЗ) і парного відправлення (контактом реле ЧОЗ), у яких бере участь ця стрілка. Для виключення замикання стрілки в маршрутах непарного приймання і парного відправлення, у яких стрілка 13 не бере участі, паралельно контактам замикаючих реле увімкнені тилові контакти контрольно-маршрутних реле тих маршрутів, у яких стрілка 13 бере участь. Так, паралельно контакту ЧОЗ увімкнений тиловий контакт 3ЧОКМ. Тому пускове коло стрілки 13 у разі приготування парного маршруту відправлення (контакт реле ЧОЗ розімкнений) розімкнеться тільки в тому випадку, коли встановлено маршрут відправлення з третьої колії, оскільки збуджується контрольно-маршрутне реле 3ЧОКМ і розмикає свій тиловий контакт. З аналогічних міркувань паралельно контакту реле НПЗ увімкнені тилові контакти ІНПКМ і ЗНПКМ.

Контактом колійного реле 3-13СП перевіряють вільність від рухомого складу колійної ділянки 3-13, на якій розташована стрілка 13. Для можливості переведення стрілки у випадку, коли колійна ділянка фактично

вільна, але через пошкодження рейкового кола контрольована як зайнята (хибна зайнятість), паралельно контакту реле 3-13СП увімкнена допоміжна кнопка 13ВК, яка опломбована. Отже, якщо зняти пломбу і натиснути кнопку 13ВК, то стрілка буде переведена.

Робоче коло увімкнення двигуна. У цій схемі керування стрілкою застосовано двопровідне з місцевим реверсуванням. Місцеве реверсування забезпечує реле 13Р, контактами якого вибирають необхідну обмотку збудження електродвигуна. Керування реле 13Р здійснюється зміною полярності напруги його живлення.

Після вмикання двигуна реле 13НПС блоковано по низькоомній обмотці і залишається під струмом, доки буде працювати двигун. У цьому колі відсутні контакти, які контролюють вільність ізольованої ділянки, тому забезпечено доведення стрілки до кінця у випадку зайняття ділянки після початого переведення.

У початковий момент переведення розмикаються контрольні контакти 31-36, замикаються робочі 41-46 для зворотного переведення стрілки. Після завершення переведення гостряків і механічного їх запирання розмикаються робочі контакти автоперемикача 11-16, замикаються контрольні 21-26. У результаті розмикання контакту 11-12 вимикається двигун. Реле 13НПС відпускає свій якір, його контакти вимикають робоче коло і замикають контрольне. У результаті перемикання контактів автоперемикача полярність увімкнення Д2 відносно реле 13ОК змінилася, і на реле 13ОК зараз виділяється постійна складова негативної полярності. Через контакти 13ОК і 13ППС вмикається мінусове контрольне реле 13МК.

Послідовність роботи схеми з переведенням стрілки з плюсового положення в мінусове. Із замиканням виводів МВ1-6 або контактів кнопки індивідуального переведення 13М спрацьовує пускове коло, тобто з'являється коло збудження 13НПС.

СПБ – $\underline{13M}$ – $\overline{13P}$ – $\overline{PY}$ – $\overrightarrow{13PPC}$ – Д1 – $\overline{13NPC}$ – $\overline{CO3}$ – $\overline{NP3}$ – $\overline{3-13CP}$ – СМБ .

Реле 13NPC своїми фронтowymi контактами подає струм на реле 13PPC

СПБ – $\underline{13M}$ – $\overline{13P}$ – $\overline{PY}$ – $\overline{13NPC}$ – $\overleftarrow{13PPC}$ – $\overline{CO3}$ – $\overline{NP3}$ – $\overline{3-13CP}$ – СМБ .

Контакти 13NPC від лінії вимикають контрольне реле 13OK і підключають живлення робочої батареї, яке надходить у робоче коло після перемикавання контактів 13PPC. На цей час двигун відключено від лінії контактом 13P. Після перемикавання якоря реверсивного реле 13P його контакти відключають від лінії діод контрольного кола та підключають обмотку електродвигуна.

Створюється робоче коло

РПБ – Запобіжник(5А) – $\overleftarrow{13PPC}$ – $\overline{13NPC}$ – Л2 – $\overline{BK}$ –
Двигун – КЛ12-11АП – $\overleftarrow{13P}$ – Л1 – $\overline{13NPC}$ – $\overleftarrow{13PPC}$ – $\overline{13NPC}$ – РМБ .

Після закінчення переведення стрілки контакти 11-12 автоперемикача вимикають струм двигуна, двигун вимкнений, і реле 13NPC відпускає свій якір, підключаючи до лінії контрольне реле 13OK.

Утворюється контрольне коло

СКТ – $\underline{13NPC}$ – Л2 – Кл.23-24-32АП – Д2 – R – Кл.33-22-21АП –
 $\overleftarrow{13P}$ – Л1 – $\underline{13NPC}$ – R2 – C2 – СКТ
 $\overleftarrow{13OK}$

Із потраплянням предмета між гостряком і рамною рейкою стрілка починає працювати на фрикцію. Для повернення її в попередній стан черговий по станції реверсує стрілку. У лінії та обмотці реле 13Р змінено напрямок струму робочої батареї, унаслідок чого реверсивне реле перемикає контакти, підключаючи до джерела робочого живлення другу обмотку електродвигуна. Якщо стрілка не доведена до крайнього положення, реле 13ОК не притягне нейтральний якір і не перемкне поляризований. Унаслідок цього реле ПК, МК, ВЗ будуть без струму і буде ввімкнений дзвінок розрізу.

Завдання для виконання роботи

Розробити принципову схему керування стрілочним електроприводом. Стрілочний перевід, для якого буде розроблена принципова схема, здобувач вибирає самостійно.

Контрольні запитання

1 Чому двопровідна схема керування стрілкою є найбільш поширеною на залізниці? Які основні вимоги вона забезпечує?

2 Із яких трьох основних кіл складається двопровідна схема керування стрілочним електроприводом?

3 Які характеристики має контрольне коло схеми, які датчики і приймачі в ньому використані?

4 Завдяки якій конструктивній особливості реле ОК відбувається одночасний контроль цілісності елементів кола та положення стрілки?

5 Які функції виконують конденсатор С2 і резистор 1000 Ом у контрольному колі схеми?

6 Які три основні вимоги перевіряють у колі вмикання контрольних релейних пристроїв ПК і МК?

7 Як схемне рішення з використанням контакту реле ППС запобігає появі хибного контролю з перехрещенням лінійних проводів Л1 і Л2?

8 Для чого призначене пускове коло схеми? Які два пускових реле в ньому застосовано?

9 Які функції виконує нейтральне пускове реле НПС із надходженням команди на переведення стрілки?

10 Як контакти поляризованого пускового реле ППС забезпечують однократно-короткочасний режим роботи пускового кола?

11 Із якою метою в колі збудження реле НПС передбачено коло уповільнення з елементів R1, C1?

12 Які саме умови безпеки руху перевіряють у пусковому колі перед початком переведення стрілки?

13 Для чого паралельно контактам замикаючих реле ввімкнені тилові контакти контрольно-маршрутних релейних пристроїв тих маршрутів, у яких стрілка бере участь?

14 У яких випадках ДСП використовує допоміжну пломбовану кнопку ВК? Яке її призначення?

Література [3, 4].

Практична робота 6. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ СТІЛОК І СИГНАЛІВ

Мета роботи

Ознайомитися з особливостями розроблення програмного забезпечення комп'ютерної системи електричної централізації стрілок і сигналів. Навчитися розробляти програмне забезпечення комп'ютерної системи електричної централізації стрілок і сигналів.

Теоретичні відомості

Сучасні вимоги щодо ринку електроніки складають не лише з вимог щодо якості продукції, але і новизни виробів, наприклад нові пристрої, нова функціональність, кращі характеристики тощо. Разом із тим на сьогодні більша частина електронних виробів базована на мікроконтролерах.

Тому для випуску конкурентної продукції потрібні як якісні, надійні і збалансовані за ціною компоненти, так і сучасні та зручні програмно-апаратні засоби програмування, що дають змогу в найкоротші терміни розробляти і модернізувати продукцію.

Компанія Schneider Electric на сьогодні є однією з передових у світі з виробництва контролерів для різних сфер промисловості.

Для розроблення, налагодження і моделювання роботи використано інтегроване середовище розроблення програмного забезпечення Unity Pro.

Unity Pro надає для використання такі мови програмування для створення програм користувача:

- функціональних блок-схем (FBD);
- східчастих діаграм (LD);
- списку інструкцій (IL);
- структурованого тексту (ST);
- послідовного керування (SFC).

