

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ КРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОНОТОПСЬКИЙ ІНСТИТУТ
Центр заочної та дистанційної форми навчання

Кафедра електронних
приладів і автоматики

Кваліфікаційна робота бакалавра

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ЛІНІЙ
НА ПЛК**

Студент гр. ЕПз-61к

А.В. Троценко

Науковий керівник,
к.ф.-м.н., ст. викл.

І.П. Бурик

Нормоконтроль,
к.т.н., ст. викладач

О.Д. Динник

Конотоп 2020 рік

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ	4
1.1 Основні характеристики ПЛК	4
1.2 Класифікація програмованих логічних контролерів Siemens	7
1.3 Архітектура ПЛК	12
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТУ	16
2.1 Дослідження роботи ПЛК SIEMENS S7-1200 на тренажері PLC-220	16
2.2 Функції PLC-220	18
РОЗДІЛ 3 ВИКОРИСТАННЯ ПЛК У АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ	19
3.1 Загальні відомості про автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП).....	19
3.2 Автоматизована система управління котельні на ПЛК	22
3.3 Використання ПЛК SIMATIC S7-1200 в процесі зварювання на технологічних лініях	25
ВИСНОВОК	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	30

ВСТУП

До спеціалізованих мікропроцесорних систем можна віднести програмований логічний контролер (PLC або ПЛК). PLC був вперше створений в 1970 році. Він широко застосовується в різних галузях промисловості, таких як автоматизація та управління виробничими та технологічними процесами. [1-3]

Сучасні ПЛК – це електронна схема, що відрізняються високим рівнем надійності, продуктивності, швидкості та перетворення інформації. Використання ПЛК в автоматизованих виробничих лініях підвищує точність дотримання технологічних процесів, надійність самодіагностики системи, продуктивності і якості обміну інформацією, ефективність та гнучкість виробництва, а отже, зменшуються витрати.

PLC використовується для здійснення електричних і механічних процесів автоматично. ПЛК отримує інформацію від пристроїв введення, обробляє дані та надає на виходах інформацію на основі попередньо-запрограмованих параметрів. Це гнучкий і надійний контроль, рішення, адаптоване майже до будь-якого застосування.[3]

PLC – це найчастіше однокристальний мікроконтролер розташований у корпусі зі стандартними розмірами. Виготовляють і модульні ПЛК. Вони характеризуються структурою, що розширюється. Базовий пристрій може функціонувати індивідуально, і як правило містить мінімум 8 входів/виходів, і за потреби їх кількість може розширюватися додатковими модулями до 65536 дискретних/4096 аналогових каналів. Це дає велику гнучкість при створенні систем автоматизації технологічних процесів на базі модульних ПЛК [2]. На ринку України представлені наступні модульні ПЛК: Siemens – серія SIMATIC –S7; Eaton (Moeller) – серія XC100, XC200; ABB – серія AC500; 332 - Mitsubishi – серія System Q; - Schneider Electric – серія Modicon. [3]

РОЗДІЛ 1

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАМОВАНИХ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ

1.1 Основні характеристики ПЛК

ПЛК – це спеціалізований мікропроцесорний керуючий пристрій, пристосований до використання безпосередньо у виробничих умовах. В табл.1.1 наведені основні характеристики ПЛК.

Таблиця 1.1

Основні характеристики ПЛК [2]

Назва	Призначення
Кількість входів - виходів	Визначають максимальну можливу кількість контрольованих давачів і керованих механізмів, які можуть бути підключені до ПЛК
Номенклатура пропонованих модулів вводу-вивод	Характеризує можливості адаптації ПЛК різних фірм до умов промислового використання в частині номенклатури й величин живлячих напруг і комутуючих струмів органів керування, давачів і виконавчих механізмів
Об'єм пам'яті	Визначає можливості даного ПЛК у частині створення прикладного програмного забезпечення
Типи пам'яті	ППЗП типу PROM - для збереження базової (незмінної) частини керуючих програм
	ОЗП з підживленням на акумуляторах - на етапах налагодження і коректування програмного забезпечення, а також для збереження оперативної інформації,
	ППЗП типу REPRM - як основна пам'ять для збереження керуючих програм
Швидкодія ПЛК	Характеризує тривалість циклу однократного обслуговування усіх входів-виходів
Типи мов і технологія програмування	Характеризують ступінь складності освоєння прикладного програмного забезпечення і зручність вводу і коректування записаних у пам'ять керуючих програм
Оснащеність стандартними інтерфейсами	Характеризує пристосованість ПЛК до використання його в системах керування з можливістю дистанційного вводу і коректування програм та даних

Відповідно до параметрів, засобів програмування, особливостей об'єднання модулів та зовнішнього вигляду контролери для систем автоматизації можна розділити на такі групи: програмовані реле, модульні ПЛК, людино-машинний інтерфейс+програмований логічний контролер (ЛІМІ+ПЛК) [3-10].

Залежно від максимально-можливої кількості входів-виходів ПЛК класифікують як наведено на рис.1.1. [2]

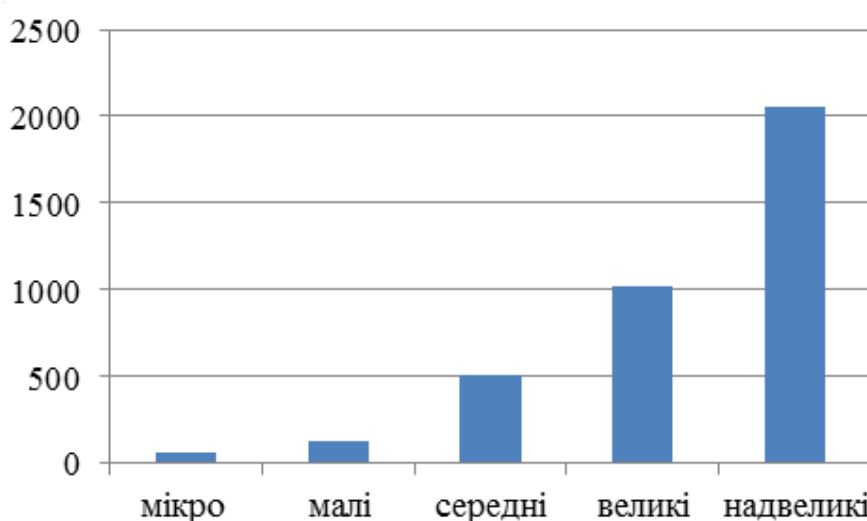


Рис.1.1. Класифікація ПЛК по кількості входів-виходів [2]

Програмовані реле – це найпростіші та найдешевші програмовані пристрої, що були створені для автоматизації простих систем, які не потребують великої кількості входів/виходів. Вони володіють повним діапазоном технічних ресурсів, необхідних для використання в індустріальній автоматизації, машинобудуванні чи виробництві на нижньому рівні автоматизації.

Модульні ПЛК підтримують функції програмованих реле, але додатково мають вбудовані мережеві інтерфейси та можливість розширення внутрішньої пам'яті і модулів входів/виходів в широких межах. Для зв'язку з іншими елементами системи автоматизації такі пристрої використовують

мережеві протоколи CANopen, Profibus-DP тощо [3]. Системи людино-машинного інтерфейсу та програмованого логічного контролера мають наступні функції:

- 1) індикація параметрів технологічного процесу в текстовому чи графічному режимах;
- 2) реєстрація часу та дати виникнення аварійних повідомлень;
- 3) ручне керування з допомогою функціональних кнопок чи сенсорного екрану;
- 4) можливість вільного програмування графіки та налаштування функціональних клавiш (рис. 1.2). Один й той самий PLC можна за вибором користувача програмувати кількома мовами. Для цього існують інструментальні програмні комплекси, які дозволяють не тільки розробити програму, а й налагодити її за допомогою програмної моделі контролера («на стимуляторі») чи в режимі моніторингу, коли програму користувача виконує реальний контролер, а на дисплеї комп'ютера можна спостерігати за його роботою) [3-5];
- 5) оформлення звіту [3].

