

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Тернопільський національний економічний університет  
Факультет комп'ютерних інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерної інженерії

**Бучковський Роман Васильович**

**Система управління енергокомплексом  
підприємства на основі промислового контролера  
OMRONCPM1A / The management system of the  
enterprise energy complex based on the industrial  
controller OMRONCPM1A**

напрямок підготовки: 123 Комп'ютерна інженерія  
фахове спрямування - Комп'ютерна інженерія  
Бакалаврська робота

Виконав студент групи КСМ-43/2  
Роман Васильович Бучковський

Науковий керівник:  
Ігнатєв І.В.

Тернопіль - 2018

## РЕЗЮМЕ

Дипломний проект містить 50 сторінок, 22 рисунки, 12 таблиць, 2 додатки та 2 аркуші формату А3.

Метою дипломного проекту є розробка єдиної системи управління енергокомплексом на базі OMRON CPM1A.

Вирішено завдання:

- побудовано структурну схему організації мережі;
- обґрунтовано вибір обладнань і програмних продуктів для реалізації проекту;
- розроблено візуалізацію SCADA-системи для контролю і управління енергокомплексом.

Центральний пульт управління системою являє собою операторське вікно з людино-машинним інтерфейсом, візуалізація розроблена в CX-Designer Комплекс відображається на кількох екранах. Доступ до екранів комплексу здійснюється шляхом переходу по центральній і бічній панелях навігації. З панелі оператора також вибирається режим роботи окремих одиниць техніки. Операції з окремими одиницями проводяться з їх екранів. Інформація, що відноситься до активних одиниць або частин комплексу, відображається на активних екранах. Вибір екрану здійснюється натисканням відповідних кнопок. Для попереднього запуску комплексу використовується центральний екран який складається з 4-ох окремих екранів, кожен з яких відповідає окремій дії. Основні кнопки управління екрану «Меню»: Меню оператора; Історія помилок; Ручне управління; Налаштування.

Ключові слова: SCADA, УПРАВЛІННЯ, ОПЕРАТОР, ЕНЕРГОКОМПЛЕКС

## RESUME

The diploma project contains 50 pages, 22 figures, 12 tables, 2 appendices and 2 A3 spreadsheets.

The aim of the diploma project is to develop a single control system of the energy complex based on OMRON CPM1A.

Task solved:

- the structural scheme of the network organization is constructed;
- the choice of equipment and software products for the project implementation is substantiated;
- visualization of SCADA-system for control and management of energy complex is developed.

The central control panel of the system is an operator window with a human-machine interface, the visualization developed in the CX-Designer Complex is displayed on several screens. Access to the screens of the complex is carried out by going to the central and side navigation panels. From the operator panel the mode of work of separate units of equipment is also selected. Operations with individual units are performed from their screens. Information related to the active units or parts of the complex is displayed on the active screens. The screen is selected by pressing the appropriate buttons. To pre-launch the complex, a central screen is used, which consists of 4 separate screens, each of which corresponds to a separate action. The main control buttons of the "Menu" screen: Operator menu; Error history; Manual control; Settings.

Keywords: SCADA, MANAGEMENT, OPERATOR, ENERGY COMPLEX

## ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Огляд системи візуалізації та єдиного управління.....	7
1.1 Загальна інформація про надання системи .....	7
1.2 Використання Wi-Fi та VLAN технології.....	15
1.3 Протоколи з'єднань мережі.....	19
1.4 Постановка завдання.....	22
2 Розробка єдиної системи управління енергокомплексом.....	23
2.1 Вибір контролера для управління наступних ділянок:ТЛФ 1,ТЛФ 2, МЛФ і вентеляційна .....	23
2.2 Вибір роутера для передачі інформації по повітряю .....	27
2.3 Вибір комунікаційного модуля Omron CPM1A-PRT21 .....	29
3. Вибір програмного продукту CX-One для розробки SKADA системи управління енергокомплексом.....	32
3.1 Програмне забезпечення .....	32
3.2 Програмний пакет CX-Designer.....	36
3.3 Розробка системи управління. Опис центрального екрану управління. ....	37
Висновки .....	43
Список використаних джерел .....	44

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000.ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Бучковський Р.			СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОКОМПЛЕКСОМ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ ПРОМИСЛОВОГО КОНТРОЛЕРА OMRONCPM1A	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ігнатев І.В..					8	46
Консульт.		Паздрій І.Р.				ТНЕУ.ФКІТ. КСМ-43/2		
Н. Контр.		Гураль І.В.						
Затвердив		Березький О.М.						



