

СТВОРЕННЯ ПРОСТОГО ПЛК НА БАЗІ ARDUINO

Мета роботи:

1. Практичне ознайомлення з принципами роботи ПЛК.
2. Складання схеми найпростішого ПЛК.
3. Створення комунікаційного протоколу обміну для ПЛК.
4. Написання програми для ПЛК на базі Arduino.

1 Короткі теоретичні відомості

1.1. Загальні властивості контролерів

Програмований логічний контролер (ПЛК), який у міжнародних документах позначається як PLC (Programmable Logic Controller) – це мікропроцесорний пристрій, призначений для керування виробничими процесами в умовах промислового середовища в реальному масштабі часу, що програмується з використанням спеціалізованих мов програмування. Окрім ПЛК в промисловості використовуються й інші типи контролерів, наприклад РС-сумісні. У даній дисципліні розглядаються тільки програмовані логічні контролери, тому надалі в тексті терміни "контролер" та "ПЛК" вважаються синонімами, якщо інше не буде вказане явно.

Можна виділити декілька основних рис ПЛК:

1. Наявність спеціалізованих мов програмування, що максимально наближені до потреб управління в реальному часі, спрощують розробку, налагодження та модифікацію прикладних програм, можливість оперативної зміни алгоритму керування програмним шляхом. Ці мови стандартизовані в міжнародному стандарті МЕК 61131.

2. Блочно-модульний принцип побудови ПЛК (крім моноблочних контролерів), що дає можливість за рахунок використання різноманітних модулів входу-виходу оптимізувати його компонування для керування конкретним об'єктом. Тобто конфігурація ПЛК (перелік модулів, які входять до складу контролера) залежить від конкретного об'єкта управління і алгоритму управління ним. Це не тільки зменшує витрати на впровадження систем автоматизації, а й підвищує ремонтоздатність ПЛК.

3. Призначення ПЛК для використання в промислових умовах ставить досить жорсткі вимоги до надійності ПЛК та захищеності його від впливу

різноманітних електромагнітних, вібраційних, кліматичних та інших перешкод. Це досягається за рахунок використання надійної елементної бази, стійких і надійних схемних рішень, спеціальних гальванічних розподільників, резервування, дублювання та інших заходів, а також високого технологічного рівня виробництва ПЛК.

4. Наявність широко розвинутої системи самодіагностики та тестування, за допомогою яких можна швидко визначити несправність та усунути її. Це є дуже важливою функцією, оскільки ПЛК - досить складний технічний засіб і визначення причини відмови ПЛК потребує досить високої кваліфікації обслуговуючого персоналу. Тому в разі виникнення технічної несправності ПЛК система діагностики допомагає швидко визначити модуль, у якому виникла несправність. Цей модуль повинен бути швидко замінений технічним персоналом і роботоздатність системи управління буде поновлена. А несправний модуль повинен бути переданий на ремонт у сервісну службу виробника ПЛК.

5. Для забезпечення роботи ПЛК у складі розподіленої АСУТП передбачена можливість організації обміну інформацією між окремими ПЛК та передачі технологічної інформації в системи організаційно-економічного управління за рахунок широкого використання промислових мереж, польових шин та комп'ютерних мереж.

1.2. Структура контролерів

На рис. 1.1 показано узагальнену структуру програмованого логічного контролера. Центральною частиною ПЛК є мікропроцесорний пристрій (МП, CPU), який керує операціями збору і оброблення даних від зовнішніх пристроїв і вироблення керуючих дій відповідно до розробленої програми користувача.

Пам'ять контролера використовується для декількох цілей. Частина призначена для зберігання та виконання операційної системи, якою керується мікропроцесорний модуль, а також для розміщення системної інформації про оперативний стан апаратного і програмного забезпечення. Саме ця інформація використовується для функціонування системи самодіагностики і тестування контролера. Інша частина ресурсів пам'яті використовується для зберігання розробленої програми користувача, яка й визначає виконання алгоритму керування об'єктом. Ємність пам'яті, яка використовується для зберігання

програми користувача, визначає можливості даного ПЛК для створення прикладного програмного забезпечення.