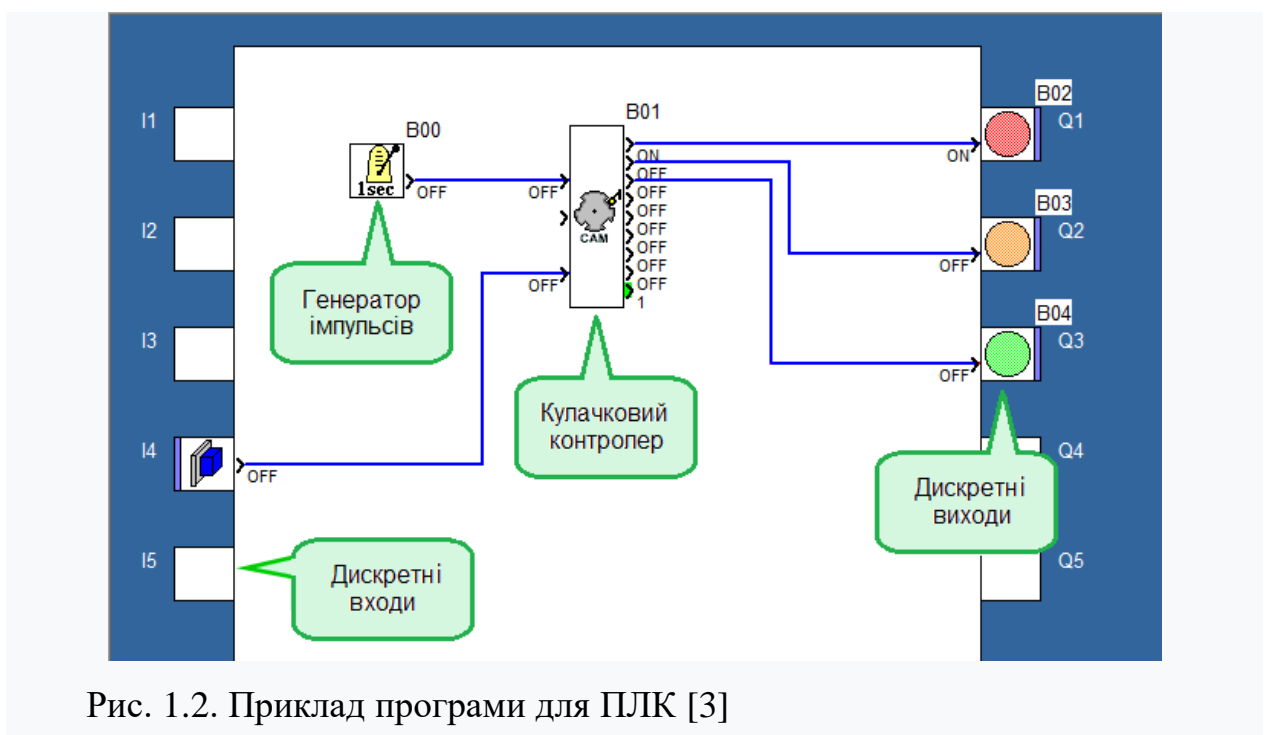


Рис. 1.2. Приклад програми для ПЛК [3]

Відображення інформації про технологічний процес здійснюється за допомогою символного чи графічного екрану, розмір якого залежить від вимог технологічного процесу, а для вводу інформації застосовуються кнопочні чи сенсорні органи керування.

Конструктивне виконання ПЛК наведено на рис.1.3. Апаратна та програмна частини ПЛК дають можливість переходити на контролери іншого виробника, і при цьому переносити програми з однієї системи на іншу. Це підвищує гнучкість систем.



Рис.1.3. Конструктивне виконання ПЛК [4]

На ринку України представлені засоби ПЛК таких основних виробників:

- Siemens – серія SIMATIC HMI IPC;
- Eaton (Moeller) – серії XV1, XV2, XV3, XV4, MI4, MFD4;
- ABB – серії CP400, CP400;
- Mitsubishi – серії Vision 1000, E1000, IPC1000, GOT1000;
- Schneider Electric – Magelis серій STO, STU, XBT GT, XBT GTW, XBT N, Compact iPC, Panel PC. [2-4]

1.2 Класифікація програмованих логічних контролерів Siemens

SIMATIC S7-300 програмований SIEMENS контролер стандартного виконання для експлуатації в нормальних промислових умовах для вирішення завдань автоматизації низькою і середнього ступеня складності (рис.1.4).



Рис.1.4. SIMATIC S7-300 програмований SIEMENS контролер стандартного виконання [5]

Основні характеристики SIMATIC S7-300 наведені в табл.1.2 [5]:

- широкий спектр модулів SIEMENS контролера для максимальної адаптації апаратури до вирішення будь-якої задачі;

Таблиця 1.2

Основні характеристики SIMATIC S7-300 [5]

Назва	Характеристика
Ступінь захисту IP 20	Згідно з IEC 529
Діапазон робочих температур при горизонтальній установці	0 ... 600C (-25 ... 600C - Outdoor)
Діапазон робочих температур при вертикальній установці	0 ... 400C (-25 ... 400C - Outdoor)
Відносна вологість	5 ... 95%, без конденсату (RH рівень складності 2 відповідно до IEC 1131-2)
Атмосферний тиск	795 ... 1080 ГПа

Ізоляція ланцюга	24 В - випробувальна напруга = 500В
Ізоляція ланцюга	~ 230 В - випробувальна напруга ~ 1460В

- висока гнучкість, можливість використання систем розподіленого вводу-виводу, широкі комунікаційні можливості;
- зручна конструкція, простота монтажу, робота з природним охолодженням
- простота розширення системи в ході модернізації об'єкта;
- висока продуктивність контролера SIEMENS завдяки наявності великої кількості вбудованих функцій.

SIMATIC S7-400 модульний програмований Siemens контролер призначений для побудови систем автоматизації середнього і високого ступеня складності, дозволяє успішно вирішувати різні завдання автоматизації на базі принципів Totally Integrated Automation (TIA), має модульну конструкцію і високу продуктивність. Вона може комплектуватися широким спектром модулів, що встановлюються в монтажних стійках в будь-якому порядку (рис.1.5) [2-6].



Рис.1.5. SIMATIC S7-400 модульний програмований Siemens контролер[6]

Система включає до свого складу:

- модулі блоків живлення (PS): використовуються для підключення SIMATIC S7-400 до джерел живлення = 24/48/60/120 / 230В або ~ 120 / 230В;
- модулі центральних процесорів (CPU): в складі контролера можуть використовуватися центральні процесори різної продуктивності. Всі центральні процесори оснащені вбудованими інтерфейсами PROFIBUS-DP. При необхідності, в базовому блоці контролера може бути використано до 4 центральних процесорів;
- сигнальні модулі (SM) SIEMENS контролера: для введення-виведення дискретних і аналогових сигналів;
- комунікаційні модулі (CP): для організації послідовної передачі даних по PtP інтерфейсу, а також мережевого обміну даними [4];
- функціональні модулі (FM): для вирішення спеціальних завдань управління, до яких можна віднести рахунок, позиціонування, автоматичне регулювання тощо.

