**Лекція 7**

**Тема 7. Програмовані логічні контролери (PLC) та їх застосування.**

*Принципи роботи та архітектура PLC. Основні виробники та типи контролерів. Програмування PLC. Протоколи обміну даними між контролерами та вищими рівнями систем управління.*

**Мета**: Ознайомити студентів з принципами роботи, архітектурою, типами входів/виходів, мовами програмування та основними функціями програмованих логічних контролерів (PLC); сформувати розуміння їхньої ролі в автоматизованих системах управління технологічними процесами; розкрити сфери застосування PLC у промисловості та надати базові знання для їх практичного використання.

У сучасних автоматизованих системах управління технологічними процесами (АСУТП) програмовані логічні контролери (PLC, ПЛК) є **ключовими елементами**, що забезпечують **надійне, гнучке та адаптивне управління** промисловими об’єктами.  
Вони замінили релейні та пневматичні логічні схеми, суттєво **спростивши проектування, налаштування та обслуговування систем управління**.

**Програмований логічний контролер (PLC)** — це **промисловий комп’ютер**, призначений для **автоматичного управління обладнанням та процесами** у реальному часі шляхом обробки сигналів від датчиків та подачі керуючих впливів на виконавчі механізми.

## **Основні функції PLC**

* **Збір сигналів** від датчиків і перемикачів (дискретних та аналогових).
* **Обробка логіки управління** відповідно до заданої програми.
* **Формування вихідних сигналів** для керування виконавчими пристроями (моторів, клапанів тощо).
* **Обмін даними** з іншими пристроями (HMI, SCADA, ERP).
* **Моніторинг та діагностика** стану процесів і обладнання.

## **Архітектура PLC**

**Структурно PLC складається з:**

| **Компонент** | **Функція** |
| --- | --- |
| **Центральний процесор (CPU)** | Виконує програму управління, обробляє сигнали |
| **Пам’ять (ROM, RAM)** | Зберігає програму користувача, дані та налаштування |
| **Модулі введення/виведення (I/O)** | Підключають датчики та виконавчі механізми |
| **Комунікаційні порти** | Обмін даними з іншими пристроями (Ethernet, Modbus тощо) |
| **Блок живлення** | Забезпечує енергією всі компоненти |

## **Основні типи входів/виходів PLC**

* **Дискретні входи/виходи**: для вмикання/вимикання (0/1), наприклад, кнопки, реле.
* **Аналогові входи/виходи**: для плавного регулювання, наприклад, температура, тиск, витрата (0–10 В, 4–20 мА).
* **Швидкі входи/виходи**: для роботи з імпульсними сигналами (датчики обертів, енкодери).
* **Спеціалізовані входи/виходи**: для підключення частотників, сервоприводів, HMI.

## **Програмування PLC**

### ****Мови програмування PLC**** (відповідно до стандарту IEC 61131-3):

1. **LD (Ladder Diagram)** — релейна логіка (найпоширеніша).
2. **FBD (Function Block Diagram)** — функціональні блоки.
3. **ST (Structured Text)** — мова, подібна до Pascal.
4. **IL (Instruction List)** — асемблероподібна.
5. **SFC (Sequential Function Chart)** — послідовні етапи.

Сучасні ПЛК часто програмуються в середовищах: **TIA Portal (Siemens), Codesys, Zelio Soft, CX-Programmer, Studio 5000**, тощо.

## **Приклади відомих виробників PLC**

| **Виробник** | **Популярні моделі** |
| --- | --- |
| **Siemens** | S7-1200, S7-1500 |
| **Omron** | CP1E, CJ2M |
| **Schneider** | Zelio, Modicon M221/M241 |
| **Allen-Bradley** | MicroLogix, CompactLogix |
| **FATEK** | FBs, B1 Series |
| **Delta** | DVP-ES2, DVP-S |

**Перелік основних параметрів та характеристик програмованих логічних контролерів (ПЛК / PLC), які враховуються при виборі, проектуванні та експлуатації в АСУТП:**

## **1. Кількість входів/виходів (I/O)**

* **Дискретні входи/виходи (DI/DO)** — для роботи з логічними сигналами (0/1).
* **Аналогові входи/виходи (AI/AO)** — для вимірювання та керування неперервними величинами (напруга, струм).
* Визначає масштаб системи, кількість приєднуваних датчиків/механізмів.

## **2. Тип входів/виходів**

* **Напруга** (0–10 В, 0–5 В)
* **Струм** (4–20 мА, 0–20 мА)
* **Цифрові** (рівні TTL, 24 В пост. струму)
* **Ізоляція I/O** — гальванічна або оптична

## **3. Швидкодія (час циклу/сканування)**

* Час, за який ПЛК виконує один повний цикл програми.
* Вимірюється в **мс** або **мкс**.
* Важливо для **швидких процесів** (робототехніка, позиціювання).

## **4. Обсяг пам’яті**

* **Пам’ять користувача (program memory)** — для зберігання програми керування.
* **Оперативна пам’ять (data memory)** — для змінних, лічильників, тимчасових даних.
* Обсяг може бути від **кілобайтів до мегабайтів**, залежно від рівня ПЛК.

## **5. Комунікаційні інтерфейси**

* Ethernet (Modbus TCP/IP, Profinet)
* RS-232, RS-485 (Modbus RTU)
* USB, CAN, Profibus, EtherCAT
* Підтримка **протоколів обміну** з HMI, SCADA, ERP

## **6. Підтримувані мови програмування**

* LD (Ladder Diagram)
* FBD (Function Block Diagram)
* ST (Structured Text)
* SFC (Sequential Function Chart)
* IL (Instruction List, застаріла)

## **7. Можливість розширення**

* Підключення **додаткових модулів I/O**.
* Можливість каскадування або розподіленої архітектури.

## **8. Вбудовані функції**

* Лічильники, таймери, регістри.
* PID-регулятори.
* Підтримка HMI, інтеграція в SCADA.
* Режими **реального часу**, аварійна обробка.

## **9. Захист і стійкість до умов**

* Діапазон робочих температур (наприклад, –20…+60 °C).
* Захист IP20, IP40, IP65 (від пилу, вологи).
* ЕМС-відповідність (захист від перешкод).
* Вібростійкість, стабільність у промисловому середовищі.

## **10. Клас надійності / MTBF**

* **MTBF (Mean Time Between Failures)** — середній час між відмовами.
* Вимірюється в **тисячах годин**.
* Критично важливо для безперервних технологій (енергетика, фармацевтика).

## **Додаткові характеристики:**

* Вбудовані **HMI** або підтримка зовнішніх панелей.
* Підтримка **бездротового зв’язку** (Wi-Fi, GSM).
* Можливість **віддаленого доступу** і моніторингу.
* Програмне забезпечення для конфігурації (наприклад, Siemens TIA Portal, Schneider EcoStruxure, Omron CX-One).