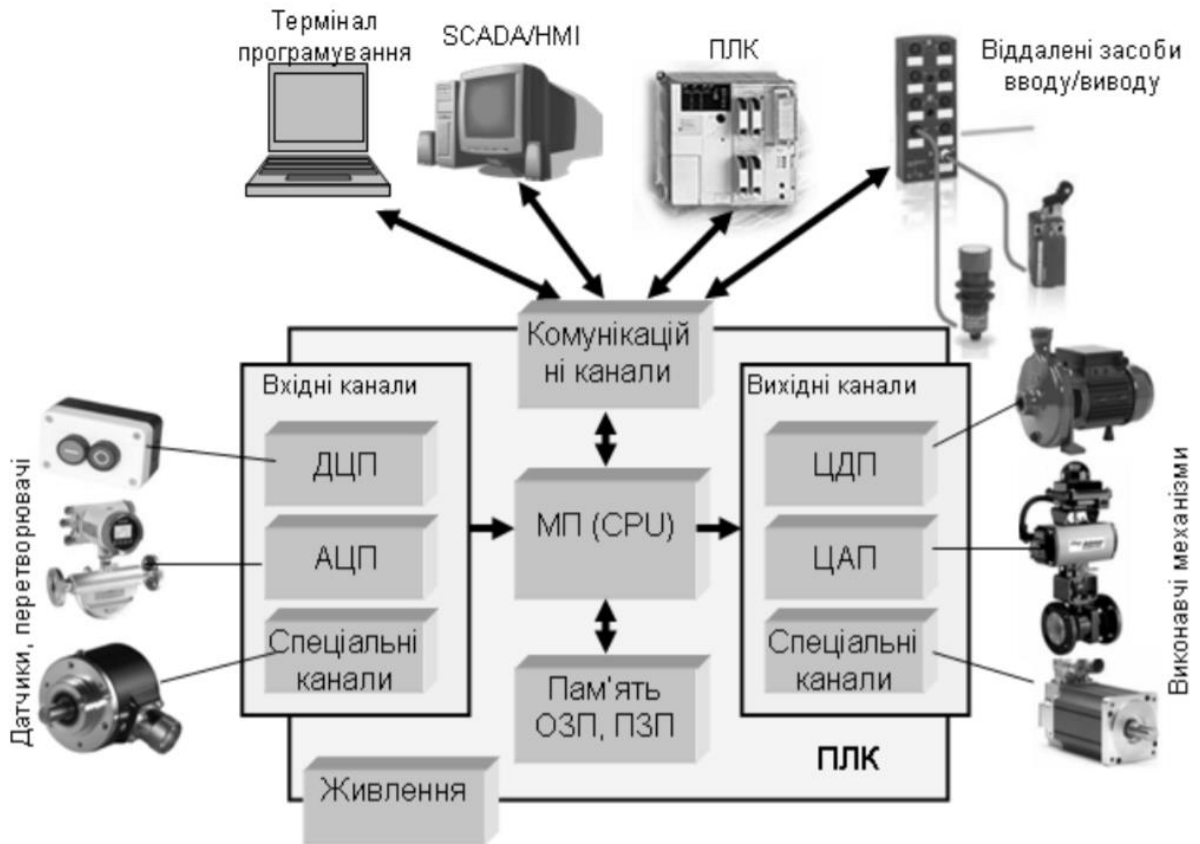


Рис. 1.1. Фізична структура промислового контролера

У ПЛК використовуються всі види пам'яті – ОЗП (оперативна, тобто енергозалежна), ПЗП (постійна, енергонезалежна) і ППЗП (перпрограмована, енергонезалежна з можливістю запису). Вони можуть вбудовуватись у процесорний модуль, і/або входити до складу контролера у вигляді окремих модулів або карт пам'яті. Останнє дає можливість так сформувати пам'ять контролера, щоб за характеристиками і ємністю вона найбільш відповідала прикладній задачі керування.

Функціональні і технічні можливості мікропроцесорного модуля і модулів пам'яті визначають одну з основних характеристик ПЛК – його швидкодію, яка, як правило, вимірюється в швидкості оброблення 1 кілобайта (або кілослова) програми користувача або/і як час одноразового обслуговування всіх входів-виходів контролера, тобто робочого циклу ПЛК.