SIMATIC S7-1200 програмований Siemens. Контролер здатний вирішувати завдання автоматичного регулювання та керування переміщенням і може використовуватися в машинобудуванні, системах управління підприємством, у багатьох інших областях. ПЛК S7-1200 володіє широкими функціональними можливостями і відрізняється відносно невисокою вартістю (рис.1.6). Основні характеристики SIMATIC S7-1200 наведені в табл.1.3 [6-7].



Рис.1.6. SIMATIC S7-1200 модульний програмований Siemens контролер [7]

SIMATIC S7-1500 (рис.1.7) інноваційні програмовані Siemens контролери базуються на подальшому розвитку і вдосконаленні функціональних можливостей добре відомих програмованих контролерів S7-300 і S7-400.

Таблиця 1.3

Основні характеристики SIMATIC S7-1200 [6]

Назва	Характеристика
Мова програмування	LAD, FBD ґ SCL
Швидкодія	0.08 мкс
Вбудована пам'ять	До 4 Мбайт
Енергонезалежна пам'ять	Ємністю 10 Кбайт
Діапазон робочих температур	0...50°C
Дискретних входів	10...284
Аналогових входів-виходів	2...67

У поєднанні з перевагами STEP 7 Professional V12 (TIA Portal) введення в експлуатацію нової серії контролерів може бути виконано легко, просто і ефективно. [5-7]

SIMATIC S7-1500 має такі переваги:

- найвищу продуктивність для свого класу;
- ефективне вирішення завдань автоматизації середнього і високого рівня складності;



Рис.1.7. SIMATIC S7-1500 модульний ПЛК Siemens [7]

- мінімальний час реакції на зовнішні події;
- модульна конструкція;
- максимальна адаптація апаратури до вимог вирішуваних завдань;
- зручна конструкція і робота з природним охолодженням;
- одночасне обслуговування систем локального і розподіленого вводу-виводу і просте включення в мережеві конфігурації;
- вбудована підтримка захищеного обміну даними через промислові мережі та Інтернет;
- розширена концепція захисту доступу до програми і даними;
- можливе збільшення функціональних можливостей при модернізації системи управління. [5, 7-10]

1.3 Архітектура ПЛК

Архітектурою контролера називають набір його основних компонентів і зв'язків між ними. Типовий склад ПЛК включає центральний процесор, пам'ять, мережеві інтерфейси і пристрої введення-виведення (рис. 1.8). Іноді ця конфігурація доповнюється пристроєм для програмування і пультом оператора, пристроями індикації, рідше - принтером, клавіатурою, мишею або трекболом. Процесорний модуль включає в себе мікропроцесор (центральний процесорний пристрій - ЦПП), запам'ятовуючі пристрої, годинник реального часу і сторожовий таймер [8].

Основними характеристиками мікропроцесора є розрядність (в ПЛК використовуються 8-ми, 16-ти і 32-розрядні мікропроцесори), тактова частота, архітектура, наявність операцій з плаваючою точкою, типи підтримуваних портів введення-виведення, температурний діапазон працездатності і споживана потужність. [7-9]

Ємність пам'яті визначає кількість змінних (тегів), які можуть бути оброблені в процесі функціонування ПЛК. У мікропроцесорах час доступу до

пам'яті є одним з істотних факторів, що обмежують швидкодію. Тому пам'ять ділять на кілька рівнів ієрархії, залежно від частоти використання зберігаються в ній даних та швидкодії. Ієрархія пам'яті відноситься до істотних характеристиками архітектури процесора, оскільки вона дозволяє знизити негативний вплив повільної пам'яті на швидкодію мікропроцесора.

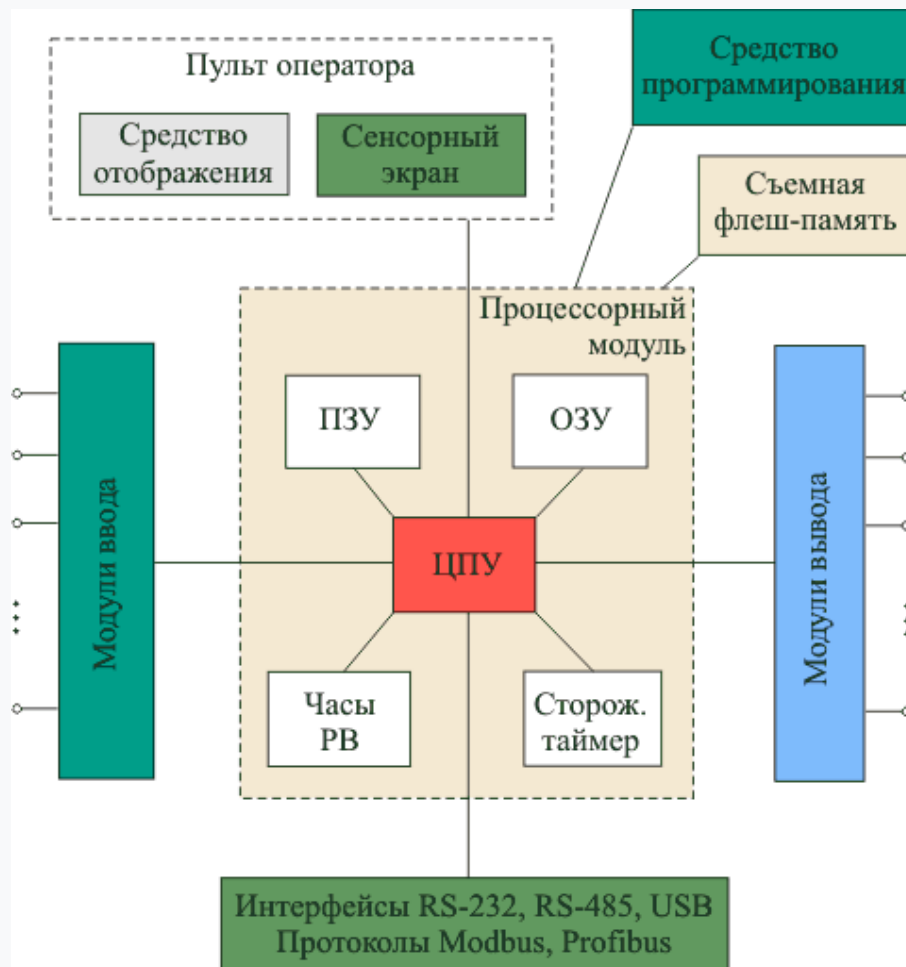


Рис. 1.8. Типовая архитектура ПЛК [8]

Основними типами пам'яті є постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП), оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП) і набір регістрів. Регістри є найбільш швидкодіючими елементами пам'яті, оскільки вони використовуються арифметико-логічним пристроєм (АЛП) для виконання елементарних команд процесора. ПЗП використовують для зберігання рідко змінюваної інформації, такої, як операційна система, драйвери пристроїв,

завантажувача, виконуючого модулю програми користувача. ОЗП використовується для зберігання даних, які багаторазово змінюються в процесі роботи контролера, наприклад, значення тегів, результати проміжних обчислень, діагностична інформація, масиви, виведені на графіки, дані для відображення на дисплеї. [8]

Моноблочні і модульні контролери використовують, як правило, паралельну шину для обміну даними з модулями вводу-виводу, що дозволяє на порядок підвищити швидкодію їх опитування у порівнянні з послідовною шиною. Паралельні шини можуть бути стандартними (ISA, PC / 104, PCI, CompactPCI, VME, CXM) або частнофірменними. Послідовна шина контролера (на основі інтерфейсу RS-485) використовується для підключення до нього віддалених (розподілених) модулів вводу-виводу. [7,9]

Програмування контролерів малої потужності виконується за допомогою кнопок, розташованих на лицьовій панелі або за допомогою переносного пульта для програмування. Програмування потужних контролерів виконується за допомогою персонального комп'ютера, на якому встановлюється спеціальне програмне забезпечення, наприклад CoDeSys або ISaGRAF, яке виконує трансляцію технологічного мови стандарту MEK 61131-3 в виконуваний код процесора, який завантажується в ПЗП ПЛК, наприклад, через порт Ethernet. [10]

Сторожовий таймер (Watchdog Timer - WDT) являє собою лічильник, який рахує імпульси тактового генератора і в нормальному режимі періодично скидається (перезапускається) працюючим процесором. Якщо процесор "зависає", то сигнали скидання не надходять в лічильник, він продовжує рахувати і при досягненні деякого порога виробляє сигнал "Скидання" для перезапуску "завис" процесора. [7]

Годинник реального часу (РВ) це кварцові годинники, які живляться від батарейки і тому продовжують працювати при вимкненому ПЛК. Годинники РВ використовуються, наприклад, для управління вуличним освітленням в

залежності від часу доби, в системах охорони об'єктів та інших випадках, коли необхідна прив'язка даних або подій до астрономічного часу.

