

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

С. О. ГАВРИЛОВ, І. С. БІЛЮК, Л. І. БУГРІМ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з дисципліни
"Проектування мікропроцесорних систем керування електроприводів"

У двох частинах
Частина 1. Контролери мікропроцесорних систем керування
електроприводів

Рекомендовано Методичною радою НУК

Електронне видання
комбінованого використання на DVD-ROM



МИКОЛАЇВ • НУК • 2018

УДК 681.51(076)

Г 12

Автори: С. О. Гаврилов, канд. техн. наук;
І. С. Білюк, канд. техн. наук, доцент;
Л. І. Бугрім, канд. техн. наук, доцент

Рецензент О. О. Ушкаренко, канд. техн. наук, доцент

Гаврилов С. О.

Г 12 Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Проектування мікропроцесорних систем керування електроприводів" : у 2 ч. Ч. 1. Контролери мікропроцесорних систем керування електроприводів / С. О. Гаврилов, І. С. Білюк, Л. І. Бугрім. – Миколаїв : НУК, 2018. – 113 с.

Розглянуто структуру, характеристики та засоби програмування контролерів мікропроцесорних систем керування електроприводів. Призначено для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" спеціалізації "Електромеханічні системи автоматизації та електропривод".

УДК 681.51(076)

Навчальне видання

ГАВРИЛОВ Сергій Олексійович

БІЛЮК Іван Сергійович

БУГРІМ Леонід Іванович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт з дисципліни

"Проектування мікропроцесорних систем керування електроприводів"

У двох частинах

Частина 1. Контролери мікропроцесорних систем
керування електроприводів

Комп'ютерне верстання та складання *А. Д. Сорочинська*
Коректор *М. О. Паненко*

© Гаврилов С. О., Білюк І. С., Бугрім Л. І., 2018
© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2018

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 13,1. Об'єм даних 7530 кб.

Тираж 15 прим. Вид. № 4. Зам. № 64.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025

E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідectво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

Вступ

Лабораторний практикум (далі лабораторні роботи) призначений для засвоєння матеріалу теоретичних занять, вивчення особливостей будови й основних характеристик елементів мікропроцесорних систем керування електроприводів, отримання навичок у складанні програм керування для програмованих логічних контролерів (ПЛК) фірми «Тесо a.s. Kolín».

У результаті відпрацювання лабораторних робіт студент повинен знати:

- особливості архітектури ПЛК Tecomat Foxtrot;
- основи роботи в середовищі програмування «Mosaic»;

вміти:

- визначати параметри елементів мікропроцесорних систем керування електроприводів;
- складати і тестувати найпростіші програми на мовах стандарту ІЕС 61131-3 в середовищі програмування «Mosaic» та середовищі розробки Reliance Design.

Лабораторні роботи виконуються після вивчення студентом відповідного теоретичного матеріалу (лекцій), з метою практичного засвоєння і закріплення отриманих теоретичних знань.

Лабораторна робота № 1

Вивчення програмованого контролера Tecomat Foxtrot CP-1005

Мета роботи: вивчення програмованого логічного контролера Tecomat Foxtrot CP-1005

Компанія "Тесо a.s." є передовим чеським виробником промислових систем керування і регулювання, які входять в категорію програмованих контролерів. Асортимент продукції компанії складають:

- Tecomat TC700 – великі модульні ПЛК;
- Tecomat Foxtrot – компактні модульні ПЛК;
- CFox a RFox Intelligent electroinstallation – CFox лінійка датчиків і приводів з підключенням до модулів Foxtrot за допомогою двопровідної шини CIB. RFox лінійка датчиків і приводів з бездротовим каналом зв'язку;
- Control panels HMI – серія панелей керування, призначена для спрощення зв'язку систем керування і регулювання з користувачем;
- Communication modules a submodules – асортимент модулів, які дозволяють підключити або адаптувати Tecomat системи під більшість відомих інтерфейсів і протоколів;
- Mosaic programming environment – повнофункціональне середовище програмного забезпечення для проектування, розробки і налагодження додатків для всіх Tecomat систем відповідно до IEC 61131-3-стандарту;
- Reliance-SCADA – потужний інструмент для створення станцій контролю та диспетчеризації;
- FoxTool parametrization of intelligent electroinstallation – інструмент для параметризації модулів серії CFox і RFox.

Програмовані контролери «Tecomat Foxtrot» – це невеликі компактні контролери з можливістю модульного розширення. Вони поєднують переваги компактних (що стосується розмірів) і модульних (що стосується розширюваності і варіабельності) контролерів. Призначені для керування технологічними процесами в різних областях промисловості та в інших галузях.

Загальні характеристики базового модуля CP-1005:

- центральний процесор серії K;
- 6 входів на вибір – бінарні 24 В / аналогові (діапазони напруги та струму, пасивні датчики опору, 14 біт);

- 2 аналогові виходи 0-10 В (10 біт);
- 6 релейних виходів 250 В;
- 2 послідовних канали (CH1 – RS-232, CH2 – на вибір);
- 1 інтерфейс Ethernet 10/100 Мб;
- 1 лінія шини TCL2 для підключення периферії;
- 1 лінія шини CIB/iNnells;
- можливість установки субмодуля з бінарними входами та виходами.

Зовнішній вигляд контролера представлений – на рис. 1.1, а приклад схеми підключення вхідних і вихідних ланцюгів – на рис. 1.2.

Базові модулі «Tecomat Foxtrot» складаються з декількох складових частин. Перша складова CP-1005 являє собою плату з головним процесором системи, двома послідовними каналами, інтерфейсом Ethernet і системною шиною TCL2 для зв'язку з периферійними модулями. Друга складова забезпечує зв'язок на шині CIB (система iNnells), має назву MI2-01. Третя складова – плата IR-1056/1064 – периферійна й обслуговує входи і виходи.



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд контролера CP-1005

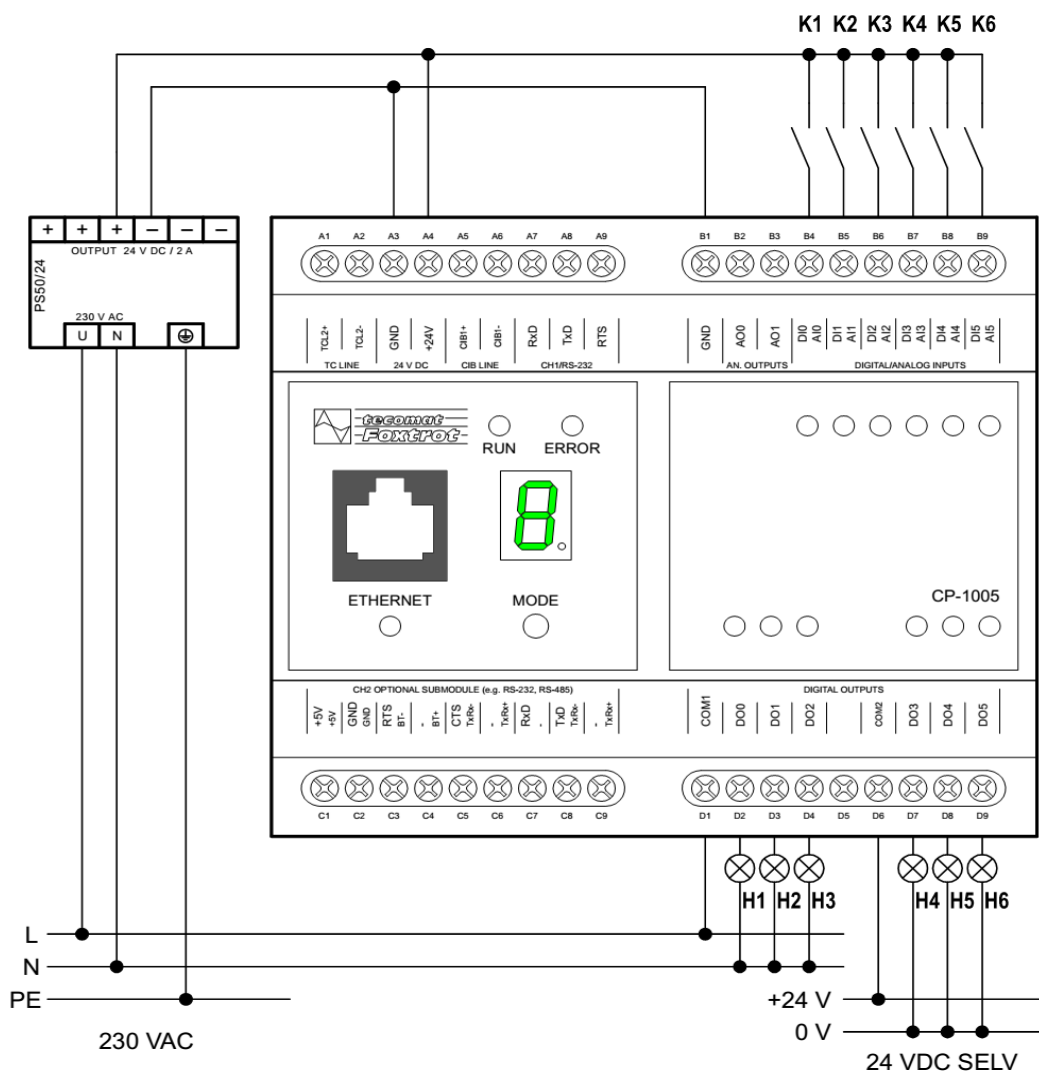


Рис. 1.2. Приклад підключення базового модуля CP-1005

Базовий модуль знаходиться під напругою 24 В, що підключена до роз'ємів A3 і A4 в полі, позначеному 24 В DC. Необхідно відзначити, що внутрішні і периферійні контури (за винятком релеїних виходів і каналу CH2), не розв'язані гальванічно. На затискачі A3 є загальне заземлення всього модуля.

В полі TC LINE на затискачі A1 і A2 виведена системна шина TCL2, призначена для підключення інших периферійних модулів.

В полі CIB LINE на затискачі A5 і A6 виведена шина CIB/iNels керована внутрішнім майстром, який в рамках базового модуля позначений як MI2-01.

В полі CH1, RS-232 на затискачі A7, A8 і A9 виведений послідовний канал CH1 з постійним інтерфейсом RS-232. Сигнальне заземлення інтерфейсу RS-232 підключається до затискача A3.

Центральний процесор серії K має:

- 192 KB резервованої пам'яті CMOS RAM для програми користувача;
- 64 KB резервованої пам'яті CMOS RAM для таблиці користувача;

- 256 KB пам'яті Flash EEPROM для резервування програми і таблиць користувача;
- 2 МБ пам'яті Flash EEPROM для зберігання проекту;
- 512 KB додаткової пам'яті для зберігання даних в DataBox;
- 64 KB регістрів користувача;
- контур реального часу;
- 2 послідовних канали, перший з постійним інтерфейсом (RS-232), другий з інтерфейсом, який на вибір можна змінити за допомогою субмодулів (RS-232, RS-485, RS-422 та ін.);
- інтерфейс Ethernet 10/100 Мб;
- 1 лінія шини TCL2 для підключення периферійних модулів;
- 1 лінія шини CIB/iNels;
- слот для карти MMC редукованої величини (маркування RS – reduced size);
- інтегрований Web-сервер.

Індикаторні елементи і можливості налаштування

Базовий модуль CP-1005 містить світлодіоди RUN і ERR, які відображають режим центрального процесора (табл. 1.1). Під роз'ємом інтерфейсу Ethernet знаходиться світлодіод, який сигналізує постійним світлом фізичне підключення мережі Ethernet (не відображує обмін даними). Решта світлодіодів розташовані з правого боку передньої панелі модуля та відображують роботу відповідних входів і виходів. Крім того, модуль оснащений одним семісегментним індикатором.

Таблиця 1.1

Найменування	Колір	Поведінка	Функції
RUN	зелений	світиться	центральный процесор працює, а програма користувача не виконується (режим HALT, PROG*)
		блимає	центральный процесор працює, а програма користувача виконується (режим RUN*)

Продовж. табл. 1.1

Найменування	Колір	Поведінка	Функції
ERR	червоний	світиться	сигналізація помилки, що надходить від центрального процесора
BLK**	червоний	світиться	сигналізація блокування виходів ПЛК (скидання в нульове положення виходів при переході з RUN на HALT*)
Ethernet	зелений	світиться	сигналізація активності інтерфейсу Ethernet ETH1
Інші	зелений	світиться	контроль роботи входів DI і виходів DO

*Основні режими ПЛК:

RUN – виконання програми користувача;

HALT – зупинення виконання програми користувача, програмування ПЛК (PROG);

Можливість зміни режиму командою по каналу зв'язку

**Для моделей CP-1005 випуску 2012 року і пізніше

Центральний процесор оснащений однією кнопкою, основною функцією якої є відображення IP адреси, IP маски інтерфейсу Ethernet, IP адреси шлюзу мережі, а також налаштування обох послідовних каналів. Вся ця інформація в формі рухомого тексту зображується протягом натискання кнопки в будь-який момент при роботі центрального процесора (режими HALT, RUN). Зміна параметрів за допомогою кнопки НЕМОЖЛИВА, всі зміни проводяться за допомогою програмного середовища.

Після увімкнення живлення ПЛК (в ході ввімкнення) кнопка має кілька функцій:

- якщо кнопка протягом ввімкнення не натиснута, ПЛК після ввімкнення переходить в один з режимів експлуатації (RUN, HALT з помилкою, і т.п.);
- якщо натиснути кнопку перед увімкненням живлення ПЛК і постійно тримати її протягом 3 секунд після ввімкнення системи, центральний процесор переходить в стан BOOT і чекає на оновлення прошивки;
- якщо кнопку натиснути після запуску версії прошивки і тримати її протягом 3 секунд, ПЛК завжди переходить в режим HALT (корисно в разі проблем із запущеною програмою користувача);
- якщо натиснути кнопку після увімкнення живлення на короткий час ще перед запуском версії прошивки, ПЛК пропонує запуск тестів пам'яті.

Резервування живлення пам'яті програми і контурів реального часу

При виключенні напруги живлення ПЛК дані в пам'яті програми користувача і в залишковій зоні пам'яті-блокнота резервуються. Резервування забезпечується Li-Ion акумулятором.

Контур реального часу і календар (RTC) при зникненні живлення резервуються в такий же спосіб, як пам'ять програми користувача.

Акумулятор не потребує будь-якого догляду. При заміні акумулятора відбувається втрата даних в пам'яті програми користувача і в залишковій зоні пам'яті-блокнота. Тому рекомендується резервувати програму користувача в пам'ять EEPROM.

Акумулятор Li-Ion витримує приблизно 500 годин. Якщо з якої-небудь причини необхідно подовжити час резервування, в підготовлений тримач можна встановити додаткову літєву батарею типу CR2032, яка після розрядження акумулятора почне постачати енергію і таким чином подовжить час резервування на 20000 годин.

З цього випливає, що при однозмінному робочому циклі не відбувається розрядження батареї навіть під час вихідних. Крім того, при заміні запасної батареї, встановленої в тримачі, програма зберігається в пам'яті акумулятора, тобто не відбувається її стирання.

Периферійна частина модуля CP-1005

Периферійну частину модуля CP-1005 утворює плата IR-1056/1064, яка містить 6 універсальних входів, 6 релейних виходів і 2 аналогових виходи. Входи можуть використовуватися як бінарні входи DI0-DI5 або як аналогові входи AI0-AI5.

Підключення затискних плат А, В і D зазначено в табл. 1.2. Підключення затискної плати С залежить від встановленого субмодуля.

Бінарні входи служать для підключення двопозиційних сигналів керованого об'єкта до ПЛК. Модуль CP-1005 містить 6 бінарних входів DI0-DI5. Входи не розв'язані гальванічно від внутрішніх контурів ПЛК. Робота входів сигналізується засвічуванням відповідних світлодіодів. Входи можна використовувати також в якості аналогових входів AI0-AI5. Якщо окремий вхід не використовується для аналогового вимірювання, він працює як бінарний вхід.

Таблиця 1.2. Підключення затискних плат А, В і D модуля СР-1005

Затискач	Позначення	Опис
A1	TCL2+	системна шина TCL2
A2	TCL2–	системна шина TCL2
A3	GND	заземлення
A4	+24 V	живлення
A5	CIB+	лінія CIB
A6	CIB–	лінія CIB
A7	RxD	дані, що приймаються
A8	TxD	дані, що відправляються
A9	RTS	виклик для передачі на модем
B1	GND	заземлення
B2	AO0	аналоговий вихід AO0
B3	AO1	аналоговий вихід AO1
B4	DI0/AI0	бінарний вхід DI0 / аналоговий вхід AI0
B5	DI1/AI1	бінарний вхід DI1 / аналоговий вхід AI1
B6	DI2/AI2	бінарний вхід DI2 / аналоговий вхід AI2
B7	DI3/AI3	бінарний вхід DI3 / аналоговий вхід AI3
B8	DI4/AI4	бінарний вхід DI4 / аналоговий вхід AI4
B9	DI5/AI5	бінарний вхід DI5 / аналоговий вхід AI5
D1	COM1	загальний провід виходів DO0 – DO2
D2	DO0	релейний вихід DO0
D3	DO1	релейний вихід DO1
D4	DO2	релейний вихід DO2
D5	-	-
D6	COM2	загальний провід виходів DO3 – DO5
D7	DO3	релейний вихід DO3
D8	DO4	релейний вихід DO4
D9	DO5	релейний вихід DO5

Основні параметри бінарних входів модуля:

- напруга на вході для лог. 0 (UL) макс. +5 В DC;
- напруга на вході для лог. 1 (UH) мін. +12 В DC, тип. +24 В DC, макс. +30 В DC.

Бінарні входи виведені на затискачі в полі DIGITAL / ANALOG INPUTS. На рис. 1.3 показаний приклад підключення ключів до бінарних входів модуля CP-1005.

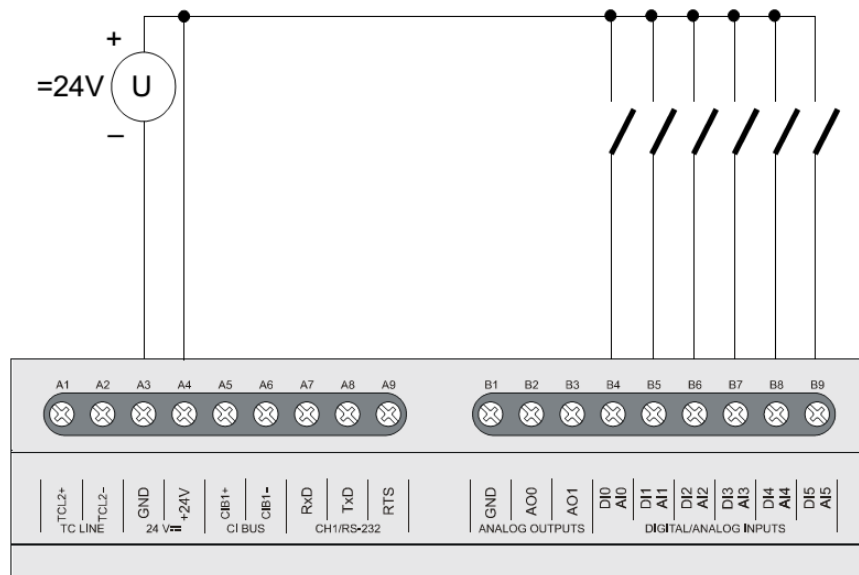


Рис. 1.3. Схема підключення ключів до бінарних входів модуля CP-1005

Релейні виходи служать для керування двопозиційними виконавчими і сигналізаційними елементами керованого об'єкта, які живляться змінною або постійною напругою до 250 В. Модуль CP-1005 містить 6 релейних виходів DO0-DO5, організованих у дві групи по три виходи із загальним затискачем. Виходи мають гальванічну розв'язку від внутрішніх контурів ПЛК. Робота виходів сигналізується загоранням відповідних світлодіодів. Контакти реле бінарних виходів виведені на затискачі в полі DIGITAL OUTPUTS. На рис. 1.4 показана схема підключення навантаження, що живиться від незалежних джерел. Захист від перевантаження і короткого замикання здійснюється запобіжниками окремо для кожного виходу, або ж для всієї групи. Номінальний струм і тип запобіжника вибирається залежно від навантаження і характеру навантаження з урахуванням максимального струму і стійкості до перевантажень виходу або групи виходів.

Аналогові входи призначені для підключення аналогових сигналів керованого об'єкта до ПЛК. Модуль CP-1005 містить 6 аналогових входів AI0-AI5,

які фізично збігаються з бінарними входами DI0-DI5. Входи не розв’язані гальванічно від внутрішніх контурів ПЛК. Окремі входи необхідно конфігурувати перемикачами в полі налаштування в нижній частині модуля (рис. 1.5). У табл. 1.3 наведено налаштування режимів входів.

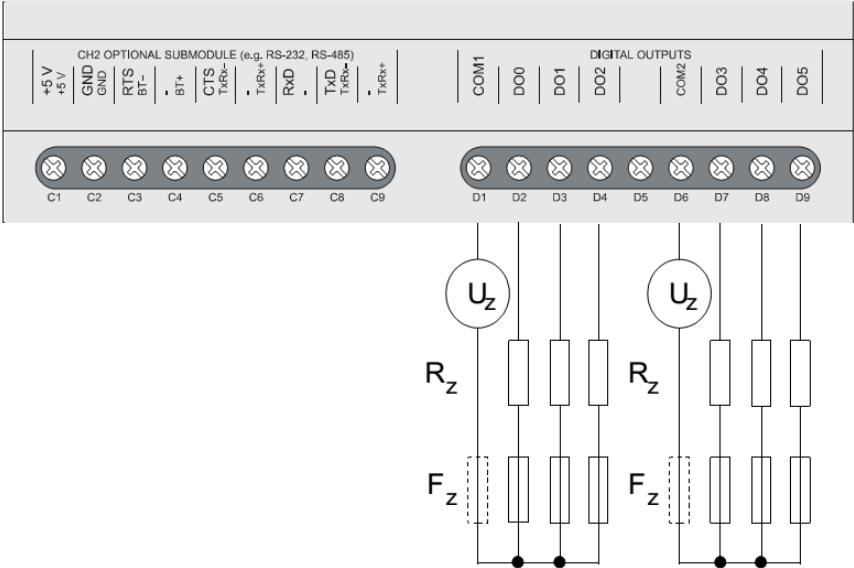


Рис. 1.4. Схема підключення навантаження, що живиться від незалежних джерел

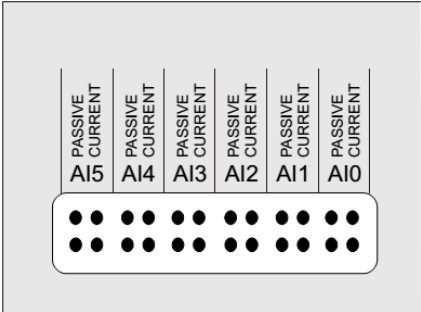


Рис. 1.5. Поле налаштування в нижній частині модуля CP-1005

Таблиця 1.3. Налаштування режимів аналогових входів модуля CP-1005

Положення перемикача (див. рис. 1.5)	Опис
	Бінарні входи DI _n
	Аналогові входи AI _n – вимірювання напруги
	Аналогові входи AI _n – підключення пасивних датчиків опору
	Аналогові входи AI _n – вимірювання струму

Аналогові входи виведені на затискачі в поле DIGITAL / ANALOG INPUTS. На рис. 1.6 показана схема підключення окремих джерел сигналу до аналогових входів.

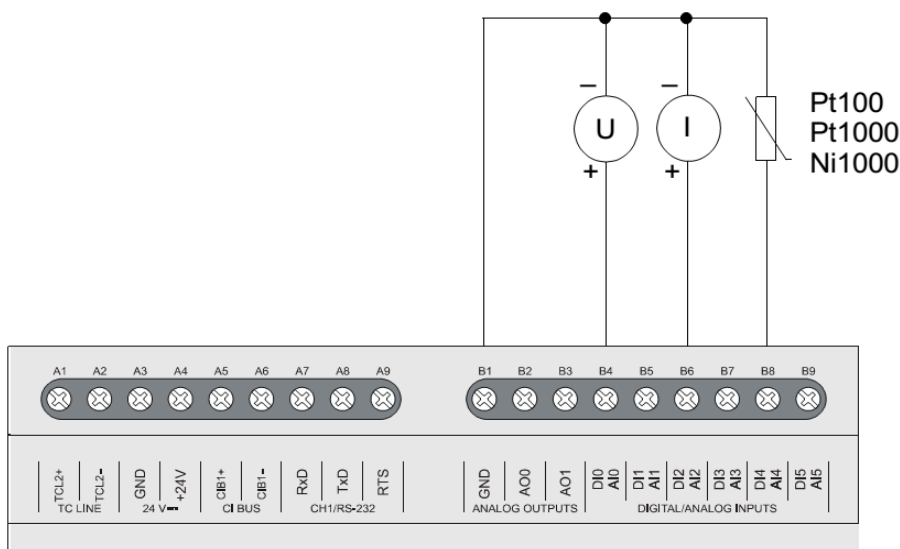


Рис. 1.6. Схема підключення окремих джерел сигналу до аналогових входів

У табл. 1.4 наведені основні параметри аналогових входів.

Таблиця 1.4. Параметри аналогових входів модуля CP-1005

Параметр	Значення
Тип перетворювача	апроксимативний
Цифрова роздільна здатність	14 біт
Масштаб вимірювання / роздільність (1 LSB)	
- межі напруги	0 - +10 В / 1,4975 мВ 0 - +5 В / 748,75 μ В 0 - +2 В / 299,5 μ В 0 - +1 В / 149,75 μ В 0 - +0,5 В / 74,875 μ В
Макс. допустимі постійні перевантаження (без пошкодження)	± 35 В (кожний затискач AI відносно AGND)*
- межі струмів	0 - 20 мА / 2,995 μ А 4 - 20 мА / 2,995 μ А
Макс. допустимі постійні перевантаження (без пошкодження)	+50 мА (кожний затискач AI відносно AGND)

Продовж. табл. 1.4

Параметр	Значення
- пасивні датчики температури	Pt100 1,385 (–90 - +400°C) Pt100 1,391 (–90 - +400°C) Pt1000 1,385 (–90 - +400°C) Pt1000 1,391 (–90 - +400°C) Ni1000 1,617 (–60 - +200°C) Ni1000 1,500 (–60 - +200°C) NTC termistor 12 kΩ / 25°C (–40 - +125°C)
Макс. допустимі постійні перевантаження (без пошкодження)	±35 В (кожний затискач АІ відносно AGND)*

*З'єднання відповідного входу не повинно бути встановлено на вимірювання струму. У режимі вимірювання струму вхід витримає постійне перевантаження без пошкодження всього ±5 В!

Аналогові виходи призначені для керування аналоговими виконавчими і сигналізаційними елементами керованого об'єкта. Модуль СР-1005 містить 2 аналогових виходи АО0 і АО1. Виходи мають напругу 0...10 В, обидва мають один загальний затискач. У рамках допустимого перевантаження 105 % можна встановити на виходах напругу до 10,5 В. Аналогові виходи гальванічно не розв'язані від внутрішніх контурів. Загальні затискачі аналогових виходів, аналогових виходів і опорної напруги з'єднані.

У табл. 1.5 наведені основні параметри аналогових виходів.

Таблиця 1.5. Параметри аналогових виходів модуля СР-1005

Параметр	Значення
Цифрова роздільна здатність	10 біт
Вихідні масштаб / роздільність (1 LSB)	0 - +10 В/ 10,546 мВ
Максимально допустима величина	105 % верхня межа вихідного діапазону
Макс. допустимі постійні перевантаження (без пошкодження)	±20 В (кожний затискач АО відносно AGND)
Максимальний вихідний струм	10 мА

Аналогові виходи виведені на затискачі в полі ANALOG OUTPUTS. На рис. 1.7 представлена схема підключення навантаження до аналогових виходів.

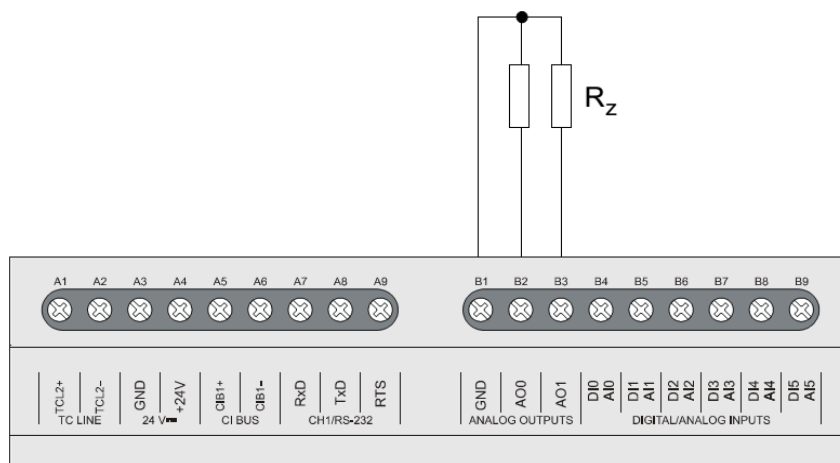


Рис. 1.7. Схема підключення навантаження до аналогових виходів

Контрольні питання

1. Перерахувати основні характеристики модуля СР-1005.
2. Які індикаторні елементи і можливості налаштування має базовий модуль СР-1005?
3. Назвати особливості резервування живлення пам'яті програми і кон-турів реального часу контролера СР-1005.
4. Що включає в себе периферійна частина модуля СР-1005?
5. Назвати призначення та основні параметри бінарних входів модуля. Навести приклад підключення.
6. Назвати призначення й основні параметри релейних виходів СР-1005. Навести приклад підключення.
7. Назвати призначення й основні параметри аналогових входів конт-ролера. Навести приклад підключення.
8. Особливості конфігурації суміщених бінарних/аналогових входів.
9. Назвати призначення і основні параметри аналогових виходів мо-дуля. Навести приклад підключення.

Лабораторна робота № 2

Комунікаційні можливості контролера Tecomat Foxtrot CP-1005

Мета роботи: ознайомлення з комунікаційними можливостями контролера Tecomat Foxtrot CP-1005

Центральний процесор всіх варіантів базових модулів ПЛК Foxtrot містить два послідовних канали та один інтерфейс Ethernet. Канал CH1 має постійний інтерфейс RS-232, канал CH2 дозволяє проводити вибір інтерфейсу за допомогою змінних субмодулів MR-01xx.

Режими роботи каналів зв'язку

Канал CH1:

- режим PC – зв'язок з вищою системою протоколом EPSNET;
- режим PLC – поділ даних між ПЛК в мережі EPSNET-F;
- режим UNI – загальний канал з довільною асинхронною комунікацією;
- режим MPC – обмін даних з нижчими ПЛК в мережі EPSNET

Multimaster;

- режим MDB – зв'язок з вищою системою протоколом MODBUS;
- режим PFB – підключення станцій PROFIBUS DP slave.