виходу на нові ринки збуту. У конкурентному середовищі, виробник, який грамотно і коротше побудував виробничі цикли, у якого краще відпрацьовані логістичні ланцюжки, і стабільне партнерство з покупцями, має більше шансів вирватися в лідери. Таким чином, часто переваги має не та компанія, яка придбає новітнє обладнання і створює високоякісний товар, а та, яка крім усього цього, створює нормальні умови роботи для персоналу і керує своїми виробничими процесами продумано і максимально ефективно. Таким чином, єдина система управління має на увазі, що більш універсальною основою систем управління є не тільки економічне, але інформаційний простір підприємства. В даний час найбільш прогресивним методом вважається процес створення єдиних систем управління, які включають в себе системи оперативно-диспетчерського контролю виробництвом і технологічних параметрів всіх ділянок, управління матеріальними та енергетичними ресурсами підприємства, а також потоками

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		6

# 1 ОГЛЯД СИСТЕМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА ЄДИНОГО УПРАВЛІННЯ

## 1.1 Загальна інформація про надання системи

Система візуалізації створена на базі програмного забезпечення проектування CX-One. Вона призначена для здійснення оперативного контролю за станом об'єктів які входять до складу єдиної системи управління енергокомплексом. З екранів мнемосхем, що відображаються на моніторі, виконується управління обладнанням системи.

Система візуалізації здійснює:

- прийом даних з різних датчиків, встановлених на обладнанні і технологічних лініях, через програмований логічний контролери (ПЛК) CPM1A фірми Omron;
- індикацію параметрів і стану обладнання в вигляді графічних мнемосхем на екрані ПК;
- управління технологічним обладнанням;
- сигналізацію аварійних повідомлень системи;
- автоматичне ведення архіву попереджувальних і аварійних со-спілкувань, а також значень технологічних величин;
- висновок звіту про аварії за необхідний період.

Комплекс управляється з єдиного пульта управління, розташованого в цеху CO2. Можливості, які були можливі при локальному управлінні, стали можливі і при управлінні з єдиного пульта. У апаратні конфігурації існуючих проектів були додані комунікаційні процесори CPM1A-PRT21 для використання протоколу EtherNet / IP. IP - адреси вказані у відповідних розділах документа.

Ніяких змін в структуру програми внесено не було, розроблялася лише SCADA-система для можливості управління і контролю всіма процесами з однієї точки. У котельні, парогенераторної установки і артезіанських

						ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			7







Виділяють 4 стандартних швидкості передачі даних по кручений парі або оптоволоконному кабелю Industrial Ethernet: 10 Мбіт / с, 100 Мбіт / с, 1 Гбіт / с і 10 Гбіт / с.

Industrial Ethernet зазвичай використовується для обміну даними між програмованими контролерами і системами людино-машинного інтерфейсу, рідше для обміну даних між контроллерами і, незначно, для підключення до контролерів віддаленого обладнання (датчиків і виконавчих пристроїв).

Останнім часом є однією з поширених промислових мереж. Широко застосовується при автоматизації будівель.

Для забезпечення гарантованого часу реакції використовують протоколи реального часу:

- Profinet;
- EtherCAT;
- Ethernet Powerlink;
- EtherNet / IP;
- SERCOS III;
- LAN eXtensions for Instrumentation.

Ці протоколи в різного ступеня модифікують стандартний стек TCP / IP, додаючи в нього:

- функції синхронізації;
- нові алгоритми мережевого обміну;
- діагностичні функції;
- методи самокоректіровки.

Канальний і фізичний рівні Ethernet при цьому залишаються незмінними. Що дозволяє використовувати протоколи реального часу в існуючих мережах Ethernet з використанням стандартного мережевого обладнання.

У чому ж відмінність Industrial Ethernet і його стандартної варіації? Найголовнішими ознаками є:

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



## Протокол Ethernet / IP

Протокол Ethernet / IP (Industrial Ethernet Protocol), який використовується в дипломному проекті для об'єднання всіх ПЛК в одну локальну мережу, розроблений на основі CIP (Common Interface Protocol) - протокол, по якому здійснюється об'єднання окремих компонентів в єдиний модуль. Протокол EtherNet / IP забезпечує передачу критичних до часу доставки даних між керуючим пристроєм і пристроями введення-виведення, а також обмін в мережі Internet. Некритичні до часу дані пересилаються через стек TCP, а доставка критичних вчасно даних здійснюється через стек UDP.

Оскільки технологія Ethernet використовується з середини 1970-их і широко практикується в усьому світі, то продукти Ethernet підтримує велику кількість постачальників. Використовуючи продукти Ethernet, ви не тільки прямуєте за загальним напрямком сучасної технології, - у вас є можливість мати доступ до всіх пристроїв рівня даних з Internet. EtherNet / IP виник через високий попит на використання мережі Ethernet для додатків управління.