Стандартними напруженнями живлення ПЛК є напруги 12 В, 24 і 48 В. Джерелом електричної енергії зазвичай є промислова мережа 220В, 50 Гц. У разі розподілених систем автоматизації джерело живлення може бути розташований далеко від ПЛК, тому напруга на клеммах ПЛК або модулів введення-виведення може сильно відрізнятись від напруги джерела живлення внаслідок падіння напруги на опорі кабелю. Для вирішення цієї проблеми кожен ПЛК або кожен модуль віддаленого вводу забезпечуються вбудованим стабілізатором напруги, який забезпечує нормальне їх функціонування в діапазоні напруг від 10 до 30 В. [7-10]

Процесорний модуль ПЛК виконує наступні завдання:

- збирає дані з модулів введення в пам'ять і відсилає дані з пам'яті в модулі виводу;
- виконує обмін даними з пристроєм для програмування контролера;
- видає мітки годин реального часу;
- здійснює обмін даними з промислової мережею;
- реалізує стек протоколів промислової мережі (для цієї мети можуть використовуватися допоміжні комунікаційні процесори);
- виконує початкове завантаження і виконання операційної системи;
- виконує завантажувальний модуль користувальницької програми системи автоматизації; управляє актами обміну з пам'яттю. [6,9]

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ТЕХНІКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

2.1 Дослідження роботи ПЛК SIEMENS S7-1200 на тренажері PLC-220

PLC-220 - це автономний тренажер, який складається з основного блоку, пристроїв вводу/виводу для моделювання роботи ПЛК SIEMENS. Використання моделювання роботи програмованих логічних контролерів надає можливість аналізувати поетапно основи роботи PLC, вдосконалювати управління технологічними процесами на виробництві, прогнозовано використовувати ПЛК в різних сферах промисловості. На рис.2.1 наведено структуру системи моделювання роботи ПЛК SIEMENS S7-1200. На рис. 2.2,а. наведено лицева панель тренажера PLC-220, а на рис.2.2,б - реалізація локальної системи охоронної сигналізації будинку на ПЛК «VIPА». [10-19]

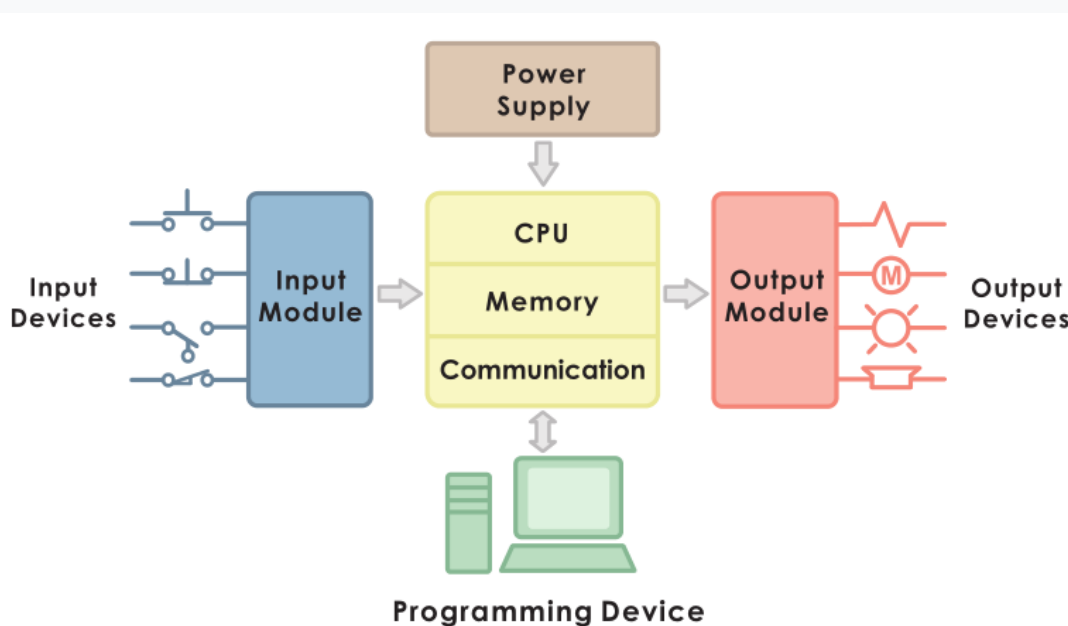
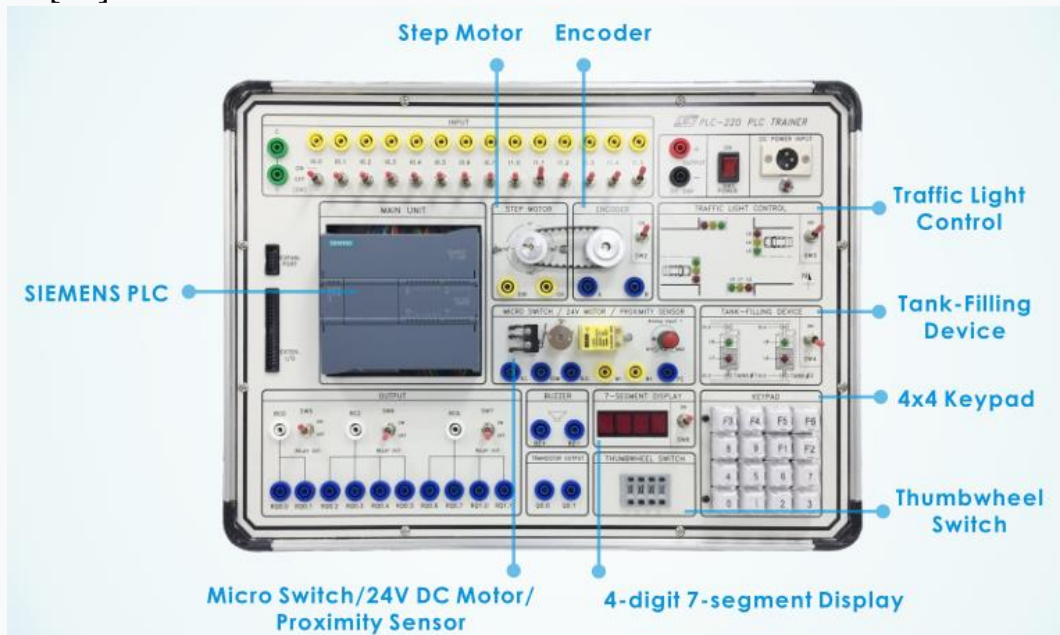
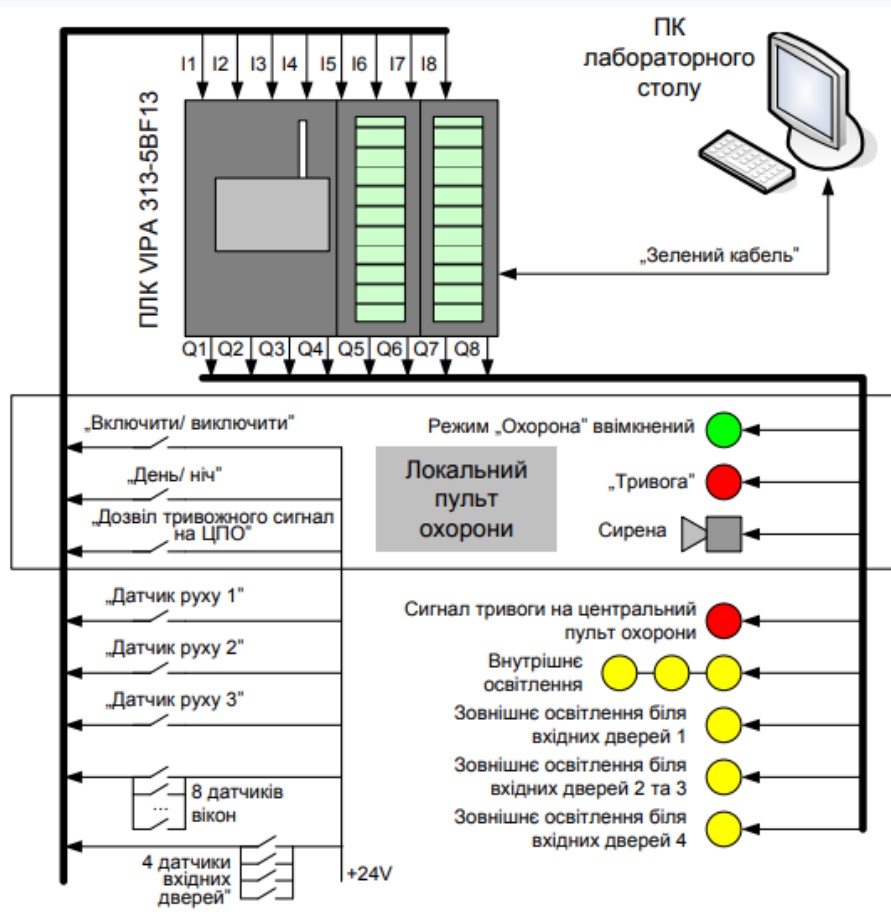