Канал CH2:

- режим PC – зв'язок з вищою системою протоколів EPSNET;
- режим PLC – поділ даних між ПЛК в мережі EPSNET-F;
- режим UNI – загальний канал з довільним асинхронним зв'язком;
- режим MPC – обмін даними з нижчими ПЛК в мережі EPSNET

Multimaster;

- режим MDB – зв'язок з вищою системою протоколом MODBUS;
- режим PFB – підключення станцій PROFIBUS DP;
- режим UPD – обслуговування спеціальних субмодулів (додаткові

входи і виходи);

- режим DPS – реалізація станції PROFIBUS DP slave;
- режим CSJ – підключення шин CAN до перетворювача SJA1000.

Ethernet ETH1:

- режим PC – зв'язок з системою вищого рівня протоколом EPSNET

UDP в мережах TCP / IP;

- режим PLC – поділ даних між ПЛК в мережі TCP / IP;

- режим UNI – обмін загальними даними протоколами UDP і TCP;
- режим MDB – зв'язок з вищою системою протоколами MODBUS UDP і MODBUS TCP.

Параметри зв'язку настроюються в програмному середовищі «Mosaic» у рамках проекту.

Послідовні канали

Канал CH1 має постійний інтерфейс RS-232 (рис. 2.1). На даному каналі можна встановити комунікаційні режими PC, PLC, MPC, UNI, MDB і PFB. Підключення затискачів зазначено в табл. 2.1. Необхідно пам'ятати, що даний канал не має гальванічної розв'язки.

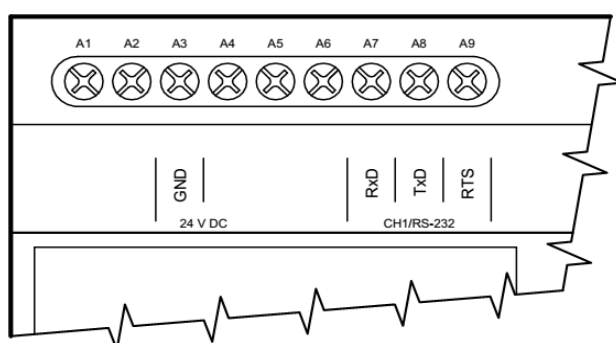


Рис. 2.1. Затискна плата А – підключення інтерфейсу CH1, RS232

Таблиця 2.1. Підключення затискної плати А модуля СР-1005

Затискач	Позначення	Опис
A3	GND	заземлення
A7	RxD	дані, що приймаються
A8	TxD	дані, що відправляються
A9	RTS	виклик для передачі на модем

Схему підключення контролера послідовним каналом зв'язку до персонального комп'ютера PC з використанням інтерфейсу CH1 / RS-232 наведено на рис. 2.2.

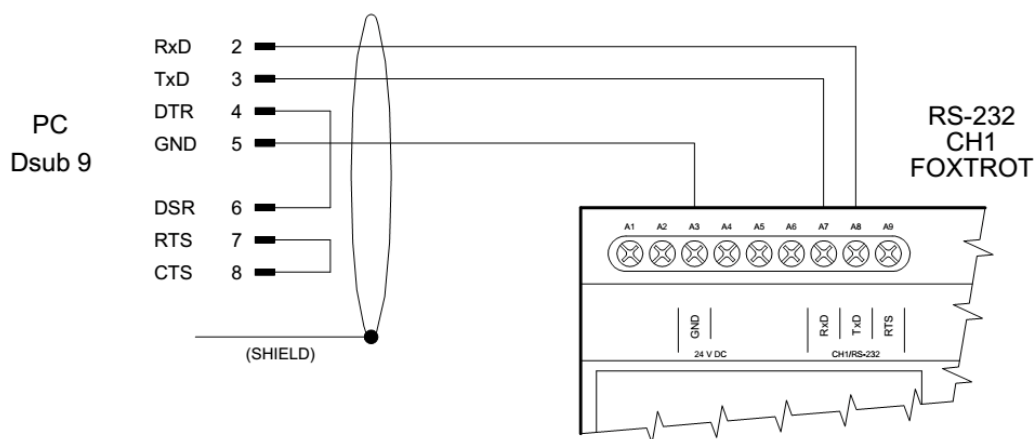


Рис. 2.2. Схема підключення ПЛК Foxtrot до персонального комп'ютера PC з використанням інтерфейсу CH1 / RS-232

Канал CH2 дозволяє проводити вибір інтерфейсу за допомогою змінних субмодулів MR-01xx (рис. 2.3).

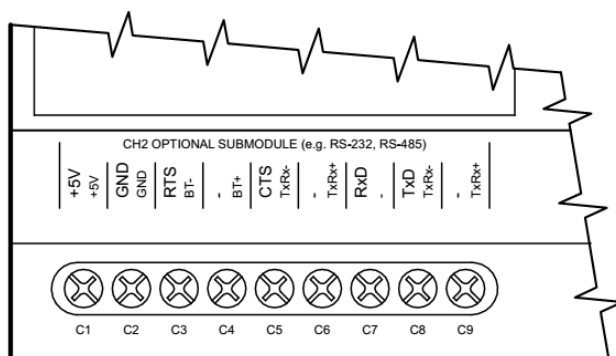


Рис. 2.3. Затискна плата С - підключення інтерфейсу CH2, обрані інтерфейси

Змінні субмодулі можна розділити на три групи в залежності від функції:

- загальні послідовні інтерфейси;
- перетворювачі шин;
- бінарні входи і виходи.

Субмодулі першої групи призначені для передачі послідовних даних рівня TTL на рівень відповідного інтерфейсу (RS-232, RS-485, RS-422, M-Bus). Йдеться про стандартний послідовний зв'язок в режимах PC, PLC, MPC, UNI, MDB і PFB.

Субмодулі другої групи служать для підключення спеціальних шин (PROFIBUS DP, CAN) до ПЛК. Субмодуль у даному випадку має спеціальний перетворювач, який сам обслуговує шини, і з центральним процесором ПЛК обмінюється тільки актуальними даними (режими DPS і CSJ).

Субмодулі третьої групи по суті не мають з послідовною комунікацією нічого спільного, проте використовують затискачі і керування, виділене для каналу CH2. Послідовний канал в даному випадку встановлено в режим UPD. До цієї групи належать субмодулі PX-78xx, які дозволяють збільшити кількість входів і виходів базового модуля.

Всі субмодулі оснащені ідентифікаційним записом, який можна прочитати в середовищі «Mosaic». Таким чином, можна забезпечити необхідну конфігурацію системи. Якщо на послідовному каналі встановлено режим, який змінний субмодуль не підтримує (табл. 2.2), послідовний канал вимкнено (режим OFF).

Таблиця 2.2. Режими роботи каналів зв'язку змінних субмодулів

Тип	Модифікація	Режими, що підтримуються
MR-0104	інтерфейс RS-232 з гальванічною розв'язкою	PC, PLC, MPC, UNI, MDB, PFB
MR-0114	інтерфейс RS-485 з гальванічною розв'язкою	
MR-0124	інтерфейс RS-422 з гальванічною розв'язкою	
MR-0152	станція PROFIBUS DP slave	DPS
MR-0158	інтерфейс M-Bus	UNI
MR-0160	пара перетворювачів CAN (SJA1000)	CSJ
MR-0161	перетворювач CAN (SJA1000)	
PX-7811	7 бінарних входів 24 В	UPD
PX-7812	4 бінарні входи 24 В, 3 бінарні виходи 24 В	

Субмодулі встановлюються в базовий модуль CP-1005 на середню пластину в позицію, позначену на рис. 2.4. У разі необхідності встановлення або зміни субмодуля необхідно викруткою послабити засувки в нижній частині корпусу. Після зняття нижньої частини корпусу зняти комплект пластин з решти корпусу. Після усунення верхньої пластини з контролером і роз'ємом інтерфейсу Ethernet змінний субмодуль стане доступний.

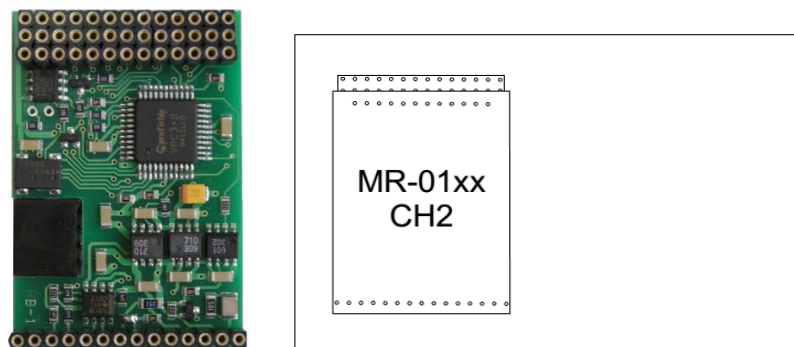


Рис. 2.4. Фото змінного субмодуля послідовного інтерфейсу та його розміщення на платі базового модуля

Субмодуль MR-0104 забезпечує переведення сигналів TTL послідовного інтерфейсу на інтерфейс RS-232, включаючи гальванічну розв'язку (рис. 2.5). Цей інтерфейс призначений тільки для з'єднання двох учасників (підключення точка-точка). Доречно для з'єднання ПЛК і ПК на короткі відстані (до 15 м). Гальванічну розв'язку інтерфейсу забезпечує вбудований перетворювач, тому немає необхідності зовнішнього живлення. Підключення затискної плати С каналу СН2 при встановленому субмодулі MR-0104 наведено в табл. 2.3.

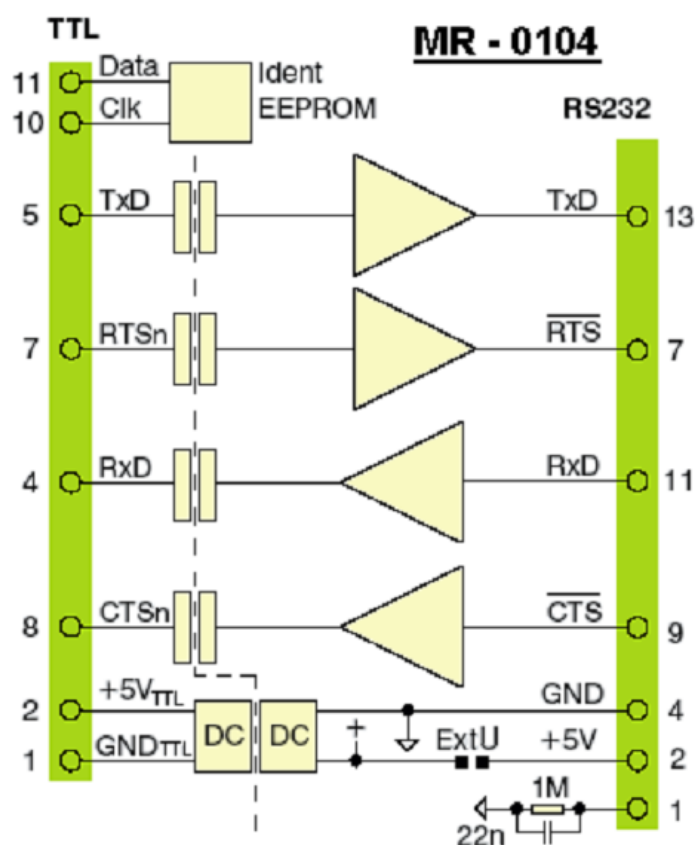


Рис. 2.5. Внутрішнє підключення субмодуля MR-0104

Таблиця 2.3. Підключення затискної плати С каналу СН2 при встановленому субмодулі MR-0104

Затискач	Сигнал	Опис
C1	+5 В	живлення
C2	GND	заземлення
C3	RTS	вихід (сигнал керування)
C5	CTS	вхід (сигнал керування)
C7	RxD	вхід (інформаційний сигнал)
C8	TxD	вихід (інформаційний сигнал)

Субмодуль MR-0114 забезпечує переведення сигналів TTL послідовного інтерфейсу на інтерфейс RS-485 з гальванічною розв'язкою. Цей інтерфейс працює в напівдуплексному режимі і дозволяє багатоточкове (multidrop) з'єднання учасників. Для правильної роботи необхідно провести правильне закінчення лінії зв'язку. Докладні дані про внутрішнє підключення субмодуля та налаштування вказані на рис. 2.6 та в табл. 2.4.

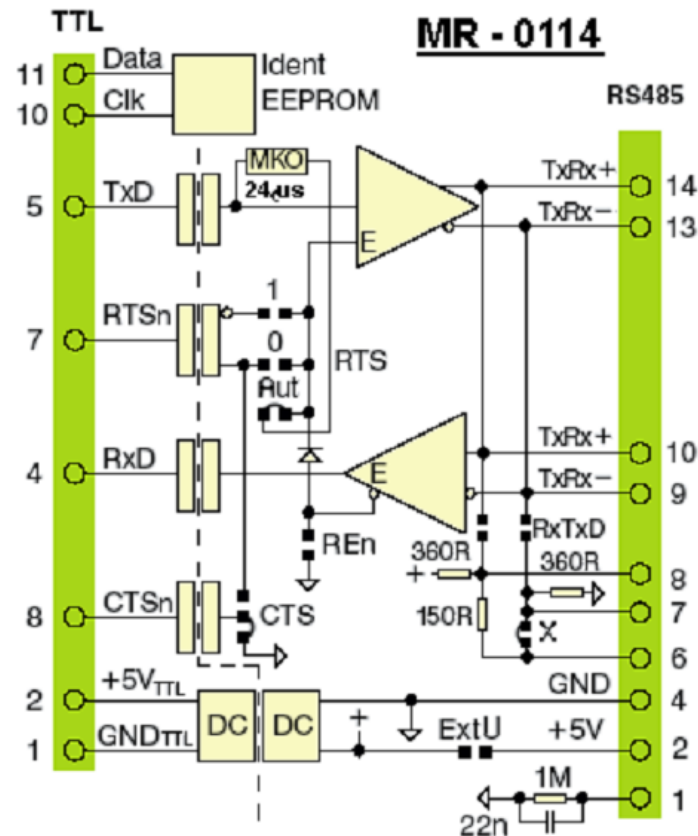


Рис. 2.6. Внутрішнє підключення субмодуля MR-0114

Таблиця 2.4. Підключення затискної плати С каналу СН2 при встановленому субмодулі MR-0114

Затискач	Сигнал	Опис
C1	+5 В	живлення
C2	GND	заземлення
C3	BT–	вивід окінцювання шини RS-485
C4	BT+	вивід окінцювання шини RS-485
C5, C8	TxRx–	– вхід/вихід RS-485
C6, C9	TxRx+	+ вхід/вихід RS-485

Приклад з'єднання двох ПЛК Foxtrot послідовним каналом з інтерфейсом RS-485 наведено на рис. 2.7. На рисунку представлено два ПЛК

і окінцювання шини здійснюється по обидва боки. У разі з'єднання більшої кількості учасників, окінцювання (затискачі BT+ і BT-) передбачається тільки на кінцевих учасниках.

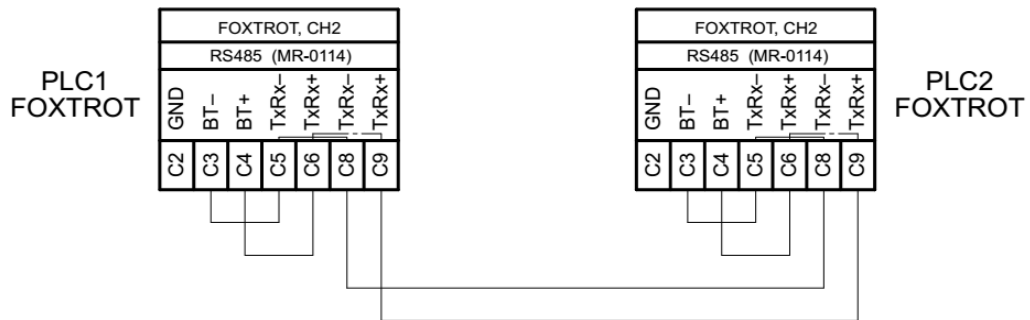


Рис. 2.7. З'єднання двох ПЛК Foxtrot з використанням інтерфейсу RS-485

Субмодуль MR-0124 забезпечує переведення сигналів TTL послідовного інтерфейсу на інтерфейс RS-422 з гальванічною розв'язкою. Інтерфейс дозволяє з'єднання двох взаємодіючих пристроїв (точка-точка). Кожна окрема проводка (RxD і TxD) повинна бути закінчена кінцевими опорами 120 Ом. Докладні дані про внутрішнє підключення субмодуля та налаштування вказані на рис. 2.8 та в табл. 2.5.

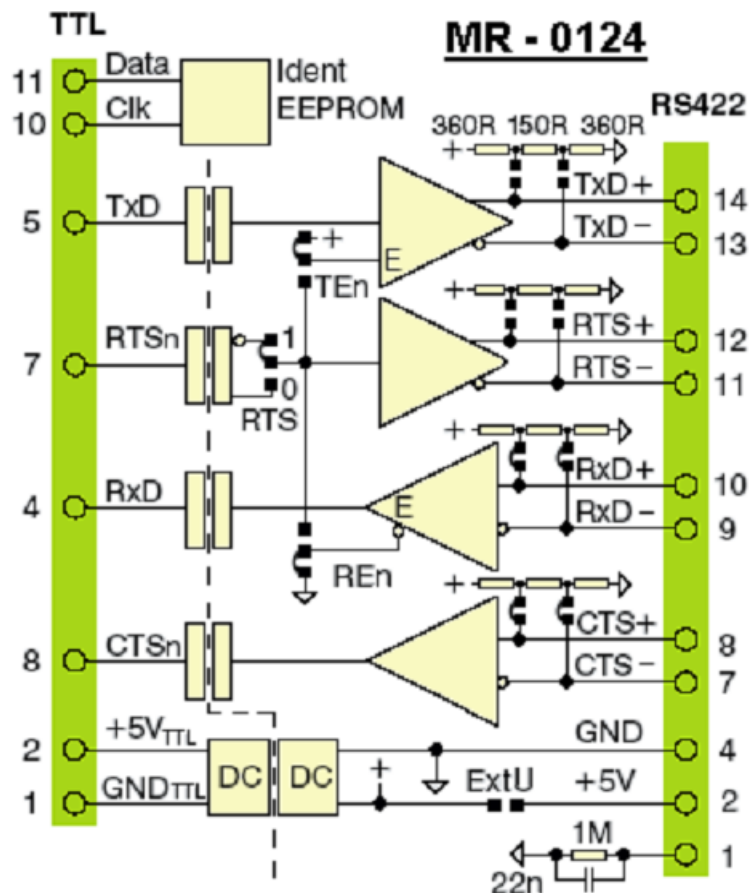


Рис. 2.8. Внутрішнє підключення субмодуля MR-0124

Таблиця 2.5. Підключення затискної плати С каналу СН2 при встановленому субмодулі MR-0124

Затискач	Сигнал	Опис
C1	+5 В	живлення
C2	GND	заземлення
C3	CTS–	сигнал керування
C4	CTS+	сигнал керування
C5	RxD–	вхід (інформаційний сигнал)
C6	RxD+	вхід (інформаційний сигнал)
C8	TxD–	вихід (інформаційний сигнал)
C9	TxD+	вихід (інформаційний сигнал)

Субмодуль MR-0152 дозволяє підключення ПЛК до мережі PROFIBUS DP як станції slave (підпорядкованої) зі швидкістю передачі близько 12 Мб/с. Його можна використовувати тільки в режимі DPS. Беручи до уваги те, що фізичний інтерфейс шини PROFIBUS відповідає стандарту RS-485, підключення штепсельного роз'єму послідовного каналу аналогічно установці субмодуля MR-0114 (див. табл. 2.4) включаючи можливості окінцювання. Дані про внутрішнє підключення субмодуля MR-0152 вказані на рис. 2.9.

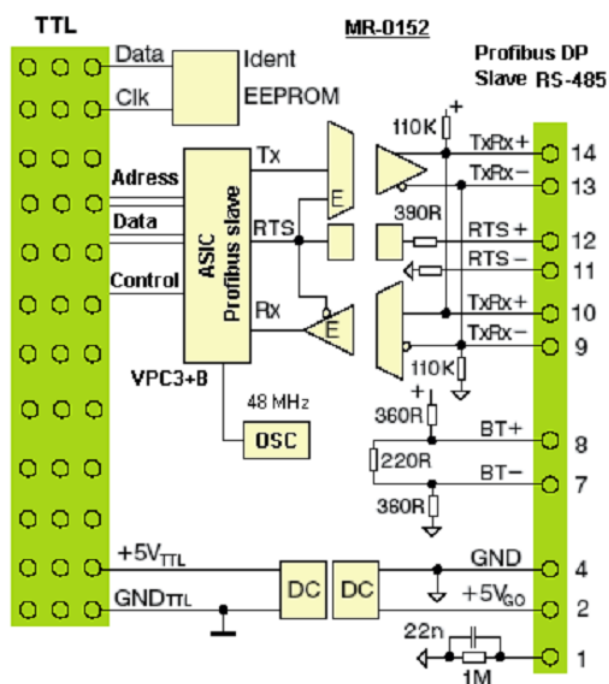


Рис. 2.9. Внутрішнє підключення субмодуля MR-0152

Субмодуль MR-0158 дозволяє створювати стандартну M-Bus лінію з шістьма станціями slave (підлеглими). Напруга живлення лінії забезпечується внутрішнім стабілізатором з відокремленим перетворювачем живлення сторони TTL. Модулятор передавача може альтернативно підключатися до

зовнішньої напруги 36 В / 50 мА, потім до лінії можна підключити 20 станцій slave. Оцінювання струму динамічне, що дозволяє змінювати кількість підключених станцій без будь-якої конфігурації. Докладні дані про внутрішнє підключення субмодуля та налаштування вказані на рис. 2.10 та в табл. 2.6.

Субмодулі MR-0160 з парою перетворювачів SJA1000 і MR-0161 з одним перетворювачем SJA1000 дозволяють підключення ПЛК до мережі CAN зі швидкістю передачі 1 Мб/с, 500, 250, 125, 50 або 20 кб/с. Їх можна використовувати тільки в режимі CSJ. Для правильної роботи необхідно окінцювання комунікаційних ліній на їх кінцях. Дані про внутрішнє підключення субмодулів MR-0160 та MR-0161, їх налаштування вказані на рис. 2.11 та в табл. 2.7, 2.8 відповідно.

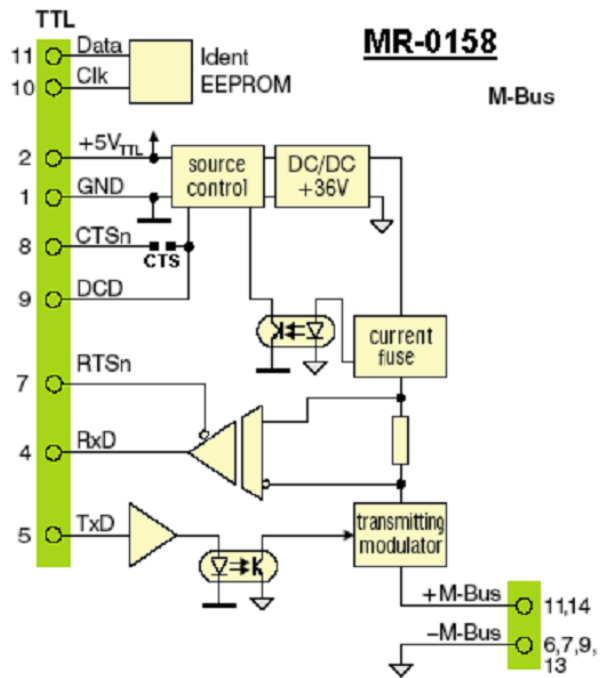


Рис. 2.10. Внутрішнє підключення субмодуля MR-0158

Таблиця 2.6. Підключення затискної плати С каналу CH2 при встановленому субмодулі MR-0158

Затискач	Сигнал	Опис
C2	+5 В	живлення
C3	M–	шина M-Bus (рівень-)
C4	Ucc3	подача зовнішнього живлення 36 В / 50 мА
C5	M–	шина M-Bus (рівень-)
C6	M+	шина M-Bus (рівень+)
C7	M+	шина M-Bus (рівень+)
C8	M–	шина M-Bus (рівень-)
C9	M+	шина M-Bus (рівень+)

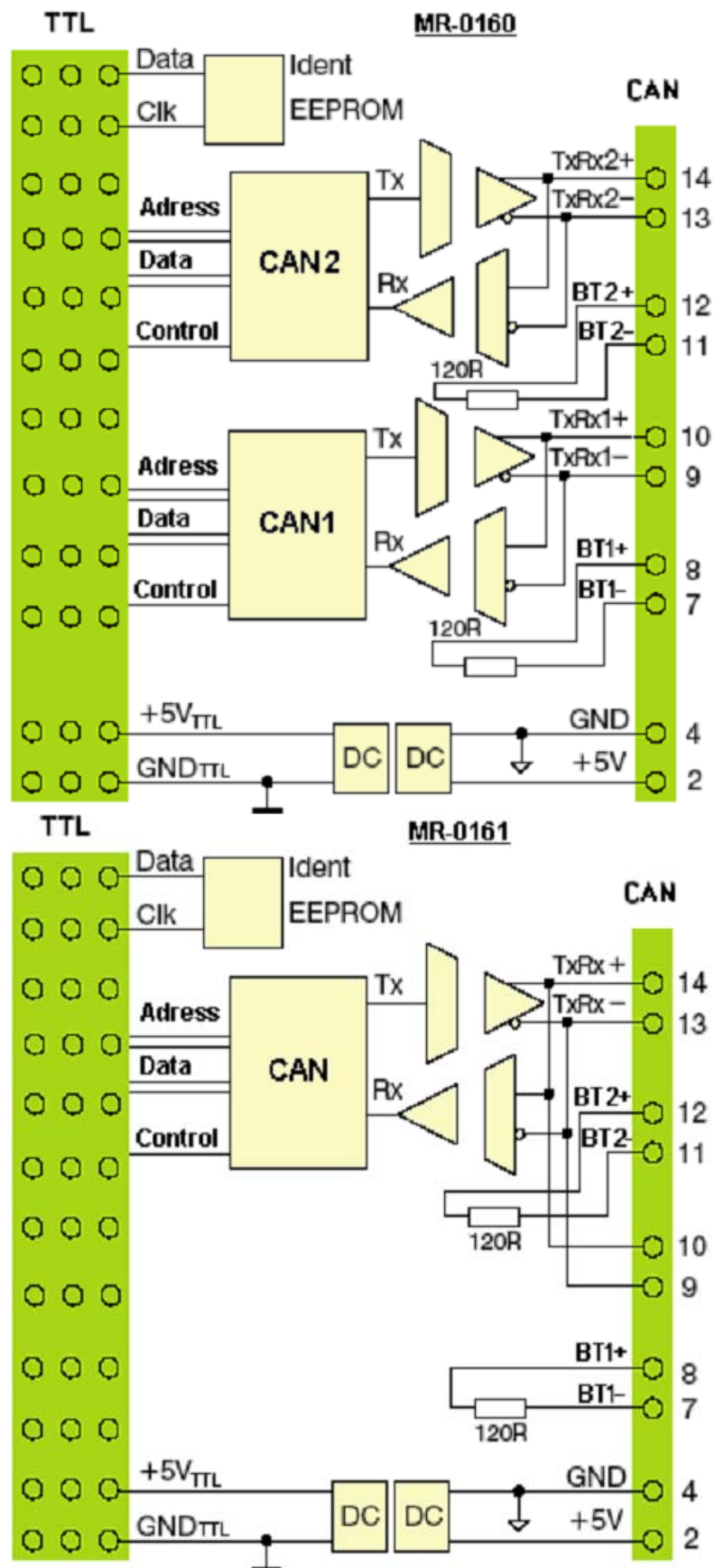


Рис. 2.11. Внутрішнє підключення субмодулів MR-0160 та MR-0161

Таблиця 2.7. Підключення затискної плати С каналу CH2 при встановленому субмодулі MR-0160

Затискач	Сигнал	Опис
C1	+5 V	живлення
C2	GND	заземлення
C3	BT–	– вивід закінчення лінії CAN
C4	BT+	+ вивід закінчення лінії CAN
C5	TxRx1–	прийняті і відправлені дані (рівень–) лінії CAN1
C6	TxRx1+	прийняті і відправлені дані (рівень+) лінії CAN1
C7		
C8	TxRx2–	прийняті і відправлені дані (рівень–) лінії CAN2
C9	TxRx2+	прийняті і відправлені дані (рівень+) лінії CAN2

Таблиця 2.8. Підключення затискної плати С каналу CH2 при встановленому субмодулі MR-0161

Затискач	Сигнал	Опис
C1	+5 V	живлення
C2	GND	заземлення
C3	BT–	– вивід закінчення лінії CAN
C4	BT+	+ вивід закінчення лінії CAN
C5	TxRx–	прийняті і відправлені дані (рівень–)
C6	TxRx+	прийняті і відправлені дані (рівень+)
C7		
C8	TxRx–	прийняті і відправлені дані (рівень–)
C9	TxRx+	прийняті і відправлені дані (рівень+)

Субмодулі PX-7811 і PX-7812 дозволяють підвищити кількість бінарних входів і виходів на базовому модулі у випадках, коли послідовний канал CH2 не використовується для інших цілей. Субмодуль PX-7811 містить 7 бінарних входів (рис. 2.12), субмодуль PX-7812 містить 4 бінарних входи і 3 бінарних виходи (рис. 2.13). Ці входи і виходи гальванічно розв’язані. Канал необхідно встановити в режим UPD. Підключення входів та виходів на затискну плату С зазначено в табл. 2.9 (PX-7811) і табл. 2.10 (PX-7812).