Усі ці мови програмування можна використовувати разом в одному проєкті. Ці мови програмування відповідають вимогам ІЕС 61131-3.

Для проведення моделювання існують *бібліотеки блоків*.

Блоки, які включені в розширені бібліотеки для Unity Pro, варіюються від блоків для простих булевих операцій до блоків для операцій із рядками і масивами, а також блоків для керування складними контурами.

Для наочності різні блоки об'єднані в бібліотеки і потім поділені на сімейства.

Блоки можна використовувати в мовах програмування FBD, LD, IL і ST.

Програма може бути створена:

- із завдання (MAST);
- швидкого завдання (FAST);
- одного до чотирьох допоміжних завдань (AUX);
- секцій для обробки подій, керованих часом (Timerx);
- секцій для обробки апаратно-керованих подій (EVTx);
- секцій підпрограм (SR).

Інтерфейс користувача складається з декількох вікон, що конфігуровані, і панелей інструментів.

Інтерфейс користувача (рисунки 6.1) відповідає всім вимогам людино-машинних систем. У таблиці 6.1 надано опис відповідних елементів інтерфейсу.

Мова східчастих діаграм (LD)

Структура секції LD відповідає ступеню для релейного перемикачання.

Ліва шина живлення розташована в лівій частині редактора LD. Ця ліва шина живлення відповідає фазі (L ladder – сходи) ступеня. У програмуванні LD, як і у ступені, тільки об'єкти LD, які пов'язані з джерелом живлення, тобто сполучені з лівою шиною живлення, «виконувани». Права шина живлення відповідає нейтралі. Проте всі котушки і виходи FFB пов'язані з нею безпосередньо або опосередковано, що і створює потік живлення.

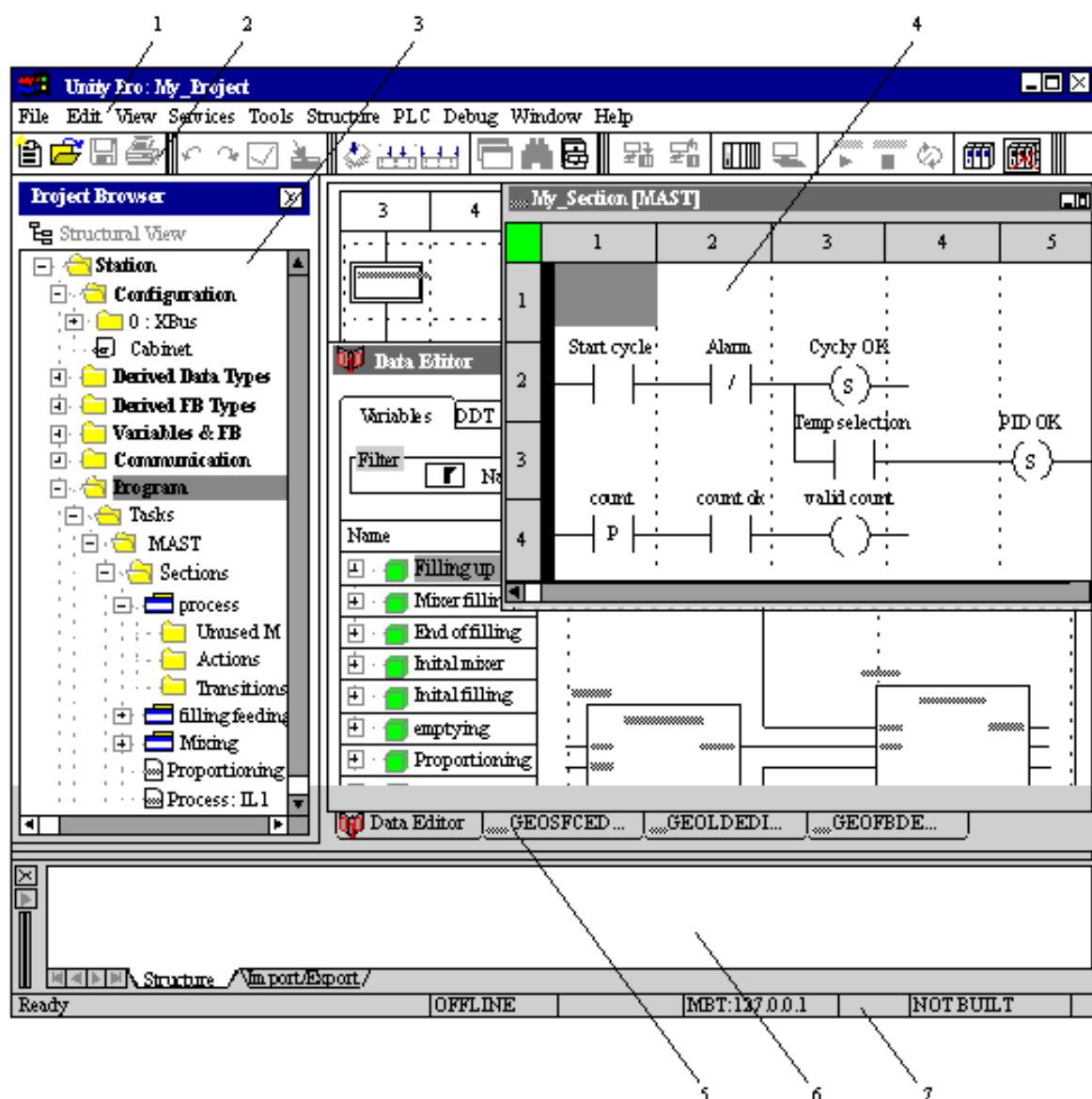


Рисунок 6.1 – Інтерфейс програми

Таблиця 6.1

Номер	Опис
1	Рядок меню
2	Панель інструментів
3	Браузер проекту
4	Вікно редактора (редактори мов програмування, редактор даних і т. ін.)
5	Вкладки покажчиків для прямого доступу до вікна редактора
6	Інформаційне вікно (видає інформацію про помилки, що сталися, стеження за сигналами, імпортовані функції і т. ін.)
7	Рядок стану

Групу об'єктів, які сполучені разом один під одним і не мають зв'язків з іншими об'єктами (виключаючи шину живлення), називають мережею або ступенем.

На рисунку 6.2 подано зображення секції LD.