Промисловий контролер по своїй суті являється спеціалізованим комп'ютером. Однак він має спеціалізоване призначення - управління об'єктом автоматизації в реальному часі, що відображається на його програмній та технічній структурі. Для постійного слідкування за процесом та керування ним він повинен отримувати інформацію від різноманітних датчиків і, згідно із заданим алгоритмом, виробляти сигнали для управління виконавчими механізмами. Для реалізації цього завдання до складу ПЛК входять різноманітні канали (часто в складі модулів або блоків), які забезпечують його зв'язок з датчиками і виконавчими механізмами. Враховуючи що ПЛК працює з цифровою формою сигналу, ряд каналів забезпечують можливість його роботи з іншими формами сигналів. Основними завданнями каналів є:

- **вхідних:** перетворення фізичних сигналів від датчиків в цифрову форму, зрозумілу для мікропроцесорного модуля;
- **вихідних:** перетворення цифрової форми управляючих сигналів, вироблених мікропроцесорним модулем, на фізичні сигнали, що можуть керувати виконавчими механізмами;
- **комунікаційних:** забезпечити зв'язок з іншими мікропроцесорними (інтелектуальними) засобами;

Конструктивно контролери мають блоково-модульний принцип (крім моноблочних контролерів), тобто вони є проектно-компонованими виробами. Це значить, що типи модулів і їхня кількість залежать від особливості об'єкта автоматизації і алгоритму керування ним. До складу сучасних ПЛК може входити велика кількість різноманітних каналів, як правило, в складі модулів або блоків. Ці модулі умовно можна поділити на декілька основних груп, в залежності від того, які типи датчиків і виконавчих механізмів можуть бути підключені до нього. Нижче коротко перерахуємо їх властивості.

Вхідні канали (модулі) – це канали, які забезпечують контролер необхідною інформацією з об'єкту, тобто до них підключаються різноманітні датчики (напряму або через перетворювач), контакти кнопок, контакторів тощо. До вхідних каналів відносять:

- канали (модулі) дискретно-цифрового перетворення (ДЦП), до яких підключаються датчики з дискретним виходом (сигналізатори

рівня, електроконтактні манометри та ін.) та управляючі технічні засоби (кнопки, перемикачі, датчики положення та ін.);

- канали (модулі) аналогового-цифрового перетворення (АЦП), до яких підключаються датчики з аналоговим уніфікованим електричним виходом, термометри опору, термопари;

- спеціалізовані вхідні канали (модулі), до яких підключаються специфічні не уніфіковані вхідні сигнали, наприклад, модулі для підключення тензометричних датчиків вимірювання ваги; модулі лічильників; модулі безпеки; кодери і енкодери тощо.

Вихідні канали (модулі) – це канали, які забезпечують перетворення керуючого сигналу цифрової форми, що формується програмою, в необхідний рівень сигналу для виконавчого механізму. До вихідних каналів відносять:

– канали (модулі) цифро-дискретного перетворення (ЦДП), до яких підключаються дискретні виконавчі механізми і засоби комутації (магнітні пускачі, сигнальні лампи та ін.), а також електричні виконавчі механізми з постійною швидкістю обертання (типу МЕО, МЕК та ін.);

– канали (модулі) цифро-аналогового перетворення (ЦАП), до яких підключаються аналогові виконавчі механізми, для управління якими використовуються уніфіковані електричні сигнали.

– спеціалізовані вихідні канали (модулі), до яких підключаються специфічні вихідні сигнали, наприклад, модулі для керування кроковими двигунами, модулі безпеки та ін.

При модульній або блочній побудові, до одного модуля можуть входити канали різного типу. Такі модулі (або блоки) прийнято називати змішаними (mixed).

Крім вхідних та вихідних каналів ПЛК має комунікаційні канали (модулі), які забезпечують підключення ПЛК до різноманітних промислових мереж. Сучасний контролер завжди має як мінімум один комунікаційний канал, щоб мати можливість підключити до ПЛК термінал програмування. На сьогоднішній день в якості терміналів програмування використовуються комп'ютери зі встановленим спеціальним програмним забезпеченням – середовищем програмування ПЛК.

