Система, що розроблена, призначена для **автоматизованого керування транспортним світлофором**, який імітує типовий цикл перемикання кольорів. Такий цикл наближений до стандартів дорожнього регулювання, які застосовуються у реальному середовищі.

Світлофор працює у такому режимі:

* **Червоний сигнал горить протягом 5 секунд** — він подається для зупинки транспорту, імітуючи заборону руху;
* **Жовтий сигнал горить 1 секунду** — виконує функцію попередження про зміну сигналу, дозволяє підготуватися до початку чи завершення руху;
* **Зелений сигнал горить 5 секунд** — дозволяє рух транспорту у заданому напрямку.

Цей алгоритм використовується для **відтворення поведінки реального світлофора** з метою навчання, тренування або перевірки роботи логіки ПЛК. Застосовується він у:

* **тренажерах для майбутніх спеціалістів з автоматизації**;
* **навчальних лабораторних стендах у ПТНЗ, коледжах і технікумах**;
* демонстраційних або практичних заняттях із **електротехніки, автоматики, робототехніки**.

Апаратна база системи складається з двох частин:

* **Програмований логічний контролер Festo FC34**, що реалізує логіку роботи світлофора та керує сигналами перемикання відповідно до заданого алгоритму.
* **Силова частина**, яка виконує функцію комутації: забезпечує подачу живлення на лампи відповідно до команд з ПЛК, а також містить інтерфейс ручного керування (кнопки ПУСК і СТОП).

# ****2. Програмна логіка (ПЛК Festo FC34)****

Уся логіка перемикання кольорів світлофора реалізована у вигляді **релейно-контактної схеми типу Ladder Diagram**, що є одним із найпоширеніших форматів програмування ПЛК. Він дозволяє візуально представити логіку послідовних процесів, максимально наближену до класичних електричних схем.

### ****Ключові компоненти програмної частини:****

* **I0** — вхід ПЛК, до якого підключено кнопку «ПУСК». Використовується для запуску циклу.
* **Q0** — вихід ПЛК, який керує червоним світлом (RED). Подається напруга на відповідну лампу.
* **Q1** — вихід на жовте світло (YELLOW).
* **Q2** — вихід на зелене світло (GREEN).
* **TON1** — таймер затримки включення червоного сигналу, налаштований на 5 секунд.
* **TON2** — таймер жовтого сигналу (1 секунда).
* **TON3** — таймер зеленого сигналу (5 секунд).
* **BLOCK\_1** — допоміжний логічний флаг, який слугує для керування послідовністю роботи. Забезпечує правильну циклічність виконання алгоритму.

### ****Алгоритм функціонування логіки ПЛК:****

1. Натискання кнопки **ПУСК (I0)** активує змінну **BLOCK\_1**, яка дозволяє почати виконання циклу.
2. Вихід **Q0** подає напругу на червоне світло. Одночасно запускається **таймер TON1**, що витримує паузу в 5 секунд.
3. Після завершення роботи таймера TON1:
   * Подача на **Q0 припиняється** (червоне світло гасне),
   * Включається **Q1** (жовтий сигнал) і запускається **TON2** на 1 секунду.
4. По завершенні таймера TON2:
   * Вихід **Q1 вимикається**, жовте світло гасне,
   * Включається **Q2**, запускається таймер **TON3** (5 секунд).
5. Після відпрацювання зеленого світла (TON3):
   * Q2 вимикається,
   * **BLOCK\_1 скидається**, що знову дозволяє почати цикл з червоного сигналу (Q0).

Цикл автоматично повторюється без потреби у повторному натисканні кнопки, доки система не буде примусово зупинена через кнопку СТОП.

# ****3. Принцип взаємодії з силовою частиною****

Програмна логіка в ПЛК формує **керуючі сигнали Q0, Q1, Q2**, однак вона не може безпосередньо вмикати лампи без силової частини. Для цього необхідна **електрична силова схема**, яка виконує декілька важливих функцій:

* Забезпечує **живлення ламп та елементів керування** через джерело постійного струму +24 В;
* Приймає сигнали з ПЛК і **комутує фізичні ланцюги керування**;
* Реалізує **інтерфейс оператора** — можливість запуску або зупинки системи вручну за допомогою кнопок;
* Забезпечує **самофіксацію стану реле**, що дозволяє зберігати активний стан без постійного натискання кнопки.