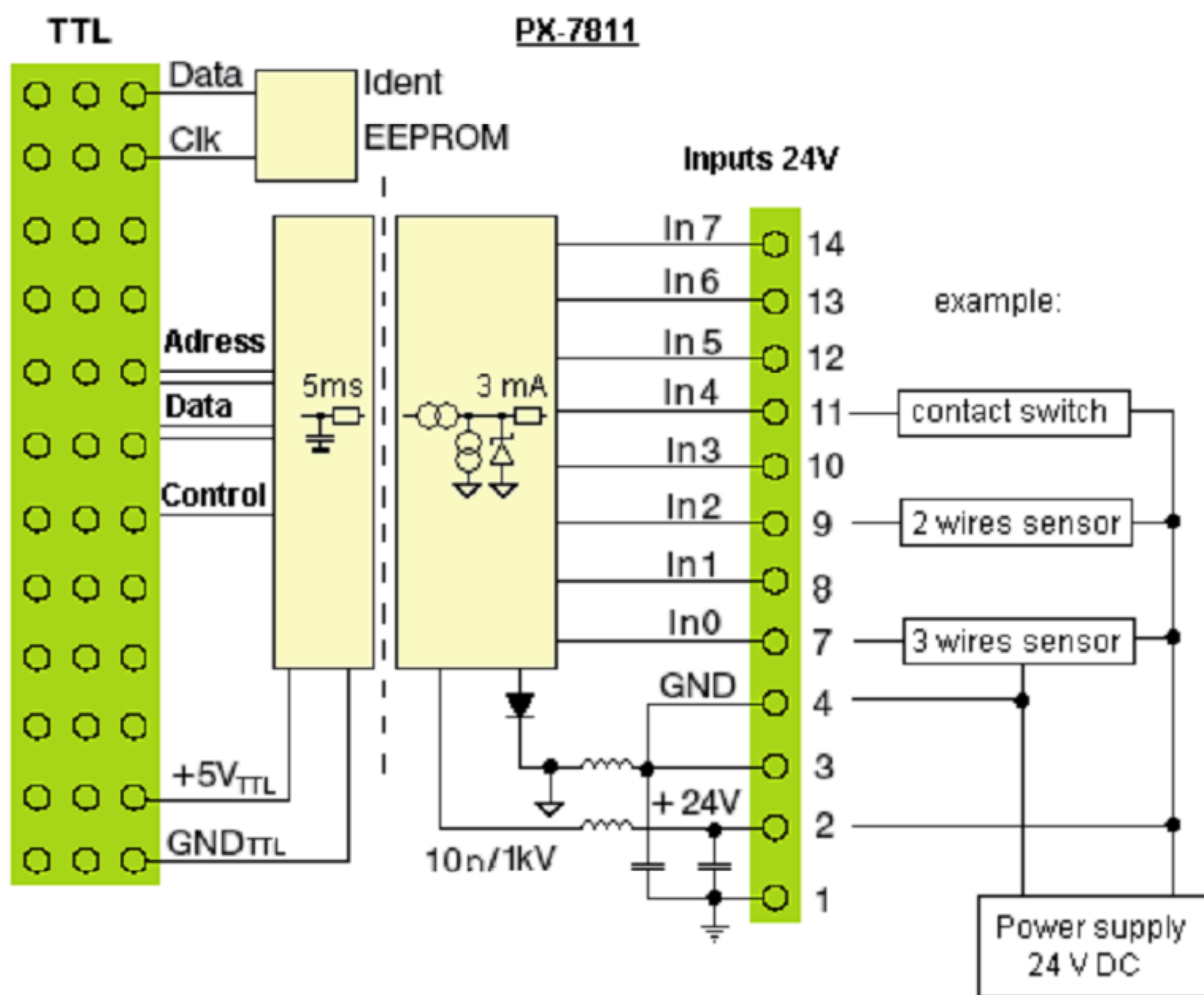


Рис. 2.12. Внутрішнє підключення субмодуля PX-7811

Таблиця 2.9. Підключення затискної плати С каналу СН2 при встановленому субмодулі PX-7811

Затискач	Сигнал	Опис
C1	+5 В	живлення
C2	GND	заземлення
C3	IN0	вхід IN0
C4	IN1	вхід IN1
C5	IN2	вхід IN2
C6	IN3	вхід IN3
C7	IN4	вхід IN4
C8	IN6	вхід IN5
C9	IN7	вхід IN6

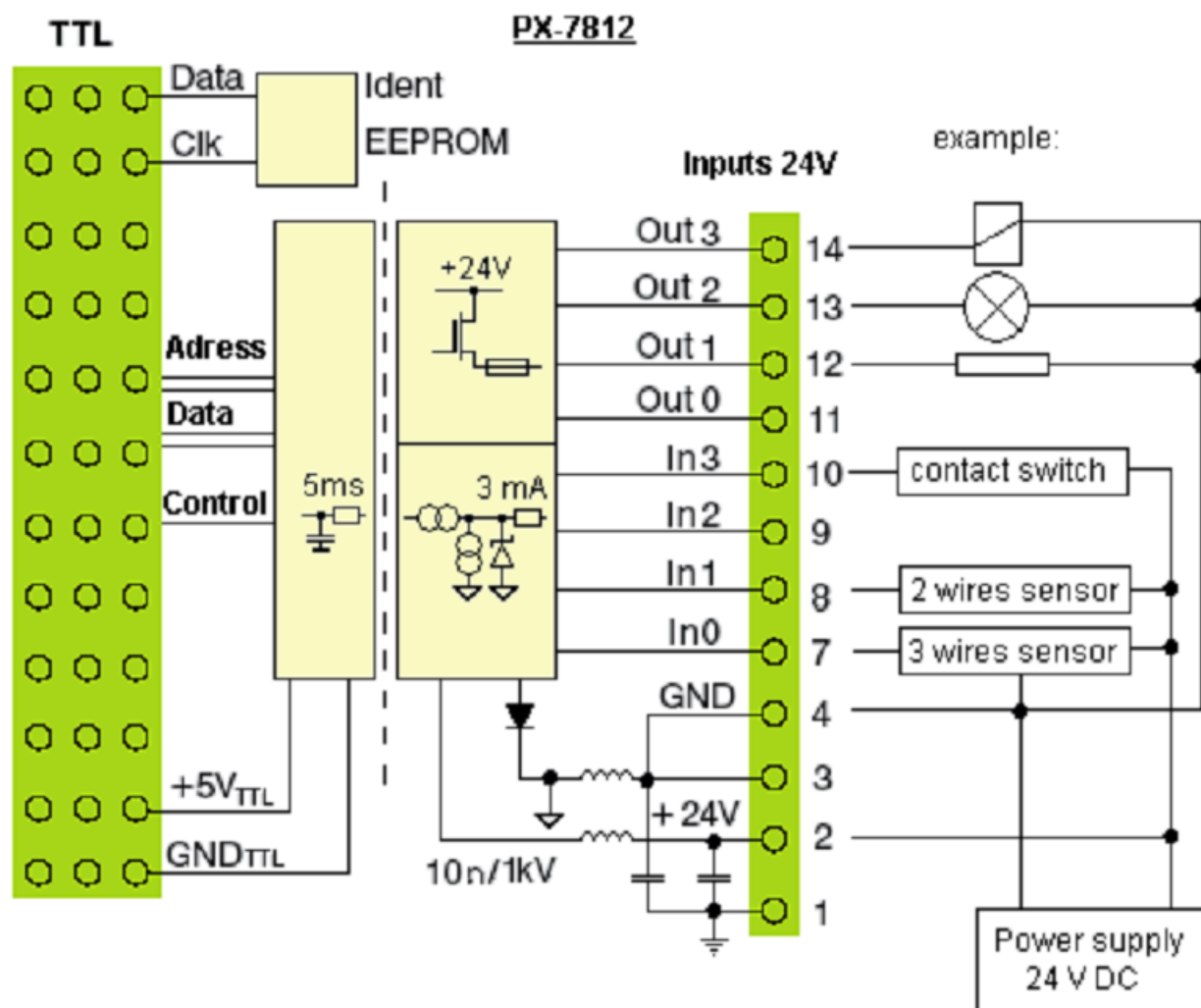


Рис. 2.13. Внутрішнє підключення субмодуля PX-7812

Таблиця 2.10. Підключення затискної плати С каналу СН2 при встановленому субмодулі PX-7812

Затискач	Сигнал	Опис
C1	+5 V	живлення
C2	GND	заземлення
C3	IN0	вхід IN0
C4	IN1	вхід IN1
C5	IN2	вхід IN2
C6	IN3	вхід IN3
C7	OUT0	вихід OUT0
C8	OUT1	вихід OUT1
C9	OUT2	вихід OUT2

На рис. 2.14 показана схема підключення замикачів при встановленому субмодулі PX-7811, а на рис. 2.15 – схема підключення замикачів і навантаження при встановленому субмодулі PX-7812.

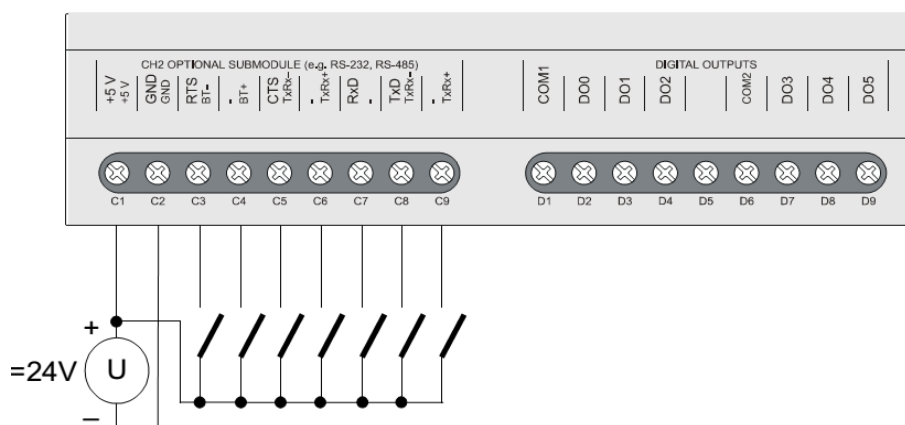


Рис. 2.14. Схема підключення замикачів до модуля CP-1005 при встановленому субмодулі PX-7811

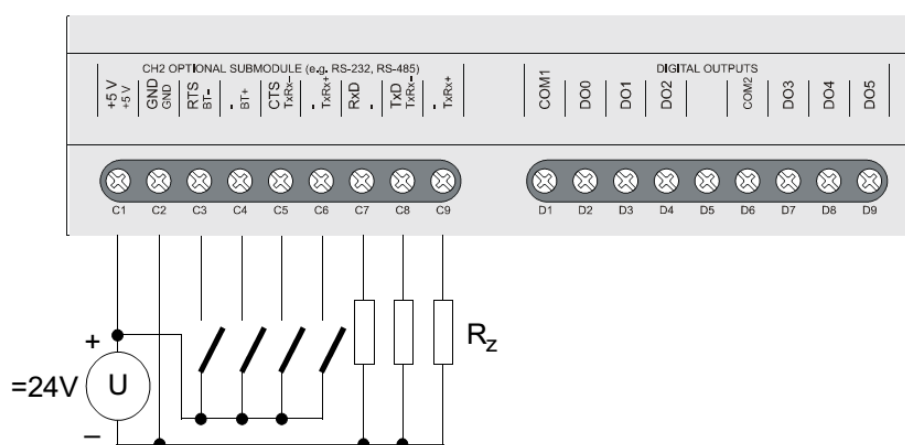


Рис. 2.15. Схема підключення замикачів і навантаження до модуля CP-1005 при встановленому субмодулі PX-7812

Интерфейс Ethernet

Модуль CP-1005 оснащений інтерфейсом Ethernet 10/100 Мбіт. Інтерфейс Ethernet має роз'єм RJ-45 зі стандартним розміщенням сигналів. Роз'єм готовий для використання звичайних UTP patch-жильників. Інтерфейс сконструйований так, що дозволяє використовувати як прямі так і звиті жильники.

Підключення інтерфейсу Ethernet (вид спереду на роз'єм на ПЛК) наведено в табл. 2.11.

Прямий ТР жильник – найбільш ходовий і доступний жильник, призначений в першу чергу для з'єднання HUB – кінцевий прилад (мережева карта ПК, ПЛК Foxtrot і т.п.). Жильник має на обох кінцях штепсельні роз'єми RJ-45 (8 pin). Функціонують тільки 4 проводи, решта не використовуються (на рис. 2.16 позначені пунктиром). Повинен використовуватися жильник із звитими парами (не можна використовувати телефонний незвитий жильник!) і одна звита пара повинна використовуватися завжди для одного напрямку передачі

даних (наприклад RD). Для жильника Ethernet унормовано і найчастіше використовується кольорове позначення проводів в жильнику ТІА568В.

Інформаційні UTP (неекрановані) і STP (екрановані – екранування не з'єднано на стороні ПЛК) виробляються декількох категорій, позначених номерами 3–6. Для 10/100 Мбіт Ethernet (10Base-T) можна використовувати будь-яку категорію, але рекомендується використання мінімально 5-ї категорії.

Таблиця 2.11. Підключення інтерфейсу Ethernet

	Pin	Сигнал	Колір проводу
8	8	не використовується	коричневий
7	7	не використовується	білий/ коричневий
6	6	RD– або TD–	зелений або оранжевий
5	5	не використовується	білий/ синій
4	4	не використовується	синій
3	3	RD+ або TD+	білий/ зелений або білий/ оранжевий
2	2	TD– або RD–	оранжевий або зелений
1	1	TD+ або RD+	білий/ оранжевий або білий/ зелений

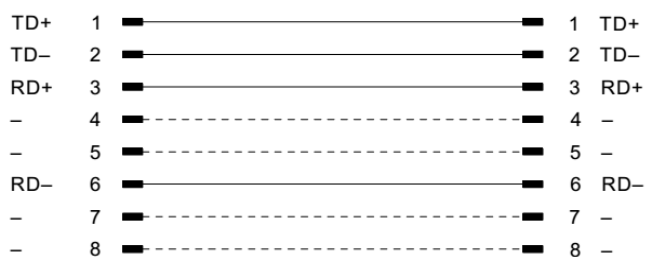


Рис. 2.16. Підключення прямого жильника (Ethernet UTP patch)

Звитий жильник використовується для прямого підключення двох рівноцінних пристроїв (наприклад HUB - HUB, Foxtrot - комп'ютер, Foxtrot - Foxtrot). Жильник має на обох кінцях штепсельні роз'єми RJ-45 (8 pin). Функціонують тільки 4 проводи (для звичайного використання інтерфейсу 10Base-T), решта не використовуються (на рис. 2.17 позначені пунктиром). Використовуваний жильник повинен бути із звитими парами (не можна використовувати телефонний незвитий жильник!) і одна звита пара повинна завжди використовуватися для одного напрямку передачі даних (наприклад RD).

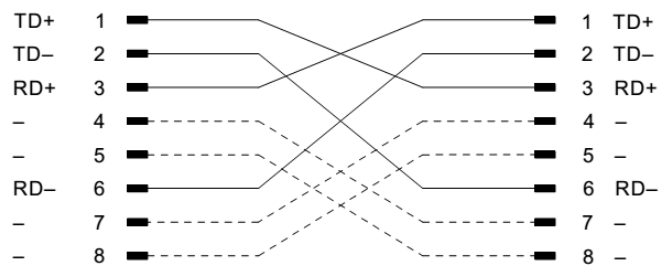


Рис. 2.17. Підключення звитого ТР жильника Ethernet

Контрольні питання

1. Перелічити режими роботи каналів зв'язку контролера CP-1005.
2. Назвати призначення і основні параметри послідовного каналу CH1/RS-232. Навести приклад підключення.
3. Особливості використання послідовного каналу CH2 за допомогою змінних субмодулів: групи субмодулів, модифікації та монтаж.
4. Назвати призначення і основні параметри субмодулів MR-0104, MR-0114 та MR-0124.
5. Назвати призначення і основні параметри субмодулів MR-0152 та MR-0158.
6. Назвати призначення і основні параметри субмодулів MR-0160 та MR-0161.
7. Назвати призначення і основні параметри субмодуля TX-7811. Навести приклад підключення.
8. Назвати призначення і основні параметри субмодуля TX-7812. Навести приклад підключення.
9. Особливості використання в модулі CP-1005 інтерфейсу Ethernet.

Лабораторна робота № 3

Периферійні модулі Foxtrot

Мета роботи: ознайомлення з периферійними модулями Foxtrot.

У разі збільшення розміру автоматизованої системи при збільшенні розміру об'єкта автоматизації, введенні в систему додаткових функціональних можливостей, які не передбачені в технічному завданні, або при перенастроюванні системи для роботи з іншими технологічними процесами, виникає потреба в зміні конфігурації використовуваного в системі ПЛК.

Можливості базового модуля CP-1005 в залежності від потреб можна розширити за допомогою периферійних модулів. До одного модуля можна підключити 10 периферійних модулів з'єднаних шиною TCL2 (рис. 3.1).

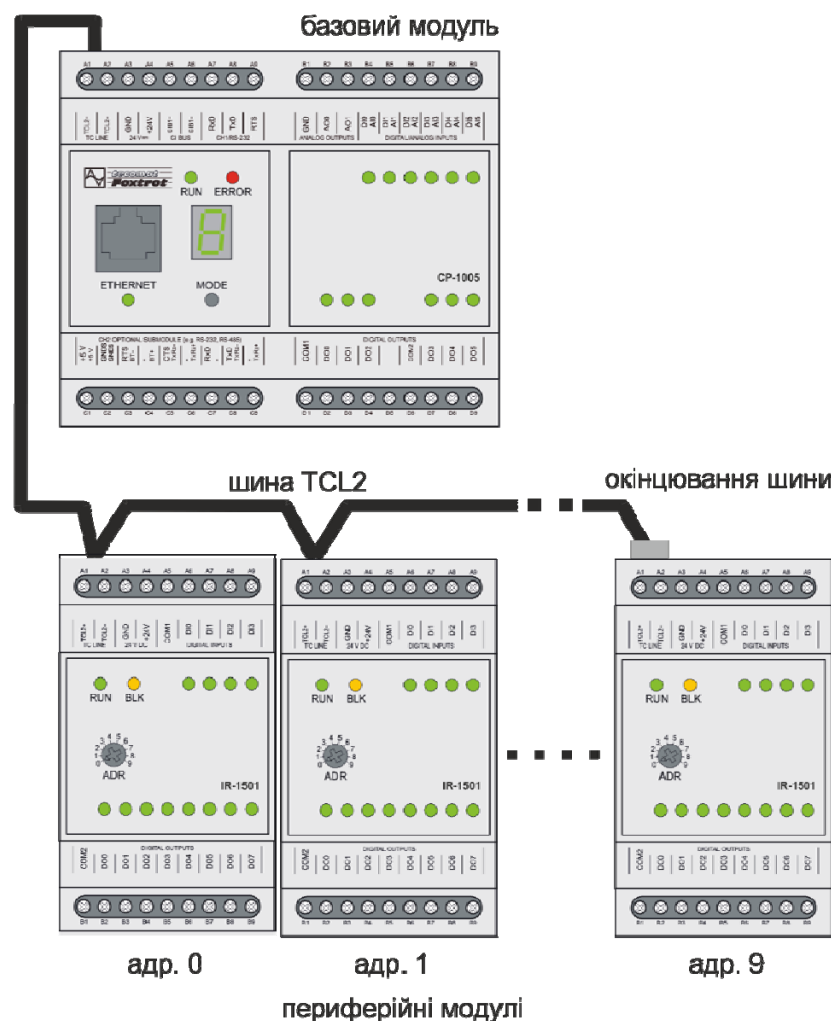


Рис. 3.1. Підключення периферійних модулів з'єднаних шиною TCL2 до базового модуля

Шина TCL2 відповідає інтерфейсу RS-485 і повинна мати на обох кінцях окінцювання. Базовий модуль містить окінцювання шини і повинен бути завжди на одному кінці. На другому кінці шини повинні бути підключені периферійні модулі спільно з окінцювальним елементом KB-0290 (є складовою частиною поставки модуля).

Також по шині TCL2 до базового модуля можна приєднати майстер-модулі MI2-02M (подвійний зовнішній master CIB) та інші спеціальні модулі (наприклад, текстову панель ID-14).

Кожна група модулів (тобто периферійні модулі, майстер-модулі і спеціальні модулі) має закріплений самостійний адресний простір.

На передній панелі модуля (рис. 3.2) знаходяться сигнальні світлодіоди і поворотний перемикач, за допомогою якого встановлюється адреса модуля. Кожний периферійний модуль, приєднаний до базового модуля, повинен мати встановлену адресу (від 0 до 9). Адресу можна встановити викруткою при повороті поворотного елемента стрілкою навпроти цифри з необхідною адресою.

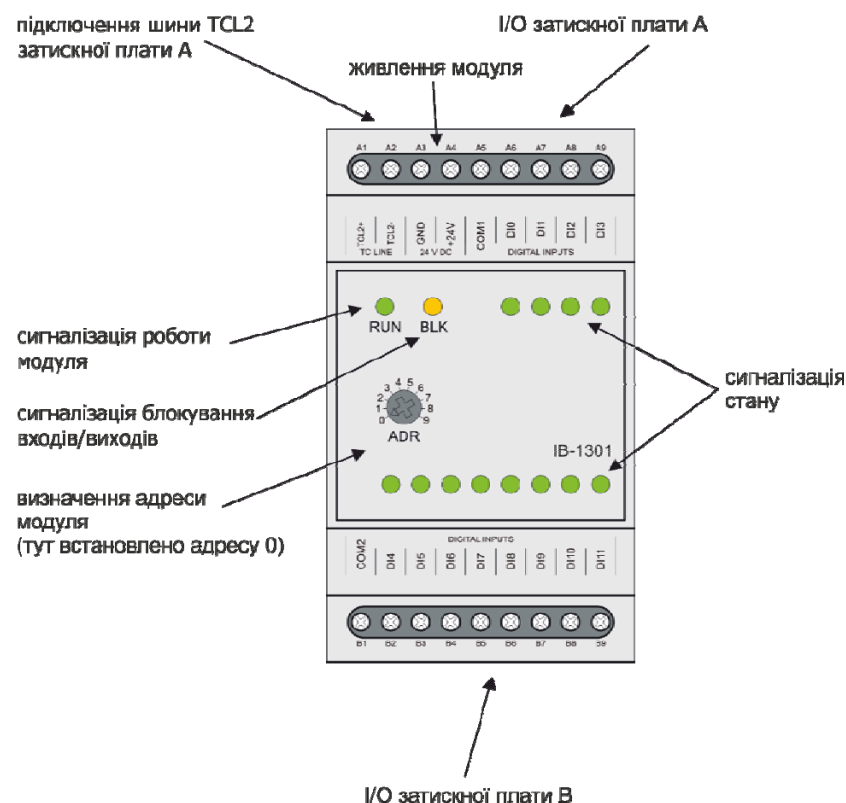


Рис. 3.2. Передня панель периферійного модуля

У табл. 3.1 наведено перелік периферійних модулів Foxtrot. Табл. 3.2 також містить перелік інших модулів, які можна підключити до базового модуля за допомогою шини TCL2.

Таблиця 3.1. Варіанти периферійних модулів системи Foxtrot

Тип	Опис
ІВ-1301	12 бінарних входів 24 В, з них 4 можна використовувати в якості входів для лічильника
ОС-1401	12 бінарних транзисторних виходів 24 В
ІР-1501	4 бінарних входи 24 В, які можна використовувати в якості входів для лічильника 8 релейних виходів
ІТ-1601	8 аналогових входів (однополярні діапазони струму і напруги, пасивні омичні датчики, 16 біт) 2 аналогових однополярних вихода напруги (10 біт)
ІТ-1602	8 аналогових входів (біполярні масштаби низької напруги, термопари, 16 біт) 2 аналогових біполярних вихода напруги (10 біт)

Таблиця 3.2. Варіанти інших модулів які можна під'єднати до системи Foxtrot

Тип	Опис
МІ2-02	2 лінії шини СІВ / iNels
ІД-14	дисплей 4×20 знаків, 25 кнопок

Всі модулі Foxtrot оснащені пластиковим захисним корпусом і тримачем для установки модуля на U планку.

Модулі бінарних входів/виходів

Периферійний модуль ІВ-1301 (рис. 3.3) містить 12 бінарних входів 24 В DC. Модуль живиться від джерела 24 В DC. Перші чотири входи DI0-DI3 можуть використовуватися як звичайні бінарні входи або як входи для лічильника. Входи DI4-DI11 – це стандартні бінарні входи. Входи мають гальванічну розв'язку від внутрішніх контурів (живлення і зв'язок з базовим модулем). Підключення затискних плат А і В модуля ІВ-1301 наведено в табл. 3.3.

Бінарні входи призначені для підключення двохпозиційних сигналів керованого об'єкта до ПЛК. Робота кожного окремого входу сигналізується засвічуванням відповідного світлодіода. Входи згруповані в дві групи із загальним затискачем. До першої групи відносяться входи DI0-DI3, до другої групи – входи DI4-DI11. Загальний затискач кожної групи може бути використаний у якості як плюса, так і мінуса.

Входи DI0-DI3 дозволяють використовувати функцію уловлювання коротких імпульсів. Ця функція подовжує обраний рівень вхідного сигналу, щоб запобігти втраті певного імпульсу, тривалість якого коротше часу циклу ПЛК.

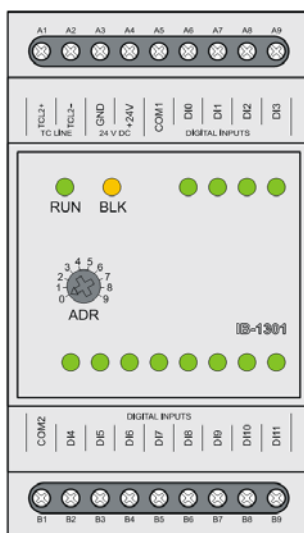


Рис. 3.3. Периферійний модуль IB-1301

Таблиця 3.3. Підключення затискних плат А і В модуля IB-1301

Затискач	Сигнал	Опис
A1	TCL2+	шина TCL2
A2	TCL2–	шина TCL2
A3	GND	заземлення
A4	+24 В	живлення
A5	COM1	загальний провід входів DI0-DI3
A6	DI0	бінарний вхід DI0
A7	DI1	бінарний вхід DI1
A8	DI2	бінарний вхід DI2
A9	DI3	бінарний вхід DI3
B1	COM2	загальний провід входів DI4-DI11
B2	DI4	бінарний вхід DI4
B3	DI5	бінарний вхід DI5
B4	DI6	бінарний вхід DI6
B5	DI7	бінарний вхід DI7
B6	DI8	бінарний вхід DI8
B7	DI9	бінарний вхід DI9
B8	DI10	бінарний вхід DI10
B9	DI11	бінарний вхід DI11

Основні параметри бінарних входів модуля IB-1301 наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4. Параметри бінарних входів модуля IB-1301

Параметр	Значення
Напруга на вході - для лог. 0 (UL) - для лог. 1 (UH)	макс. +5 В DC, мін. –5 В DC мін. +15 В DC, тип. +24 В DC, макс. +30 В DC
Вхідний струм при лог. 1	тип. 10 мА (DI0-DI3) тип. 5 мА (DI4-DI11)
Мінімальна ширина уловлюваного імпульсу	50 мс

Бінарні входи виведені на затискачі в полі DIGITAL INPUTS. На рис. 3.4 наведено приклад підключення замикачів до модуля ІВ-1301.

Як було сказано вище, входи DI0-DI3 можна використовувати як входи для лічильника. В розпорядженні є два об'єкти лічильника (табл. 3.5), які можуть працювати в декількох режимах (односторонній лічильник, двосторонній лічильник, IRC – підключення оптоелектронних датчиків). Кожен об'єкт лічильника стандартно використовує два входи. Об'єкт 1 лічильника підтримує режими, які використовують всі чотири входи (лічильник та IRC зі скиданням у нульове положення і уловлюванням, вимірювання довжини імпульсу, вимірювання періоду і зсуву фаз). У цьому випадку об'єкт 2 лічильника вимкнений. До того ж, при використанні даної альтернативної функції входи DI0-DI3 одночасно можуть використовуватися як звичайні бінарні.

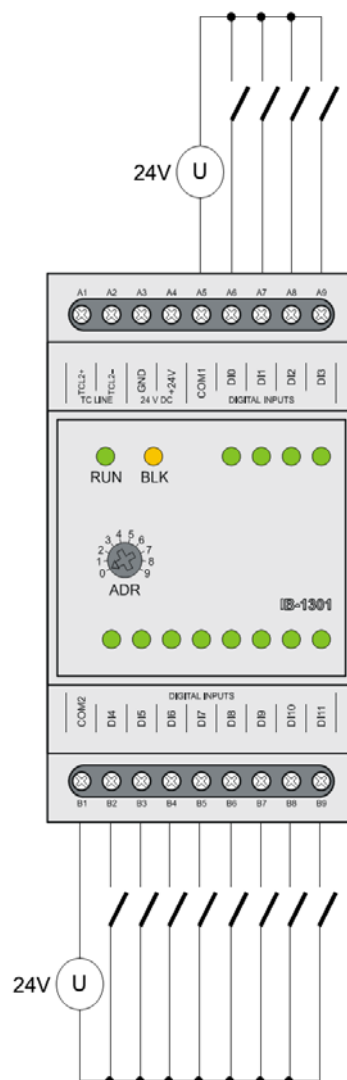


Рис. 3.4. Приклад підключення замикачів до бінарних входів модуля ІВ-1301

Параметри часу входів лічильника модуля ІВ-1301 наведено в табл. 3.5, а перелік режимів лічильника – в табл. 3.6.

Таблиця 3.5. Основні параметри входів лічильника

Параметр	Значення
Лічильні режими	
Частота коливань на вході	5 кГц
Ширина імпульсу	мін. 50 мс
Оптоелектронні датчики (IRC)	
Частота симетричного сигналу (V, G)	1,25 кГц
Ширина імпульсу (V, G, NI, MD)	мін. 50 мс
Вимірювання довжини імпульсу, вимірювання періоду і зсуву фаз	
Частота коливань на вході	0,1-5000 Гц
Ширина імпульсу	50-10000000 мс

Таблиця 3.6. Режими лічильника

Режим лічильника	Об'єкт 1 лічильника				Об'єкт 2 лічильника	
	DI0	DI1	DI2	DI3	DI2	DI3
Один односторонній лічильник	UP	-	-	-	UP	-
Два односторонніх лічильника	UP	UPB	-	-	UP	UPB
Двосторонній лічильник	UP	DOWN	-	-	UP	DOWN
Лічильник з вибором напрямку	CLK	DIR	-	-	CLK	DIR
IRC	V	G	-	-	V	G
Двосторонній лічильник зі скиданням у нульове положення і захопленням	UP	DOWN	CLR	CAP	-	-
Лічильник з вибором напрямку зі скиданням у нульове положення і захопленням	CLK	DIR	CLR	CAP	-	-
IRC зі скиданням у нульове положення і захопленням	V	G	NI	MD	-	-
Вимірювання довжини імпульсу	під час роботи вибіркового вхід DI0-DI3				-	-
Вимірювання періоду і зсуву фаз (обидві функції перемикаються під час роботи)	період: під час роботи вибіркового вхід DI0-DI3				-	-
	зсув фаз: вимірюється між DI1-DI0					

Перелік скорочень окремих сигналів:

- UP – вхід імпульсів для інкрементації лічильника;
- UPB – вхід імпульсів для інкрементації лічильника В;
- DOWN – вхід імпульсів для декрементації лічильника;
- CLK – вхід імпульсів для лічильника;

- DIR – напрямок лічильника;
- CLR – скидання в нульове положення лічильника;
- CAP – уловлювання величини лічильника;
- V – перший канал IRC;
- G – другий канал IRC;
- NI – нульовий імпульс IRC;
- MD – вимірювальний наконечник.