EtherNet / IP - відкрита мережа, оскільки вона використовує:

- стандарт IEEE 802.3 для фізичного носія і рівня даних;
- блок протоколів стандарту Ethernet TCP / IP (протокол контролю передачі / протокол Internet), - промисловий стандарт Ethernet;
- інформаційно-керуючий протокол (CIP) - протокол, який забезпечує обмін повідомленнями введення / виведення в реальному часі і прямий обмін інформаційними повідомленнями. Мережі ControlNet і DeviceNet також використовують CIP.

TCP / IP - протокол транспортного і мережного рівнів Internet і широко пов'язаний з мережами Ethernet і діловим світом. TCP / IP забезпечує набір сервісів, які, для спільного використання даних, можуть використовувати будь-які два пристрої. Оскільки технологія Ethernet і стандартні блоки протоколу, наприклад, TCP / IP опубліковані для громадського використання, то

						ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			12

стандартизовані сервісні програми та фізичні носії виробляються масово і легко доступні, що дає вам дві переваги:

- відома технологія;
- доступність.

UDP / IP (протокол датаграм користувача), також використовується совмісцево з мережею Ethernet. UDP / IP забезпечує швидку, ефективну доставку даних, необхідну для обміну даними в реальному часі.

Для того щоб домогтися успіху EtherNet / IP, для забезпечення загального шару додатків поверх TCP / UDP / IP доданий CIP. Отже, коли ви вибираєте продукт EtherNet / IP, то ви вибираєте продукт з можливостями CIP. До того ж, EtherNet / IP використовує мережеву модель «виробник / споживач», подібно до мереж DeviceNet і ControlNet. З введенням технології комутації Ethernet і дуплексної передачі даних, випадки колізії даних теоретично усунені, і продуктивність вашої мережі EtherNet / IP значно поліпшена. Протокол Ethernet / IP (Industrial Ethernet Protocol), який використовується в дипломному проекті для об'єднання всіх ПЛК в одну локальну мережу, розроблений на основі CIP (Common Interface Protocol) - протокол, по якому здійснюється об'єднання окремих компонентів в єдиний модуль. Протокол EtherNet / IP забезпечує передачу критичних до часу доставки даних між керуючим пристроєм і пристроями введення-виведення, а також обмін в мережі Internet. Некритичні до часу дані пересилаються через стек TCP, а доставка критичних вчасно даних здійснюється через стек UDP. Оскільки технологія Ethernet використовується з середини 1970-их і широко практикується в усьому світі, то продукти Ethernet підтримує велику кількість постачальників. Використовуючи продукти Ethernet, ви не тільки прямуєте за загальним напрямком сучасної технології, - у вас є можливість мати доступ до всіх пристроїв рівня даних з Internet. EtherNet / IP виник через високий попит на використання мережі Ethernet для додатків управління.

EtherNet / IP - відкрита мережа, оскільки вона використовує:

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		





- автономні точки доступу (називаються також самостійні, децентралізовані, розумні);

- точки доступу, що працюють під управлінням контролера (називаються також «легковагі», централізовані);

- бесконтрольні, але не автономні (керовані без контролера).

За способом організації та управління радіоканалами можна виділити бездротові локальні мережі:

- зі статичними настройками радіоканалів;

- з динамічними (адаптивними) настройками радіоканалів;

- зі «шаруватою» або багат шаровою структурою радіоканалів.

Переваги Wi-Fi:

- дозволяє розгорнути мережу без прокладки кабелю, що може зменшити вартість розгортання і / або розширення мережі. Місця, де не можна прокласти кабель, наприклад, поза приміщеннями і в будівлях, що мають історичну цінність, можуть обслуговуватися бездротовими мережами;

- дозволяє мати доступ до мережі мобільних пристроїв;

- Wi-Fi пристрої широко поширені на ринку. Гарантується сумісність обладнання завдяки обов'язковій сертифікації обладнання з логотипом Wi-Fi;

- мобільність. Ви більше не прив'язані до одного місця і можете користуватися Інтернетом в комфортній для вас обстановці;

- в межах Wi-Fi зони в мережу Інтернет можуть виходити кілька користувачів з комп'ютерів, ноутбуків, телефонів і т. Д.;

- випромінювання від Wi-Fi пристроїв в момент передачі даних на порядок (в 10 разів) менше, ніж у стільникового телефону.

Недоліки Wi-Fi:

- в діапазоні 2,4 GHz працює безліч пристроїв, таких як пристрої, що підтримують Bluetooth, і ін, і дажемікрохвильові печі, що погіршує електромагнітну сумісність;

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		







Основний недолік цього методу в тому, що він порушує незалежність рівнів, тому, наприклад, перехід з IPv4 на IPv6 призведе до порушення працездатності мережі;

- методом аутентифікації (англ. Authentication based): пристрої можуть бути автоматично переміщені в VLAN, ґрунтуючись на даних аутентифікації користувача або пристрою при використанні протоколу 802.1x.