1.3. Типи ПЛК

У світі випускається велика кількість промислових мікропроцесорних контролерів серед яких особливої популярності в системах автоматизації виробництв України набули ПЛК фірм Siemens, Schneider Electric, Mitsubishi Electric, VIPA та ін.

За конструктивним виконанням всі ПЛК можна поділити на декілька груп. Для завдань автоматичного управління з невеликою кількістю входів-виходів випускаються моноблочні ПЛК, які також називають компактними. Вони являють собою функціонально закінчений технічний засіб, у якому розташовані всі функціональні модулі: мікропроцесор, усі види пам'яті, блок живлення, комунікаційні, вхідні та вихідні канали. Основна перевага таких контролерів – їхня низька ціна. Основний недолік – неможливість розширювати кількість каналів входів-виходів. Для забезпечення можливості вибору оптимальної структури такого типу контролерів випускається серія таких контролерів, які мають різну кількість і співвідношення типів каналів входів виходів. На рис. 1.2 показано моноблочний контролер Twido Compact фірми Schneider Electric (Франція).



Рис. 1.2. Приклад ПЛК у моноблочному виконанні

Для систем із середньою кількістю каналів (порядку десятків) можливою альтернативою моноблочним контролерам можуть бути компактні контролери з можливістю нарощення додатковими модулями (рис. 1.3). У такому конструктиві основу ПЛК становить базовий модуль, який функціонально являє собою повністю закінчений контролер, подібно до компактного. Особливістю його виконання є можливість нарощення додатковими модулями. Таким чином він більш універсальний і гнучкіший, так як має властивості компактного і модульного ПЛК. На рис. 1.3 показано компактний контролер типу FX фірми Mitsubishi Elctric (Японія) з установленими додатковими модулями.

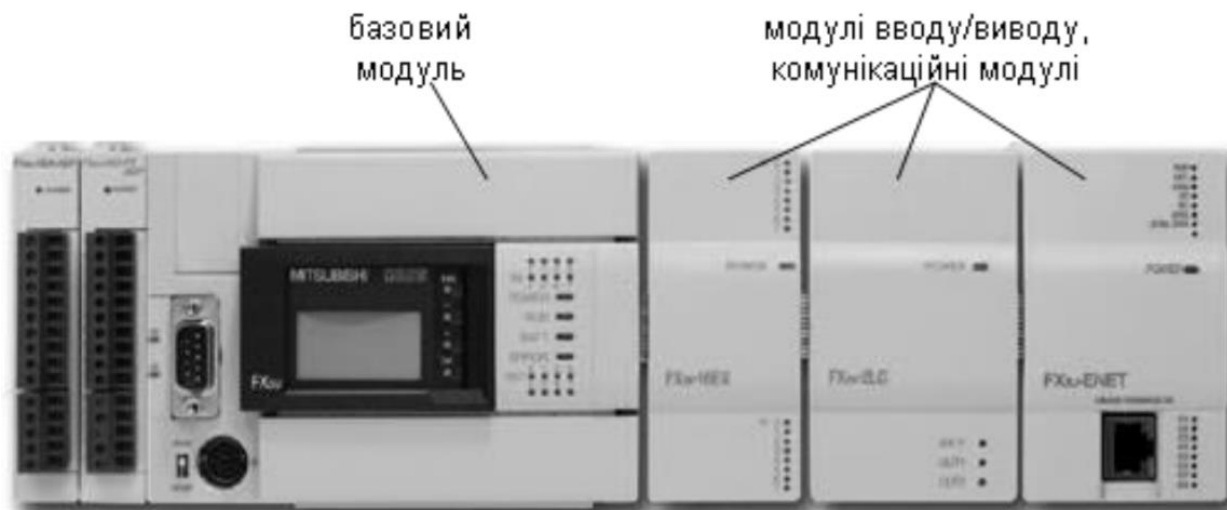


Рис. 1.3. Приклад компактного ПЛК з можливістю нарощення додатковими модулями

Для систем автоматизації технологічними процесами та великими енергетичними об'єктами частіше використовуються модульні ПЛК, кількість і типи модулів у яких вибираються залежно від кількості і типів вхідних/вихідних сигналів. Це і є основною перевагою модульних контролерів перед нерозширюваними компактними. Такі контролери призначені для побудови систем управління, кількість датчиків та виконавчих механізмів у яких вимірюється десятками та сотнями. Для ПЛК такого типу базовими складовими для забезпечення їхньої працездатності є модуль живлення та процесорний модуль (їх інколи суміщують в єдиному корпусі). Всі інші модулі набираються залежно від поставленого завдання. На рис. 1.4 показано модульний контролер M340 фірми Schneider Electric (Франція).