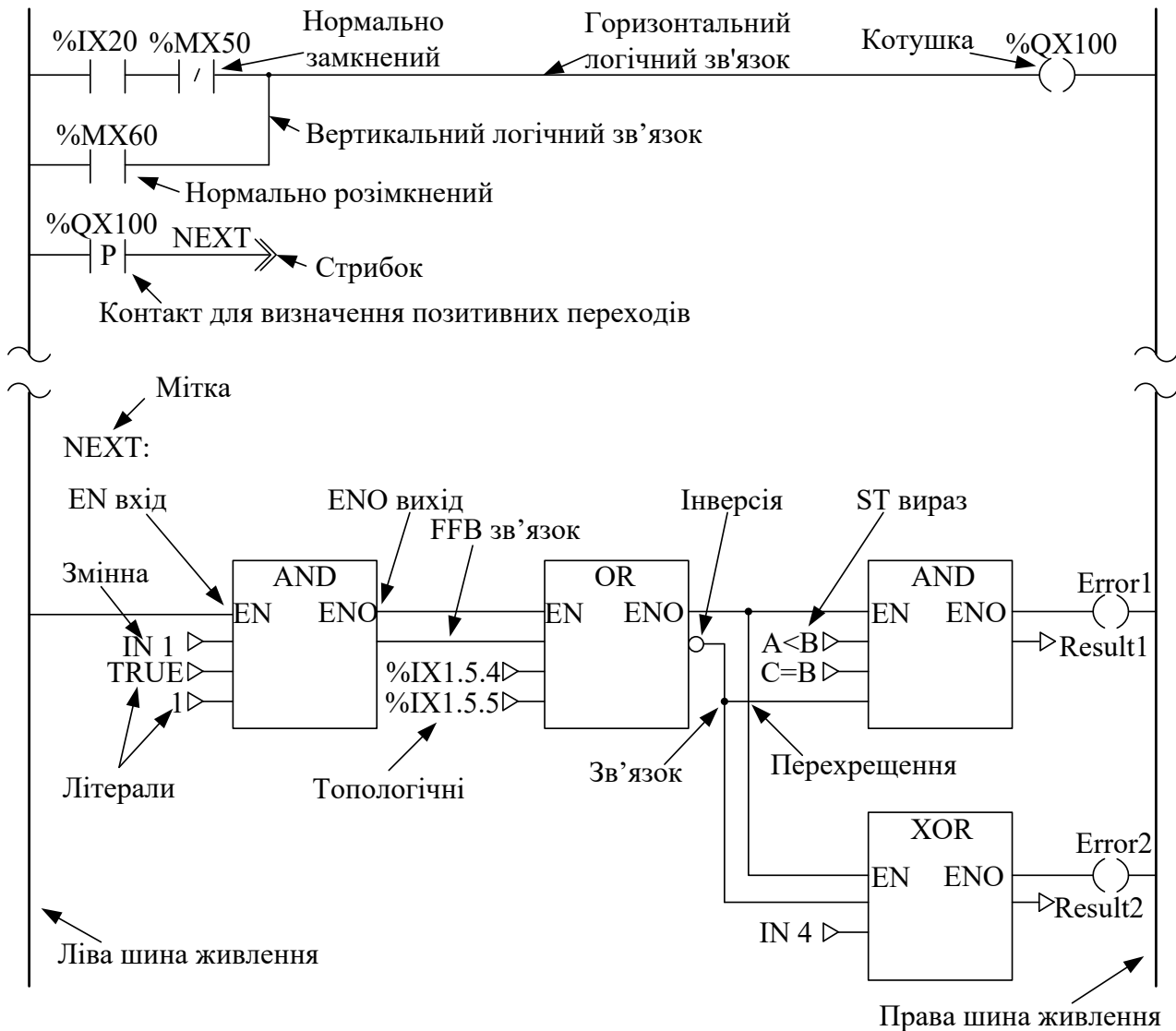


Рисунок 6.2 – Зображення секції LD

Об'єкти мови програмування LD дають змогу секцію поділяти:

- на контакти;
- котушки;
- EFs і EFBs (елементарні функції та елементарні функціональні блоки);

- DFBs (похідні функціональні блоки);
- процедури;
- елементи, що керують;
- блоки виконання і порівняння, що являють собою доповнення до ІЕС 61131-3.

Ці об'єкти можуть бути сполучені один з одним за допомогою:

- зв'язків;
- фактичних параметрів (FFBs).

Коментарі логіки секції можуть бути забезпечені текстовими об'єктами.

Розмір секції

Одна секція LD складається з вікна з однією сторінкою.

Ця сторінка має сітку, яка ділить секцію на стовпці і рядки.

Ширина 11-64 стовпців і 17-2000 рядків можуть бути визначена для секцій LD.

Мова програмування LD є орієнтованою на осередки, наприклад, тільки один об'єкт може бути розміщений в одному осередку.

Послідовність виконання

Послідовність виконання окремих об'єктів у секції LD визначена потоком даних у секції. Мережі, що сполучені з лівою шиною живлення, виконані зверху вниз (зв'язок із лівою шиною живлення). Мережі, які не залежать одна від одної, виконані в порядку положення (зверху вниз).

Контакт – це елемент LD, який передає статус горизонтального зв'язку на праву сторону.

Контакт не змінює значення пов'язаного фактичного параметра.

Контакти займають один осередок.

Нижче наведені авторизовані фактичні параметри:

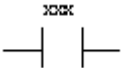
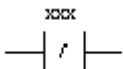
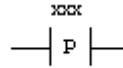
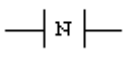
- логічні змінні;
- логічні константи;
- логічні адреси (топологічні адреси або символічні адреси);

– ST-вирази, які повертають логічний результат (наприклад VarA OR VarB).

ST-вирази, як фактичні параметри для контактів, є доповненням до ІЕС 61131-3 і мають бути дозволені явним чином.

У таблиці 6.2 надана характеристика доступних контактів.

Таблиця 6.2

Призначення	Зображення контактів	Опис
Нормально розімкнений		Для нормально розімкнених контактів стан лівого зв'язку передається в правий зв'язок, якщо статус пов'язаного логічного фактичного параметра (вказано xxx) = ON. Інакше статус правого зв'язку – OFF
Нормально замкнений		Для нормально замкнених контактів стан лівого зв'язку передається в правий зв'язок, якщо статус пов'язаного логічного фактичного параметра (вказано xxx) = OFF. Інакше статус правого зв'язку – ON
Контакт для визначення позитивних переходів		Для контактів: для визначення позитивних переходів правий зв'язок циклу програми = ON, якщо перехід пов'язаного фактичного параметра (поміченого xxx) відбувається з OFF в ON, то статус лівого зв'язку = ON у той же час. Інакше статус правого зв'язку – OFF
Контакт для визначення негативних переходів		Для контактів: для визначення позитивних переходів правий зв'язок циклу програми = ON, якщо перехід пов'язаного фактичного параметра (поміченого xxx) відбувається з ON в OFF, то статус лівого зв'язку = ON у той же час. Інакше статус правого зв'язку – OFF

Елементи, що керують, використовують для виконання переходів у межах секції LD і повернення з підпрограми (SRx) або похідного функціонального блока (DFB) в основну програму.

Елементи, що керують, займають один осередок.

У таблиці 6.3 надана характеристика доступних елементів, що керують.

Таблиця 6.3

Призна-чення	Зображення елементів	Опис
Перехід	NEXT —>>	Коли стан лівого зв'язку 1, відбувається перехід до мітки (у поточній секції). Для генерування безумовного переходу об'єкт переходу має бути розміщений безпосередньо на лівій шині живлення. Для генерування умовного переходу об'єкт переходу розміщений наприкінці набору контактів
Мітка	LABEL:	Мітки (цілі переходів) вказують як текст із двокрапкою на кінці. Цей текст обмежений 32 символами і має бути унікальним у межах усієї секції. Текст має відповідати загальним угодам про іменування. Мітки переходів можуть бути розміщені тільки в першому осередку безпосередньо на шині живлення. Примітка – мітки переходів не можуть «проходити крізь» мережі, передбачувана лінія від мітки переходу до правого краю секції не може перетинатися з іншим об'єктом. Це також дійсно для логічних зв'язків і зв'язків FFB
Повернення	—<RETURN>—	Кожну підпрограму і кожен DFB (похідний функціональний блок) залишають після виконання, відбувається повернення в основну програму. Якщо підпрограму/DFB залишають передчасно, повернення в основну програму може форсувати об'єкт повернення. Якщо стан лівого зв'язку 1, буде виконано повернення з підпрограми або DFB (похідного функціонального блока) в основну програму. Об'єкти повернення можна використовувати тільки в DFBs або SR підпрограмах. Вони не можуть бути використані в основній програмі. Для генерування умовного повернення об'єкт повернення розміщений наприкінці набору контактів

Мова функціональних блоків FBD

Редактор FBD використовують для графічного програмування функціонального плану відповідно до IEC 61131-3.

На рисунку 6.3 подано зображення секції FBD.

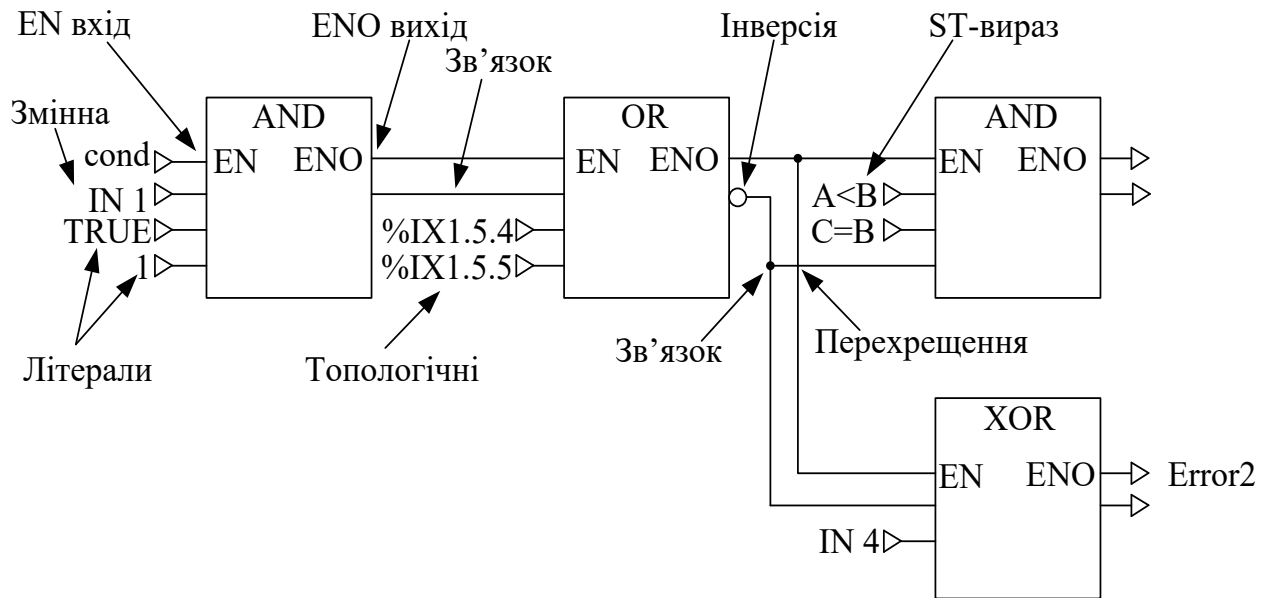


Рисунок 6.3 – Зображення секції FBD

Об'єкти мови програмування FBD (Function Block Diagram) поділяють секцію на декілька:

- EFs і EFBs (елементарні функції та елементарні функціональні блоки);
- DFBs (похідні функціональні блоки);
- процедур;
- елементів, що керують.