переваги:

- полегшується переміщення, додавання пристроїв і зміна їх з'єднань один з одним;

- досягається велика ступінь адміністративного контролю внаслідок наявності пристрою, який здійснює між мережами VLAN маршрутизацію на 3-му рівні;

- зменшується споживання смуги пропускання в порівнянні з ситуацією одного ширококомовного домену;

- скорочується невиробниче використання CPU за рахунок скорочення пересилання ширококомовних повідомлень;

- запобігання ширококомовних штормів і запобігання втрат.

### 1.3 Протоколи з'єднань мережі

Мережа Profibus (Process Field Bus), розроблена компанією Siemens AG (Г Ерманов) для своїх промислових контролерів SIMATIC. Profibus забезпечує обмін даними між провідними (Master) і веденими (Slave) пристроями або між декількома провідними пристроями і дозволяє об'єднувати розрізнені пристрої автоматизації в єдину систему на польовому рівні, а також може пов'язувати PLC з віддаленими відомими модулями

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

розподіленої мережі або з індикаторними панелями HMI і органами управління на пультах операторів SCADA. На цьому рівні широко використовуються також мережі розроблені іншими фірмами: CAN, Device Net, Foundation Fiedbus, Lon Works, EIB і ін.

Profibus відповідає вимогам міжнародних стандартів IEC 61158-3 і EN 50170. Стандарт EN 50170-2 гарантує відкритість мережі, а відповідно до стандарту DIN 19254 реалізовані протоколи FMS, DP і PA. Завдяки Profibus пристрої різних виробників можуть об'єднуються в одну загальну мережу.

Доступ до шини визначає протокол, який реалізує процедуру доступу за допомогою маркера, що обертається в логічному кільці, що складається з провідних (Master) пристроїв. Швидкість передачі варіюється від 9,6 Kbit / s до 12 Mbit / s. Під загальною назвою Profibus розуміється три різних, але сумісних протоколу: Profibus-FMS, Profibus-DP і Profibus-PA.

Протокол Profibus-DP (Distributed Periphery -розподіленого периферія) розроблений для високошвидкісної передачі даних між ведучим (Master) контролером і периферійними пристроями (Slave) мережі і застосовується на нижньому (I / O, Field) рівні системи. Передача даних, як і для Profibus-FMS, заснована на RS-485. Максимальна швидкість передачі прямо залежить від довжини мережевого сегмента і варіюється від 185,5Kbit / s при 1200 м до 12 Mbit / s при 100м.

PROFIBUS-DP - це відкрита система шин, що відповідає стандарту IEC 61784-1: 2002 Ed1 CP 3/1 з протоколом передачі «DP» (DP означає «децентралізована периферія»). Фізично PROFIBUS-DP це або електрична мережа на основі екранованої 2-провідної лінії, або оптична мережа на основі волоконно-оптичного кабелю. Протокол передачі «DP» забезпечує швидкий, циклічний обмін даними між CPU контролера і периферійними пристроями.

Master-пристрій DP (DP-master) пов'язує CPU контролера з периферійними пристроями. DP-master обмінюється даними з

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

периферійними пристроями за допомогою PROFIBUS-DP і контролює систему шин PROFIBUS-DP.

Децентралізовані периферійні системи (slave-пристрою DP) підготовують дані датчиків і виконавчих елементів на місці, щоб їх можна було передати за допомогою PROFIBUS-DP в CPU контролера.

До PROFIBUS-DP можна підключати найрізноманітніші пристроїв як в якості master-пристроїв DP, так і в якості slave-пристроїв DP, за умови, що їхня поведінка відповідає стандарту IEC 61784-1: 2002 Ed1 CP 3/1.

Можуть застосовуватися такі пристрої:

- CPM1 A/ H/ E;
- пристрій програмування Omron або ПК;
- людино-машинний інтерфейс Omron, або ЧМІ (HMI = humanmachine interface) (панель оператора, OP; станція оператора, OS; текстовий дисплей);
- пристрої інших виробників.

Наступний малюнок (див. Рисунок 1.2) ілюструє типову структуру мережі PROFIBUS-DP.