Рис.2.1. Структурна схема системи моделювання роботи ПЛК SIEMENS S7-1200 [11]



а



б

Рис. 2.2. Лицева панель тренажера PLC-220 (а) та модель локальної системи охоронної сигналізації будинку на ПЛК «VIPА» (б) [11]

PLC використовується для здійснення електричних і механічних процесів автоматично. ПЛК отримує інформацію від пристроїв введення, обробляє дані та запускає виходи на основі попередньо запрограмованих даних. Цей гнучкий і надійний контроль роботи ПЛК дає можливість адаптувати його майже до будь-якого промислового застосування.

2.2 Функції PLC-220

До основних функцій системи моделювання роботи ПЛК SIEMENS S7-1200 належать [11-19]:

- перемикання як рівня на вході так і входу для різних вхідних сигналів (неперервних, імпульсних);
- підбір вихідного реле, що допомагає при регулюванні струму навантаження;
- 14 цифрових входів / 10 цифрових виходів, з використанням захисних роз'ємів.
- програмне забезпечення SIEMENS STEP 7-Micro / WIN дозволяє користувачеві змінювати програму під час її запуску [15];
- конструкція корпусу дозволяє легко переносити, зберігати і використовувати PLC-220.
- моделювання роботи основних схем управління ПЛК SIEMENS S7-1200, таких як управління світлом, світлофором та охоронною сигналізацією будинку, цифровим часовим контролем, управління кроковим двигуном і пристроєм для заповнення резервуарів, керування клавіатурою, управління двигуном постійного струму тощо.

РОЗДІЛ 3

ВИКОРИСТАННЯ ПЛК У АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ

3.1 Загальні відомості про автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУ ТП)

Автоматизація - один із напрямів науково-технічного прогресу, що використовує саморегулюючі технічні засоби і математичні методи з метою звільнення людини від участі в процесах отримання, перетворення, передачі і використання енергії, матеріалів, виробів або інформації, або істотного зменшення ступеня цієї участі або трудомісткості виконуваних операцій.

Основними цілями автоматизації технологічного процесу є [11-24]:

- скорочення витрат на електроенергію;
- підвищення ефективності і безпеки виробничого процесу;
- підтримання норм екологічних показників для енергетичного обладнання.

Рішення задач автоматизації технологічного процесу здійснюється за допомогою впровадження сучасних методів і засобів автоматизації (рис.3.1).



Рис.3.1. Класифікація АСУ ТП [11]

ПЛК мають ряд особливостей, що відрізняють їх від інших електронних приладів, які застосовуються в машинобудуванні:

- на відміну від мікроконтролера (однокристального комп'ютера) - мікросхеми, призначеної для управління електронними пристроями - областю застосування ПЛК зазвичай є автоматизовані процеси промислового виробництва в контексті виробничого підприємства; [12]

- на відміну від комп'ютерів ПЛК орієнтовані на роботу з агрегатами машин через розвинений введення сигналів датчиків і висновок сигналів на виконавчі механізми, орієнтованих на прийняття рішень і управління оператором;

- на відміну від вбудованих систем ПЛК виготовляються як самостійні вироби, окремі від керованого при його допомоги обладнання;

- наявність розширеного числа логічних операцій і можливість завдання таймерів і лічильників.

- всі мови програмування ПЛК мають легкий доступ до маніпулювання битами в машинних словах, на відміну від більшості високорівневих мов програмування сучасних комп'ютерів. [12-19]

Існують ПЛК різного рівня складності в залежності від складності вирішуваних завдань автоматизації (рис.3.2).

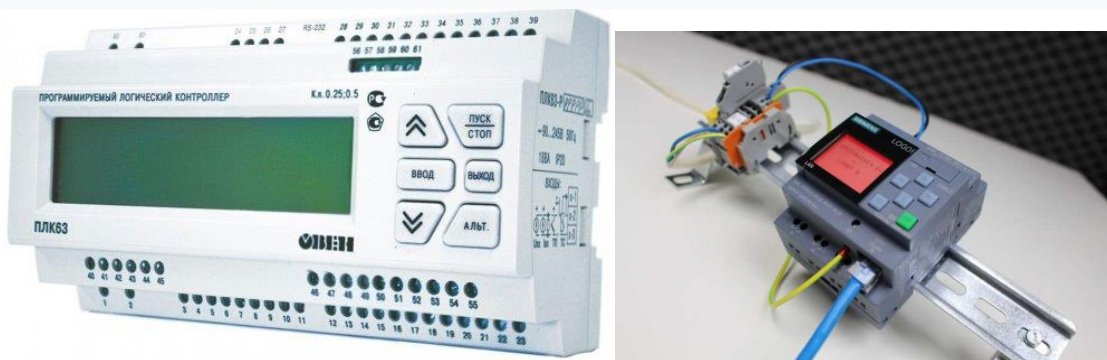


Рис.3.2. ПЛК різного рівня складності [12]

Основні операції ПЛК відповідають комбінаційному управлінню логічними схемами специфічних агрегатів - механічних, електричних,

гідравлічних, пневматичних і електронних.