Ці об'єкти, що об'єднані під ім'ям FFBs, можуть бути пов'язані один з одним за допомогою:

- зв'язків;
- фактичних параметрів.

Коментарі до логіки секції можуть бути забезпечені за допомогою текстових об'єктів.

Елементарна функція EF

Елементарні функції не мають внутрішніх станів. Якщо входні значення однакові, значення виходу буде однаковим для всіх викликів функції (наприклад складання двох значень дає однаковий результат із кожним викликом).

Елементарна функція (рисунок 6.4) зображена графічно як рамка із входами і одним виходом. Ці входи завжди розташовуються зліва від рамки, а вихід – справа.

Назва функції, наприклад тип функції, зображена в центрі рамки.

Номер виконання функції показаний справа від типу функції.

Лічильник функції показаний над рамкою. Лічильник функції – це порядковий номер функції в поточній секції. Лічильники функції не можуть змінюватися.

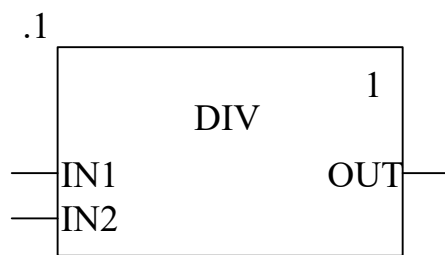


Рисунок 6.4 – Зображення елементарної функції

Кількість входів може бути збільшена деякими елементарними функціями.

Елементарний функціональний блок

Елементарні функціональні блоки (EFBs) мають внутрішні стани. Якщо входи мають однакові значення, значення виходу може бути різним для кожного виконання (наприклад у лічильнику значення виходу збільшується на 1).

Елементарний функціональний блок (рисунок 6.5) зображено графічно як рамка із входами і виходами. Входи завжди розташовані зліва від рамки, а виходи – справа.

Функціональні блоки можуть мати більше одного виходу.

Назва функціонального блока, наприклад тип функціонального блока, зображена в центрі рамки.

Ім'я екземпляра є унікальним ідентифікатором для функціонального блока в проєкті.

Ім'я екземпляра створюється автоматично і має таку структуру:

FBI_n = Екземпляр Функціонального Блока,

де n – порядковий номер функціонального блока в проєкті.

Це автоматично генероване ім'я може бути змінене для наочності. Ім'я екземпляра (максимум 32 символи) має бути унікальним у межах усього проєкту і нечутливим до регістру.

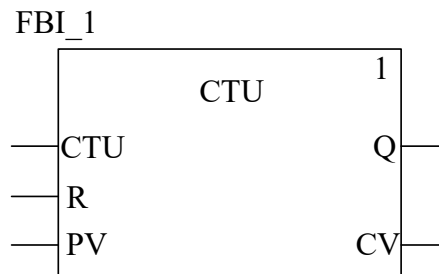


Рисунок 6.5 – Зображення елементарного функціонального блока

Похідні функціональні блоки (DFBs) мають такі самі характеристики, як елементарні функціональні блоки. Користувач може створювати їх мовами FBD, LD, IL і/або ST.

Єдина відмінність від елементарних функціональних блоків полягає в тому, що похідний функціональний блок (рисунок 6.6) зображений як рамка з подвійними вертикальними лініями.

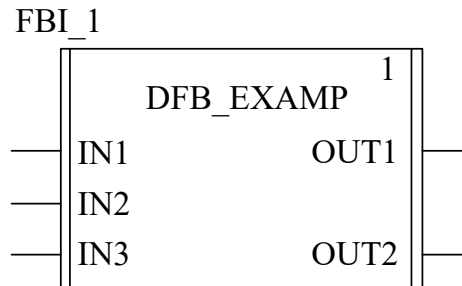


Рисунок 6.6 – Зображення похідного функціонального блока

Процедура

Формально процедури – це функції.

Єдина відмінність від елементарних функцій полягає в тому, що процедури можуть зайняти більше одного виходу і підтримують тип даних VAR_IN_OUT.

Зовні процедури (рисунок 6.7) не відрізняються від елементарних функцій.

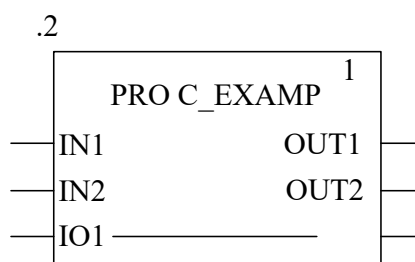


Рисунок 6.7 - Зображення процедури

Параметр

Входи (виходи) потрібні для передавання значень у(з) FFB, які є формальними параметрами.

Об'єкти приєднані до формальних параметрів, які включають поточний стан процесу і є фактичними параметрами (рисунок 6.8).

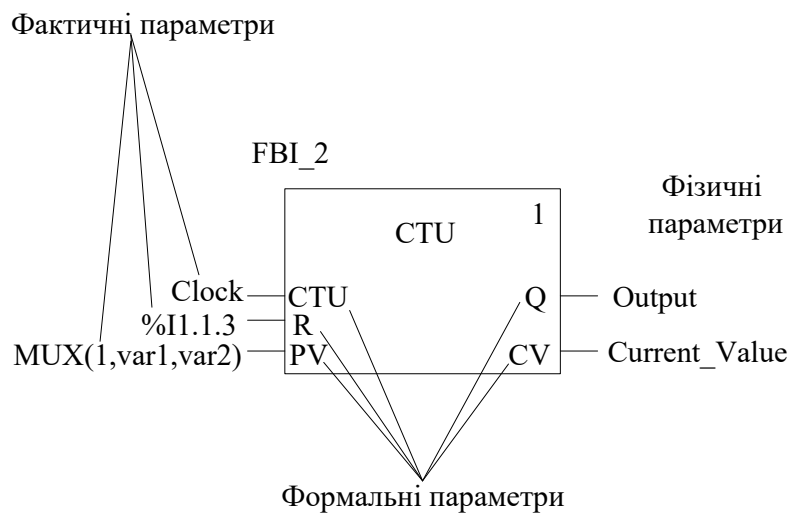


Рисунок 6.8 – Позначення параметрів

Під час виконання програми значення від процесу будуть передані в FFB через фактичні параметри і потім видані після обробки.

Тільки один об'єкт (фактичний параметр) із нижченаведених типів може бути пов'язаний із входами FFB:

- змінна;
- адреса;
- літера;
- ST-вирази;
- зв'язок.

Наступні комбінації об'єктів (фактичні параметри) можуть бути пов'язані з виходами FFB:

- одна змінна;
- одна змінна і одне або більше з'єднань;
- адреса;
- адреса і одне або більше з'єднань;

– одне або більше з'єднань.

Вхід EN і вихід ENO

Один вхід EN і один вихід ENO можуть бути використані в усіх FFBs.

Якщо значення EN дорівнює «0», коли викликають FFB, алгоритми не виконуватимуться, і ENO встановлено в «0».

Якщо значення EN дорівнює «1», коли викликають FFB, алгоритми виконуватимуться. Після успішного виконання цих алгоритмів значення ENO встановлено в «1». Якщо відбувається помилка під час виконання цих алгоритмів, ENO буде встановлений у «0».

Якщо ENO встановлений у «0» (викликають EN = 0, або помилка під час виконання):

- виходи функціонального блока зберігають стан з останнього циклу;
- виходи функції і процедури встановлені в «0».

Поведінка виходу FFBs не залежить від того, чи викликаний FFBs без EN/ENO або з EN = 1.

Затримка вимкнення – TOF

Функціональний блок використовують як затримку вимкнення.

Коли функціональний блок викликають перший раз, початковий стан ET дорівнює «0».