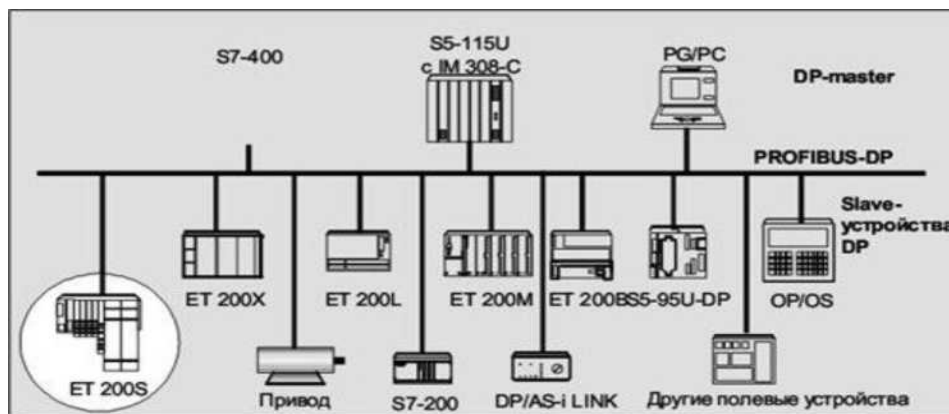


Рисунок 1.2-Типова структура мережі PROFIBUS-DP

Якщо логічне маркерне кільце складається тільки з одного активного і декількох пасивних учасників, то це відповідає "чистої" системі Master-Slave (див. Рисунок 1.3).



## 2 РОЗРОБКА ЄДИНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОКОМПЛЕКСОМ

### 2.1 Вибір контролера для управління наступних ділянок:ТЛФ 1,ТЛФ 2, МЛФ і вентиляційна

На основі аналізу існуючих СПЛК, наведеного в таблиці 2.1, було вирішено вибрати Omron CPM1A, задовольняє за всіма характеристиками.

Таблиця 2.1 - Порівняльний аналіз існуючих СПЛК

Назва/характеристики	1785 PLC-5/11 Allen Bradley	Siemens Simatic S7-1214	Omron CPM1A
Процесор	150 Mhz	200 Mhz	20 Mhz
ОЗУ	6-100 Кб	50 Кб	8-32 Кб
Память	До 256 Мб	До 24 Мб	4 Мб
Дискретні входи /	512	144/140	до 40
Аналогові входи /	до 58	34/17	до 40
Середовище програмування	RSLogix 5	TIA Portal	CX one



Рисунок 2.1 - Контролер Omron CPM1A.

Omron CPM1A - логічний контролер з потужними функціональними характеристиками і відносно невисокою вартістю (див. Рисунок 2.1). Він має ряд відмінних переваг, що дозволяють використовувати його для вирішення завдань, які раніше вважалися непосильними для інших спеціалізованих електронних пристроїв. Серед переваг Omron CPM1A:

- функціональність і зручність використання (контролер оснащений вбудованим інтерфейсом, завдяки якому можна проводити ряд операцій: програмування CPM1A, діагностику, обмін даними з іншими пристроями автоматизації, а також системами людино-машинного інтерфейсу);

- компактність (дане сімейство контролерів має пластиковий корпус, модульну конструкцію і може бути змонтовано на стандартній шині DIN (35 мм) або на плоскій поверхні);

- універсальність (Omron CPM1A характеризуються широкою сферою застосування: можуть бути використані як для побудови досить простих вузлів локальної автоматики, так і для вузлів комплексних систем з автоматичним управлінням);

- ефективність (пристрій дозволяє інтенсивно обмінюватися даними через мережі Industrial Ethernet / PROFINET, а також використовуючи PtP (Point - to - Point) з'єднання).

Розглянемо ці та інші переваги контролерів Omron CPM1A більш детально

Конструкція CPM1A захищена компактним пластиковим корпусом (ступінь захисту IP20), працездатна в великому діапазоні температур (0 - +50 ° C), може бути змонтована на 35-міліметрову шину DIN або на плоску поверхню. Крім того, контролери мають можливість обслуговувати від 2 до 51 аналогових каналів введення-виведення і від 10 до 285 дискретних. Склад:

- модулі CPU (центрального процесора), CM (комунікаційні), SM;

- модуль блоку живлення PM 1207 (вхідна напруга останнього - 115/230 В, вихідна -24 В і номінальний струм навантаження 2,5 А);

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		24





- вирішення завдань, пов'язаних з позиціонуванням і переміщенням приводів;

- обміну даними між віддаленими об'єктами;

- регулювання за допомогою PID-алгоритмів.

Функції описано нижче.

Функція таймер (Переривання за розкладом). У СРМ1 є високошвидкісний інтервальний таймер, який можна налаштувати на діапазон 0.5 ... 319 968 мс з дискретністю 0.1 мс. Таймер можна налаштувати на запуск окремого переривання (режим одиночного переривання) і постійних переривань по розкладом (режим переривань за розкладом).