Як впливає з табл. 3.6, обидва об'єкти лічильника можуть бути встановлені в різних комбінаціях режимів, якщо об'єкт 1 використовує тільки входи DI0 і DI1 (перші 5 режимів). Якщо об'єкт 1 використовує всі входи DI0-DI3, то об'єкт 2 вимкнений.

Режими вимірювання довжини імпульсу, вимірювання періоду і зсуву фаз призначені тільки для періодичних сигналів. Ці вимірювання ускладнені випадковою похибкою, що виникає через зайнятість процесора периферійного модуля під час обміну даними з базовим модулем. Кінцева величина вимірювання обчислюється як середнє з останніх восьми уловлених імпульсів, таким чином похибка виключається. Передбачається, що вимірюваний сигнал представлений імпульсами, які повторюються з певним інтервалом. Абсолютна похибка вимірювання не перевищує $\pm 10 \mu\text{s}$ і зі зменшенням часу циклу ПЛК знижується.

Входи лічильників підключаються так само як і звичайні входи згідно рис. 3.4. На рис. 3.5 наведено приклади підключення датчиків положення IRC.

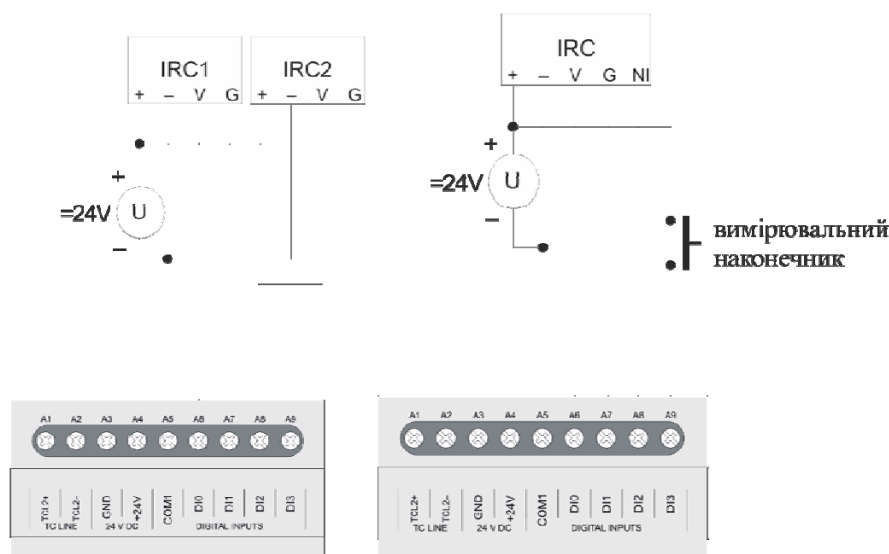


Рис. 3.5. Приклади підключення до модуля IB-1301 двох датчиків IRC та повного підключення датчика положення IRC

Периферійний модуль OS-1401 (рис. 3.6) містить 12 бінарних виходів 24 В DC. Виходи гальванічно розв'язані. Модуль живиться від джерела 24 В DC, яке гальванічно не розв'язане від внутрішніх контурів. Підключення затискних плат А і В модуля OS-1401 наведено в табл. 3.7.

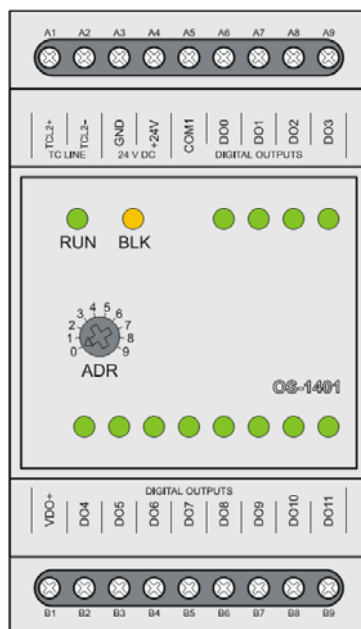


Рис. 3.6. Периферійний модуль OS-1401

Таблиця 3.7. Підключення затискних плат А і В модуля OS-1401

Затискач	Сигнал	Опис
A1	TCL2+	шина TCL2
A2	TCL2–	шина TCL2
A3	GND	заземлення
A4	+24 В	живлення
A5	COM1	загальний провід виходів DO0-DO11
A6	DO0	бінарний вихід DO0
A7	DO1	бінарний вихід DO1
A8	DO2	бінарний вихід DO2
A9	DO3	бінарний вихід DO3
B1	VDO+	загальний позитивний затискач +24 В (макс. струм затискача 9 А)
B2	DO4	бінарний вихід DO4
B3	DO5	бінарний вихід DO5
B4	DO6	бінарний вихід DO6
B5	DO7	бінарний вихід DO7
B6	DO8	бінарний вихід DO8
B7	DO9	бінарний вихід DO9
B8	DO10	бінарний вихід DO10
B9	DO11	бінарний вихід DO11

Бінарні виходи призначені для керування двопозиційними виконавчими і сигналізаційними елементами керованого об'єкта, що живляться від 24 В DC.

Виходи DO0-DO3 дозволяють комутувати струмове навантаження 2 А кожен (разом макс. 4,4 А). Виходи DO4-DO11 комутують струмове навантаження 0,5 А кожен (разом макс. 9 А). Виходи гальванічно розв'язані від внутрішніх контурів. Комутація виходу сигналізується засвічуванням відповідного світлодіода. Виходи згруповані в одну групу зі спільним затискачем. Спільний затискач групи має негативну полярність.

Основні параметри бінарних виходів модуля OS-1401 наведено в табл. 3.8.

Таблиця 3.8. Параметри бінарних виходів модуля OS-1401

Параметр	Значення
Тип виходів	транзисторний (напівпровідникові ключі з внутрішнім захистом від струмового та температурного перевантаження)
Струм увімкнення	макс. 2 А (DO0-DO3) макс. 0,5 А (DO4-DO11)
Час спрацювання	макс. 400 мс
Час роз'єднання	макс. 400 мс
Захист від короткого замикання	так
Обмеження струму короткого замикання	тип. 4 А
Обмеження початкового пікового струму	тип. 7,5 А
Час роз'єднання початкового пікового струму	тип. 4 мс
Захист від перемикачів полярності	так*

*Контур переводиться в неактивний стан, навантаження буде комутовано, струм буде проходити через захисний діод контуру

Бінарні виходи виведені на затискачі в полях DIGITAL OUTPUTS. На рис. 3.7 вказана схема підключення навантажень питомих від незалежних джерел.

Для підвищення стійкості і терміну служби при комутації індуктивного навантаження необхідно захистити комутовані навантаження відповідними протизавадними елементами. Живлення 24 В постійного струму, що подається на затискачі VDO+ і COM1 необхідне для правильної роботи вимикачів на виході!

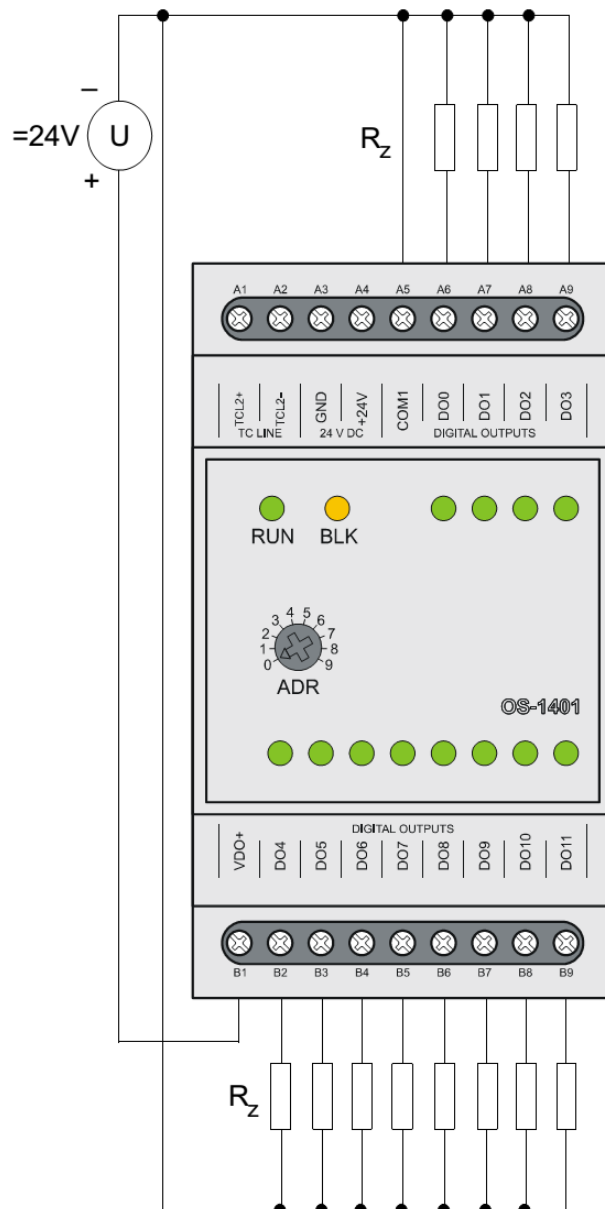


Рис. 3.7. Приклад підключення навантаження до бінарних виходів модуля OS-1401

Комбінований периферійний модуль IR-1501 (рис. 3.8) містить 4 бінарних входи 24 В DC і 8 релейних виходів. Входи можуть використовуватися як звичайні бінарні входи або як входи для лічильника. Всі входи і виходи гальванічно розв'язані. Модуль живиться від джерела 24 В DC, яке гальванічно не розв'язане від внутрішніх контурів. Підключення затискних плат А і В модуля IR-1501 наведено в табл. 3.9.

Основні параметри бінарних входів модуля IR-1501 аналогічні параметрам входів модуля IB-1301 для DI0-DI3 (див. табл. 3.4).

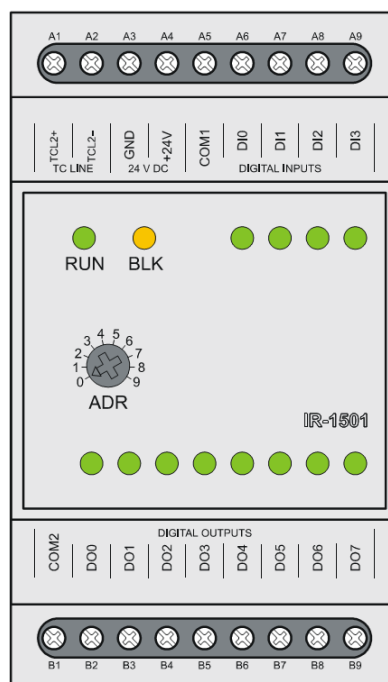


Рис. 3.8. Периферійний модуль IR-1501

Таблиця 3.9. Підключення затискних плат А і В модуля IR-1501

Затискач	Сигнал	Опис
A1	TCL2+	шина TCL2
A2	TCL2–	шина TCL2
A3	GND	заземлення
A4	+24 В	живлення
A5	COM1	загальний провід входів DI0-DI3
A6	DI0	бінарний вхід DI0
A7	DI1	бінарний вхід DI1
A8	DI2	бінарний вхід DI2
A9	DI3	бінарний вхід DI3
B1	COM2	загальний провід виходів DO4-DO11
B2	DO4	бінарний вихід DO4
B3	DO5	бінарний вихід DO5
B4	DO6	бінарний вихід DO6
B5	DO7	бінарний вихід DO7
B6	DO8	бінарний вихід DO8
B7	DO9	бінарний вихід DO9
B8	DO10	бінарний вихід DO10
B9	DO11	бінарний вихід DO11

Релейні виходи IR-1501 призначені для керування двопозиційними виконавчими і сигналізаційними елементами керованого об’єкта, які живляться

змінною або постійною напругою до 250 В. Виходи реалізовані комутаційним контактом реле без напруги виведеним в групі одним загальним затискачем. Периферійний модуль IR-1501 містить 8 релейних виходів DO0-DO7. Виходи гальванічно розв'язані від внутрішніх контурів ПЛК. Комутація того чи іншого виходу сигналізується засвічуванням відповідного світлодіода на передній панелі модуля (див. рис. 3.8).

В табл. 3.10 приведено основні параметри релейних виходів модуля IR-1501.

Таблиця 3.10. Параметри релейних виходів модуля IR-1501

Параметр	Значення
Тип виходів	електромеханічне реле
Тип контакту	комутаційний
Напруга вмикання	макс. 250 В мін. 5 В
Струм вмикання	макс. 3 А мін. 100 мА
Короткочасне перевантаження виходу	макс. 4 А
Час спрацьовування контакту	тип. 10 мс
Час роз'єднання контакту	тип. 4 мс
Граничні величини комутаційного навантаження	
- для омичного навантаження	макс. 3 А при 30 В DC або 230 В AC
- для індуктивного навантаження DC	макс. 3 А при 30 В DC
- для індуктивного навантаження AC	макс. 3 А при 230 В AC
Частота комутації без навантаження	макс. 300 комутацій/хв.
Частота комутації з номінальним навантаженням	макс. 20 комутацій/хв.
Захист від короткого замикання	зовнішній
Строк служби механічної частини	мін. 5000000 циклів
Строк служби електричної частини при максимальному навантаженні всіх типів	мін. 100000 циклів

Контакти реле бінарних виходів виведені на затискачі в полі DIGITAL OUTPUTS. На рис. 3.9 показана схема підключення навантаження до релейних виходів модуля IR-1501. Захист від перевантаження і короткого замикання здійснюється запобіжниками окремо для кожного виходу або ж для цілої групи.

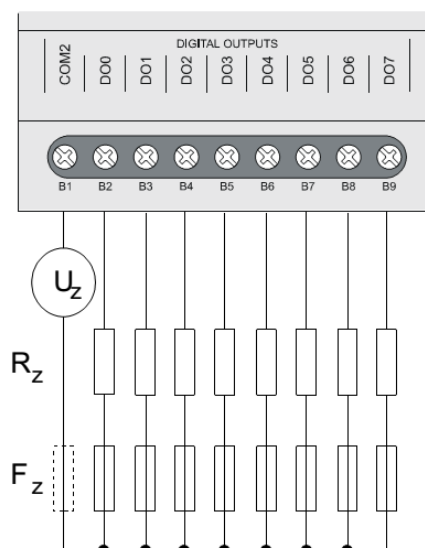


Рис. 3.9. Приклад підключення навантаження до релейних виходів модуля IR-1501

Бінарні входи DI0-DI3 модуля IR-1501 можна використовувати як входи для лічильника. Характеристики входів лічильника повністю співпадають з такими, що є в модулі IB-1301 (див. табл. 3.5, табл. 3.6).

Модулі аналогових входів / виходів

Периферійний модуль IT-1601 (див. рис. 3.10) містить 8 аналогових універсальних входів AI0-AI7 і 2 аналогових виходи AO0 та AO1. Всі входи і виходи гальванічно розв'язані. Модуль живиться від джерела 24 В DC, яке гальванічно не розв'язане від внутрішніх контурів. Підключення затискних плат А і В модуля IT-1601 наведено в табл. 3.11.

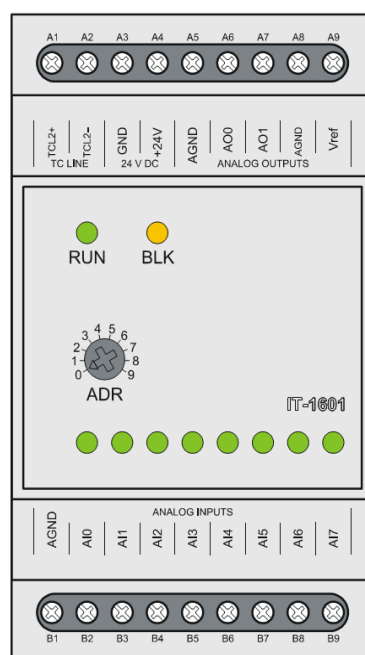


Рис. 3.10. Периферійний модуль IT-1601

Таблиця 3.11. Підключення затискних плат А і В модуля ІТ-1601

Затискач	Сигнал	Опис
A1	TCL2+	шина TCL2
A2	TCL2–	шина TCL2
A3	GND	заземлення
A4	+24 В	живлення
A5	AGND	аналогове заземлення
A6	AO0	аналоговий вихід AO0
A7	AO1	аналоговий вихід AO1
A8	AGND	аналогове заземлення
A9	Vref	опорна напруга +10,0 В, призначено для живлення пасивних датчиків опору (за допомогою зовнішнього резистора 7k5)
B1	AGND	аналогове заземлення
B2	AI0	аналоговий вхід AI0
B3	AI1	аналоговий вхід AI1
B4	AI2	аналоговий вхід AI2
B5	AI3	аналоговий вхід AI3
B6	AI4	аналоговий вхід AI4
B7	AI5	аналоговий вхід AI5
B8	AI6	аналоговий вхід AI6
B9	AI7	аналоговий вхід AI7

Аналогові входи призначені для підключення аналогових сигналів керованого об'єкта до ПЛК. Основні параметри входів модуля ІТ-1601 наведено в табл. 3.12. Слід зазначити, що діапазон струмів (20 мА і т.п.) перемикається за допомогою програмного середовища «Mosaic» (модуль не має внутрішні перемикачі).

Аналогові входи виведені на затискачі в полі ANALOG INPUTS. Опорну напругу Vref для підключення датчиків опору виведено на затискач в полі ANALOG OUTPUTS.

Таблиця 3.12. Параметри входів модуля ІТ-1601

Параметр	Значення
Тип перетворювача	sigma delta
Цифрова роздільна здатність	16 біт
Масштаб вимірювання / розділення (1 LSB)	
- межі напруги	0 - +10 В / 162,8 μ В 0 - +5 В / 81,38 μ В 0 - +2 В / 39,06 μ В 0 - +1 В / 19,53 μ В
Макс. допустимі постійні перевантаження (без пошкодження)	± 35 В (кожний затискач AI відносно AGND)
Сигналізація перевантаження	у слові стану та світлодіодом на передній панелі

Продовж. табл. 3.12

Параметр	Значення
- межі струмів	0 - 20 мА / 0,3906 μ А 4 - 20 мА / 0,3906 μ А 0 - 5 мА / 0,0977 μ А
Макс. допустимі постійні перевантаження (без пошкодження)	+30 мА (кожний затискач АІ відносно AGND)
Сигналізація перевантаження	у слові стану та світлодіодом на передній панелі
- пасивні датчики температури	Pt100 1,385 (–90 - +400 °C) Pt100 1,391 (–90 - +400 °C) Pt1000 1,385 (–90 - +400 °C) Pt1000 1,391 (–90 - +400 °C) Ni1000 1,617 (–60 - +200 °C) Ni1000 1,500 (–60 - +200 °C) NTC termistor 12 k Ω / 25 °C (–40 - +125 °C)
-омічні датчики	OV100 (0-100 Ω) OV1000 (0-1000 Ω)
Макс. допустимі постійні перевантаження (без пошкодження)	$\pm$ 35 В (кожний затискач АІ відносно AGND)
Сигналізація перевантаження	у слові стану та світлодіодом на передній панелі

На рис. 3.11 приведено схему підключення різноманітних джерел сигналу та навантаження до аналогових входів / виходів модуля ІТ-1601.

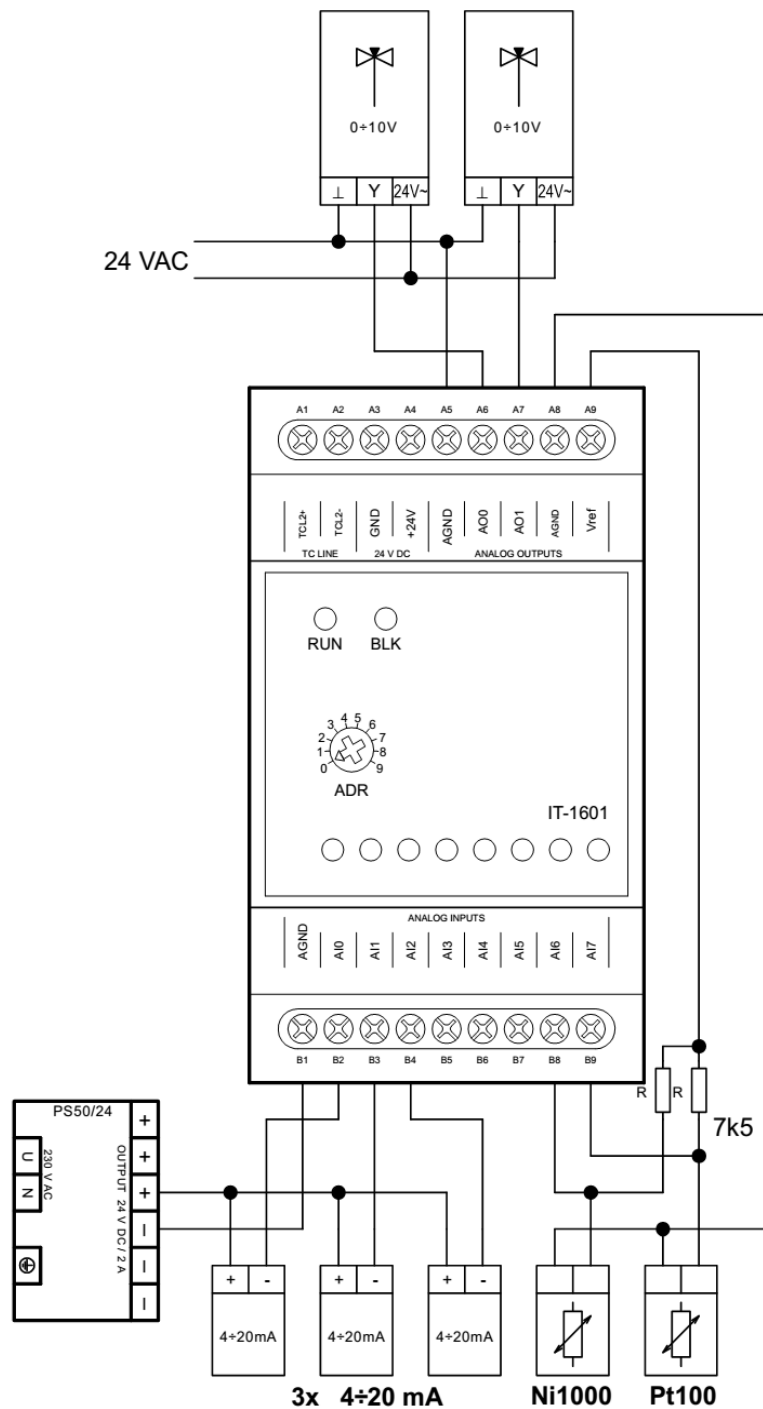


Рис. 3.11. Приклад підключення сигналів до аналогових входів / виходів модуля IT-1601

Аналогові виходи призначені для керування аналогових виконавчих і сигналізаційних елементів керованого об'єкта. Периферійний модуль IT-1601 містить 2 аналогових виходи AO0 і AO1, які гальванічно розв'язані від внутрішніх контурів. Виходи мають напругу 0...10 В, обидва мають один загальний затискач. В рамках допустимого перевантаження 105 % можна встановити на виходах напругу 10,5 В. Загальний затискач аналогових входів, аналогових

виходів і опорної напруги з'єднані. Основні параметри аналогових виходів модуля IT-1601 наведено в табл. 3.13.

Таблиця 3.13. Параметри аналогових виходів модуля IT-1601

Параметр	Значення
Цифрова роздільна здатність	10 біт
Вихідні масштаб / роздільність (1 LSB)	0 - +10 В / 10,546 мВ
Максимально допустима величина	105 % верхня межа вихідного діапазону
Макс. допустимі постійні перевантаження (без пошкодження)	±20 В (кожний затискач АО відносно AGND)
Максимальний вихідний струм	10 мА

Периферійний модуль IT-1602 (рис. 3.12) містить 8 аналогових входів і 2 аналогових виходи. Всі входи і виходи гальванічно розв'язані. Модуль живиться від джерела напруги 24 В DC, яке гальванічно не розв'язане від внутрішніх контурів. Підключення затискних плат А і В модуля IT-1602 наведено в табл. 3.14.

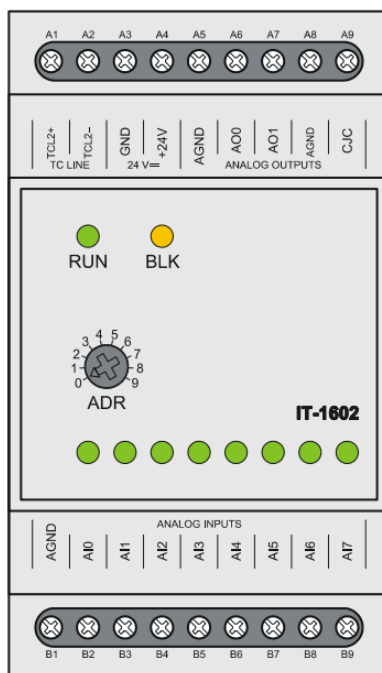


Рис. 3.12. Периферійний модуль IT-1602

Таблиця 3.14. Підключення затискних плат А і В модуля ІТ-1602

Затискач	Сигнал	Опис
A1	TCL2+	шина TCL2
A2	TCL2–	шина TCL2
A3	GND	заземлення
A4	+24 В	живлення
A5	AGND	аналогове заземлення
A6	AO0	аналоговий вихід AO0
A7	AO1	аналоговий вихід AO1
A8	AGND	аналогове заземлення
A9	CJC	вхід вимірювання холодного кінця
B1	AGND	аналогове заземлення
B2	AI0	аналоговий вхід AI0
B3	AI1	аналоговий вхід AI1
B4	AI2	аналоговий вхід AI2
B5	AI3	аналоговий вхід AI3
B6	AI4	аналоговий вхід AI4
B7	AI5	аналоговий вхід AI5
B8	AI6	аналоговий вхід AI6
B9	AI7	аналоговий вхід AI7

8 аналогових входів AI0-AI7 конфігуруються незалежно як входи напруги для малих величин або входи для підключення термопар з зовнішнім холодним кінцем. Всі входи біполярні.

Всі входи світлодіодів мають одну загальну затискну плату і гальванічно розв'язані від внутрішніх контурів. Кожен вхід також оснащений червоним світлодіодом, який сигналізує стан, коли величина сигналу на вході виходить поза допустимі межі (перевантаження або скидання навантаження входу).

Вимірювання температури холодного кінця реалізується через спеціальний вхід CJC за допомогою зовнішнього датчика Ni1000. Ni1000 – скорочення для позначення пасивного опору з 1000 Вт при температурі 0 °С, основний матеріал, який використовується при виробництві – нікель (стандартно використовується в області вимірювання і регулювання, придатний для вимірювання температур до 180 °С).

Основні параметри входів модуля ІТ-1602 наведено в табл. 3.15.

Таблиця 3.15. Параметри входів модуля IT-1602

Параметр	Значення
Тип перетворювача	sigma delta
Цифрова роздільна здатність	16 біт
Масштаб вимірювання / роздільність (1 LSB)	
- межі напруги	–1 - +1 В / 39,06 μ V –0,1 - +0,1 В / 4,88 μ V
- термопари	J (–210 - +1200 °C) K (–200 - +1372 °C) R (–50 - +1768 °C) S (–50 - +1768 °C) B (+250 - +1820 °C)
Макс. допустимі постійні перевантаження (без пошкодження)	$\pm$ 20 В (кожний затискач AI відносно AGND)
Сигналізація перевантаження	у слові стану та світлодіодом на передній панелі

2 аналогові виходи AO0 і AO1 мають біполярну напругу 0... $\pm$ 10 В, обидва мають один загальний затискач. В рамках допустимого перевантаження $\pm$ 105 % можна встановити на виходах напругу до +10,5 В або ж –10,5 В. Виходи гальванічно розв'язані від внутрішніх контурів. Загальні затискачі аналогових входів, аналогових виходів і опорної напруги з'єднані.

Основні параметри виходів модуля IT-1602 наведено в табл. 3.16.

Таблиця 3.16. Параметри виходів модуля IT-1602

Параметр	Значення
Вихідний масштаб / розділення (1 LSB)	–10 В - +10 В / 21,074 мВ
Максимальна вихідна величина	+105 % верхня межа вихідного діапазону
Мінімальна вихідна величина	–105 % нижня межа вихідного діапазону
Макс. допустимі постійні перевантаження (без пошкодження)	$\pm$ 14 В (кожний затискач AI відносно AGND)
Максимальний вихідний струм	10 мА

На рис. 3.13 наведено приклад підключення навантаження до аналогових входів / виходів модуля IT-1602. Для підвищення точності вимірювання рекомендується підключити вхідні сигнали (датчики) згідно з прикладом, тобто

для аналогових входів використовувати як загальний зажим AGND затискач В1 (А5 для аналогових виходів і А8 для компенсації холодного кінця).

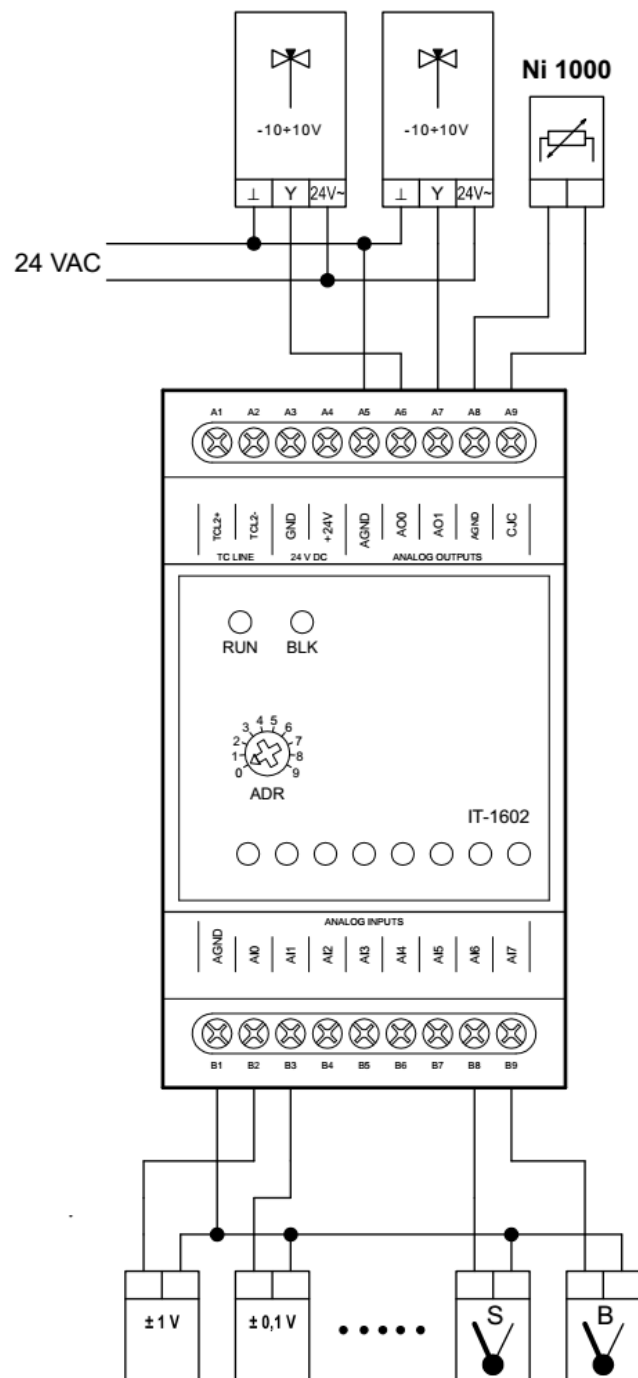


Рис. 3.13. Приклад схеми підключення модуля IT-1602

У групу *спеціальних модулів* входять всі інші модулі, які до базового модуля підключаються за допомогою шини TCL2.