ENO можуть бути конфігуровані як додаткові параметри.

На рисунку 6.9 подано зображення в LD.

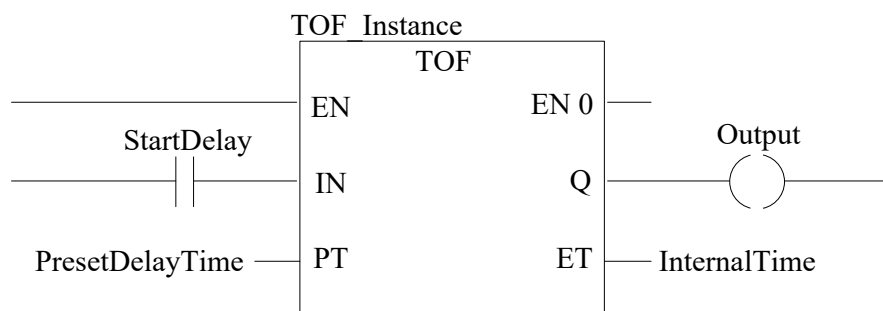


Рисунок 6.9 – Зображення в LD TOF

У таблицях 6.4 та 6.5 надано опис вхідних та вихідних параметрів TOF.

Таблиця 6.4 – Опис вхідних параметрів TOF

Параметр	Тип даних	Значення
IN	BOOL	Запуск затримки
PT	TIME	Передумовлений час затримки

Таблиця 6.5 – Опис вихідних параметрів TOF

Параметр	Тип даних	Значення
Q	BOOL	Вихід
ET	TIME	Внутрішній час

На рисунку 6.10 подана часова діаграма затримки вимкнення TOF.

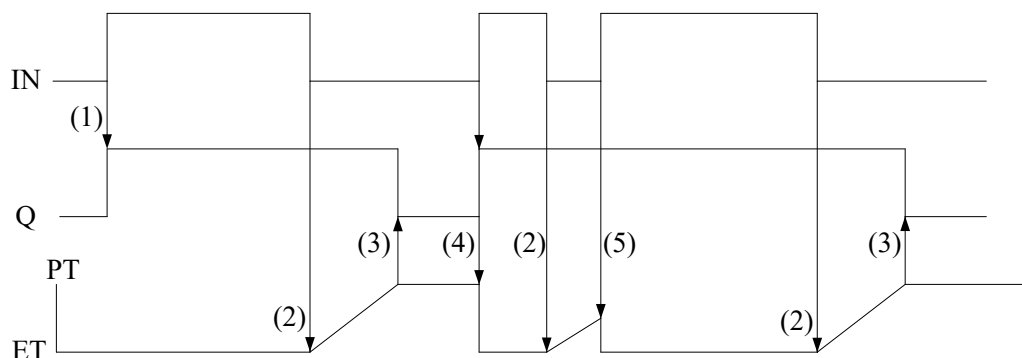


Рисунок 6.10 – Зображення часової діаграми TOF

Опис часової діаграми затримки вимкнення TOF:

- якщо IN стає «1», Q стає «1»;
- якщо IN стає «0», запускається відлік внутрішнього часу (ET);
- якщо внутрішній час досягає значення PT, Q стає «0»;
- якщо IN стає «1», Q стає «1», а підрахунок внутрішнього часу зупиняється/скидається;

– якщо IN стає «1» до того, як внутрішній час досяг значення PT, підрахунок внутрішнього часу зупиняється/скидається, а вихід Q не встановлюється в «0».

Тип «TIME» (T# або TIME#) є беззнаковим подвійним цілим (UDINT) типом. Виражає тривалість у мілісекундах, яка відображає максимальну тривалість приблизно 49 днів.

Елементи часу, які авторизовані для подання значення:

- дні (D);
- години (H);
- хвилини (M);
- секунди (S);
- мілісекунди (MS).

Наприклад, T#125 означає час – 125 мілісекунд; T#23M11S250MS – 23 хвилини 11 секунд і 250 мілісекунд.

Затримка ввімкнення – TON

Функціональний блок може бути використаний як затримка ввімкнення.

Коли функціональний блок викликають перший раз, початковий стан ET дорівнює «0».

ENO можуть бути конфігуровані як додаткові параметри.

На рисунку 6.11 подано зображення в LD.

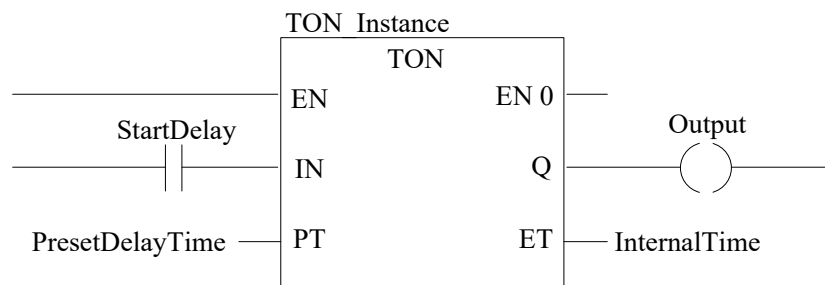


Рисунок 6.11 – Зображення в LD TON

У таблицях 6.6 і 6.7 надано опис вхідних і вихідних параметрів TON.

Таблиця 6.6 – Опис вхідних параметрів TON

Параметр	Тип даних	Значення
IN	BOOL	Запуск затримки
PT	TIME	Передумовлений час затримки

Таблиця 6.7 – Опис вихідних параметрів TON

Параметр	Тип даних	Значення
Q	BOOL	Вихід
ET	TIME	Внутрішній час

На рисунку 6.12 подана часова діаграма зображення затримки ввімкнення TON.

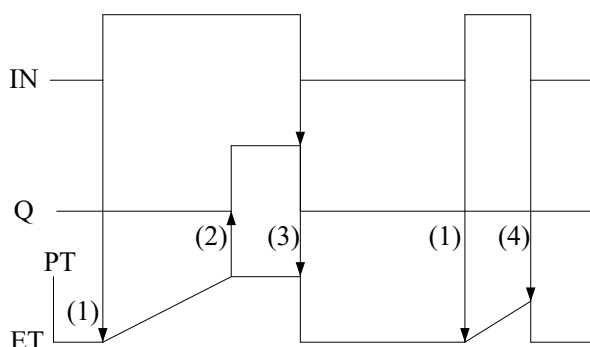


Рисунок 6.12 – Зображення часової діаграми затримки ввімкнення TON

Опис часової діаграми затримки виключення TON:

- (1) якщо IN стає «1», запускається відлік внутрішнього часу (ET);
- (2) якщо внутрішній час досягає значення PT, Q стає «1»;
- (3) якщо IN стає «0», Q стає «0», а підрахунок внутрішнього часу зупиняється/скидається;
- (4) якщо IN стає «0» до того, як внутрішній час досяг значення PT, підрахунок внутрішнього часу зупиняється/скидається, а вихід Q не встановлюється в «0».

Імпульс – TP

Функціональний блок використовують для генерування імпульсу із заданою тривалістю.

Коли функціональний блок викликають перший раз, початковий стан ET дорівнює «0».

ENO можуть бути конфігуровані як додаткові параметри.

На рисунку 6.13 подано зображення в LD.

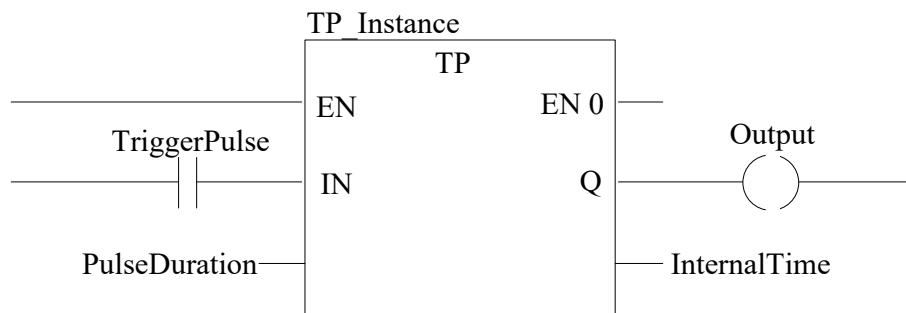


Рисунок 6.13 – Зображення в LD TP

У таблицях 6.8 і 6.9 надано опис вхідних і вихідних параметрів.

Таблиця 6.8 – Опис вхідних параметрів TP

Параметр	Тип даних	Значення
IN	BOOL	Запуск імпульсу
PT	TIME	Передумовлений час імпульсу

Таблиця 6.9 – Опис вихідних параметрів TP

Параметр	Тип даних	Значення
Q	BOOL	Вихід
ET	TIME	Внутрішній час

На рисунку 6.14 подано зображення імпульсу TP.