Рис. 1.4. Приклад ПЛК модульного типу

До складу модульного ПЛК може входити велика кількість модулів (порядку ста), з одним процесорним модулем у якості керуючого пристрою. Такий багатоканальний контролер може керувати технологічними процесами всього виробництва. Але недоліком такої системи є те, що в разі виходу з ладу мікропроцесорного модуля втрачається управління всім виробництвом. Тому як варіант ставлять модель з резервуванням процесорного модуля. Інший підхід – це створення розподіленої системи, в якій на кожній технологічній ділянці (відділенні) встановлюється свій окремий ПЛК для управління технологічними процесами цієї частини виробництва. Для координації роботи ПЛК їх об'єднують промисловими мережами в єдину інтегровану систему управління. Використання розподіленого принципу управління та модульної структури дає змогу вибрати і конфігурувати контролери, для якого буде мінімізований показник функціональні можливості/вартість ПЛК.

Останнім часом великої популярності набули структури систем управління на базі контролерів з розподіленими (віддаленими) засобами вводу/виводу (рис. 1.5). У таких системах до промислової мережі ПЛК можуть підключатися:

- віддалені модулі вводу/виводу (модулі I/O);
- перетворювачі частоти (ПЧ), які призначені для управління частотою обертів асинхронного двигуна;
- сервоприводи;
- інтелектуальні контактори (магнітні пускачі);
- інтелектуальні датчики та виконавчі механізми.