Зовнішній майстер збірної шини СІВ MI2-02 містить 2 лінії шини СІВ, до якої можна підключати одиниці системи iNels. Властивості обох ліній такі ж як у лінії інтегрованої в базовому модулі CP-1005.

Панель оператора ID-14 містить дисплей 4×20 знаків і 25 кнопок (рис. 3.14). Дисплей підтримує комплекти знаків Windows CP1250 (WinLatin2 – середньоєвропейський), CP1251 (WinCyrillic – кирилиця) і CP1252 (WinLatin1 – західноєвропейський). До базового модуля панель ID-14 підключається через шину TCL2, тобто так само як і звичайні периферійні модулі. До одного базового модуля можна підключити чотири таких панелі. Панель оператора ID-14 дозволяє проводити установку короткої U планки, на яку потім можна встановити базовий модуль ПЛК. Таким чином легко отримати компактний ПЛК з дисплеєм і клавіатурою.



Рис. 3.14. Зовнішній вигляд панелі оператора ID-14

Шина TCL2

Всі модулі комплекту ПЛК «Foxtrot» (тобто всі периферійні модулі керовані одним базовим модулем) з'єднуються між собою за допомогою шини TCL2, яка підключається до затискачів на лівому верхньому краї модуля. З'єднання модулів проводиться лінійно (тобто модулі з'єднують послідовно один за одним, не можна реалізувати відгалуження), базовий модуль розташовують на одному кінці збірної шини, на другий кінець встановлюють кінцевий опір 120 Ом. Для простої установки в додатку базового модуля є елемент для окінцювання KB-0290, який містить необхідний опір 120 Ом і пристосований для затискання в затискачі TCL2 (в основному A1, A2).

В табл. 3.17 наведені загальні властивості можливих способів з'єднання модулів «Foxtrot» за допомогою шини TCL2. Зазначені способи з'єднання можна комбінувати між собою.

Таблиця 3.17. Характеристики способів з'єднання модулів «Foxtrot» за допомогою шини TCL2

Параметр	Спосіб*		
	1	2	3
Технічне обладнання (додаткове)	-	-	перетворювач для оптики KB-0552
Передавальний носій	жильник (2× вита пара)	вита пара + GND (2× вита пара)	оптичний жильник
Розподіл живлення	так	ні	ні
Гальванічна розв'язка шини	ні	ні	так
Використовуваний жильник	згідно зі специфікацією RS-485	згідно зі специфікацією RS-485	стандартний патч жильник ST-ST
Штепсельний роз'єм	гвинтові затискачі	гвинтові затискачі	2×ST
Загасання, приблизно	-	-	3,5 дБ/км
Довжина хвилі	-	-	820 нм
Тип волокна	-	-	скло multimode 62,5 / 125 мм
Макс. кількість I/O модулів до одного базового	10	10	10
Макс. довжина одного сегмента шини	10 м	400 м	макс. 1,7 км

*Примітки до окремих рішень:

1. Основний спосіб з'єднання - з живленням. Придатний для комплекту, що складається з декількох модулів на одному розподільчому щиті. Це рішення обмежене максимальною довжиною шини (через лінію живлення).
2. З'єднання в разі більшої відстані між модулями - система керування розподілена. Кожен модуль (або кілька модулів разом) повинні мати своє джерело. З'єднання шини TCL2 дозволяє використовувати будь-який жильник, який відповідає вимогам до RS-485.
3. З'єднання для великих відстаней (найякісніше рішення). Оптичний жильник гарантує гальванічну розв'язку і тому в модулі (групі модулів) приєднаному оптичним жильником повинно бути встановлено джерело живлення.

На рис. 3.15 та 3.16 зображені схеми підключення периферійних модулів до основного модуля відповідно: за способом 1 – з живленням, за способом 2 – без живлення. Останній модуль (найвіддаленіший від основного модуля) повинен бути завжди оснащений кінцевим опором шини TCL2. Так як шина гальванічно не розв'язана, необхідно з'єднати заземлення всіх джерел живлення цих модулів для вирівнювання потенціалів.

Модулі можуть бути з'єднані один з одним також оптичними жильниками або комбінацією оптичних і металевих жильників. На рис. 3.17 зображена схема підключення периферійних модулів оптичним жильником. Для з'єднання оптичним жильником необхідно використовувати перетворювач для оптики KB-0552. Модулі з'єднуються стандартними patch жильниками ST-ST. Оптичний жильник гарантує гальванічну розв'язку і тому для живлення наступного модуля повинно бути використано своє джерело живлення.

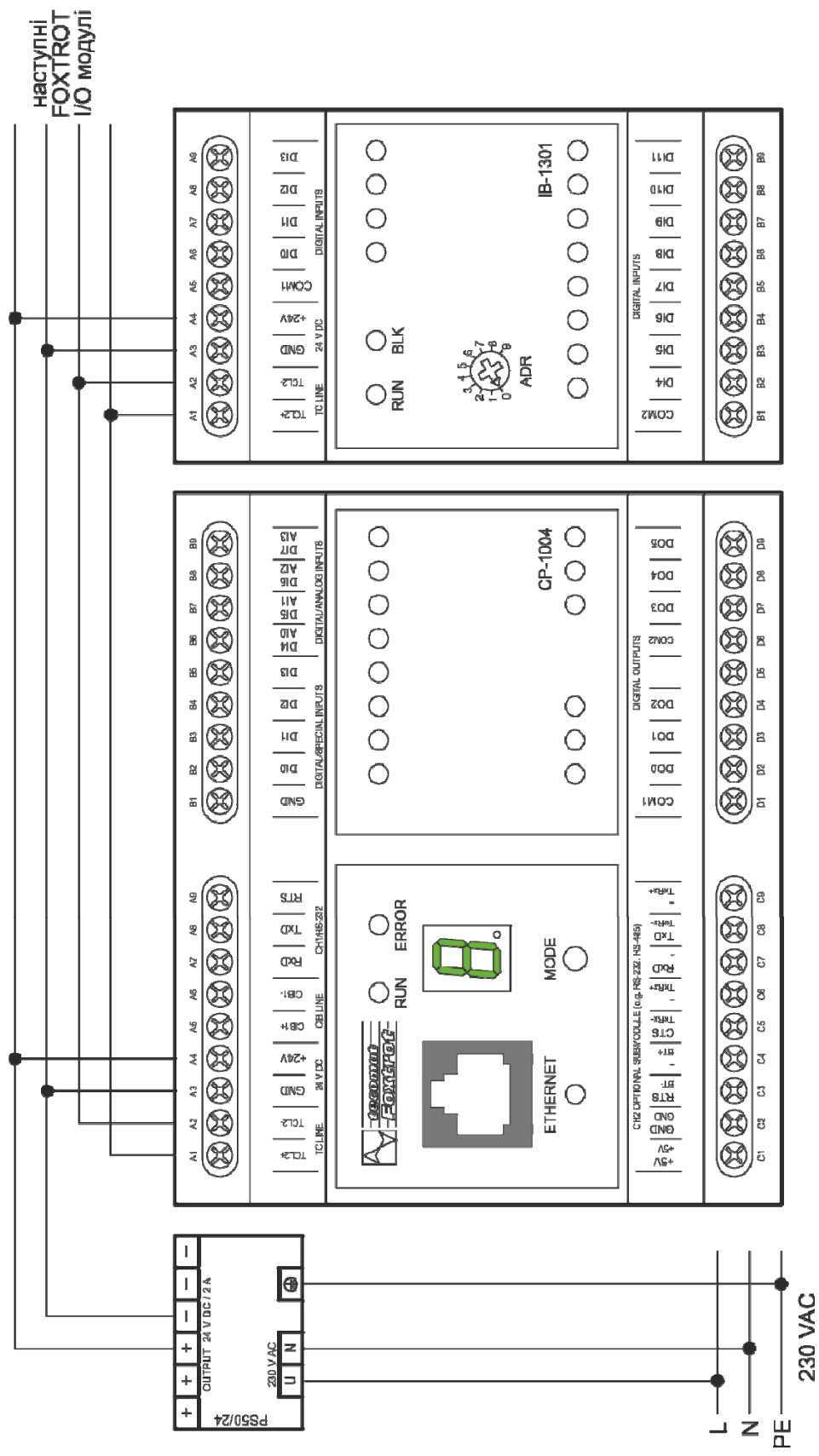


Рис. 3.15. Схема підключення шини TSL2 з живленням

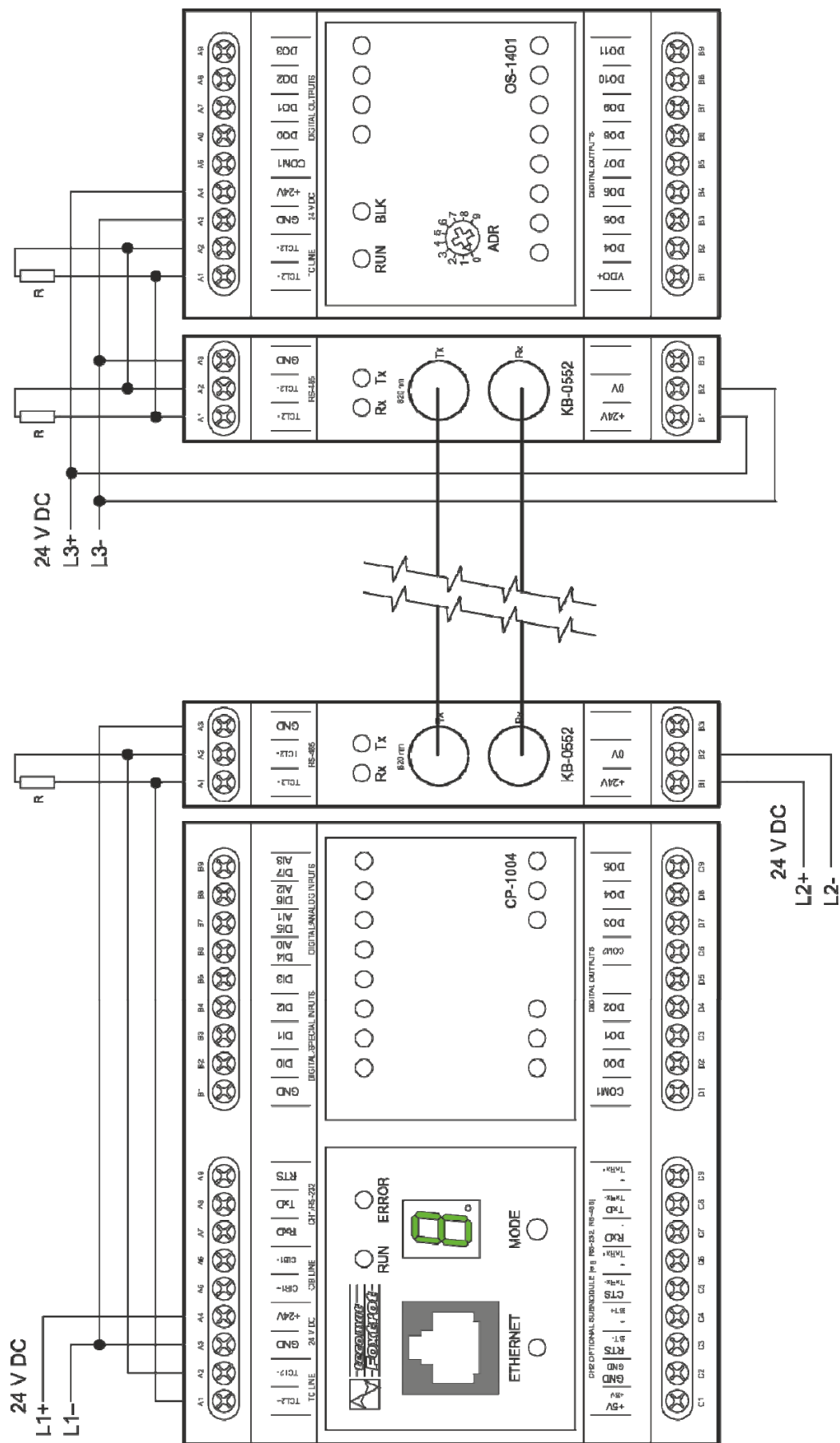


Рис. 3.17. Схема підключення периферійних модулів оптичним жильником

Адресація периферійних модулів проводиться за допомогою поворотного перемикача на передній панелі модуля.

Периферійні модулі по адресах можна розділити на три групи:

- звичайні периферійні модулі (IB-130х, OS-140х, ІК-150х, ІТ-160х);
- операторські панелі ID-14;
- зовнішній майстер збірних шин CIB / iNels (MI2-02).

Якщо до шини будуть підключені два або більше модулів з однаковою адресою, будуть з'являтися помилки при передачі і система не працюватиме. Однакова адреса двох модулів, які належать до різних груп, це не помилка.

Модулі оптичного з'єднання KB-0552 (рис. 3.18) призначені для підключення оптичних жильників з оптичними конекторами типу ST. Вони забезпечують коректне закінчення металеві збірної шини (фізично RS-485). Модулі приєднуються дуплексним скляним оптичним металевим жильником 62,5 / 125 мм на відстані до 1750 м. Параметри модулів вказані в табл. 3.18.

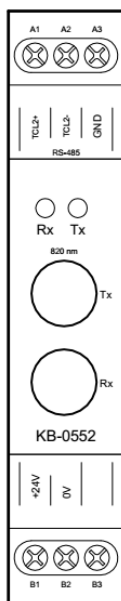


Рис. 3.18. Загальний вигляд модуля оптичного з'єднання KB-0552

Таблиця 3.18. Параметри модуля оптичного з'єднання KB-0552

Параметр	Значення
Підключення	Duplex 2×ST
Живлення	24 В DC
Потужність	0,25 Вт
Довжина хвилі оптичного випромінювання	820 нм
Робоча температура	0 - +55 °C

Шина CIB

Шина CIB дозволяє приєднати до системи «Foxtrot» шинні периферійні блоки iNels. iNels - дротова система керування чеської фірми ELKO EP. Так звана система «розумний будинок» iNels призначена для керування будинками, починаючи з опалення та кондиціонування, керування освітленням, жалюзі, іншими електроприладами і закінчуючи захистом будинку і охороною майна. Перевагою, на відміну від бездротової системи, є більш розширений діапазон можливостей системи, і номенклатура пристроїв, які можна об'єднати гілками шини, кожна довжиною до 550 м. Підключивши систему до комп'ютера, можна розширити пропоновані функції керування.

Периферійні блоки iNels призначені, перш за все для галузі керування будинками, але їх можна використовувати також в якості стандартних периферійних пристроїв для системи «Foxtrot» при урахуванні їх властивостей.

Одне відгалуження (шина CIB обмежена одним master) дозволяє приєднати максимум 32 одиниці. Базові модулі CP-1005 мають один master шини CIB, додаткові одиниці можна приєднати посередництвом зовнішніх CIB майстер-модулів MI2-02M. Кожен зовнішній майстер-модуль дозволяє приєднати два відгалуження CIB (2×32 одиниць).

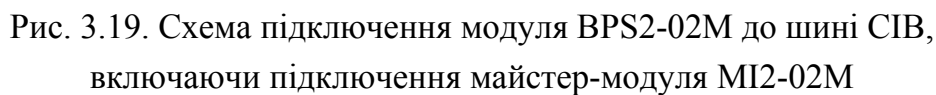
CIB шина - це двопровідна шина з довільною топологією. Сам зв'язок модульований на постійну напругу живлення. Живлення шини утворює стандартне джерело постійної напруги 27,2 В постійного струму або 24 В постійного струму підключене на затискну плату посередництвом відокремлюючих одиниць BPS2-01M або BPS2-02M. Джерело живлення можна одночасно використовувати також для живлення системи «Foxtrot».

Збірна шина крім самої передачі даних дозволяє жити приєднані одиниці. Однак необхідно враховувати максимальний відбір всіх питомих одиниць і максимальні втрати напруги таким чином, щоб у всіх частинах збірної шини дотримувалися умови допуску напруги.

Для встановлення збірної шини CIB можна використовувати довільні двопровідні жильники. Рекомендується використовувати скручені екрановані жильники з перетином жил як мінімум 0,8 мм². Перетин і топологію необхідно вибирати з урахуванням втрати напруги на жильниках – в залежності від встановлених одиниць iNels.

Відокремлюючий модуль BPS2-01M забезпечує компенсацію живлення однієї шини CIB. Модуль відокремлює джерело живлення шини від

Підключення модуля BPS2-02М до шині СІВ, включаючи підключення майстер-модуля МІ2-02М, приведено на рис. 3.19.



Майстер-модуль MI2-02M забезпечує обслуговування двох збірних шин (відгалужень) СІВ, кожна має 32 з'єднані одиниці. Модуль забезпечує ідентифікацію, адресацію, конфігурацію і обслуговування з'єднаних одиниць. Він організує обробку даних і їх передачу в базовий модуль. До одного базового модуля «Foxtrot» можна приєднати максимум 4 зовнішніх майстер-модуля MI2-02M.

Конфігурація і обслуговування модуля проводиться з програмного середовища «Mosaic». Майстер-модуль одночасно оснащений системою діагностики, яка дозволяє отримувати інформацію про стан зв'язку кожної одиниці, кількість помилок зв'язку і т.п.

Передня панель модуля містить двоколірні світлодіоди (зелений світлодіод контролює роботу збірної шини, червоний світлодіод – помилки на затискній платі) та адресний поворотний перемикач, що служить для налаштування адреси майстер-модуля.

Підключення до базового модуля наведено на рис. 3.20.

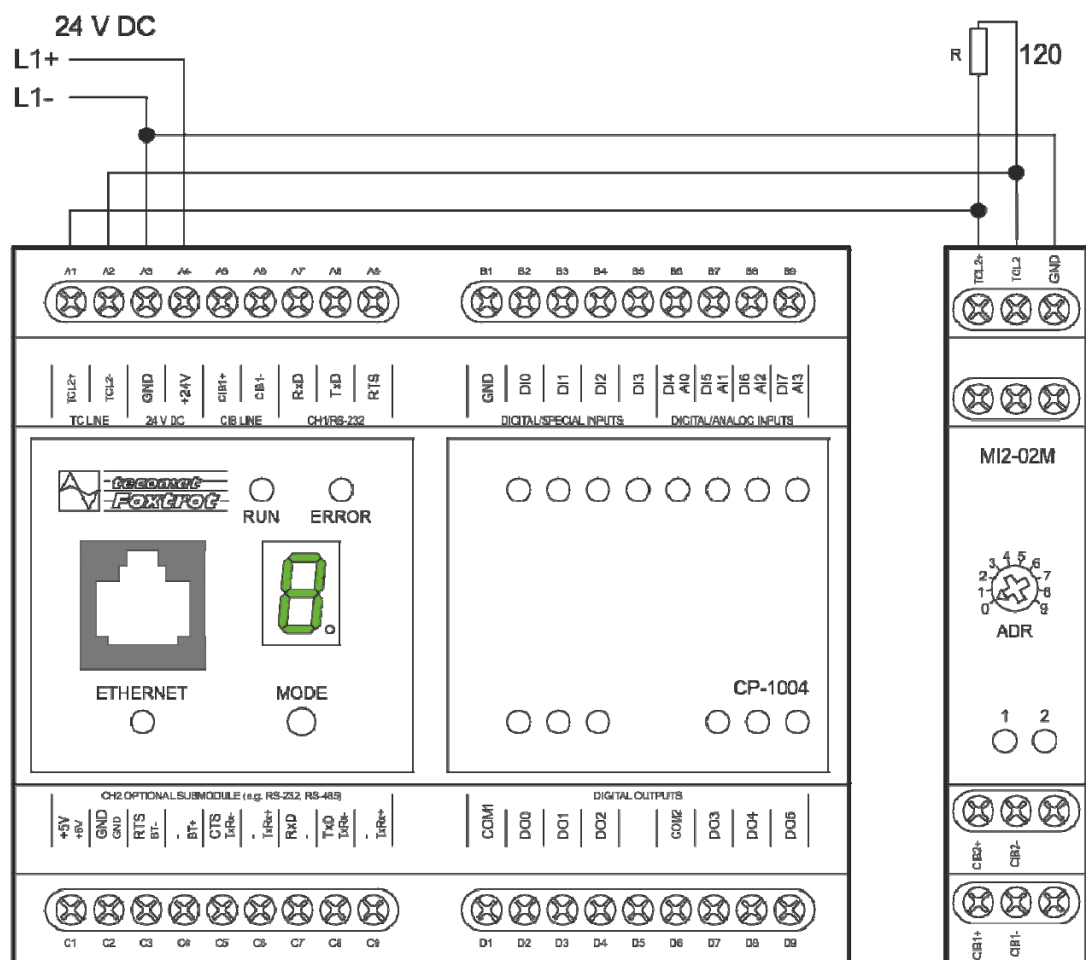


Рис. 3.20. Схема підключення майстер-модуля MI2-02M до базового модуля

Майстер-модуль живиться прямо з відгалуження СІВ1 (якщо з модуля використовується тільки одне відгалуження СІВ, необхідно завжди використовувати СІВ1, в іншому випадку модуль не матиме забезпечене живлення).

Контрольні питання

1. Охарактеризувати призначення та групи периферійних модулів системи «Foxtrot».
2. Призначення і основні параметри периферійного модуля ІВ-1301. Навести приклад підключення.
3. Призначення і основні параметри периферійного модуля ОС-1401. Навести приклад підключення.
4. Призначення і основні параметри периферійного модуля ІР-1501. Навести приклад підключення.
5. Особливості використання бінарних входів периферійних модулів в якості входів для лічильника.
6. Призначення і основні параметри периферійного модуля ІТ-1601. Навести приклад підключення.
7. Призначення і основні параметри периферійного модуля ІТ-1602. Навести приклад підключення.
8. Надати характеристику спеціальним модулям системи «Foxtrot».
9. Назвати способи з'єднання модулів «Foxtrot» за допомогою шини ТСL2. Навести приклад підключення.
10. Надати характеристику шині СІВ.

Лабораторна робота № 4

Обслуговування ПЛК Tecomat Foxtrot CP-1005

Мета роботи: ознайомлення з вказівками щодо безпечного обслуговування, введенню в експлуатацію, діагностики та усунення помилок Tecomat Foxtrot CP-1005, оновлення прошивок базового та периферійних модулів.

При увімкненому живленні ПЛК, вхідних і вихідних контурів ПЛК забороняється відключати і підключати як проводи живлення, так і проводи сигналів й проводи шин, приєднаних до затискних плат модулів ПЛК.

При програмуванні алгоритмів керування ПЛК неможливо виключити можливість помилки в програмі користувача, яка може привести до несподіваної поведінки керованого об'єкта, в результаті чого може статися виникнення аварійної ситуації і, в крайньому випадку - наражати на небезпеку осіб, що обслуговують систему. При обслуговуванні ПЛК головним чином на етапі випробувань і налагодження нових програм користувача з керованим об'єктом необхідно безумовно дотримуватися обережності.

Дії при першому введенні ПЛК в експлуатацію:

а) Перевірити, чи правильно підключено живлення мережі в модулях живлення.

б) Перевірити з'єднання захисних затискачів з основним захистом затискачів розподільника або шафи.

в) Перевірити взаємне з'єднання модулів ПЛК.

г) Перевірити, чи відповідає конфігурація ПЛК та адресація модулів даному додатку.

д) Перевірити, чи правильно підключено контури живлення модулів ПЛК (недотримання параметрів напруги живлення може привести до виходу з ладу вхідних або ж вихідних контурів).

е) Увімкнути живлення ПЛК. Живлення всіх модулів повинно бути увімкнено одночасно, або в наступному порядку:

- спочатку живлення периферійних модулів (в будь-якому порядку);
- нарешті живлення базових модулів CP-100х.

Інші дії не допускаються!

Після увімкнення ПЛК його виходи заблоковано. Цей факт сигналізується світлодіодами OFF на периферійних модулях. Якщо після увімкнення живлення на одному з вхідних або вихідних модулів короткочасно засвітиться контроль замикання деяких входів або виходів, це не помилка. Система після увімкнення живлення забезпечує скидання в нульове положення входів і виходів і світлодіоди після закінчення деякого часу згаснуть. Виходи завжди після увімкнення живлення заблоковано і розблоковуються вони тільки при переході ПЛК в режим RUN (якщо користувач не встановить інше).

Послідовність увімкнення ПЛК наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1. Етапи увімкнення ПЛК

Робота центрального процесора OK – без помилок; ERR – помилка	Індикація
1. Ініціалізація і тести обладнання (HW)	
OK – перехід на наступний етап	світиться RUN
ERR – помилка в пусковій, або ж головній прошивці центрального процесора, зупинка послідовності увімкнення, ПЛК неможна експлуатувати	світиться ERR
TEST – перехід в режим тестування відбувається якщо коротко натиснути кнопку MODE під час увімкнення живлення	світиться RUN
BOOT – перехід в режим оновлення прошивки відбувається якщо натиснути кнопку MODE перед увімкненням живлення ПЛК і постійно тримати її протягом 3 секунд після увімкнення системи	світиться RUN
2. Ініціалізація системного програмного забезпечення процесора	світиться RUN
3. Ініціалізація шини (якщо під час етапів 2 і 3 протягом 3 секунд утримувати натиснутою кнопку MODE з'явиться можливість вибору на етапі 9)	світиться RUN
4. Підключення SD/MMC-карти	світиться RUN
5. Ініціалізація файлової системи і Web-серверу	світиться RUN
6. Визначення конфігурації HW системи	
Очікування готовності розділюючих елементів комплекту (шини CIB / iNels і т.п.)	світиться RUN
OK - перехід на наступний етап	світиться RUN
ERR - помилка зареєстрована в накопичувачі помилок	світяться RUN та ERR
7. Ініціалізація ПЛК згідно програмі користувача	
OK - перехід на наступний етап	світиться RUN
ERR - помилка зареєстрована в накопичувачі помилок	світяться RUN та ERR
8. Активація зв'язку з системою вищого рівня	світиться RUN
9. Налаштування режиму ПЛК	
OK - перехід в режим RUN і запуск програми користувача	блимає RUN
OK - якщо була натиснута кнопка протягом 3 секунд на етапах 2 або 3, перехід в режим HALT, програма користувача не виконуватиметься	світиться RUN
ERR - якщо виникла помилка під час послідовності увімкнення, перехід в режим HALT, програма користувача не виконуватиметься	світяться RUN та ERR

Послідовність увімкнення може бути закінчена трьома способами. Якщо все в порядку, ПЛК після припинення послідовності увімкнення почне виконувати програму користувача. Якщо під час послідовності увімкнення система діагностики ПЛК визначила критичну помилку, ПЛК залишається в режимі HALT і сигналізує про помилку.

Якщо натиснути кнопку MODE після відображення версії прошивки і тримати її протягом 3 секунд, ПЛК перейде в режим HALT, при якому програма користувача не виконуватиметься, виходи ПЛК залишаються заблокованими і ПЛК очікує вказівок від системи вищого рівня. Програму користувача можна запустити за допомогою програмного середовища або ж вимкненням і увімкненням живлення. Ця функція корисна на випадок виникнення проблем з працюючою програмою.

Режими роботи ПЛК

Як відомо, ПЛК «Foxtrot» може працювати в декількох робочих режимах. Ці режими позначені RUN, HALT і PROG.

У режимі RUN контролер зчитує сигнали з входів, виконує інструкції (список команд) програми користувача і записує розраховані величини сигналів у виходи. Режим RUN сигналізується блиманням світлодіоду RUN на базовому модулі. Одночасно блимають світлодіоди RUN на обслуговуваних периферійних модулях і таким чином сигнализують, що відбувається передача даних між базовим та периферійними модулями. Світлодіоди ERR не світяться.

Якщо увімкнено аналізатор, який є складовою частиною Graphmaker в середовищі «Mosaic», на дисплеї за написом Run відображено малий знак A. Якщо активна фіксація сигналів периферійних модулів, яка доступна в середовищі «Mosaic» в панелі Setting I/O, на дисплеї після напису Run відображено малий знак F.

Режим HALT служить перш за все для дій, пов'язаних з налагодженням програми користувача. В даному режимі програма не виконується і не відбувається передача даних між базовим і периферійними модулями.

Зелені світлодіоди RUN на базовому та периферійних модулях світяться постійно, діоди ERR не світяться. В середовищі «Mosaic» в верхньому лівому кутку відображено напис Halt.

У режимі PROG базовий модуль знаходиться в режимі запису програми користувача в EEPROM. В даному режимі програма не виконується і не відбувається передача даних між базовим і периферійними модулями. Зелені

світлодіоди RUN на базовому та периферійних модулях світяться постійно, діоди ERR не світяться. В середовищі «Mosaic» в верхньому лівому кутку відображено напис Prog.

Винятком із зазначених правил є ситуація, при якій в контролері виникає серйозна (критична) помилка, яка перешкоджає продовженню роботи. В даному випадку в ПЛК запускається механізм обробки серйозних помилок, який проводить обробку помилки з точки зору безпеки керування і переводить ПЛК в режим HALT. Зелений світлодіод RUN перестане блимати і завітнється червоний світлодіод ERR, який сигналізує стан збою. В програмному середовищі «Mosaic» відображується код помилки, яка призвела до зупинки роботи ПЛК.