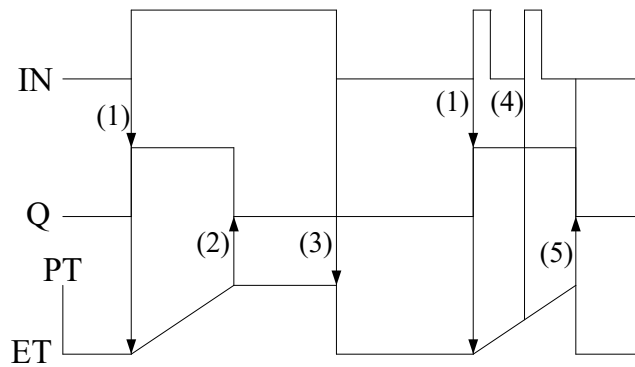


Рисунок 6.14 – Зображення імпульсу ТР

Опис часової діаграми затримки виключення ТР:

- (1) якщо IN стає «1», Q стає «1», і починається відлік внутрішнього часу (ET);
- (2) якщо внутрішній час досягає значення РТ, Q стає «0» (незалежно від IN);
- (3) відлік внутрішнього часу зупиняється/скидається, якщо IN стає «0»;
- (4) якщо внутрішній час не досяг значення РТ, імпульс IN не впливає на внутрішній час;
- (5) якщо внутрішній час досяг значення РТ, і IN дорівнює «0», відлік внутрішнього часу зупиняється/скидається, і Q стає «0».

Недозволені петлі

Конфігурація петель прямо через зв'язки не дозволена (рисунок 6.15), оскільки неможливо чітко визначити сигнальний потік (вихід одного FFB є входом наступного FFB і вихід цього є входом першого).

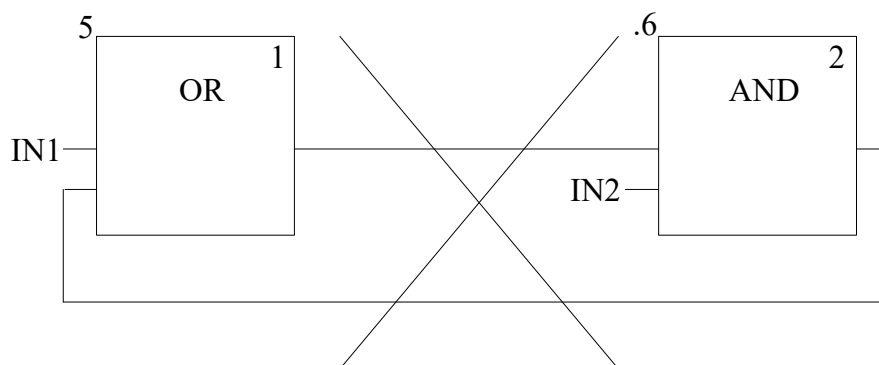


Рисунок 6.15 – Конфігурація петель не дозволена

Завдання для виконання роботи

1 Ознайомитися з теоретичним матеріалом, що наведено в конспекті лекцій та навчальних посібниках і підручниках [1 – 5].

2 Запустити програму «Unity Pro XL», що знаходиться: Пуск -> Програми -> Schneider Electric -> SoCollaborative -> Unity Pro.

3 Створити новий проєкт, для чого необхідно в рядку меню вибрати «New». У відкритому вікні вибрати в розділі Premium контролер типу TSX P57 1634M.

4 Конфігурування контролера.

4.1 У Project Browser натиснути лівою кнопкою «миші» два рази по рядку «Configuration».

4.2 У вікні, що з'явилося, натиснути правою кнопкою «миші» на елементі з цифрою «2» і вибрати у меню «New device» (рисунок 6.16).

Вибрати в розділі «Discrete» модуль вводу «TSX DEY 16D2».

4.3 Повторити пункт 4.2 для елемента «3», але вибрати модуль виводу «TSX DSY 16S4».

4.4 Повторити пункт 4.2 для елемента «4», але вибрати в розділі «Analog» модуль аналогового вводу «TSX AEY 800».

4.5 У Project Browser вибрати «Communication», натиснути правою кнопкою «миші» на «Networks» і вибрати рядок «New Network».

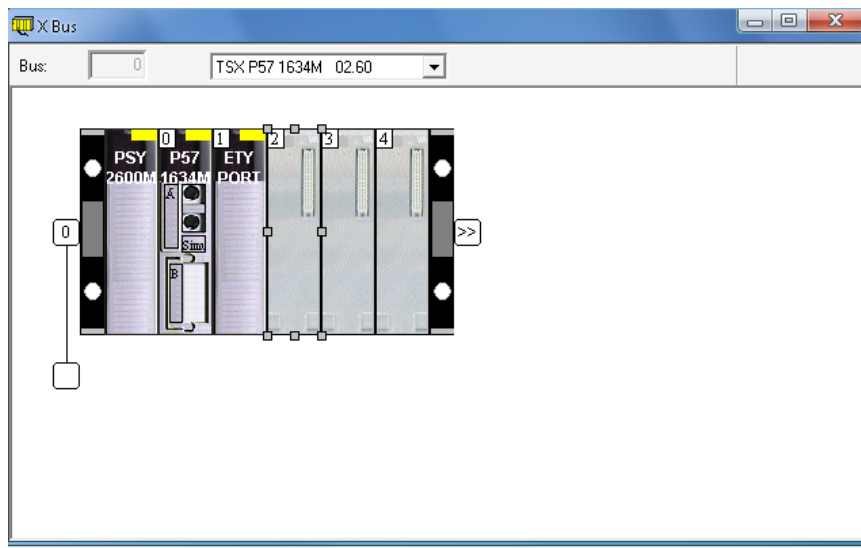


Рисунок 6.16 – Вибір модуля вводу «TSX DEY 16D2»

Заповнити поля вікна, що з'явилося, відповідно до рисунка 6.17.

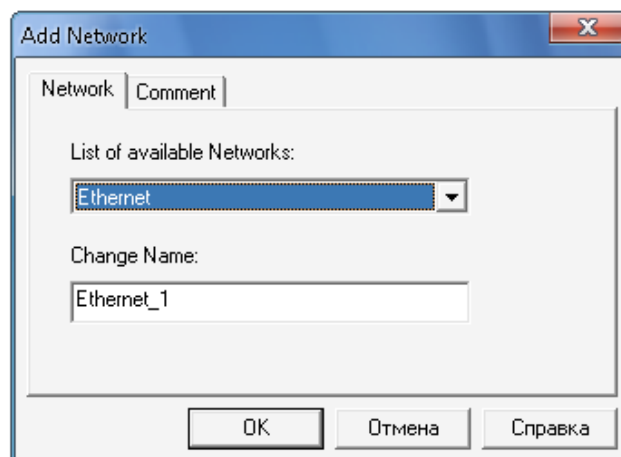


Рисунок 6.17 – Вікно підключення нової мережі

4.6 У Project Browser натиснути лівою кнопкою «миші» два рази по рядку «Configuration». Вибрати елемент TSX ETY PORT під цифрою «1». У вікні, що з'явилося, натиснути лівою кнопкою «миші» по рядку «Chanel 0» і сконфігурувати його відповідно до рисунка 6.18.

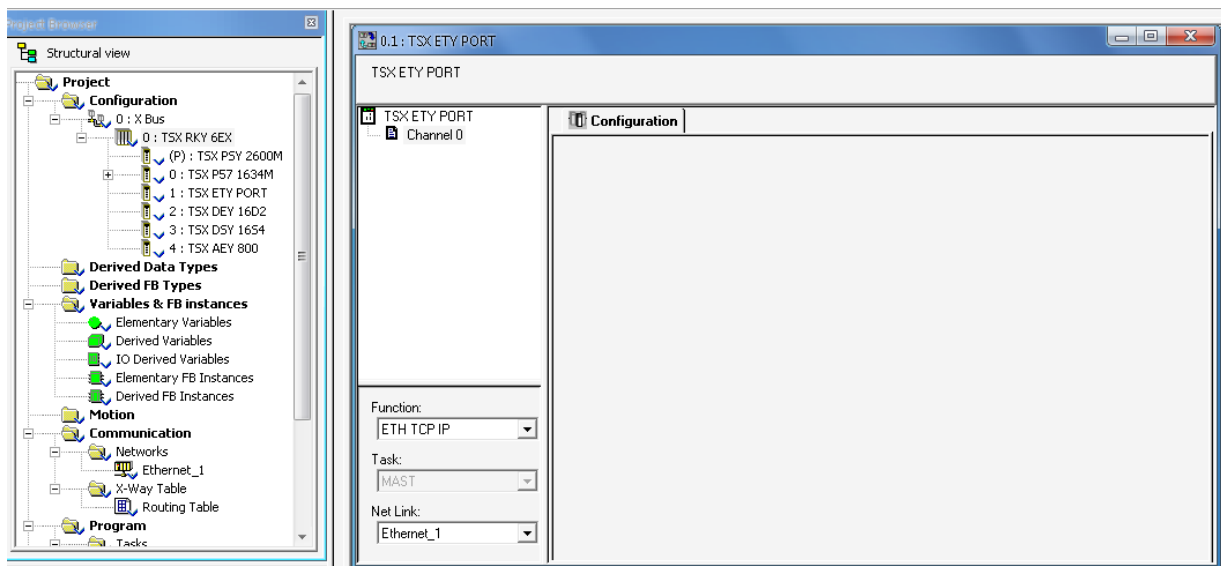


Рисунок 6.18 – Вікно конфігурації каналу зв'язку

4.7 У меню «Edit» вибрати «Validate» для закінчення конфігурації.