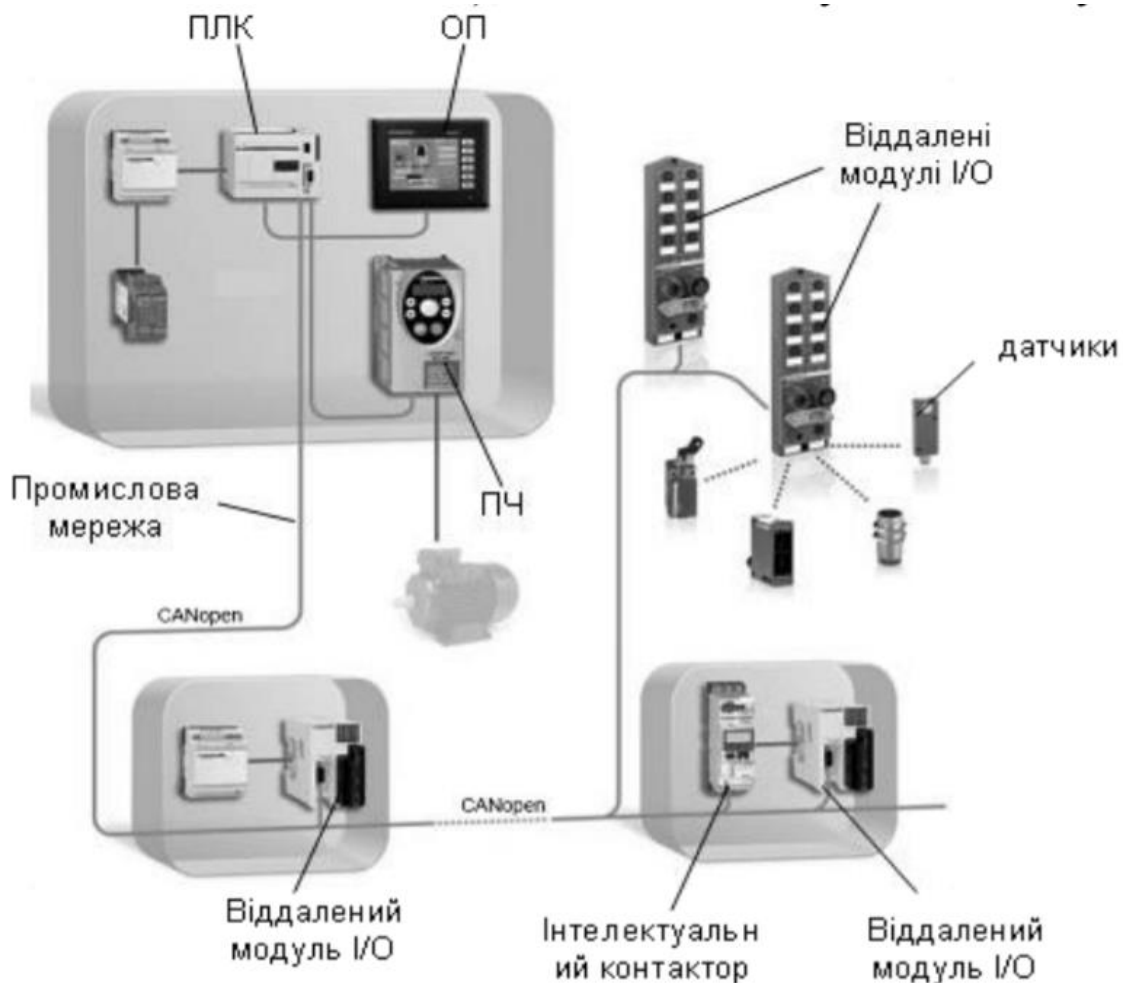


Рис. 1.5. Структура ПЛК з віддаленими модулями

З точки зору функціональності, всі засоби польового рівня, які підключені по промисловій мережі до ПЛК, являються його модулями вводу/виводу. На відміну від локальних модулів вводу/виводу модульного ПЛК (тобто які розміщені на його шасі), віддалені модулі I/O можуть знаходитись у місці розташування датчиків, тобто на порівняно великій відстані від базового ПЛК, що значно зменшує кількість кабелів і спрощує монтаж обладнання. Крім того, застосування стандартних промислових мереж дає можливість використовувати віддалені модулі вводу/виводу та периферії розроблених різними виробниками, що неможливо для локальних модулів ПЛК. На рис. 1.5 показано структуру розподіленої системи управління, в якій до ПЛК за допомогою промислової мережі (CANopen) під'єднуються віддалені модулі входів-виходів (I/O). До них в свою чергу підключаються датчики і виконавчі механізми, перетворювачі частоти (ПЧ) та інтелектуальні контактори. Ці віддалені модулі I/O можуть знаходитись на відстані в декілька сотень метрів від ПЛК, до якого вони підключені.

2 Лабораторна установка

В даній лабораторній роботі лабораторна установка складається з: персонального комп'ютера, програмного забезпечення Arduino IDE, плати Arduino UNO, макетної плати, кнопок, світлодіодів, резисторів, провідників. В разі відсутності фізичних плати та інших компонентів скористатися сервісом <https://www.tinkercad.com/>.

3 Хід виконання роботи

3.1 Зібрати схему зображену на рис 3.1.

3.2 Запустіть ПЗ Arduino IDE.

3.3 Написати програму яка буде керувати включенням світлодіодів через термінал.

3.4 Розширити функціонал програми таким чином, щоб можна було присвоювати кожному світлодіоду свою кнопку. І при натисканні на кнопку засвічувався відповідний світлодіод.