У процесі управління контролери генерують вихідні сигнали (включити - вимкнути) для управління виконавчими механізмами (електродвигунами, клапанами, електромагнітами і вентилями) на підставі результатів обробки сигналів, отриманих від датчиків, або пристроїв верхнього рівня. Сучасні програмовані контролери виконують також і інші операції, наприклад, поєднують функції лічильника і таймер, обробляють затримку сигналів (рис.3.3). [20]

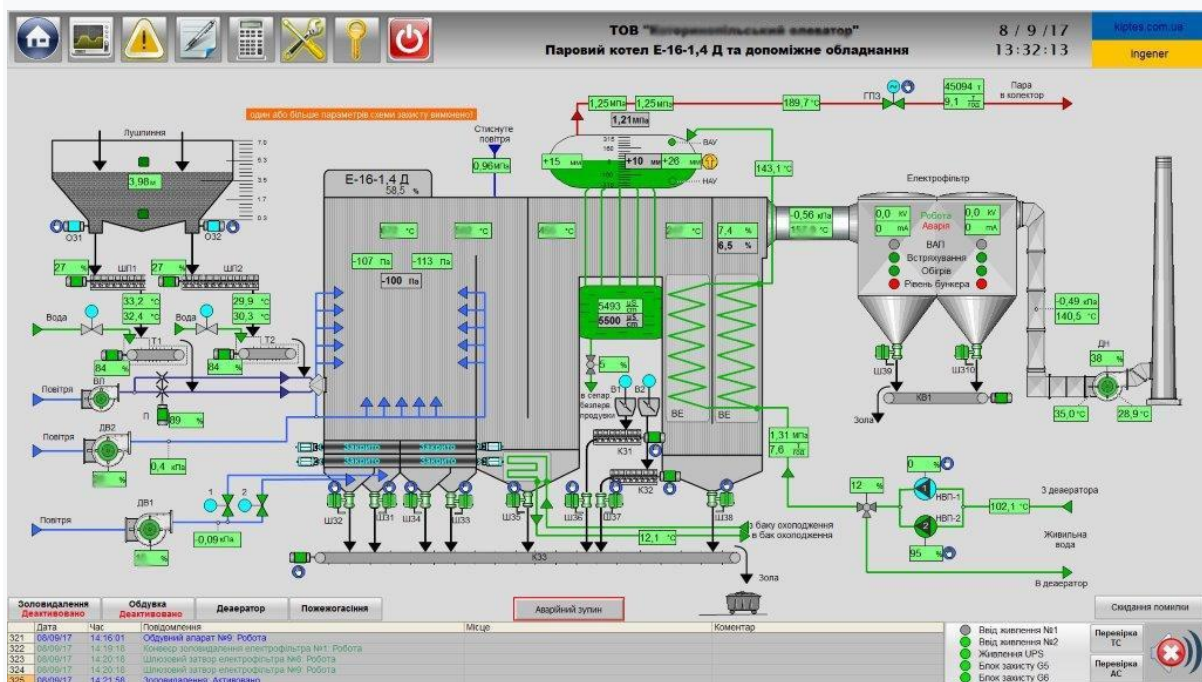


Рис.3.3. Управління ПЛК в автоматичній системі опалення [20]

Конструктивно ПЛК пристосовані для роботи в типових промислових умовах, з урахуванням забрудненої атмосфери, рівнів сигналів, термо- і вологостійкості, ненадійності джерел живлення, а також механічних ударів і вібрацій. З цією метою апаратна частина полягає в міцний корпус, здатний мінімізувати негативний вплив ряду виробничих факторів (рис.3.4).

Вибір програмованого контролера є важливим і складним завданням при створенні систем автоматичного управління технологічними параметрами на будь-якому промисловому підприємстві.



Рис.3.4. Конструкція ПЛК в типових промислових умовах [23]

При його виборі необхідно врахувати і оцінити велику кількість факторів. Об'єднавши технологічні вимоги до конкретного об'єкта автоматичного управління з порівняльним аналізом сучасних програмованих логічних контролерів, можна прийняти правильне рішення.

3.2 Автоматизована система управління котельні на ПЛК

Метою впровадження системи автоматизації котлоагрегатів є підвищення надійності роботи обладнання та економічності спалювання газу. За рахунок оперативного контролю та автоматичного управління досягається найвищий рівень безпеки при експлуатації агрегатів. [14,15]

Типова котельня станція складається, як мінімум, з двох котлоагрегатів, що забезпечують нагрів води, що циркулює в робочому контурі. Триходовий кран, встановлений на вході контуру споживача, забезпечує регулювання температури води відповідно до уставці, що розраховується залежно від температури зовнішнього повітря. Під час штатної роботи працює один котел. Перемикання між котлами відбувається відповідно до часу напрацювання або в разі відмови працюючого котла (рис.3.5). [15]

Опис системи автоматизації. Даний проект реалізується на спільному інтегруванні технічних засобів автоматизації та програмного забезпечення, що дозволяє здійснювати експлуатацію котельні без постійної участі обслуговуючого персоналу.

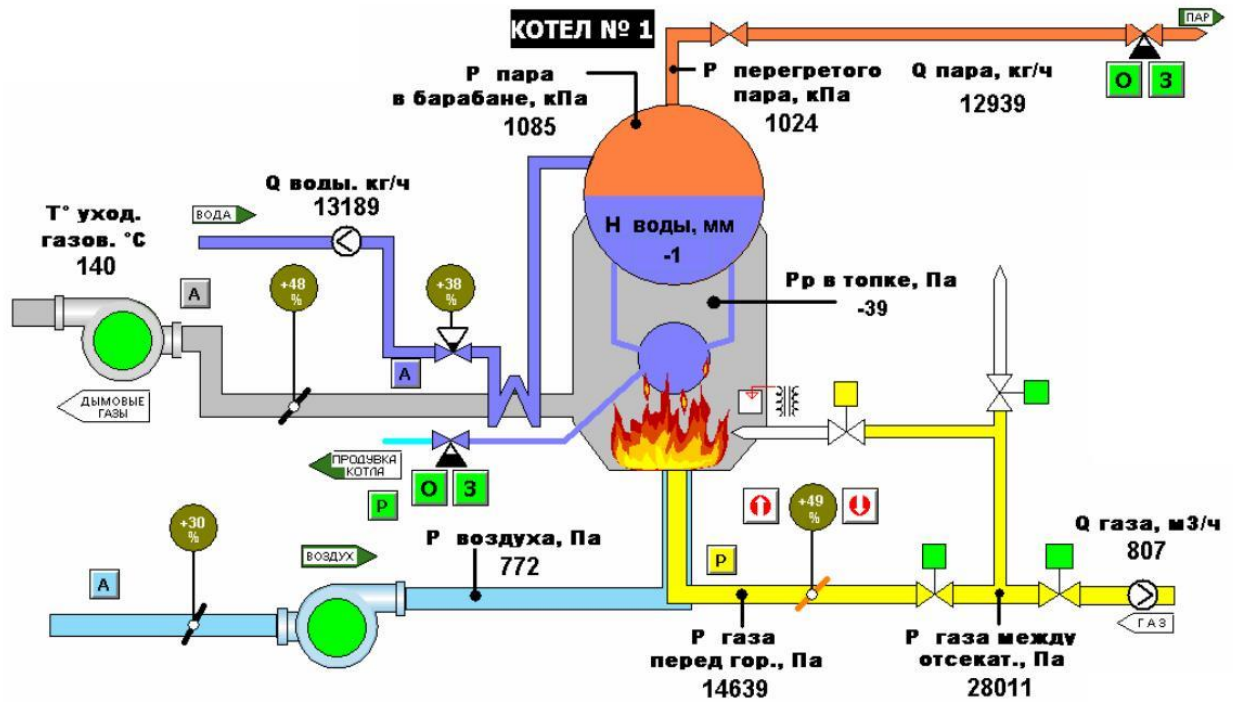


Рис.3.5. Функціональна схема АСУ [15]

Всі технологічні параметри, сигнали про поточний стан обладнання котельні, в тому числі сигнали про несправності, заносяться в журнали диспетчерського пункту оператора, яким може виступати як персональна робоча станція (ПК), так і НМІ-панель.