Високошвидкісний лічильник. У СРМ1 є високошвидкісний лічильник, який можна використовувати в інкрементальному режимі або режимі плюс / мінус. Високошвидкісний лічильник можна об'єднати з вхідними переривань для здійснення управління за допомогою порівняння (або з заданою величиною, або з зоною), причому на нього не буде впливати довжина циклу ПК.

Вхідні переривання. У СРМ1-10CDR-\_\_ є 2 входи переривання, у СРМ1-20CDR-\_\_ і СРМ1-30CDR-\_\_ - 4 входи переривання. Є два режими вхідних переривань: миттєве переривання і режим лічильника. 1, 2, 3, ...

1. Коли приходиться сигнал вхідного переривання в режимі миттєвого переривання, головна програма переривається і відразу ж починає виконуватися програма переривання, незалежно від часу циклу.

2. У режимі рахунку сигнали зовнішнього переривання підраховуються з високою швидкістю (до 1 кГц) і переривання викликається кожен раз, коли лічильник досягає завдання (SV). При цьому головна програма переривається і починає виконуватися програма переривання.

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		





Точка доступу підтримує безліч опцій управління, включаючи Web-інтерфейс (HTTP), Secure Socket Layer (SSL), забезпечує безпечне з'єднання з Інтернет), Secure Shell (SSH, для забезпечення захищеного каналу між комп'ютерами на відстані) і Telnet (двонаправлений, 8-бітний байт-орієнтований мережевий протокол). Для розширеного мережевого управління можна використовувати D-Link AP Manager II або D-View module SNMPv3 для настройки та управління безліччю точок доступу з одного комп'ютера. Крім стандартних опцій управління, AP Manager II і D-View дозволяють мережевим адміністраторам автоматично здійснювати перевірку обладнання без втрати часу і ресурсів. Завдяки роботі в частотному діапазоні 2,4 ГГц, розширених функцій управління, кільком режимам роботи і поліпшеним налаштувань безпеки, точка доступу D-Link AirPremier N (DAP-2310) є ідеальним рішенням по організації бездротової мережі бізнес-класу.

### 2.3 Вибір комунікаційного модуля Omron CPM1A-PRT21

Комунікаційний процесор OMRON CPM1A-PRT21 (див. Рисунок 2.3) призначені для здійснення підключення програмованого контролера CPM1A до мережі Industrial Ethernet / PROFINET IO.

Він оснащений вбудованим мікропроцесором і дозволяє отримувати додаткові комунікаційні з'єднання, а також розвантажувати центральний процесор контролера від обслуговування комунікаційних завдань.

У мережі Industrial Ethernet він здатний підтримувати відкритий обмін даними і PG / OP функції зв'язку, а також виконувати функції сервера, тобто здатний відповідати на запити інших станцій, але не здатний генерувати запити сам.

						ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			29



Рисунок 2.3 - комунікаційний модуль OMRON CPM1A-PRT21

У мережі PROFINET IO він виконує функції приладу введення-виведення (веденого мережевого пристрою) і здатний підтримувати обмін даними в реальному масштабі часу.

Через CPM1A-PRT21 програмований контролер CPM1A здатний підтримувати зв'язок:

- з програматорами, процесорами, приладами та системами людино-машинного інтерфейсу;
- з іншими системами автоматизації CPM1E;
- з програмованими контролерами CPM1H;
- з контролером вводу-виводу PROFINET IO.

#### Особливості

- безпосередня інтеграція CPM1A в комплексні системи управління через Industrial Ethernet зі швидкістю передачі даних 10/100 Мбіт / с;
- підключення CPM1A до мережі PROFINET IO в режимі приладу вводу-виводу, обмін даними в реальному масштабі часу;
- наявність вбудованого 2-канального комутатора, що дозволяє виконувати підключення до лінійним мережевим структурам без використання додаткових комунікаційних компонентів;
- можливість установки на будь-посадочне місце в контролері.
- компактне виконання, ширина корпусу 40 мм;



### 3. ВИБІР ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ CX-ONE ДЛЯ РОЗРОБКИ SKADA СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОКОМПЛЕКСОМ

#### 3.1 Програмне забезпечення

CX-One - це об'єднаний комплект програмного забезпечення з єдиним ліцензійним номером. Встановивши одного разу CX-One, користувач зможе створювати, конфігурувати і програмувати безліч різних пристроїв, таких як ПЛК, ЧМІ або системи багатовісного управління переміщеннями, а також мережі. CX-One значно спрощує роботу інженера і зводить до мінімуму необхідність навчання програмуванню або конфігурації систем автоматизації.

Підтримка всіх моделей ПЛК серій CS, CJ, CP; всіх терміналів серії NS; всіх моделей контролера управління рухом Trajexia

Підтримка мови програмування SFC і повна підтримка мови ST для ПЛК серій CS / CJ

Вбудований симулятор програми; резервне копіювання і відновлення параметрів контролера; редагування програми "на льоту" (Online Edit)

Структури та масиви.