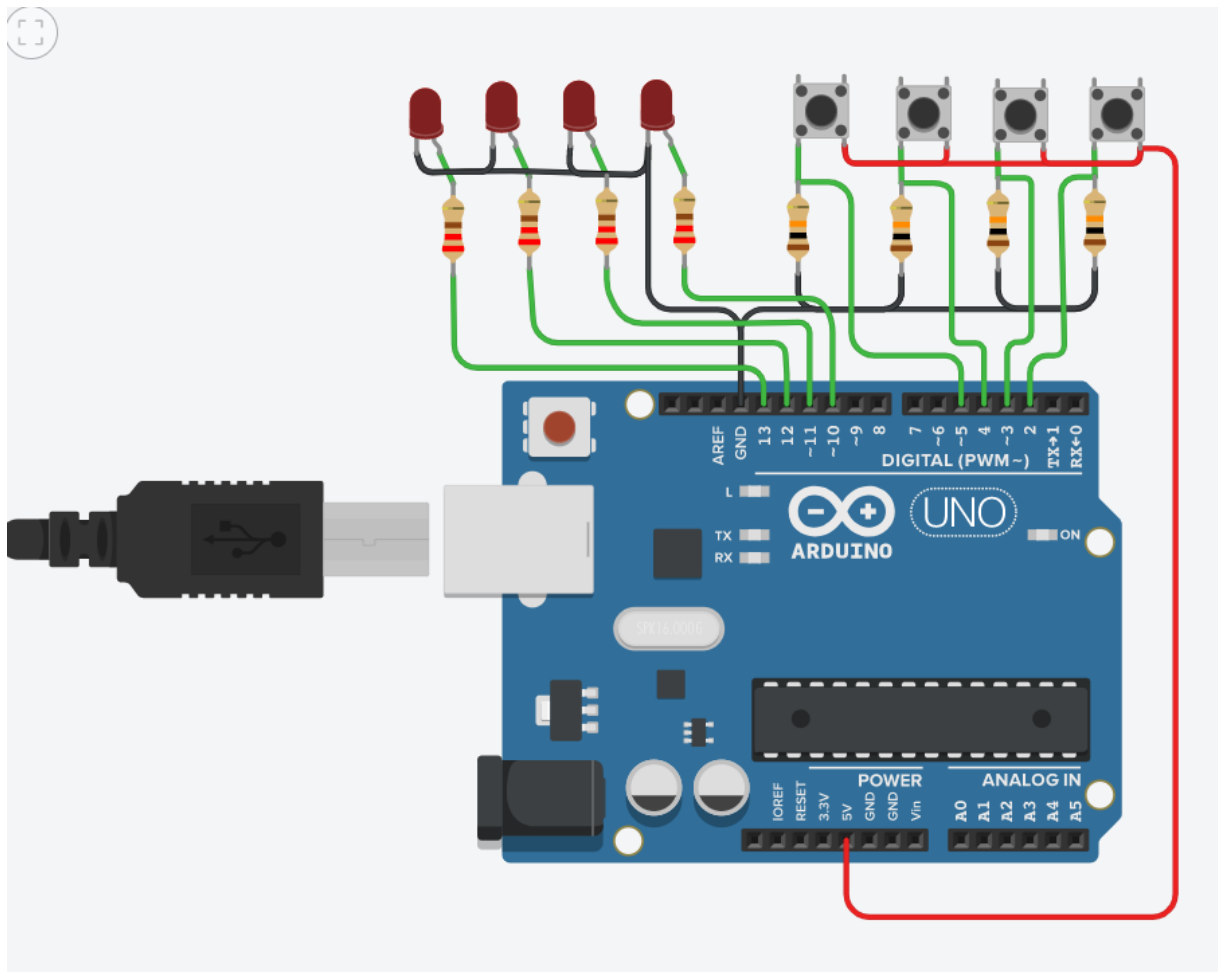


Рис.3.1 – Схема установки

3.5 Виконання присвоєння виконується командою в терміналі, наприклад команда яка присвоїть другу кнопку 3-му світлодіоду буде виглядати так : « B2=L3» , першу кнопку присвоїти першому світлодіоду буде виглядати так: «B1=L1» і т.д.

4 Розрахункове завдання

Розрахункове завдання – див. п. 3.2, п.3.3, п.3.4 та 3.5.

5 Вимоги до звіту

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

1. Коротке описання мети і методики проведення роботи.
2. Перелік використаних приладів та матеріалів.
3. Розрахункове завдання.
4. Висновки.

6 Контрольні питання

1. Що таке ПЛК?
2. Де використовуються ПЛК?
3. Які ви знаєте види каналів в ПЛК?
4. До яких каналів підключають електричні мотори?
5. Яка можлива максимальна напруга на вході ПЛК?
6. Чи може бути ПЛК без зовнішніх інтерфейсів?
7. Скільки входів у ПЛК?
8. До яких каналів підключають енкодер?