АСУ поділяється на підсистему захисту, що включає пристрої сигналізації, і підсистему регулювання, що включає пристрої управління.

Регулювання забезпечує оптимальний режим горіння за рахунок підтримки відповідного розрідження в топці і витрати (тиску) повітря, необхідної температури води, тиску / витрати в тепломережу. Підсистема безпеки забезпечує запобігання аваріям при порушенні нормального режиму роботи котлів. В табл.3.1. Наведені основні параметри системи. [12-15]

Аварійний захист передбачає закриття клапана аварійної відсічення газу, продування котла, видачу відповідного повідомлення оператору та включення звукової сигналізації. Стан всіх сигналів датчиків-реле, що використовуються в системі, дублюються на операторських мнемосхемах.

Таблиця 3.1.

**Основні параметри автоматизованої системи управління котельні на
ПЛК [23]**

Критерії	Функції	Алгоритм аварійного захисту котла при:
Висока надійність.	Автоматичне і ручне регулювання навантаження по температурі води на виході.	Різкій зміні тиску газу.
Можливість включення до складу існуючої АСУ підприємства.	Автоматичне або ручне регулювання розрідження в топці шляхом управління шибером димососа.	Зниження тиску повітря або тяги, зупинці піддувного вентилятора.
Наочний і повнофункціональний інтерфейс оператора.	Автоматичний захист і зупинка котла при виникненні аварійних ситуацій.	Виход температури води за аварійні границі.
Використання сучасних технічних засобів	Автоматичне перемикання роботи котлоагрегатів відповідно до заданого розкладу або в разі аварійної зупинки одного з них.	Зникненні полум'я пальника.
Зниження експлуатаційних витрат.	Дистанційне керування регулюючими виконавчими механізмами.	Припинення роботи димососа; зупинці піддувного вентилятора.

При цьому порушення аварійних/попереджувальних граничних значень параметрів супроводжується додатковим освітленням їх в місцях

відображення (миготіння).

На нижньому рівні використовується PLC VIPA 200V (рис.3.6) з набором модулів вводу-виводу (до 20 аналогових і 32 дискретних параметрів, а також 25 аварійних), в якому реалізуються всі функції регулювання.



Рис.3.6. Шафи керування з встановленими ПЛК [21]

Ефект від впровадження ПЛК в автоматизовану систему управління котельні:

- підвищення надійності системи за рахунок усунення людського чинника при прийнятті рішень під час аварійних ситуацій;
- підвищення точності підтримки регульованих параметрів і, як наслідок, забезпечення належної якості енергоносія на виході системи. [15]

3.3 Використання ПЛК SIMATIC S7-1200 в процесі зварювання на технологічних лініях

Для захисту операторів вимоги безпеки для зварювальних апаратів надзвичайно високі - саме тому безпечна версія SIMATIC S7-1200 була системою керування для Delex Schweissmaschinen. [16]

Деякі функції, включаючи рух зварювального циліндра, повинні бути розроблені відповідно до рівня продуктивності D, щоб відповідати високим

вимогам безпеки технічної директиви. Функції F також включають аварійну зупинку та дворучну операцію для проєкційного зварювання. Для того, щоб захистити руки оператора від ненавмисного контакту з машиною, проєкційне зварювання можна починати лише з керування двома руками. [8,10,15]

Програмований логічний контролер (PLC – рис.3.7) замінює ручну комбінацію на модулі та реле безпеки, що робить його надійним рішенням з багатьма перевагами для даного німецького виробника - та його клієнтів у всьому світі.



Рис.3.7. SIMATIC S7-1200F в процесі зварювання на технологічних лініях [8]

Раніше реле безпеки для забезпечення безпеки та автоматизації зварювального апарату був необхідним контролер зварювання. Реле безпеки забезпечувало функції безпеки та були підключені до логічного модуля який, в свою чергу, з'єднаний був з конкретним контролером зварювання і розпочинав конкретний процес зварювання. Оскільки розширення цієї системи було складним і схильним до похибок, компанія Delex шукала нові рішення.

Коли у 2015 році на ринок вийшли перші версії системи управління SIMATIC S7-1200 - зокрема SIMATIC CPU 1214FC - вони відповідали точним потребам та вимогам виробника машини Delex. [20] Цей PLC дозволяє обійтися без реле безпеки та покращити часові параметри

програмного забезпечення. Коли потрібна додаткова функція безпеки, використовуються додаткові входи SIMATIC S7-1200 (рис.3.8).



Рис. 3.8. Монтаж ПЛК SIMATIC S7-1200 в автоматичній системі зварювання [26]

Систему також можна легко розширити, якщо потрібні додаткові функції інструменту. Процесор версії 1214FC може бути розширений до восьми стандартних сигнальних модулів. Завдяки комунікаціям, що відбувається в апараті, наприклад, через Profinet між SIMATIC S7-1200 та контролем зварювання, додаткові зв'язки не потрібні.

Суть полягає в тому, що рішення не дорожче старого і навіть заощадить витрати в майбутньому. Стандартизована інженерія з порталом TIA дозволяє використовувати бібліотеку стандартних модулів, розроблених для серії PMS та SIMATIC S7-1200 - навіть для найвимогливіших спеціальних машин (рис.3.9). [15]

Інженери-конструктори Dalex електричного дизайну змогли стандартизувати конструкцію шафи управління для всіх машин серії PMS, і тепер монтажні пластини можна випускати в обсязі. Зовсім нова візуалізація також служить для підвищення ефективності.



Рис.3.9. Приклад використання ПЛК для стандартизованих машин [25]

Коли змінювалися контролери було вирішено оснастити всі машини SIMATIC Basic Panel KTP 400 і стандартизувати програмне забезпечення таким чином, щоб воно працювало на всіх машинах серії PMS. Це дозволило легко параметризувати та замовити їх за допомогою панелі. [8-10,16]

Найбільше від цього виграють саме клієнти, маючи можливість попереднього вибору програм зварювання на панелі завдяки передачі даних через Profinet або вводити кількість зварювальних операцій, після яких електрод повинен бути змінений, а зварювальні роботи відстежуються за допомогою точкового лічильника, коли досягнуто вказане число – відображаються дані на індикатор.

Стандартизована інженерія з порталом TIA дозволяє використовувати бібліотеку стандартних модулів, розроблених для серії PMS та SIMATIC S7-1200 - навіть для найвибагливіших спеціальних машин. Процеси зварювання частково залишаються однаковими, хоча сьогодні використовується SIMATIC S7-1500F в машинах для особливо складних завдань. Завдяки порталу TIA та кроку 7 можливо просто скопіювати компоненти в програмування SIMATIC S7-1500. Це ж стосується програмного забезпечення HMI, якщо потрібна велика SIMATIC Basic Panel KTP 700.