5 Створення програми.

5.1 У меню «Tools» (рисунок 6.19) вибрати «Project Settings». Вибрати «Program» -> «Languages» і натиснути лівою кнопкою «миші» на пункті «LD». Встановити кількість стовпців у програмі – 25.

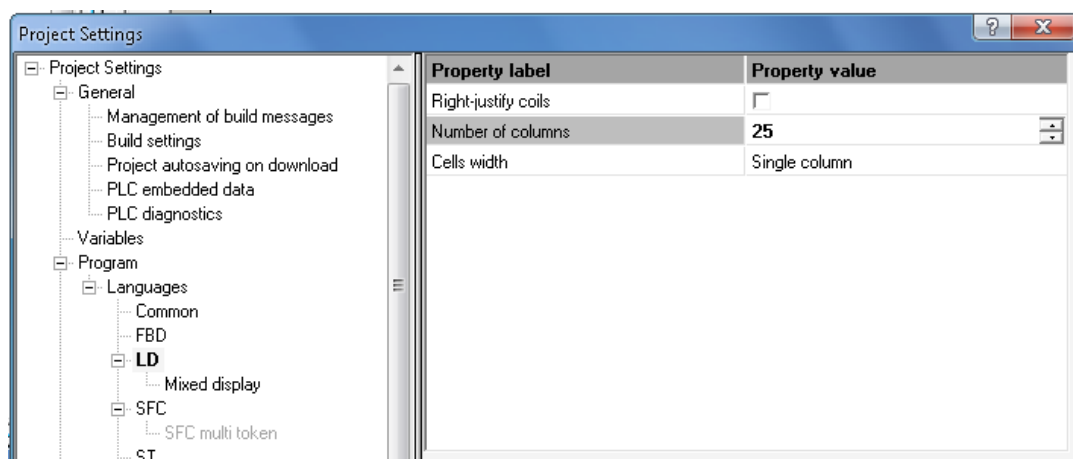


Рисунок 6.19 – Встановлення параметрів вікна програми

5.2 У Project Browser вибрати «Program» -> «Tasks» -> «Mast», натиснути правою кнопкою «миші» на «Sections» і вибрати рядок «New Section».

У вікні, що з'явилося, вибрати основну мову програмування (пункт «Language») – LD. Ім'я проєкту може бути довільним, але унікальним і латинськими літерами.

Натиснути кнопку «Ok».

5.3 У Project Browser у підрозділі «Program» -> «Tasks» -> «Mast», -> «Sections» з'явиться файл з ім'ям, що було вписано в попередньому пункті. Вибрати файл, натиснувши на ньому двічі лівою кнопкою «миші».

5.4 Відповідно до завдання за вказівкою викладача розробити програму роботи відповідної схеми.

Основні елементи вибраної мови програмування розміщено на панелі інструментів (рисунок 6.20).

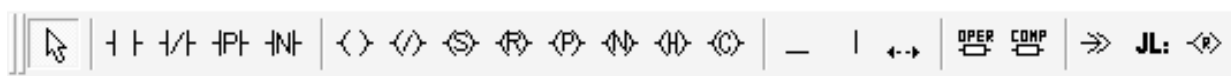


Рисунок 6.20 – Панель інструментів

Для додавання функцій необхідно:

- натиснути правою кнопкою «миші» на вільній частині поля та вибрати пункт «FFB Input Assistant»;

- у вікні, що з'явилося, натиснути «...» у рядку «FFB type» (рисунок 6.21);

- у вікні, що з'явилося, необхідно знайти необхідну функцію, наприклад «TOF» (рисунок 6.22);



Рисунок 6.21 – Вікно додавання FFB

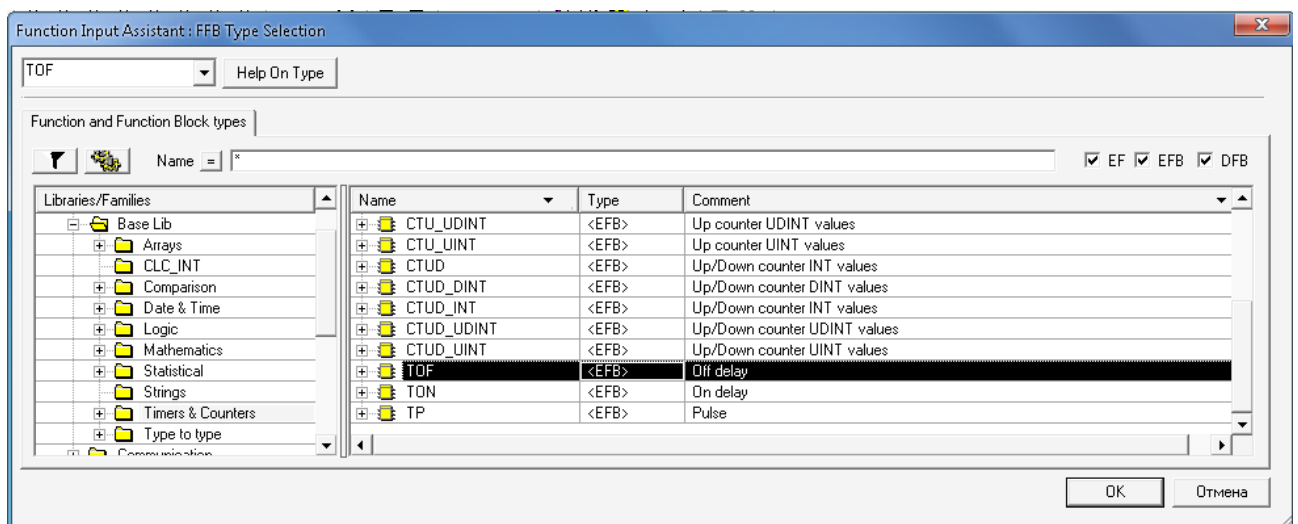


Рисунок 6.22 – Вікно вибору FFB

– після вибору необхідної функції з'являється вікно, у якому необхідно ввести необхідні параметри у стовпчик «Entry field» (рисунок 6.23).

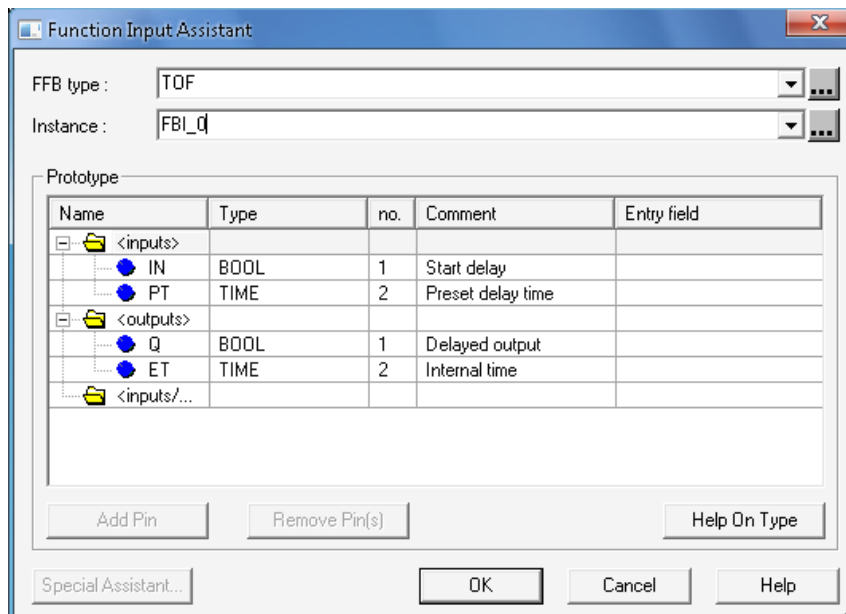


Рисунок 6.23 - Зображення вікна для введення параметрів

6 Запуск програми на віртуальному пристрої та моделювання.