Уся ця частина працює у **взаємозв’язку з логікою ПЛК**, але функціонує незалежно від програмного забезпечення, що робить її критично важливою для надійної та безпечної роботи.

# ****4. Силова електрична схема****

Фізична схема живлення та комутації світлофорної установки виконує роль "мускулатури" системи, тобто фізично вмикає або вимикає електричні елементи відповідно до команд, які надходять із ПЛК.

### ****Джерело живлення:****

* Постійний струм напругою **+24В та 0В**, який є стандартним для більшості промислових ПЛК-систем і світлодіодних ламп.

### ****Ключові компоненти силової частини:****

* **SB1E («ПУСК»):** Кнопка замикаючого типу, яка запускає всю систему. При натисканні замикає коло живлення на реле К1.
* **SB2E («СТОП»):** Кнопка розмикаючого типу, яка зупиняє систему шляхом розриву кола живлення на реле.
* **K1:** Електромагнітне реле із контактами самофіксації (типово: 13-14, 23-24). Утримує стан включення навіть після відпускання кнопки «ПУСК».
* **I0 (ПЛК):** Вхідний термінал, до якого надходить +24В від реле K1 для активації програмного циклу.
* **Q0, Q1, Q2 (ПЛК):** Вихідні сигнали, які через свої контакти подають живлення на відповідні лампи.
* **Лампи:** Три світлодіодні індикатори (RED, YELLOW, GREEN), які візуально відображають роботу світлофора.

### ****Принцип роботи силової частини:****

1. **Натискання кнопки SB1E ("ПУСК")** замикає коло і подає +24В на **котушку реле K1**.
2. Реле K1:
   * Замикає контакт **13-14**, утримуючи своє живлення (самофіксація),
   * Замикає контакт **23-24**, через який подається напруга на **вхід I0 ПЛК**.
3. Після активації входу I0, **ПЛК запускає програмну логіку** (див. пункт 2).
4. ПЛК по черзі подає сигнали на виходи:
   * **Q0** активує лампу **RED** (червоне світло),
   * **Q1** — **YELLOW** (жовте світло),
   * **Q2** — **GREEN** (зелене світло).
5. При **натисканні кнопки SB2E («СТОП»):**
   * Розмикається живлення котушки реле K1,
   * Реле припиняє утримання — **розмикаються обидва контакти** (13-14 і 23-24),
   * Вхід **I0 знеструмлюється**, і **вся система зупиняється повністю**.

# ****5. Висновок****

Проєкт світлофорної системи є класичним прикладом реалізації керування **з використанням ПЛК та релейної логіки**. Його архітектура демонструє **чітке розділення на програмну та силову частини**, що забезпечує:

### ****Функціональну ефективність:****

* **Програмна частина (ПЛК):** Виконує всю логіку перемикання сигналів, керує послідовністю, задає час затримки та відповідає за безперервний цикл.
* **Силова частина:** Забезпечує подачу фізичного струму, комутацію ламп і інтерфейс для ручного керування.

### ****Переваги системи:****

* **Безпечність:** Розділення логіки та силових елементів зменшує ризик коротких замикань або неправильного спрацювання.
* **Надійність:** Використання **реле самофіксації** гарантує стабільність роботи без складних електронних компонентів.
* **Наочність:** Візуальна індикація та простота логіки дозволяють швидко навчити студентів основам автоматизації.

### ****Освітнє значення:****

Система є **ідеальною навчальною моделлю**, що дозволяє:

* Засвоїти **принципи програмування ПЛК Festo FC34**.
* Ознайомитися з **логікою релейного керування та автоматизації**.
* Отримати практичні навички з **проектування, складання та монтажу електричних схем керування**.