Стандартизація, безперервність та панелі також покращують обслуговування – що, в свою чергу, приносить користь клієнтам. За бажанням замовника можливе віддалене обслуговування через маршрутизатор VPN за допомогою SIMATIC S7-1200. [7-28]

ВИСНОВКИ

1. В ході виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи було проаналізовано наявність і використання ПЛК. На ринку України представлені засоби ПЛК таких основних виробників: Siemens – серія SIMATIC HMI IPC; Eaton (Moeller) – серії XV1, XV2, XV3, XV4, MI4, MFD4; ABB – серії CP400, CP400; Mitsubishi – серії Vision 1000, E1000, IPC1000, GOT1000; Schneider Electric – Magelis серій STO, STU, XBT GT, XBT GTW, XBT N, Compact iPC, Panel PC та модульні ПЛК: Siemens – серія SIMATIC –S7; Eaton (Moeller) – серія XC100, XC200; ABB – серія AC500; 332 - Mitsubishi – серія System Q; - Schneider Electric – серія Modicon.

2. Встановлено ефект від впровадження ПЛК в автоматизовану систему управління котельні: підвищення надійності системи під час аварійних ситуацій; підвищення точності підтримки регульованих параметрів і, як наслідок, забезпечення належної якості енергоносія на виході системи.

3. Стандартизована інженерія з порталом TIA дозволяє використовувати бібліотеку стандартних модулів, розроблених для серії PMS та SIMATIC S7-1200 - навіть для найскладніших спеціальних машин. Найчастіше використовується SIMATIC S7-1500F в машинах для особливо складних завдань. Завдяки порталу TIA та кроку 7 можливо просто скопіювати компоненти в програмування SIMATIC S7-1500.

4. Перевагами використання ПЛК є значне підвищення гнучкості системи, а також зменшення собівартості її створення і подальшої експлуатації. Зміна алгоритму роботи релейної схеми часто вимагає її фізичної переробки, а для зміни алгоритму роботи схеми на ПЛК потрібно відкоригувати програму. Тим більше, перевірити алгоритми роботи ПЛК-систем, на відміну від релейного схеми, можна за допомогою програми - симулятора, без створення фізичної моделі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Куцик А.С. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах. Навчальний посібник/ Куцик А.С., Місюренко В.О. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. - 200 с.
2. Меньков А.В. Теоретические основы автоматизированного управления. Учебник для вузов/ А.В. Меньков, В.А. Острейковский. – М.: Издательство Оникс, 2005. – 640 с.
3. Харазов В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами/ Харазов В.Г. – СПб.: Профессия, 2009. – 592 с.
4. Programmable Logic Controller (SIEMENS S7-1200) Trainer// Khazarov V.G.Automation Studio.- 2014.-T1.V2.-P.37-39.
5. Береза А. М. Основи створення інформаційних систем: навч. посіб. / Береза А.М. – 2 вид., перероб. і доп. – К.: КНЕУ, 2001. – 214 с.
6. SIMATIC S7-300 – Универсальные программируемые контроллеры//Маргинов В.В.// Siemens. 2015.-T2.-2015.- 12-23 с.
7. Ситник В.Ф. Основи інформаційних систем: Навч. посібник. – Вид. 2-ге, перероб. і доп./ Ситник В.Ф., Писаревська Т.А, Єрьоміна Н.В., Краєва О.С.; За ред. В. Ф. Ситника. — К.: КНЕУ, 2001. — 420 с.
8. Programmable Logic Controller (SIEMENS S7-1500)/ Khazarov V.G.//Automation Studio.- 2017.-V3.- P.21-32.
9. Барало О.В. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування. Навчальний посібник/ Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. — Київ: Аграрна освіта, 2010. — 557с.
10. PL7 Micro Software. Installation Manual for Application-specific/ Kutsik A.S.//Functions.- 2017. –V33. P. 44-51.
11. Степанець О.В. Програмування в автоматизованих системах управління технологічними процесами: Методичні вказівки до

«Комп'ютерно-інтегрованих технологічних процесів і виробництва» / Укл.: О.В. Степанець, С.Г. Батюк – К.: КПІ, 2016. – 28 с.

12. Петров И.В. Программируемые логические контроллеры/ Петров И.В. - М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.

13. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / Денисенко В.В. - М.: Горячая линия–Телеком, 2009. – 608 с.

15. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3– 3S - 455 с.

16. Кучерук В.Ю. Програмування логічних контролерів Schneider Electric: Навч. посібник для широкого кола інж.-техн. працівників/ В.Ю. Кучерук, В. О. Поджаренко, А. І. Кулаков — Вінниця : ВДТУ, 2002. — 131с.

17. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник/ Ельперін І.В. – К: НУХТ, 2003 – 320с.

18. Ветрененко И. Средства человеко-машинного интерфейса производства концерна Eaton-Moeller / И. Ветрененко//Компоненты И Технологии. – 2008. – №8. – С. 22–24.

19. Матвеев В.В. Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем / Матвеев В.В., Распопов В.Я. — СПб. : ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009. – С. 118–157.

20. Денисенко В.В. ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации / Денисенко В.В. – Современные технологии автоматизации. 2006. № 4. С. 66 – 74; 2007. № 1. С. 78 – 88.

21. Hoffmann G.M. "The Stanford Testbed of Autonomous Rotorcraft for Multi Agent Control (STARMAC)" / Hoffmann G.M., Rajnarayan D.G., Waslander S.L., Dostal D., Jang J.S. and Tomlin C.J. (November 2004) – In the Proceedings of the 23rd Digital Avionics System Conference. Salt Lake City, UT. – Pp. 12. E. 4/1–10.

22. Tommaso Bresciani Modeling, identification and control of a quadrotor helicopter / Tommaso Bresciani – Master thesis, Lund University. 2008.

23. Pounds P. "Modelling and Control of a Quad-Rotor Robot" / Pounds, P.; Mahony, R., Corke, P. (December 2006) –In the Proceedings of the Australasian Conference on Robotics and Automation. Auckland, New Zealand.

24. Папп Э. Программируемые контроллеры: руководство для инженера/ Э. Папп. - М.: БИНОМ, 2007 – 516 с.

25. Simatic HMI. Панели оператора OP7, OP17. Руководство 6AV3991–1AE05–1AB0 .

26. Романов В.П. Основы языка программирования Step7 и базового программного обеспечения промышленных контроллеров Siemens/ Романов В.П.- Новокузнецк: Профессия, 2009. – 495 с.

27. Аристов Е.В. Исследование работы программируемого логического контроллера SIMATIC S7-313C: метод. указания к лаб. работе по курсу «Элементы систем автоматизики»/ Е.В. Аристов, Р.А. Хузин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 32 с.

28. Галкін П.В., Ключник І.І. Програмування ПЛК в CODESYS: навчальний посібник/ Галкін П. В., Ключник І. І.- Харків: ФОП Панов А.М. - 2019. - 92 с.

РЕФЕРАТ

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи програмовано-логічні контролери в автоматизованих системах керування технологічними процесами

Мета роботи полягає в аналізі основних характеристик програмовано-логічних контролерів, їх призначенні і області використання

При виконанні роботи проведено літературний огляд існуючих програмовано-логічних контролерів, розглянуто різні характеристики та модифікації виготовлення. А також проведено аналіз переваг використання ПЛК у різних автоматичних системах керування.

У результаті проведеного аналізу, встановлено, що основна перевага ПЛК є в тому, що один маленький механізм може замінити величезну кількість електромеханічних реле. Крім того швидкий час сканування, компактні системи введення/виводу, стандартизовані засоби програмування і спеціальні інтерфейси дають можливість більш ефективно ірацювати АСУ і об'єднувати різні пристрої в єдину систему управління.

Робота викладена на 32 сторінках, у тому числі включає 19 рисунків, 4 таблиці, список цитованої літератури із 28 джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПРОГРАМНО-ЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЕР, АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, МІКРОПРОЦЕСОР, ДАТЧИК, ІНФОРМАЦІЙНИЙ КАНАЛ