6.1 Перед запуском програми необхідно:

- створити проєкт: вибрати в меню пункт «Build» -> «ReBuild All Project»;
- увімкнути віртуальний пристрій: вибрати в меню пункт «PLC» -> «Connect»;
- записати до віртуального пристрою програму: вибрати в меню пункт «PLC» -> «Transfer Project to PLC»;
- у вікні, що з'явилося, підтвердити запис натисканням кнопки «Transfer».

6.2 Для запуску роботи програми необхідно вибрати в меню пункт «PLC» -> «Run».

Умовно струм, що протікає, зображено стовщеною лінією зеленим кольором (рисунок 6.24).

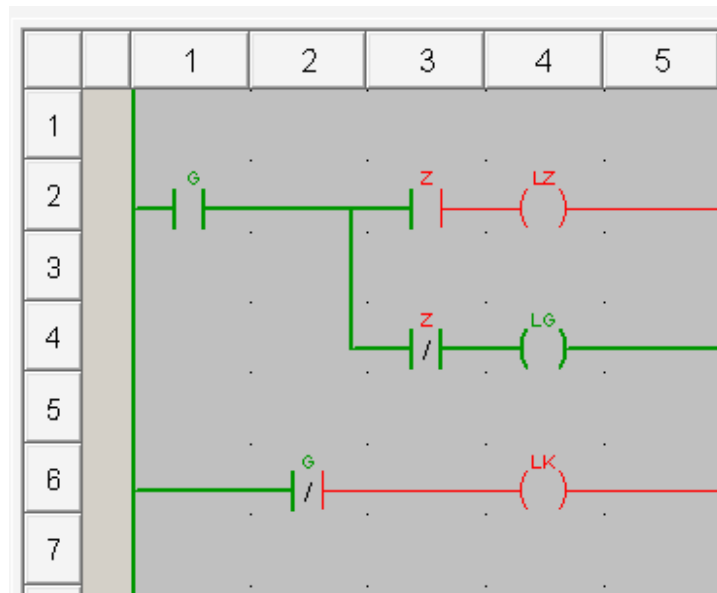


Рисунок 6.24 – Зображення частини програми

Для зміни стану контактів, що не мають обмотки, або кнопок необхідно натиснути правою кнопкою «миші» на контакт, що не має обмотки, або кнопці, вибрати пункт «Set Value» і встановити значення «1» або «0».

6.3 Для наочності моделювання середовище Unity Pro має можливості графічного відображення процесів роботи програми.

Для цього необхідно в Project Browser у підрозділі «Operator Screens» натиснути праву кнопку «миші» і вибрати пункт «New Screen». У вікні, що з'явилося, натиснути кнопку «Ok».

У Project Browser у підрозділі «Operator Screens» з'явиться файл із «Screen». Вибрати файл, натиснувши на ньому двічі лівою кнопкою «миші».

Основні елементи для створення рисунків розміщено на панелі інструментів (рисунок 6.25).



Рисунок 6.25 – Основні елементи створення рисунків

Для додавання функцій анімації стану необхідно:

- двічі натиснути лівою кнопкою «миші» на вибраному елементі;
- у вікні, що з'явилося, перейти на вкладинку «Animation»;
- у рядку «Variable» натиснути кнопку «...» (рисунок 6.26);

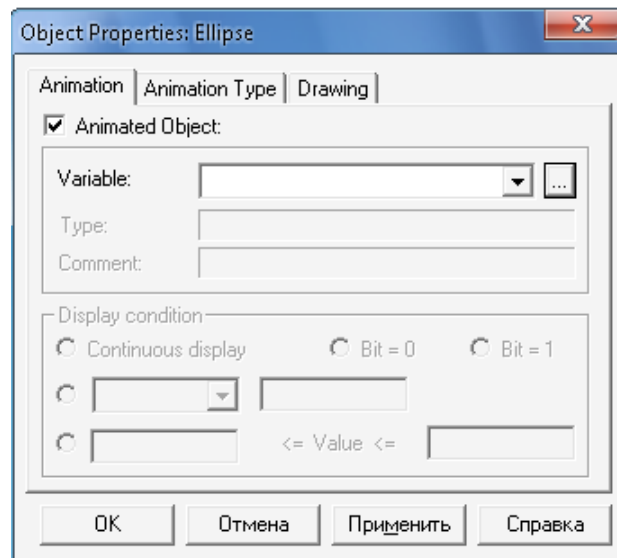


Рисунок 6.26 – Вікно додавання функцій анімації до об'єкта

- у вікні, що з'явилося, вибрати елемент, стан якого необхідно візуалізувати;
- у пункті «Display condition» вибрати стан елемента («Bit=0» або «Bit=1»), за якого він буде відображений.

Створення елементів керування:

- після розміщення елементів керування двічі натиснути лівою кнопкою «миші» на одному з елементів;
- у вікні, що з'явилося, перейти на вкладинку «Control»;
- у рядку «Variable» натиснути кнопку «...»;
- у вікні, що з'явилося, вибрати елемент, станом якого необхідно керувати.

Для переходу з режиму редагування до режиму моделювання необхідно вибрати в меню пункт «Services»->«Enable Variable Modification» або натиснути кнопку F7.

Контрольні запитання

1 Назвіть мови програмування, що використані Unity Pro для створення програм.

2 Що являє собою мова східчастих діаграм?

3 Вкажіть недоліки та переваги мови східчастих діаграм.

4 Що являє собою мова функціональних блоків?

5 Вкажіть недоліки та переваги мови функціональних блоків.

6 Чому не дозволена конфігурація петель прямо через зв'язки?

Література [6-12].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Правила технічної експлуатації залізниць України (ПТЕ): затв. Наказом Міністерства транспорту України від 20.12.1996 р. № 411 та зареєстр. в Міністерстві юстиції України 25.02.1997 р. за № 50/1854 (у ред. від 14.11.2025 р.). 2022. 176 с.

2 Автоматизовані системи керування рухом поїздів на станціях: навч. посіб. / В. І. Мойсеєнко, В. О. Сотник, С. О. Змій, О. В. Щєбликіна. Харків : УкрДУЗТ, 2024. 184 с.

3 Системи керування рухом поїздів на станціях : лабораторний практикум / В. І. Мойсеєнко, В. О. Сотник, С. О. Змій та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2024. 132 с.

4 ЦШ-0001. Інструкція з сигналізації на залізничному транспорті України. Київ: АТ «Укрзалізниця», 2023. 237 с.

5 Clark S. A History of Railway Signalling. *Railway Signalling and Control Systems* (RSCS 2012). London: Institution of Engineering and Technology, 2012. DOI: 10.1049/ic.2012.0040.

6 Pachl J. Railway Signalling Principles. Braunschweig, 2024. 85 p. DOI: 10.24355/dbbs.084-202110181429-0.

7 Pachl J. Railway Operation and Control. 4th ed. Mountlake Terrace: VTD Rail Publishing, 2018. 289 p. ISBN 978-0971991590.

8 Hansen I. A., Pachl J. Railway Timetabling and Operations: Analysis, Modelling, Optimisation, Simulation, Performance, Evaluation. Hamburg: Eurailpress, 2014. 332 p. ISBN 978-3777104621.

9 ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 16 с.

10 ДСТУ EN 50126-1:2022. Залізничний транспорт. Надійність, готовність, ремонтпридатність та безпека (RAMS). Ч. 1. Загальний процес RAMS. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2022. URL: <https://online.budstandart.com>.

11 EN 50128:2011. Railway Applications – Communication, Signalling and Processing Systems – Software for Railway Control and Protection Systems. Brussels: CENELEC, 2011. 127 p.

12 EN 50129:2018. Railway Applications – Communication, Signalling and Processing Systems – Safety Related Electronic Systems for Signalling. Brussels: CENELEC, 2018. 154 p.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для практичних занять, самостійної підготовки,
виконання контрольної та розрахунково-графічної робіт

з освітнього компонента

«ОСНОВИ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
спеціальності G7 (174) «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка»

Відповідальний за випуск Щебликіна О. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 29.06.2026 р.

Умовн. друк. арк. 4,0. Тираж . Замовлення № .

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.