Індикація операційних режимів роботи центрального процесора наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2. Індикація робочих режимів роботи центрального процесора

Стан центрального процесора	Дисплей	Індикація світлодіода
Режим RUN	G	блимає RUN
Режим RUN - виходи заблоковано	G	блимає RUN
Режим RUN - аналізатор увімкнено	G	блимає RUN
Режим RUN - фіксація сигналів активована	F	блимає RUN
Режим RUN - фіксація сигналів активована, аналізатор увімкнено	F	блимає RUN
Режим HALT	H	світнється RUN
Режим HALT - серйозна помилка ПЛК	E-xx-xx-xxxx	світнється RUN та ERR
Режим PROG	P	світнється RUN
Відбувається вимикання ПЛК - випадання живлення	O	світнється RUN

Зміну режимів роботи ПЛК можна проводити за допомогою системи верхнього рівня, зв'язок з якою відбувається через послідовний канал або інтерфейс Ethernet. Типовою системою верхнього рівня є комп'ютер, який працює в якості програматора, моніторингового обладнання або ж робочого місця персоналу.

При зміні режимів роботи ПЛК деякі дії проводяться стандартно, а деякі можна проводити вибірково. Загалом вважається, що зміна робочого режиму ПЛК – це дія, яка вимагає підвищеної обережності, бо в багатьох випадках дуже сильно впливає на стан керованого об'єкта.

Стандартні дії, що проводяться при зміні режиму ПЛК

При переході з режиму HALT на RUN проводиться:

- тест цілісності програми користувача;
- контроль конфігурації програмного забезпечення периферійних модулів;
- запуск програми на виконання.

При переході з режиму RUN на HALT проводиться:

- блокування (вимкнення) входів / виходів ПЛК.

Якщо протягом переходу між режимами виникне критична помилка, контролер встановлює режим HALT, сигналізує помилку з допомогою дисплея на центральному процесорі і очікуватиме на усунення причини помилки.

Вибіркові дії, що проводяться при зміні режиму ПЛК

У разі переходу з режиму HALT на RUN можна вибірково проводити:

- скидання в нульове положення помилки;
- «теплий» або «холодний» повторний запуск. Розрізняють два типи повторного запуску – «теплий» і «холодний». «Теплий» повторний запуск дозволяє зберегти інформацію в регістрах і протягом вимкненого живлення. «Холодний» повторний запуск завжди проводить повну ініціалізацію пам'яті:
- тест цілісності програми користувача;
- скидання в нульове положення всієї пам'яті-блокнота ПЛК;
- скидання в нульове положення залишкової зони (тільки «холодний» повторний запуск);
- ініціалізація системних регістрів S;
- ініціалізація і контроль периферійної системи ПЛК.

Під повторним запуском розуміється така робота ПЛК, завдання якої полягає в підготовці контролера до виконання програми користувача. Повторний запуск при нормальних обставинах проводиться при кожній зміні програми. Програму користувача можна також запустити без повторного запуску, в такому випадку проводиться тільки тест цілісності програми і контроль периферійної системи ПЛК.

- блокування входів / виходів при виконанні програми користувача. Вимога на блокування входів / виходів ПЛК призведе до того, що програму користувача буде виконано з відключеними входами / виходами, активна буде тільки сигналізація стану входів / виходів.

У разі переходу з режиму RUN на HALT можна вибірково проводити:

- скидання в нульове положення помилки;
- скидання в нульове положення входів / виходів ПЛК.

При скиданні в нульове положення помилки ПЛК, скидається до нуля весь накопичувач помилок, включаючи інформацію про периферійні модулі.

Система діагностики ПЛК «FOXROT» є складовою частиною стандартного програмного забезпечення та апаратного оснащення ПЛК.

В разі виникнення помилки в контролері система діагностики повинна, перш за все, обмежити можливість виникнення аварійних станів у технологічному обладнанні, яке підключено до ПЛК. Наступним завданням цієї системи є спрощення сервісним працівникам або користувачам робіт з усунення помилок. Система діагностики починає свою дію при увімкненні живлення ПЛК та працює незалежно від користувача.

Центральний процесор має накопичувач помилок, що вміщує 8 останніх помилок повідомлених системою діагностики. Помилки в накопичувачі мають довжину 4 байти. Зміст накопичувача помилок можна зчитувати за допомогою програмного середовища «Mosaic».

Помилки в накопичувачі помилок як правило стосуються програмування контролера та стану периферійних модулів. Стан базового модуля (центрального процесора) відображується під час послідовності увімкнення (див. табл. 4.1), а інформація про індикацію операційних режимів наведено в табл. 4.2.

Всі помилки, які можуть виникнути в ПЛК, з точки зору їх важливості ділять на дві групи:

а) серйозні помилки, які не дозволяють проводити безпомилкове керування. При цьому світлодіоди ERR і RUN світяться, контролер переходить в режим HALT і блокує виходи, на дисплеї відображено інформацію про останню помилку.

б) інші помилки що істотно не впливають на саме керування. При цьому світлодіод ERR не світиться, світлодіод RUN блимає, ПЛК залишається в режимі RUN, а код помилки записується в регістр S48-S51 і є в розпорядженні для обробки програмою.

У разі виникнення однієї з серйозних помилок система діагностики спочатку блокує виходи, припиняє виконання програми користувача і потім ідентифікує помилку. Інформацію про помилку можна отримати на дисплеї

центрального процесора (тільки остання помилка), або зчитуванням накопичувача помилок у вищій системі (в програмному середовищі «Mosaic»).

Скидання помилки можна здійснити командою з вищої системи або вимкненням і увімкненням живлення ПЛК.

До серйозних помилок відносять:

- помилки програми користувача і технічного забезпечення центрального процесора:

- помилки збереження програми користувача;
- помилки технічного забезпечення центрального процесора;
- помилки програмування;
- помилки обслуговування комунікаційних каналів;
- помилки в периферійній системі;
- помилки системи.

Інші помилки:

- помилки системи;
- помилки програми користувача;
- помилки при проведенні on-line змін.

У разі виникнення інших помилок, які не впливають на саме керування, система діагностики тільки ідентифікує помилку і керування процесом відбувається далі.

Цифрові коди помилок, які вказано в гексадецимальному вигляді, наведено в документації [1].

Оновлення прошивки

Система TECOMAT FOXTROT дозволяє оновити прошивки всіх процесорів без необхідності демонтажу. Зміни проводяться через центральний процесор. Необхідні програми і окремі прошивки доступні в мережі Інтернет за адресою www.tecomat.com.

Для оновлення прошивки (фірмового системного програмного забезпечення) центральних процесорів системи TECOMAT FOXTROT використовується програма Firmup1c.exe (така ж програма використовується для систем TC650 і TC700).

Оновлення можна проводити через послідовний канал або Ethernet.

Програма Firmup1c.exe для своєї роботи потребує бібліотеку SimplePlcCom.dll, яка повинна бути розміщена в тій же папці, в якій знаходиться програма Firmup1c.exe.

Прошивка *центральных процессоров* складається з декількох файлів, причому деякі можуть бути змінені тільки сервісними працівниками фірми Тесо. У випадку системи TECOMAT FOXTROT користувач може змінювати власну прошивку центрального процесора `teso1005.tfw` (для CP-1005).

Системи мають з виробництва попередньо встановлену IP адресу 192.168.134.176. Ця адреса встановлюється також в разі, якщо станеться зміна цілісності записів комунікаційних параметрів в EEPROM центрального процесора.

Програма `Firmup1c.exe` запускається з командного рядка і для своєї роботи вимагає вказівки наступних параметрів:

`FIRMUP1C.EXE P1 P2 P3 P4 [P5] [P6] [P7] [Px] [Py] [Pz]`.

Де P1 – 1, 2, 3, 4 номер COM порту послідовного каналу, або E – для зв'язку через Ethernet;

P2 – 600, 1200, ..., 38400 швидкість послідовного каналу, або Xxx.xxx.xxx.xxx – IP адреса ПЛК при зв'язку через Ethernet;

P3 – 0, ..., 99 адреса для зв'язку;

P4 / P5 / P6 / P7 – *.tfw назви файлів з прошивкою;

Px – / V показ наявної версії прошивки процесора;

Py – / P програмувати, навіть якщо версія прошивки така ж або вище;

Pz – / C або / E мова (чеська або англійська).

Програму `Firmup1c.exe` можна запускати також з файлу (*.bat).

Розглянемо *приклад запуску програми Firmup1c.exe*.

Приклад 1. Записати нову прошивку через COM2 із швидкістю 38400 кбіт/с в CP-1004 з адресою 0, після встановлення зв'язку показати актуальну версію прошивки в процесорі, діалоги програми вести англійською мовою:

`Firmup1c.exe 2 38400 0 teco1004.tfw / V / E`.

Приклад 2. Записати нову прошивку через Ethernet в CP-1014 з адресою 192.168.33.160, після встановлення зв'язку показати актуальну версію прошивки в процесорі, діалоги програми вести чеською мовою:

`Firmup1c.exe E 192.168.33.160 0 teco1014.tfw / V / C`

Дії під час запису нової версії прошивки

1. Увімкнути живлення ПЛК і почекати перехід в режим RUN або ERR.
2. Під'єднати комунікаційний кабель (кабель для послідовного зв'язку або кабель Ethernet).
3. Актуальні налаштування параметрів зв'язку можна визначити натисканням кнопки на передній панелі центрального процесора.
4. Перед запуском програми Firmup1с.exe потрібно завершити всі інші зв'язки з центральним процесором (головним чином зв'язки з середовищем «Mosaic»). Якщо це не зробити, програма Firmup1с.exe буде повідомляти про неможливість зв'язку з центральним процесором. Зв'язки можна припинити, наприклад відключенням всіх інших комунікаційних кабелів від центрального процесора.
5. На комп'ютері запустити програму Firmup1с.exe з відповідними параметрами. У вікні, яке відкриється при запуску, буде зображено інформацію про приєднання центрального процесора типу:

Firmware Upgrade Utility for TECOMAT systems

version 2.7 (c) 2002,...,2007 Teco a.s.

Address of system : 192.168.33.160

Communication : Ethernet 10M

Identification string : 100 CP1004K V2.4

FW version : Switch 1004 v1.7

: Testy CP-1004 v1.4

: Boot CP1004 v1.9

: CP-1004 v2.4

!!! System SW running!!! Run BOOT (Y/N) ??? :

Якщо натиснути клавішу N, програму Firmup1с.exe буде завершено і будь-яке оновлення прошивки не буде проведено. Таким способом можна визначити версію прошивки центрального процесора. Натиснувши клавішу Y можна розпочати процес перезапису прошивки. Після цього необхідно відповісти на наступне питання:

!!! Program with verification (Y/N) ??? :

Якщо натиснути клавішу N, програмування прошивки буде проведено без додаткової верифікації запрограмованих блоків. Необхідний час для програмування буде коротше, ніж у випадку натискання клавіші Y. Хід програмування буде зображений таким чином:

Identification string	: 100 BOOT C 1.9
FW Upgrade started at	: 11:32:39
File programming	: tec01004.tfw
File version in Flash	: v2.4
Programmed file version	: v2.5
Approx. file size	: 442.8 [KB]
	342.8 [KB] programmed

Після припинення програмування відобразиться наступне повідомлення:

```
FW Upgrade stopped at      : 11:34:18
New firmware is programmed at the system
After finishing FirmUp1C firmware will be started !
... Press any key ...
```

Натисканням будь-якої клавіші припиниться оновлення прошивки. Центральний процесор проведе повторний запуск та увімкниться з новою версією прошивки, яка під час увімкнення відображена на дисплеї модуля.

Оновлення прошивки *периферійних модулів і периферійних частин основного модуля* проводиться через центральний процесор, приєднаний через інтерфейс Ethernet за допомогою програми Flasher.

Після запуску програми flasher.exe з'явиться вікно, вигляд якого наведено на рис. 4.1.

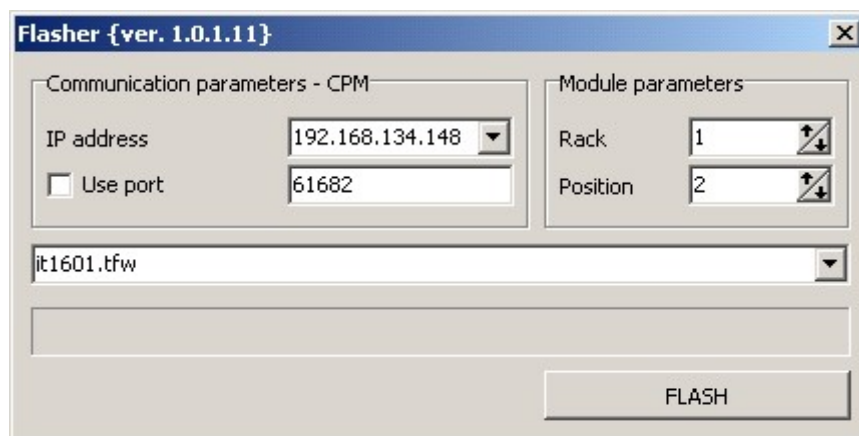


Рис. 4.1. Вікно програми Flasher

У секції Communication parameters - CPM потрібно встановити IP адресу ПЛК. Номер порту повинен бути завжди 61682 (пункт Use port не встановлювати).

У секції Module parameters встановити номер групи (параметр Rack) і адресу модуля (параметр Position). У системах TECOMAT FOXTROT діють правила адрес згідно табл. 4.3.

Таблиця 4.3. Правила адрес у системах TECOMAT FOXTROT

Модуль	Частина модуля	Файл з прошивкою	Параметр Rack	Параметр Position
CP-1014, CP-1015	OI-1072	oi1072.tfw	0	1
CP-1004, CP-1005, CP-1014, CP-1015	MI2-01	mi2-02m.tfw	0	2
CP-1004, CP-1014	IR-1055	ir1055.tfw	0	3
CP-1005, CP-1015	IR-1056/1064	ir1056.tfw	0	3
ID-14	-	id14.tfw	0	адреса (8 – 11)
IB-1301	-	ir1xxx.tfw	1	адреса
OS-1401	-	ir1xxx.tfw	1	адреса
IR-1501	-	ir1xxx.tfw	1	адреса
IT-1601	-	it1601.tfw	1	адреса
IT-1602	-	it1602.tfw	1	адреса
MI2-02M	линия 0	mi2-02m.tfw	3	адреса
	линия 1	mi2-02m.tfw	3	адреса + 1

Тут необхідно звернути увагу, що для складових частин основного модуля величина Rack має завжди значення 0, а величина Position задається в залежності від типу складової частини. Периферійні модулі мають величину Rack

завжди 1, а величина Position відповідає величині встановленої на поворотному перемикачі адреси.

Панелі ID-14 мають величину Rack завжди 0, а величина Position визначена налаштуванням адреси панелі в діапазоні 8-11.

Зовнішній майстер модуля збірної шини СІВ містить два процесори. Величина Rack завжди повинна бути 3, а величина Position відповідає величині встановленої на поворотному перемикачі адреси для процесора, що обслуговує лінію 0. Для процесора, який обслуговує лінію 1 встановлюється величина Position на 1 вище.

Після налаштування параметрів потрібно натиснути кнопку FLASH. Якщо ПЛК знаходився у режимі RUN, він перейде в режим HALT і зупинить всі зв'язки по збірних шинах.

Якщо потрібний додаток знайдений, відкриється вікно з описом наявної версії прошивки в модулі і версії прошивки, яку планується запрограмувати.

Щоб розпочати процес програмування прошивки необхідно натиснути кнопку Yes. Про хід оновлення прошивки повідомляється в синьому полі в нижній частині вікна (див. рис. 4.1). Після закінчення процесу прошивки з'явиться повідомлення, яке потрібно підтвердити кнопкою ОК. Після цього Flasher готовий до нового використання. Можна змінювати параметри і записувати інші прошивки інших модулів. Зв'язок на шині ПЛК буде автоматично відновлено приблизно за десять секунд після припинення програмування.

Програму Flasher також можна запускати через командний рядок відповідно до наступного прикладу:

```
flasher.exe /TFW IR1055.tfw /IP 192.168.33.150 /PORT 61682 /RACK 0 /POS 3  
/AUTOMAT  
/TFW      - назва файлу *.tfw  
/IP       - IP адреса центрального процесора ПЛК  
/PORT     - порт (завжди 61682)  
/RACK     - група  
/POS      - адреса  
/AUTOMAT - використання програми в якості консольного додатку
```

Після запуску з'явиться вікно програми Flasher, в якому вже встановлено величини прийняті з параметрів командного рядка. Достатньо тільки натиснути кнопку FLASH. Подальша поведінка програми відповідає попередньому опису.

Контрольні питання

1. Перелічити дії при першому введенні ПЛК в експлуатацію.
2. Послідовність увімкнення ПЛК.
3. Назвати особливості режимів роботи ПЛК.
4. Зміна режимів роботи ПЛК
5. Розкрити призначення системи діагностики та назвати групи помилок. Навести приклади помилок та назвати можливі варіанти їх усунення.
6. Особливості оновлення прошивок центральних процесорів системи TECOMAT FOXTROT. Навести приклад запуску програми Firmup1с.exe.
7. Перелічити дії під час запису нової версії прошивки центрального процесора.
8. Особливості оновлення прошивок периферійних модулів і периферійних частин основного модуля.

Лабораторна робота № 5

Вивчення основ роботи в програмному середовищі «Mosaic»

Мета роботи: ознайомлення з програмним середовищем «Mosaic».

Загальні відомості про програмне середовище «Mosaic»

«Mosaic» – це програмне середовище для створення і налагодження програм для програмованих логічних систем TECOMAT[®] і TECOREG[®] з продукції компанії «Тесо а.с. Колін ». Програма «Mosaic» поставляється з 2000 року. Середовище розроблено відповідно до міжнародної норми ІЕС EN-61131-3 (далі ІЕС 61131-3), яка визначає структуру програм і мови програмування для ПЛК.

«Mosaic» дозволяє програмувати всі ПЛК, які поставляються фірмою «Тесо». Старі ПЛК TECOMAT[®] серії NS950, TC400, TC500, TC600 і TECOREG[®] серії TR050, TR200, TR300 програмуються за допомогою мнемонічних кодів. У новій генерації TC700, TC650 і Foxtrot[®] зазвичай використовується програмування згідно з нормою ІЕС EN 61131-3 в текстових мовах IL і ST і графічних мовах LD і FBD.

Програма на мові згідно з нормою ІЕС 61131-3 складається з елементів, які називаються програмними організаційними одиницями (POU, Program Organisation Unit). Цими одиницями є функції, функціональні блоки і найвищою одиницею є програма.

Як вже було сказано, програмувати можна в графічних і текстових мовах. Програмування в графічних мовах просте і інтуїтивне. Окремі контакти або блоки вибираються з панелі інструментів вікна програми редагування і знаходяться на робочому столі. Середовище саме пропонує діалогові вікна для переліку змінних або вибору необхідного POU в момент запису контакту, або ж блоку. Як змінні, так і POU можна попередньо визначити за допомогою ІЕС менеджера або в момент першого використання. Таку ж підтримку пропонує середовище «Mosaic» в текстових мовах. Мовою структурованого тексту ST можна при складанні програми використовувати ІЕС асистента, який пропонує закінчення розписаних конструкцій, дозволяє запис доступних змінних, їх визначення і т.п. Все є в розпорядженні за допомогою гарячих клавіш або правої кнопки миші. При складанні програми можна окремі мови комбінувати. Але як тільки для запису POU обрано певну мову, її вже неможливо змінити. Інші POU можуть бути написані іншою мовою. Це дозволяє розділити програму і, наприклад, частину керуючої логіки писати

на мові LD, а частину, в якій проводяться математичні розрахунки і з'являються складні вирази, написати мовою ST.

Деклараційна частина програми у всіх мов загальна. Підтримуються всі інформаційні типи визначені вище вказаною нормою в тому числі інформаційного типу для роботи з часом, інформаціями або ланцюжками. Опис самих інформаційних типів в тому числі структур і полів підтримується так само як і опис всіх типів POU.

Середовище «Mosaic» має інтегровану можливість використовувати бібліотеки блоків і створювати власні бібліотеки користувачів POU.

Створення нового проекту

Програми для системи керування складаються з окремих файлів. Деякі створює сам програматор, деякі створюються автоматично в результаті роботи спеціалізованого інструменту. Перед початком роботи в середовищі «Mosaic» рекомендовано ознайомитися з основною термінологією, зазначеною в керівництві «Програмування ПЛК відповідно до IEC 61131-3 в середовищі «Mosaic» [2]. Основні терміни: типи даних, змінні, конфігурація, джерела і завдання, програмна організаційна одиниця POU (функції, функціональні блоки, програми), мови програмування (IL, ST, LD, FBD).

Розглянемо створення нового проекту, до якого буде включено першу програму для одного конкретного ПЛК системи. Після відкриття всіх вікон середовища відобразиться діалог для відкриття групи проектів (рис. 5.1). У діалозі можна провести вибір вже існуючої групи або створити нову групу.

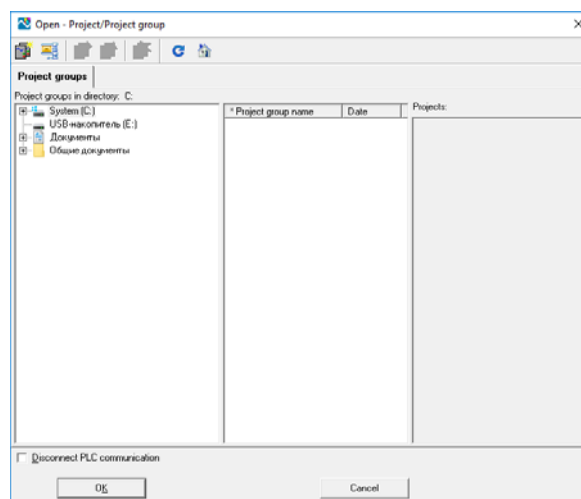


Рис. 5.1. Діалогове вікно Open – Project/Project group

Натиснемо лівою кнопкою миші New Project Group. Відбудеться відкриття діалогового вікна New Project Group (рис. 5.2).

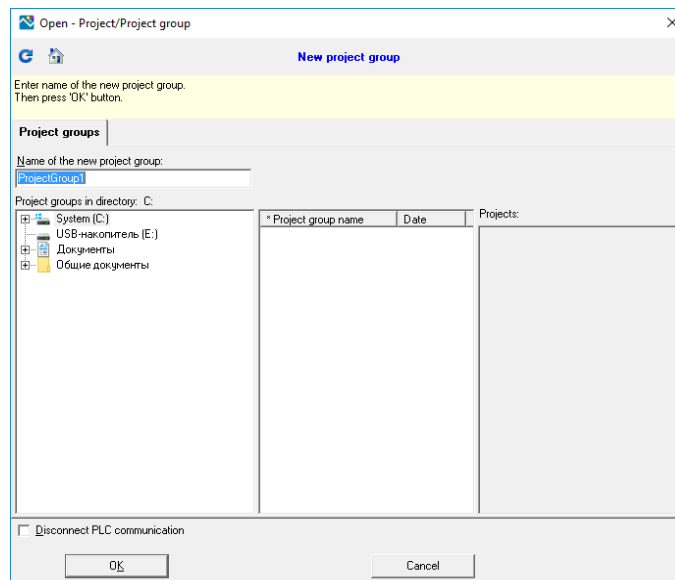


Рис. 5.2. Діалогове вікно Open – Project/Project group>New Project Group

Заповнимо назву нової групи проектів. Підтвердимо кнопкою ОК.

Після цього відкриється діалогове вікно New Project (рис. 5.3). Заповнимо нову назву проекту і підтвердимо кнопкою ОК.

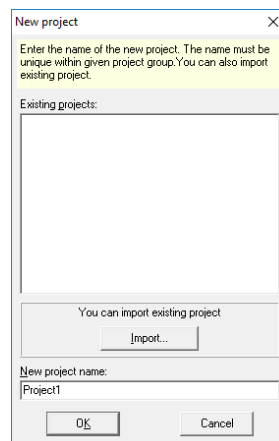


Рис. 5.3. Діалогове вікно New project

Далі відкриється діалогове вікно Basic selection of control system (рис. 5.4), яке призначено для визначення типу ПЛК з продукції «Тесо» на якому програма працюватиме.

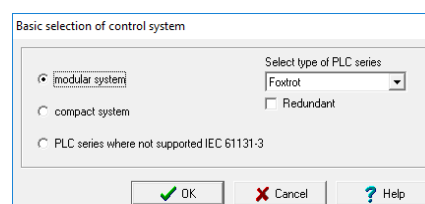


Рис. 5.4. Діалогове вікно Basic selection of control system

Далі відкриється діалогове вікно Program organisation unit declaration програми (рис. 5.5). Тут можна програмі визначити назву, описати її коротко в коментарі і вибрати мову, якою вона буде написана.

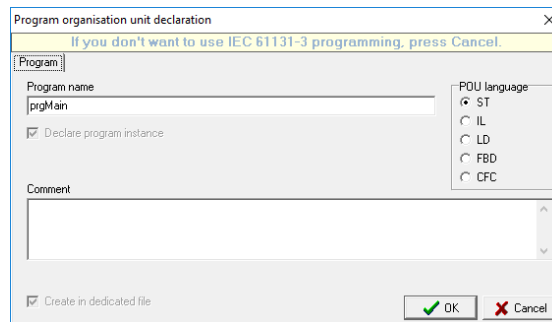


Рис. 5.5. Діалогове вікно Program organisation unit declaration

У діалоговому вікні Program organisation unit declaration залишимо або змінимо назву програми. Виберемо одну з мов програмування згідно з нормою ІЕС 61131-3:

- IL / Instruction List – мова списку інструкцій;
- ST / Structured Текст – мова структурованого тексту;
- LD / Ladder Diagram – мова релейної діаграми (мова контактних схем);
- FBD / Function Block Diagram – мова функціональної блокової схеми / діаграми;
- SFC / Sequential Function Chart – мова послідовної функціональної схеми / діаграми (високорівневий графічний інструмент).

Вибір підтвердимо кнопкою ОК.

Далі відбудеться відкриття діалогового вікна Program instance definition (рис. 5.6).

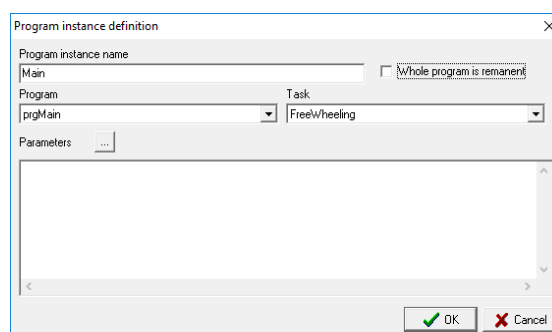


Рис. 5.6. Діалогове вікно Program instance definition

Залишимо або змінимо назву екземпляру (класу, об'єкта, запису) програми. Підтвердимо кнопкою ОК.

Таким чином, закінчено створення нового проекту з порожньою програмою. З'явиться вікно з основним розміщенням робочих панелей.

Робочі панелі середовища «Mosaic» показані на рис. 5.7.

1. У верхній частині головного вікна розташовані текстове меню середовища «Mosaic» і відразу ж під ним – головна панель інструментів з графічними іконками.

2. У середній частині є головна докова панель, де зазвичай відкриваються вікна програм редагування. У верхній частині вікна є вкладиші з назвами файлів.

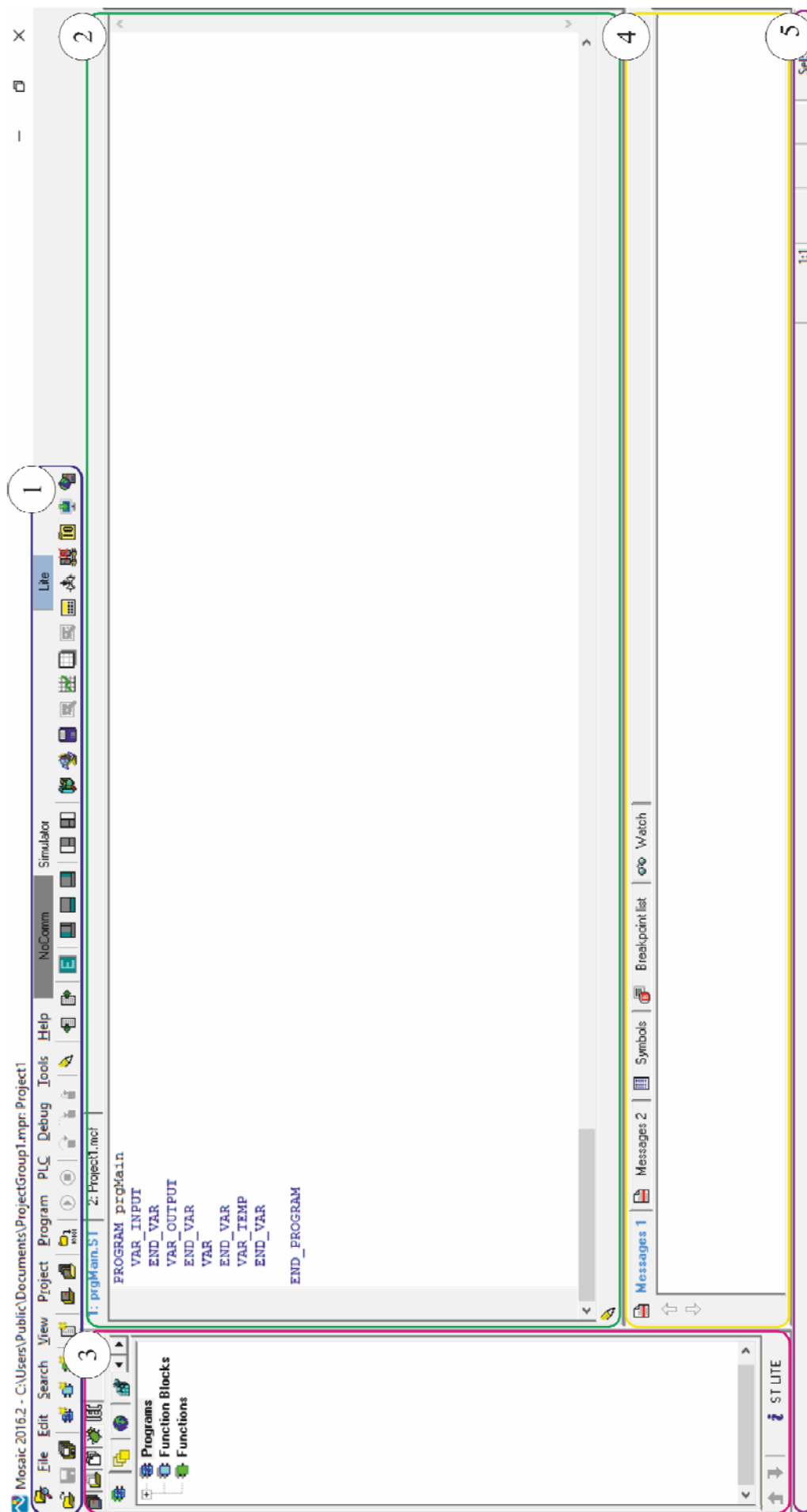


Рис. 5.7. Організація робочого вікна середовища «Mosaic»

3. У лівій частині головного вікна є допоміжна докова панель. У ній зазвичай відкриті вікна допоміжних організаційних інструментів. наприклад:

- Вікно Project groups (Групи проектів);
- Вікно Files in project (Файли проекту);
- Вікно Opened files (Перелік відкритих файлів);
- Вікно Debug context (Середовище налагодження);
- Вікно IEC Manager.