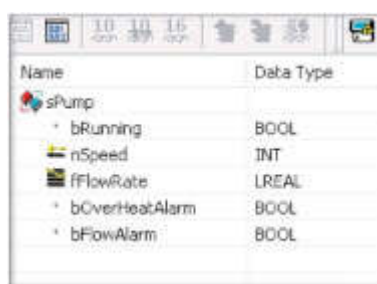


Рисунок 3.1 – Structures & Arrays

Використовуючи блоки даних, що складаються з даних одного типу (масиви) або різних типів (структури), ви можете створювати більш досконалі програми. До символів полів нового визначається користувачем типу можна дуже просто звернутися з програми. Створення символів прискорюється, так











### 3.3 Розробка системи управління. Опис центрального екрану управління.

Центральний пульти управління являє собою операторське вікно з людино-машинним інтерфейсом, візуалізація розроблена в CX-Designer

Комплекс відображається на кількох екранах. Доступ до екранів комплексу здійснюється шляхом переходу по центральній і бічній панелях навігації. З панелі оператора також вибирається режим роботи окремих одиниць техніки. Операції з окремими одиницями проводяться з їх екранів. Інформація, що відноситься до активних одиниць або частин комплексу, відображається на активних екранах. Вибір екрану здійснюється натисканням відповідних кнопок.

Екрани. Для попереднього запуску комплексу використовується центральний екран який складається з 4-ох окремих екранів, кожен з яких відповідає окремій дії.

Основні кнопки управління екрану «Меню»: Меню оператора; Історія помилок; Ручне управління; Налаштування.

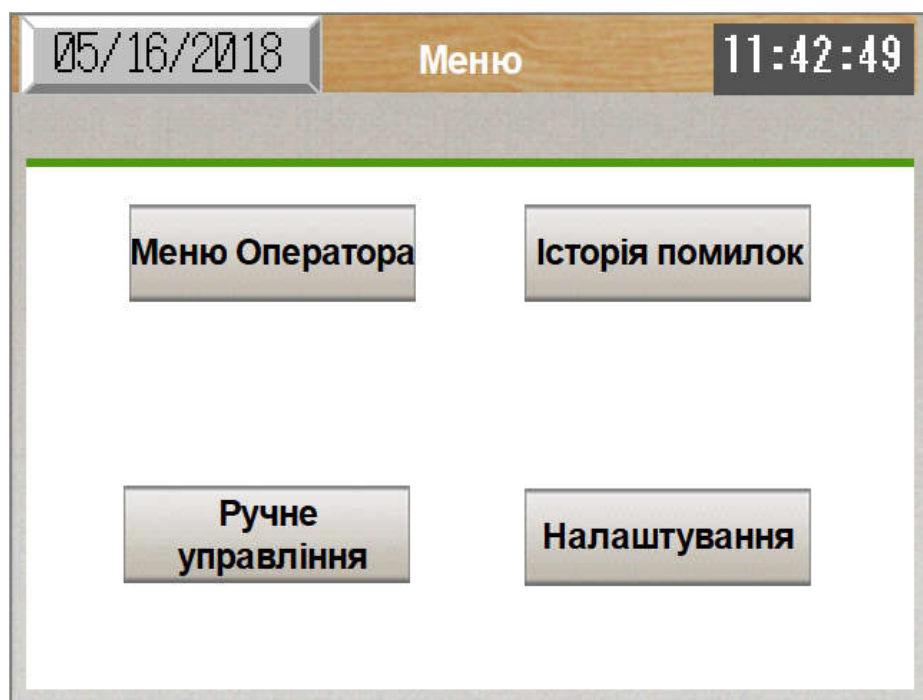


Рисунок 3.6 – Головний екран управління











Рисунок 3.11 – Екран ручного управління BGB-90

Основні можливості WinCC:

- візуалізація техпроцесу (Graphic Designer);
- конфігурація і настройка зв'язку з контролерами різних виробників (Tag Management);
- відображення, архівування та протоколювання повідомлень від технологічного процесу (Alarm Logging);
- відображення, архівування та протоколювання змінних (Tag Logging);
- розширення можливостей вашої системи за рахунок використання скриптів на мовах ANSI C, VBS і VBA;
- проектування системи звітності (Report Designer);
- взаємодія з іншими додатками, завдяки використанню стандартних інтерфейсів OLE, ODBC і SQL забезпечує просту інтеграцію WinCC у внутрішню інформаційну мережу підприємства;
- просте побудова систем клієнт-сервер;
- побудова резервованих систем;

- розширення можливостей шляхом використання елементів ActiveX;
- відкритий OPC-інтерфейс (OLE for Process Control);
- взаємодія з пакетом Simatic Step 7.