4. У нижній частині головного вікна є нижня докова панель, в якій зазвичай є відкриті вікна інформаційних інструментів, а також вікна інструментів виду області пам'яті і змінних в ПЛК. Наприклад:

- вікно Messages 1;
- вікно Messages 2;
- вікно Breakpoint list;
- вікно Symbols;
- вікно Accumulators;
- вікно Memory 1;
- вікно Memory 2.

5. У самому нижньому рядку головного вікна є інформаційний рядок, в якому відображуються інформаційні тексти, а в правій частині - інформація з активної програми редагування, такі як номер рядку: стовпчик і робочі режими програми редагування.

Значення графічних іконок на панелі інструментів наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Значення графічних іконок панелі інструментів

Позначення	Опис
	Менеджер проекту (Ctrl+Alt+F11) призначений для визначення типу ПЛК, його налаштування. Крім того, він призначений для налаштування звичайних функцій програмного забезпечення, драйверів зв'язку, взаємопідключення даних між окремими проектами ПЛК, а також для текстових операторських панелей, які включені в дану групу проектів
	Відкрити файл (Ctrl+O)
	Записати активний файл з програми редагування (Ctrl+S)
	Записати всі файли

Продовж. табл. 5.1

Позначення	Опис
	Відкрити групу проектів (Ctrl+F11)
	Список проектів в групі (Shift+Ctrl+F12)
	Додати новий проект в групу
	Додати новий файл в проект
	Додати існуючий файл в проект
	Видалити файл з проекту
	Перевести проект в цільову форму (F9)
	Запуск програми - Run (Ctrl+F9)
	Зупинка програми - Alt (Ctrl+F2)
	Перемикач режиму програми редагування
	Головна панель на весь робочий стіл і навпаки (F5)
	Відобразити / приховати ліву панель
	Відобразити / приховати нижню панель
	Відобразити / приховати праву панель
	Ліва панель вище / нижче
	Права панель вище / нижче
	Карта реєстрації користувачів
	Налаштування входів / виходів. Вікно відображує дані входів і виходів, дозволяє сигналу на вході і виході надати назву, дозволяє під час налаштування програми зафіксувати величини входів і виходів в довільний стан
	Інструмент PIDMaker
	Інструмент PanelMarker призначений для визначення вмісту екранів для текстових операторських панелей. Генерує автоматично частину кодів програми для обслуговування текстових панелей НМІ
	Симулятор панелей призначений для тестування програмного обслуговування операторської панелі
	Інструмент WebMaker призначений для створення XML сторінок для сайт-сервера в центральних процесорах і базових модулях, які цю функцію підтримують
	Інструмент GraphMaker призначений для графічного відображення змінних ПЛК в формі графіків часу

Розглянемо приклади *сигналізації стану ПЛК* на панелі інструментів головного меню (табл. 5.2).

Таблиця 5.2. Сигналізації стану ПЛК на панелі інструментів головного меню

Позначення*	Опис
0:Run 47 ms	ПЛК працює, входи ПЛК розблоковано, програма в ПЛК відповідає відкритому проекту
0:Halt 15 ms	ПЛК зупинено, програма в ПЛК відповідає відкритому проекту, входи ПЛК заблоковані
0:Run 47 ms	ПЛК працює, входи ПЛК заблоковані, програма в ПЛК відрізняється від актуального проекту
0:Halt 16 ms	ПЛК зупинено, програма в ПЛК відрізняється від актуального проекту
NoComm	Зв'язок з ПЛК або симулятором вимкнено
Připojení...	Встановлення зв'язку
Com Fail	Помилка при зв'язку з ПЛК

*Значення окремої інформації про стан ПЛК:

номер 0	номер адреси ПЛК;
відокремлювач :	виходи ПЛК розблоковано;
відокремлювач ^	виходи ПЛК заблоковано;
Run	ПЛК працює, виконує програму в циклі;
Halt	ПЛК зупинено, програма не виконується;
47 ms	період зв'язку програми «Mosaic» з ПЛК

Колір фону поля стану (див. табл. 5.2):

- зелений колір сигналізує про відповідність програми в ПЛК і «Mosaic»;
- сірий колір сигналізує про невідповідність програми в ПЛК і «Mosaic»;
- червоний колір сигналізує про помилку зв'язку;
- темно-сірий колір сигналізує про зникнення зв'язку;
- рожевий колір сигналізує стан встановлення зв'язку.

Клік лівою кнопкою миші в полі контролю стану ПЛК викликає меню (рис. 5.8). Команди Run і Halt призводять до переходу з одного режиму в інший. Пауза між зв'язком – цей пункт призначений для зниження навантаження на комп'ютер.

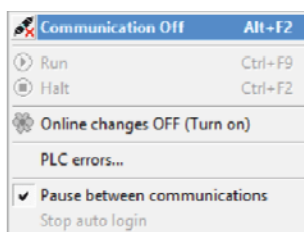


Рис. 5.8. Вигляд меню, викликаного кліком лівою кнопкою миші в полі контролю стану ПЛК

Менеджер проекту призначений для визначення типу ПЛК, його складу і налаштування функцій окремих модулів ПЛК, загальних функцій драйверу зв'язку, обміну даними між окремими проектами ПЛК, а також для налаштування текстових операторських панелей, що включені в цю групу проектів. Менеджер генерує автоматично частини кодів програми, які зберігаються у файли *.hwc, *.hwn, HWConfig.st.

Після натискання , яка знаходиться завжди першою в лівому верхньому кутку (Ctrl+Alt+F11 або вибором з меню Project/Project manager) відкривається вікно Project manager (рис. 5.9).

Налаштування підключення до ПЛК

На рис. 5.9 в лівому верхньому куті видно обрану адресу ПЛК. Вікно справа дозволяє налаштувати адресу ПЛК в мережі (0-99), вибрати тип підключення комп'ютера до ПЛК (послідовний порт, USB, Ethernet) і до нього параметри налаштування відповідного комунікаційного каналу (IP-адреса, «timeout» і вибір підключення в рамках локальної мережі або через інтернет). Кнопки Connect / Disconnect призначені для керування фактичним підключенням обраного ПЛК.

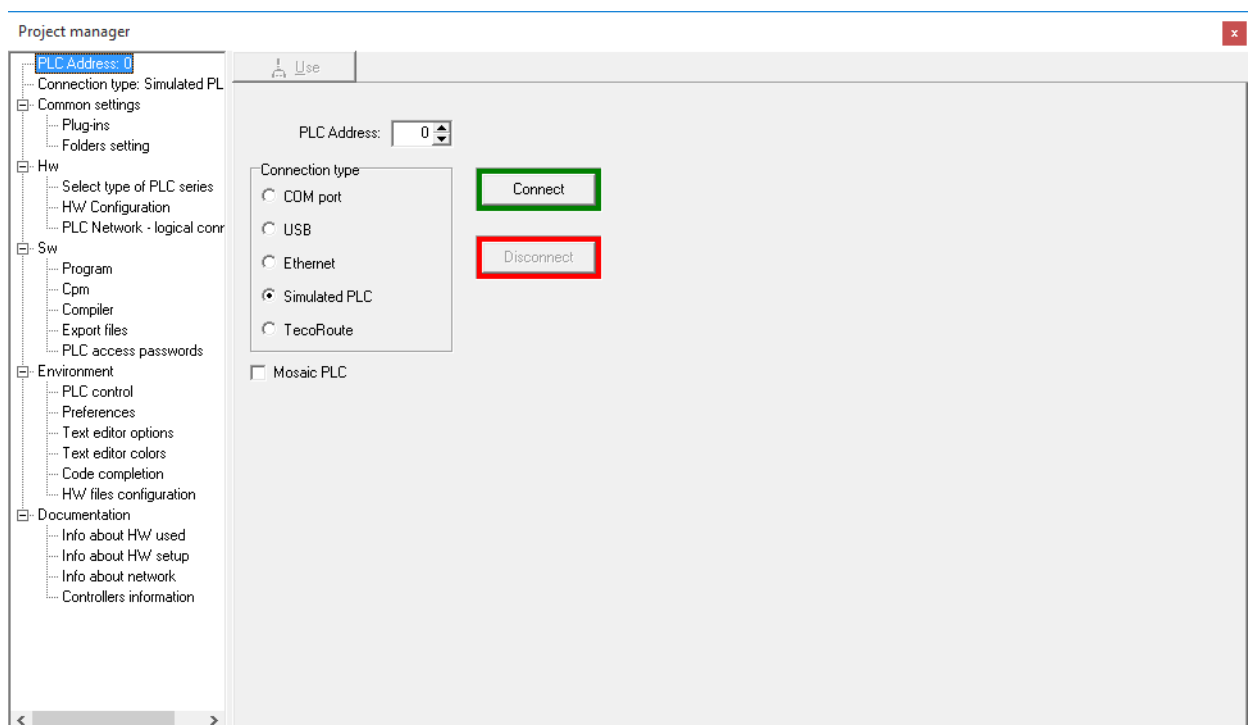


Рис. 5.9. Вікно Project manager

У разі вибору Simulated PLC можна симулювати ПЛК, який є складовою частиною середовища «Mosaic». Вибір пункту Mosaic PLC надає можливість

підключення візуалізації прямо до симулятора в «Mosaic» через Ethernet. Якщо візуалізацію запущено на тому ж комп'ютері, то адреса IP 127.0.0.1. Якщо візуалізація запущена на іншому ПК в мережі, то адреса є IP-адресою комп'ютера з «Mosaic».

При налаштуванні послідовного каналу COM port (рис. 5.10) обирається його номер, швидкість, паритет, вибір режиму RS-485, завдання DTR сигналу. Також налаштуванню підлягає «timeout» тобто час, після закінчення якого повідомляється помилка зв'язку, якщо ПЛК не відповідає.

Загальні налаштування (Common settings)

Тут в розпорядженні є 2 вікна, які інформують про:

- активні програмні модулі (Plug-ins), тобто складові частини програми, які розширюють функціональні можливості середовища «Mosaic»;
- налаштування папок (Folders settings), тобто папки за замовчуванням для збереження проектів і архівних копій.

Апаратні засоби (Hw)

Вибір серії ПЛК (Select type of PLC series). У менеджері проекту вибирається цільової ПЛК з декількох основних серій (Basic selection of control system):

- модульна система: TC700, Foxtrot і старі NS950;
- компактна система: TC650, TC600, TC500, TC400;
- система регулювання: TR300, TR200, TR050.

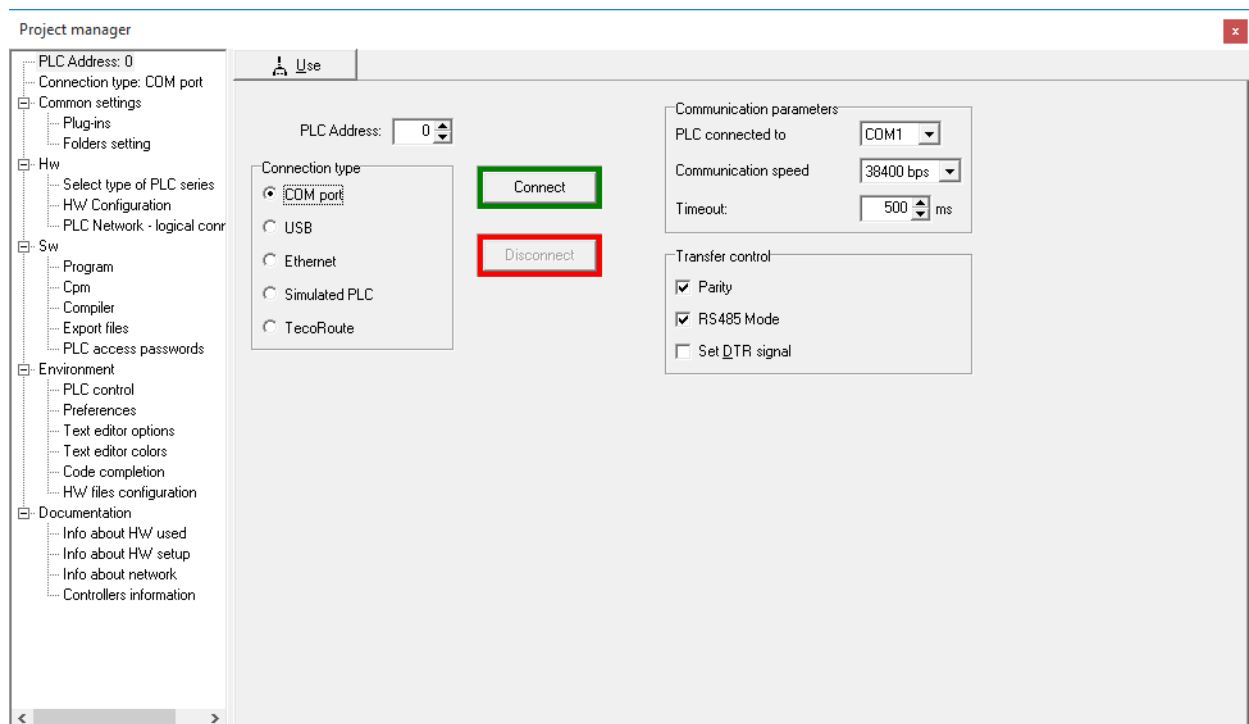


Рис. 5.10. Налаштування COM port

У модульних систем необхідно вибрати тип центрального процесора (рис. 5.11). Коли конфігурацію остаточно визначено і небажано, щоб її хто-небудь помилково змінив, необхідно вибрати пункт Configuration can't be changed.

Вибір конфігурації апаратних засобів (HW Configuration) та налаштування мережі ПЛК (PLC Network – logical connection) докладніше будуть розглянуті нижче.

Програмні засоби (Sw)

Налаштування параметрів програмних засобів (Program) (рис.5.12) дозволяє додати вручну інформацію, яка характеризує створену прикладну програму. Йдеться в першу чергу про номер версії, автора, фірму-постачальника і визначення авторських прав.

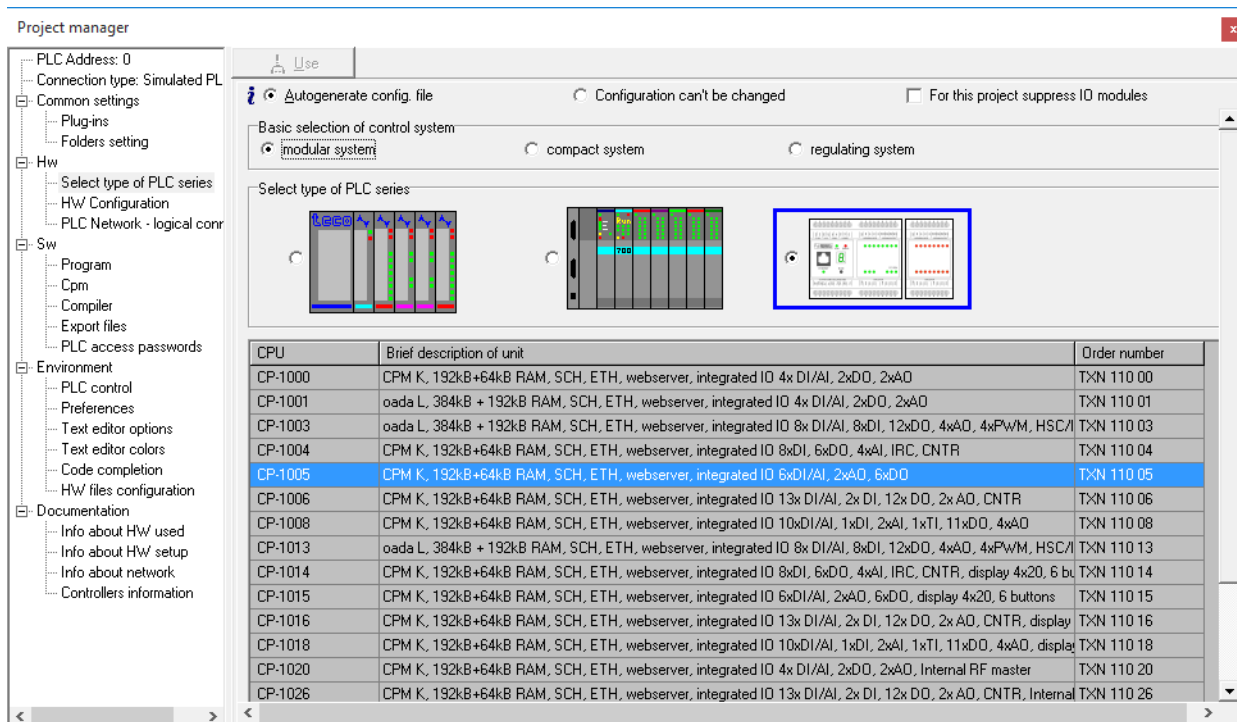


Рис. 5.11. Вікно Project manager – Hw / Select type of PLC series

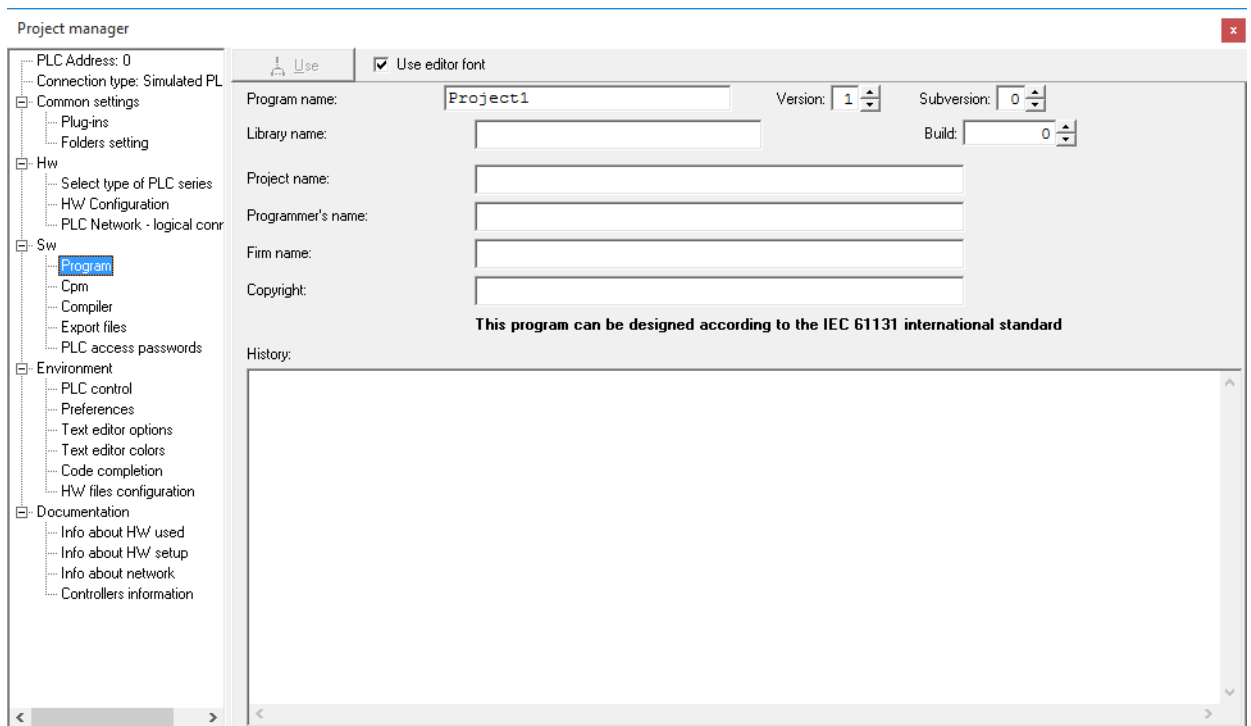


Рис. 5.12. Вікно Project manager – Sw / Program

Налаштування центрального процесора ПЛК (Cpm) (рис. 5.13) дозволяють налаштовувати неявні параметри, що характеризують дії центрального процесора в різних ситуаціях.

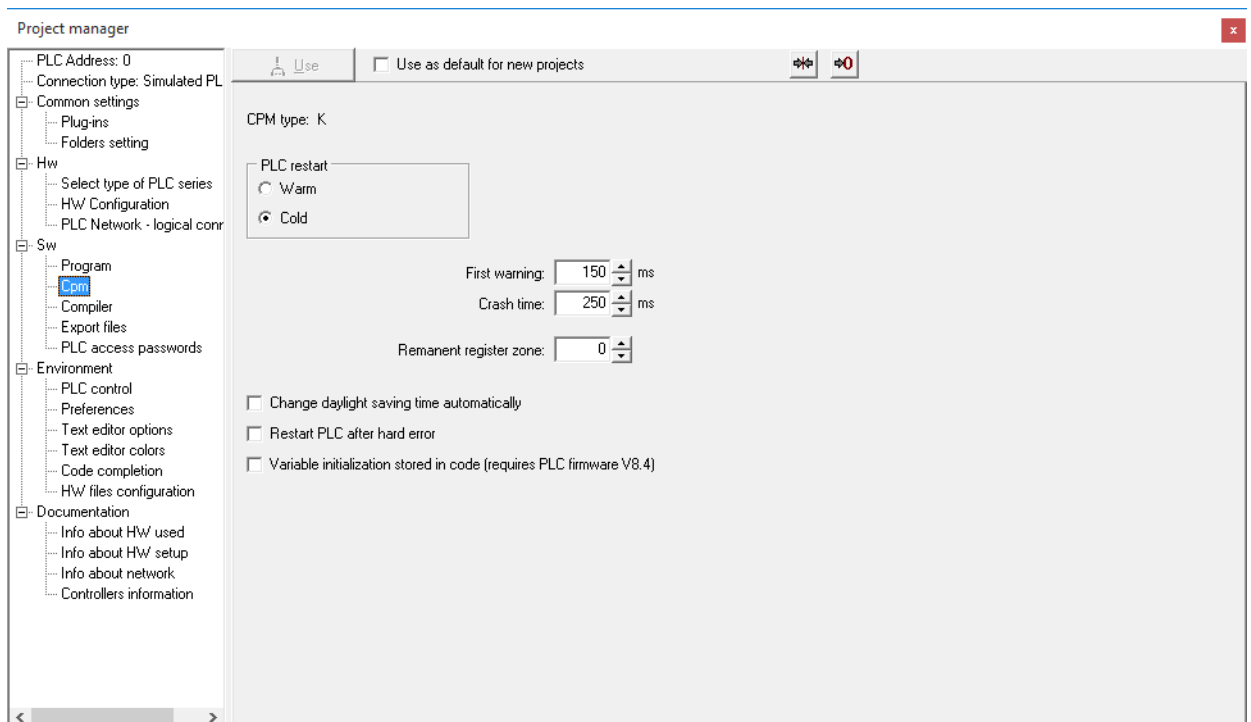


Рис. 5.13. Вікно Project manager – Sw / Cpm

Розглянемо детальніше налаштування компілятора (Compiler) (рис. 5.14), які дозволяють налаштувати параметри, згідно з якими компілятор здійснюватиме генерування програми.

Рядок Subdirectories вказує на адресу директорії (папки), за якою виконується пошук під час компіляції, крім директорії самого проекту.

Залишкові регістри в ПЛК Tesomat завжди розташовані в надоперативній пам'яті починаючи регістром %R0. Величина залишкової зони (меню Register remanent zone) впливає на час роботи процесора між окремими циклами програми. Доступні такі варіанти:

- вручну (Manual) – кількість залишкових регістрів в байтах задана у вікні Setting the PLC central module;
- тільки збільшувати (Increase only) – компілятор автоматично збільшує кількість залишкових регістрів;
- завжди мінімальна величина (Always minimal size) – компілятор автоматично переміщує границю залишкових регістрів відповідно до мінімальних потреб.

Повторення компіляції можна включити автоматично вибором Recompile after resize.

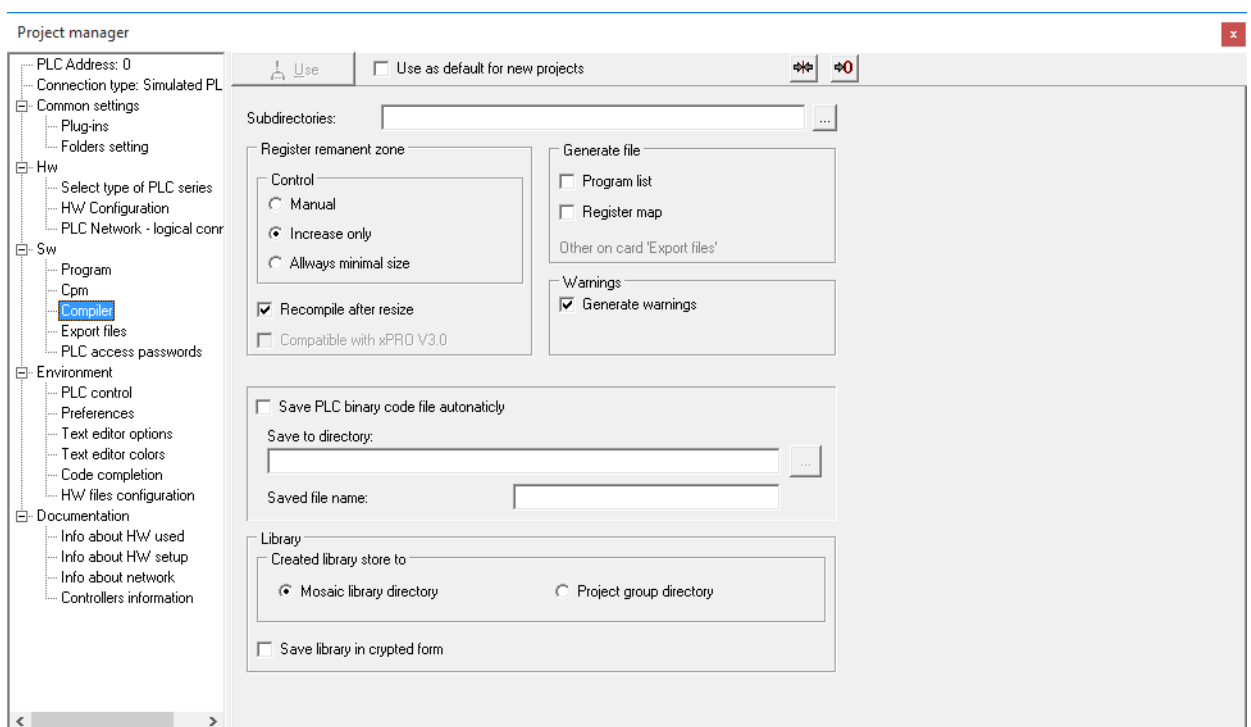


Рис. 5.14. Вікно Project manager – Sw / Compiler

У меню Generate file перед компіляцією можна включити генерування інформації:

- в детальну виписку програми (*.lst);
- у карти зайнятості регістрів (*.map).

У меню Warnings можна виключити генерування при компіляції попереджувальних повідомлень. Але це краще робити тільки у виняткових випадках. Попередження компілятора корисні, так як можуть сигналізувати про деякі упущення при розробці програми.

Налаштування параметрів середовища (Environment)

У вікні керування ПЛК (PLC control) (рис. 5.15) налаштовуються параметри поведінки ПЛК при переході в режими RUN і HALT, а також дозвіл on-line зміни програми.

При переході в режим RUN:

- скидання повідомлень про помилки;
- блокування виходів;
- тип повторного запуску:
 - холодний запуск – скидає всі регістри %R в надоперативній пам'яті, в тому числі залишкові регістри і вмикає ПЛК з вихідними величинами налаштованими в програмі процесом P61;
 - теплий запуск – скидає регістри %R в надоперативній пам'яті крім залишкових регістрів і вмикає ПЛК з вихідними величинами, налаштованими в програмі процесом P62;
 - не проводити будь-які зміни в надоперативній пам'яті.

При переході в режим HALT:

- підтвердження при переході в HALT
- скидання стану вихідних модулів (блокування виходів при переході в HALT здійснюється завжди).

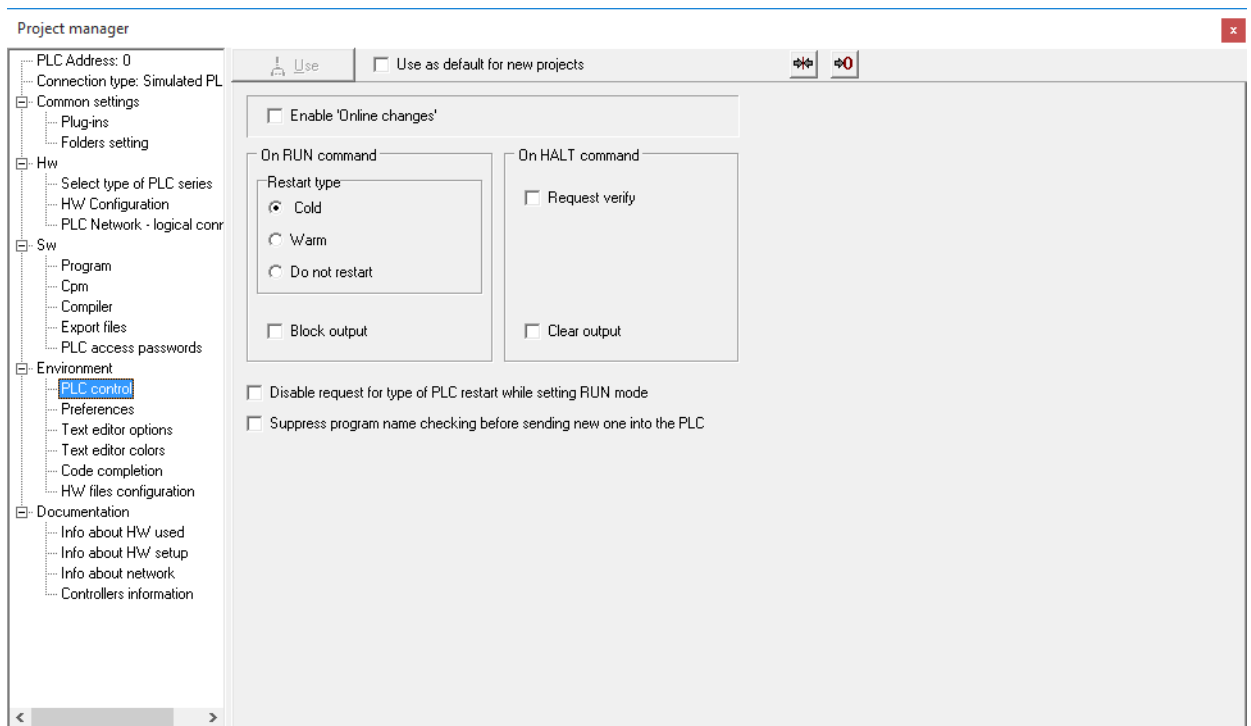


Рис. 5.15. Вікно Project manager – Environment / PLC control

Інші меню налаштування параметрів середовища (Environment) дозволяють налаштовувати параметри поведінки середовища, які мають досить красномовні назви. Варто відзначити, що при компіляції проекту порядок компіляції визначається переліком (див. Project group). Однак при створенні деяких бібліотек необхідно певні частини вихідних кодів перемістити вперед. Саме для цього служить пункт HW files configuration / Auto check config files position on start compile.