В даному розділі розроблено систему управління.

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## ВИСНОВКИ

Метою дипломного проекту є розробка єдиної системи управління енергокомплексом на базі OMRON CPM1A. Вирішено завдання:

- побудовано структурну схему організації мережі;
- обґрунтовано вибір обладнань і програмних продуктів для реалізації проекту;
- розроблено візуалізацію SCADA-системи для контролю і управління енергокомплексом.
- проведено розрахунок сумарних експлуатаційних витрат на створення єдиної системи управління енергокомплексом.

Центральний пульт управління системою являє собою операторське вікно з людино-машинним інтерфейсом, візуалізація розроблена в CX-Designer

Комплекс відображається на кількох екранах. Доступ до екранів комплексу здійснюється шляхом переходу по центральній і бічній панелях навігації. З панелі оператора також вибирається режим роботи окремих одиниць техніки. Операції з окремими одиницями проводяться з їх екранів. Інформація , що відноситься до активних одиниць або частин комплексу, відображається на активних екранах. Вибір екрану здійснюється натисканням відповідних кнопок.

Для попереднього запуску комплексу використовується центральний екран який складається з 4-ох окремих екранів, кожен з яких відповідає окремій дії. Основні кнопки управління екрану «Меню» : Меню оператора; Історія помилок; Ручне управління ; Налаштування .

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Sutherland S. Gas P: A minimal FIFO control/S.Sutherland,S. Fairbanks Advanced Research in Asynchronous Circuits and Systems. - Mar. 2001. – 46 p.
2. Yantchev J.T Low-latency asynchronous FIFO bu\_ers/ J.T. Yantchev, C.G.Huang, M.B.Josephs, M. Nedelchev, IProc. Asynchronous Design Methodologies. - May 1995.-125 p.
3. Myers C. Asynchronous Circuit Design/C.Myers,J.Wiley, Inc.- 2001.- 250 p.
4. Dally W.J. Digital Systems Engineering/ W.J.Dally, J.W.Poulton, Cambridge University Press, Cambridge, - UK, 1998.- 600 p.
5. Wakerly J.F. Digital Design: Principles and Practices, Prentice-Hall, third edition. - 1999. – 250 p.
6. Hurtado M. Ambiguous behavior of bistable elements/ M.Hurtado, D.L.Elliot Allerton Conf. on Circuit and System Theory. - Oct. 1975. – 605 p.
7. Rabaey J.M Digital Integrated Circuits/J.M. Rabaey, A. Chandrakasan, B.Nikolic A Design Perspective, Prentice Hall, Upper Saddle River. - NJ, 2003. – 250 p.
8. Ho R. The future of wires/R.Ho, K.W.Mai, M.A. Horowitz Proceedings of the IEEE. - Apr.2001- 490 p.
9. Semeraro G. Energy-e\_icient processor design using multiple clock domains with dynamic voltage and frequency scaling/ G. Semeraro, G.Magklis International Symposium on High-Performance Computer Architecture. - Feb. 2002 – 29 p.
10. Chapiro D. M. Globally-Asynchronous Locally-Synchronous Systems, Ph.D. thesis, Stanford University, Stanford, CA. - USA, 1984. – 200 p.
11. Sutherland I. “GasP: A minimal FIFO control,”/I. Sutherland, S. Fairbanks in Advanced Research in Asynchronous Circuits and Systems. - Mar. 2001.- pp. 46–53.



23. Стенли Б. С++ для начинающих / Б. Стенли, Липпман: Пер. с англ. 2тт. - Москва: Унитех; Рязань: Гэлион, 1992, 304-345сс.

24. Фаронов В. В. Система программирования Delphi [Текст] / В. В. Фаронов. – С-Пб. : БХВ-Петербург, 2006. – 888 с.

25. Методичні рекомендації до виконання дипломного проекту з освітньо-кваліфікаційного рівня “Бакалавр” напрямку підготовки 6.050102 «Комп’ютерна інженерія» фахового спрямування «Комп’ютерні системи та мережі» / О.М. Березький, Л.О.Дубчак, Р.Б. Трембач, Г.М. Мельник, Ю.М. Батько, С.В. Івасьєв / Під ред. О.М. Березького. - Тернопіль: ТНЕУ, 2016.–65 с.

26. Паздрій І.Р. Методичні вказівки до написання техніко-економічного розділу для дипломних проектів на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня “Бакалавр” напрямку підготовки 6.050102 «Комп’ютерна інженерія» / І.Р.Паздрій. - Тернопіль: ТНЕУ, 2015.– 36 с.

					ДП.КСМ. 07241/16.00.00.000 ПЗ	46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		