У меню документації (Documentation) відображується в текстовій формі інформація про налаштування апаратних та програмних засобів.

ІЕС менеджер  призначений для організації та редагування елементів в програмі користувача згідно IEC 61131-3. ІЕС менеджер відкривається автоматично і неявно закріплений в лівій панелі. Він розділений на кілька вкладок:

-  POU - програмні організаційні одиниці;
-  Типи - типи змінних;
-  Глобальні змінні - глобально доступні змінні;
-  Конфігурація - організація завдань і інстанцій в програмі;
-  Бібліотеки - перелік вбудованих бібліотек і їх зміст.

Слід відзначити, що «Mosaic» містить бібліотеки з вбудованими функціями. Ці функції вже вбудовані в компіляторі і їх не можна видалити. Решта бібліотек програматор може додавати в проект або видаляти за допомогою вибору в меню. Бібліотеки, включені в проект, переносяться з проектом, щоб зберегти всі властивості і в разі, якщо остання актуальна версія бібліотеки була оновлена. Елементи з вбудованих бібліотек доступні у відповідних інструментах для створення ROU, операндів і т.п.

Компіляція програми в проекті

Програму в проекті можна компілювати натисканням клавіші F9 (або кліком на ). Хід програми компіляції визначається файлом *.mak. У ньому є окремі частини вихідних файлів впорядковані таким чином, як будуть один за одним компілюватися. Тут необхідно попередити, що компілятор «проходить в одному напрямку».

Якщо під час компіляції програми компілятор знайде помилку / помилки, у вікні Warnings відображується інформація про помилку / помилки, а в програмі редагування курсор переміщується на рядок з помилкою.

Також у вікні Warnings відображуються попередження компілятора, які можуть сигналізувати про деякі упущення програміста.

Після вдалої компіляції можна остаточний код відправити, тобто записати в ПЛК клавішним скороченням Shift+F9. Контролер при цьому встановлюється в режим HALT і зупиняє керування об'єктом. В режим RUN його необхідно перевести вручну.

Прямим кліком на  або клавішним скороченням Ctrl+F9 ПЛК запускається в режимі RUN. Якщо нова скомпільована програма в ПЛК ще не записана, ПЛК зупиняється тільки на час, необхідний для передачі нової програми і потім ПЛК здійснює обраний тип повторного запуску.

Якщо необхідно змінити програму в ПЛК без припинення його роботи, необхідно включити режим «On-line зміна програми» .

On-line зміна програми – це властивість центрального процесора, яка дозволяє проводити налагодження програми без зупинки керування технологічним процесом. Дана властивість надає можливість проводити зміни програми контролера так би мовити «на ходу». Відповідальність за правильність здійснюваних змін повністю лежить на програмісті. Центральний процесор ПЛК у взаємозв'язку з програмним середовищем «Mosaic» забезпечує безпечне проведення змін, щоб керування не опинилося під загрозою.

В рамках on-line зміни можна виправляти такі частини програми:

- код програми, тобто проводити будь-які зміни всіх частин програми;
- зміна змінних, тобто встановлювати і видаляти будь-які змінні;
- зміна типів даних, наприклад, змінювати структури, додавати нові типи даних і видаляти типи даних, які не використовуються;
- зміна величини залишкової зони.

Наступні кроки не можна проводити в рамках on-line зміни програми:

- зміна апаратної конфігурації системи, наприклад, додавати I/O або змінювати типи I/O модуля;
- зміна налаштувань I/O модулів;
- зміна в налаштуваннях комунікаційних параметрів для послідовних каналів;
- зміна в мережі ПЛК.

Контрольні питання

1. Загальні відомості про програмне середовище «Mosaic».
2. Навести опис робочих панелей середовища «Mosaic».
3. Сигналізація стану ПЛК на панелі інструментів головного меню «Mosaic»
4. Назвати призначення та перелічити налаштування Project manager.
5. Особливості компіляції програми користувача в проєкті.

Лабораторна робота № 6

Налаштування базового та периферійних модулів у середовищі «Mosaic»

Мета роботи: ознайомлення з особливостями налаштування базового та периферійних модулів у середовищі «Mosaic».

Для налаштування базового та периферійних модулів у середовищі «Mosaic» служать Project manager та інструмент I/O settings.

При налаштуванні апаратних засобів базового модуля CP-1005 в програмному середовищі «Mosaic» налаштуванню підлягають всі його складові:

- плата CP-1005 з головним процесором системи, двома послідовними каналами, інтерфейсом Ethernet і системною шиною TCL2 для зв'язку з периферійними модулями;
- плата MI2-01M, яка забезпечує зв'язок по шині CIB (система iNels);
- периферійна плата IR-1056/1064, що обслуговує входи і виходи.

Вікно вибору конфігурації апаратних засобів ПЛК (HW Configuration) представлено на рис. 6.1. На вкладці CPU представлені всі перелічені вище складові базового модуля: CPU, CIB та I/O відповідно.

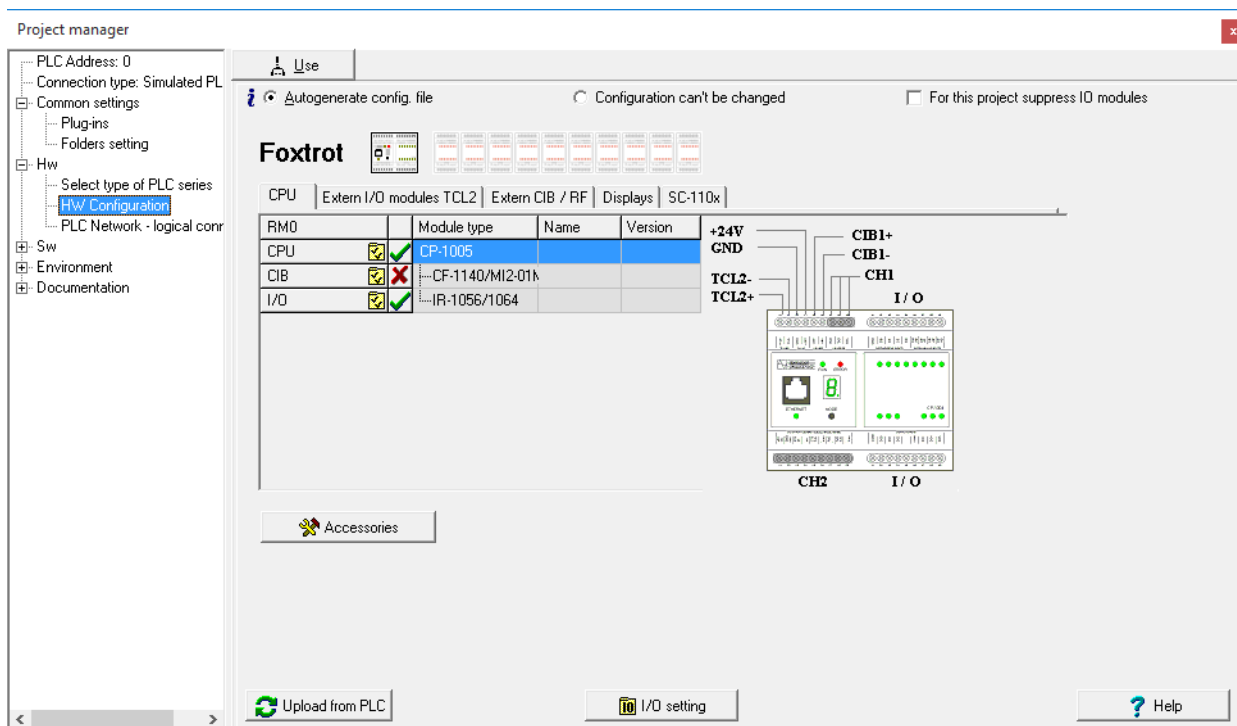
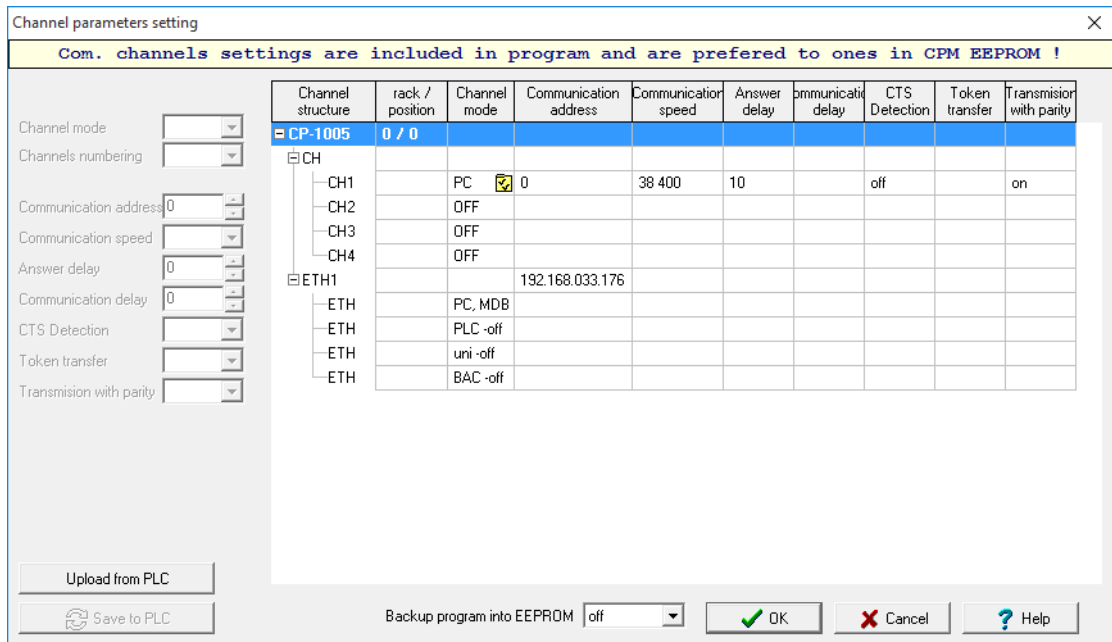


Рис. 6.1. Вікно вибору конфігурації апаратних засобів ПЛК (HW Configuration)

CP-1005 надає дані пов'язані з комунікаційними можливостями базового модуля (CH1 та CH2, інтерфейс ETH1). Кліком на  в рядку з CP-1005 відкривається вікно для налаштування каналів зв'язку (рис. 6.2).



Channel structure	rack / position	Channel mode	Communication address	Communication speed	Answer delay	Communication delay	CTS Detection	Token transfer	Transmission with parity
CP-1005	0 / 0								
CH									
CH1		PC 	0	38 400	10		off		on
CH2		OFF							
CH3		OFF							
CH4		OFF							
ETH1			192.168.033.176						
ETH		PC, MDB							
ETH		PLC -off							
ETH		uni -off							
ETH		BAC -off							

Рис. 6.2. Вікно Channel parameters settings

Щоб настроїти відповідний режим спочатку потрібно обрати канал кліком на  таблиці з відповідним каналом. У правій сірій зоні в першій сходинці можна зробити вибір з тих режимів, які для даного типу каналу є в розпорядженні.

На рис. 6.3 наведено приклад налаштування режиму UNI Ethernet каналу. Відкрите вікно «Setting of channel universal mode» пропонує налаштування параметрів, які характерні тільки для цього режиму.

Таким чином, кожен режим комунікаційного каналу викликає інше самостійне вікно, в якому доступні тільки ті параметри, які даному режиму властиві.

В лівій частині вікна прямо можна провести тільки прості налаштування послідовних каналів і IP-адреси каналу Ethernet. Для інших режимів необхідно клікнути  в колонці Channel mode і викликати самостійне діалогове вікно.

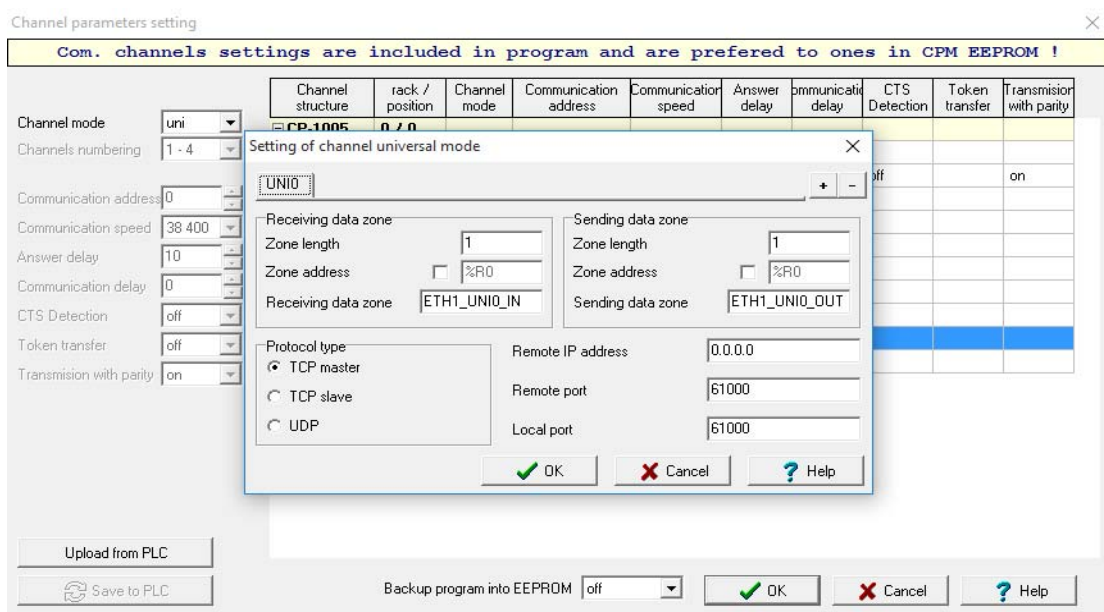


Рис. 6.3. Вікно Setting of channel universal mode

Кліком на  в рядку з периферійною частиною модуля IR-1056/1064 відкриється діалог для його налаштування (рис. 6.4).

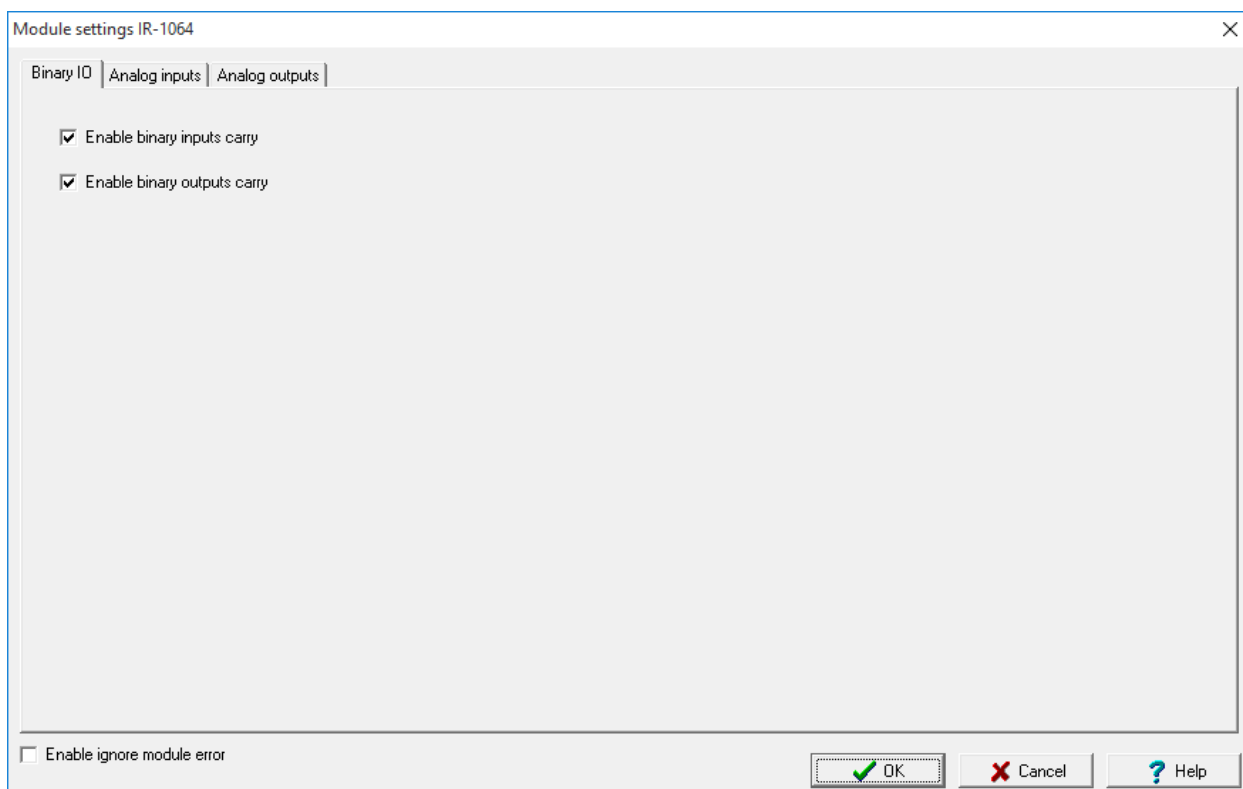


Рис. 6.4. Вікно Module settings IR-1064 / Binary IO

На вкладці Binary IO знаходяться налаштування бінарних входів / виходів.

Вибір Enable binary inputs carry дає дозвіл на передачу актуальних станів всіх шести входів DI0-DI5 в пам'ять-блокнот ПЛК. Цей вибір не впливає на конфігурацію входів. Окремі входи поводяться як бінарні тільки якщо вони не використовуються як аналогові.

Вибір Enable binary outputs carry дає дозвіл на передачу актуальних станів всіх шести виходів DO0-DO5 з пам'яті-блокнота ПЛК в модуль.

Модуль CP-1005 містить 6 аналогових входів AI0-AI5 з вибіркоким масштабом вимірювання. Кожен вхід має чотири змінні STAT, FS, ENG і PCT. Статус STAT переноситься завжди, між змінними FS, ENG і PCT потрібно вибирати одну в залежності від інтерпретації вимірюваної величини.

Налаштування аналогових входів знаходяться на вкладці Analog inputs (рис. 6.5).

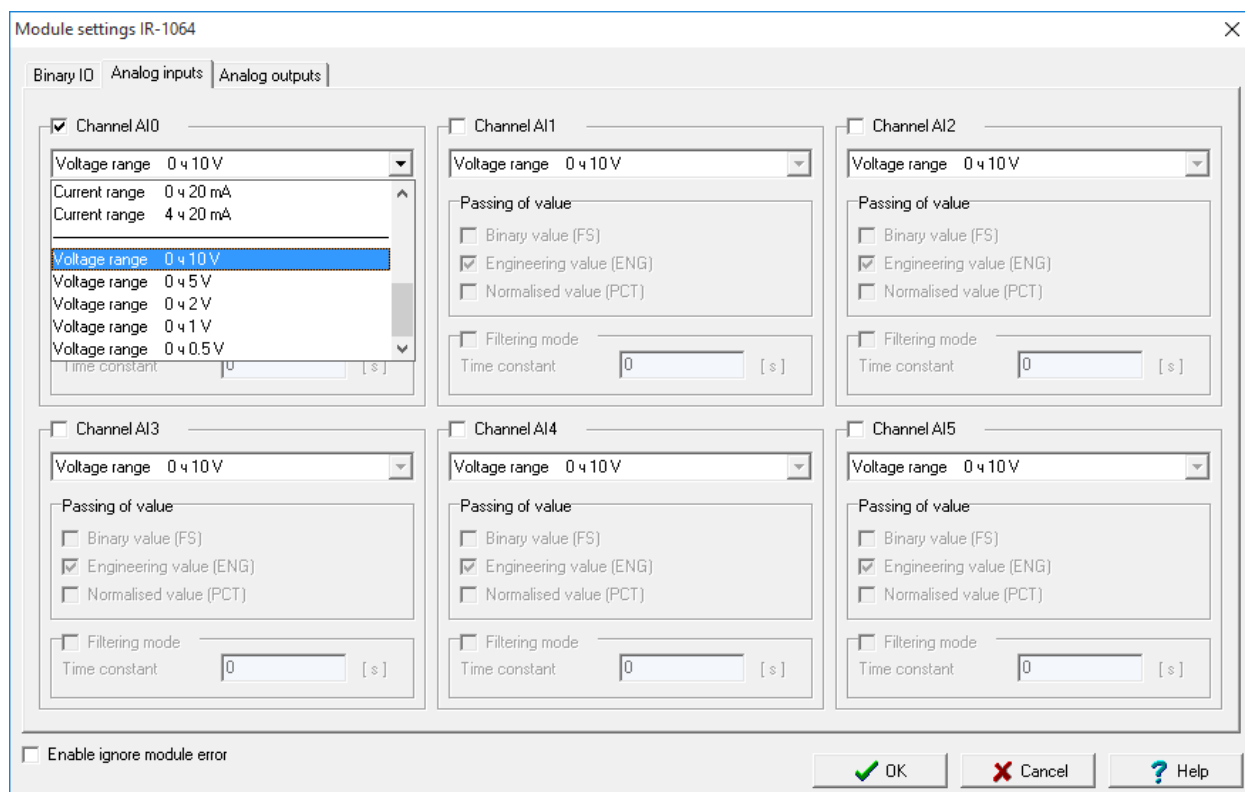


Рис. 6.5. Вікно Module settings IR-1064/Analog inputs

Якщо обрано Channel AIn, то цей вхід буде вести себе як аналоговий AIn, інакше – як бінарний DIn.

Передавана величина в FS – змінна типу int. Мінімальна величина вхідної уніполярної величини відповідає 0, максимальна величина – 31500. При цьому існує співвідношення: 100 % діапазону аналогового входу відповідає величині FS=30000.

Передавана величина в ENG – змінна типу real, представляє безносередньо напругу в вольтях.

Передавана величина в PCT – змінна типу real і виражає процентне співвідношення між вимірюваною і 100 % нормального діапазону аналогового входу. Змінна PCT відноситься до змінної FS. Вважається, що для FS=0 величини PCT=0 %, а для величини FS=30000 PCT=100 %. PCT може набувати максимальної величини 105 %, що відповідає FS=31500.

Якщо є необхідність вхідну аналогову величину фільтрувати, потрібно увімкнути режим фільтрації і встановити сталу часу фільтру. В такому випадку вимірювані сигнали відповідного каналу проходять через фільтр 1 порядку. Фільтр визначається співвідношенням

$$y_t = \frac{y_{t-1} \cdot \tau + x}{\tau + 1},$$

де x – передавана величина аналогового входу;

y_t – вихідна величина;

y_{t-1} – попередній вихідна величина;

τ – стала часу фільтру 1-ого порядку.

Величина сталої часу τ встановлюється в масштабі 0,1...25,0 с. Фільтрація стосується всіх форматів даних відповідного каналу (FS, ENG та PCT) і доступна для всіх діапазонів вимірювання.

На рис. 6.6-6.10 і в табл. 6.1-6.11 вказані передавані величини для окремих масштабів аналогових входів.

Таблиця 6.1. Передавані величини аналогових входів для діапазону 0-10 В

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 10,5 В	\$000C	31500	10,5	105	перевищення діапазону
10,5 В	\$0004	31500	10,5	105	
:	\$0004	:	:	:	
10 В	\$0000	30000	10	100	номінальний діапазон
:	\$0000	:	:	:	
0 В	\$0000	0	0	0	

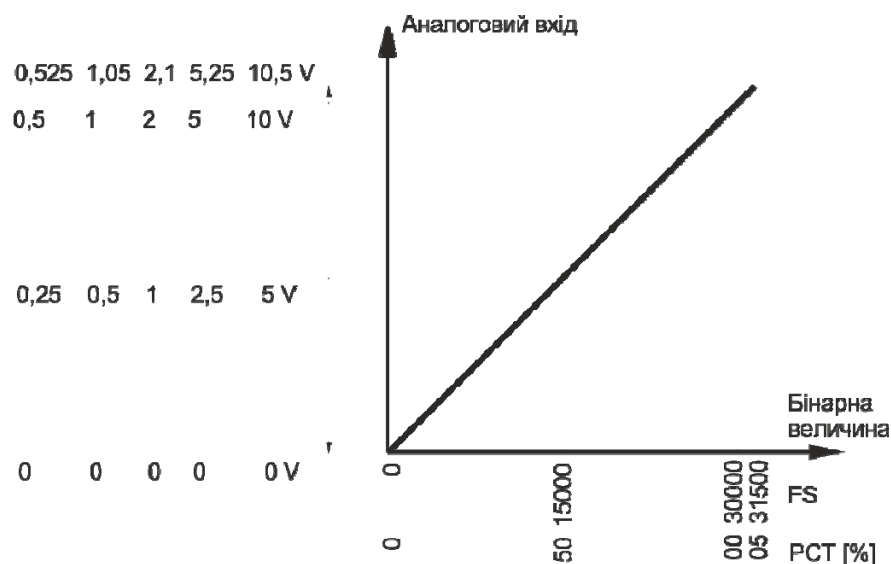


Рис. 6.6. Межі напруги аналогових входів

Таблиця 6.2. Передавані величини аналогових входів для діапазону 0-5 В

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 5,25 В	\$000C	31500	5,25	105	перевищення діапазону
5,25 В	\$0004	31500	5,25	105	номінальний діапазон
:	\$0004	:	:	:	
5 В	\$0000	30000	5	100	
:	\$0000	:	:	:	
0 В	\$0000	0	0	0	

Таблиця 6.3. Передавані величини аналогових входів для діапазону 0-2 В

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 2,1 В	\$000C	31500	2,1	105	перевищення діапазону
2,1 В	\$0004	31500	2,1	105	номінальний діапазон
:	\$0004	:	:	:	
2 В	\$0000	30000	2	100	
:	\$0000	:	:	:	
0 В	\$0000	0	0	0	

Таблиця 6.4. Передавані величини аналогових входів для діапазону 0-1 В

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 1,05 В	\$000C	31500	1,05	105	перевищення діапазону
1,05 В	\$0004	31500	1,05	105	номінальний діапазон
:	\$0004	:	:	:	
1 В	\$0000	30000	1	100	
:	\$0000	:	:	:	
0 В	\$0000	0	0	0	

Таблиця 6.5. Передавані величини аналогових входів для діапазону 0-0,5 В

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 0,525 В	\$000C	31500	0,525	105	перевищення діапазону
0,525 В	\$0004	31500	0,525	105	номінальний діапазон
:	\$0004	:	:	:	
0,5 В	\$0000	30000	0,5	100	
:	\$0000	:	:	:	
0 В	\$0000	0	0	0	

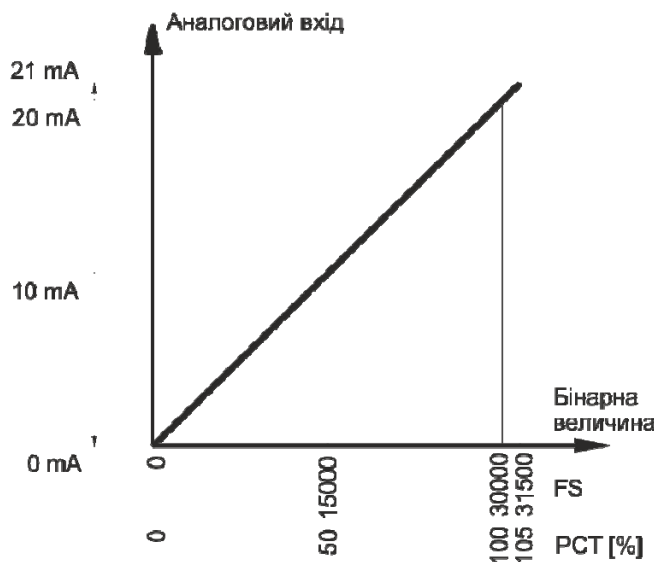


Рис. 6.7. Масштаб струмів 0-20 мА аналогових входів

Таблиця 6.6. Передавані величини аналогових входів для діапазону 0-20 мА

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 21 мА	\$000C	31500	21	105	перевищення діапазону
21 мА	\$0004	31500	21	105	номінальний діапазон
:	\$0004	:	:	:	
20 мА	\$0000	30000	20	100	
:	\$0000	:	:	:	
0 мА	\$0000	0	0	0	

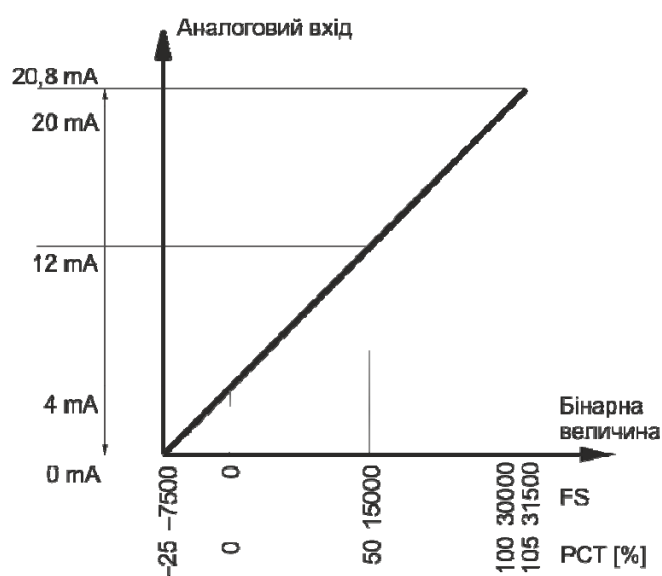


Рис. 6.8. Масштаб струмів 4-20 мА аналогових входів

Таблиця 6.7. Передавані величини аналогових входів для діапазону 4-20 мА

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 20,8 мА	\$000C	31500	20,8	105	перевищення діапазону
20,8 мА	\$0004	31500	20,8	105	номінальний діапазон
:	\$0004	:	:	:	
20 мА	\$0000	30000	20	100	
:	\$0000	:	:	:	
4 мА	\$0000	0	4	0	спустошення діапазону
:	\$0002	:	:	:	
3,2 мА	\$0002	-1500	3,2	-5	
:	\$0003	:	:	:	спустошення діапазону
0 мА	\$0003	-7500	0	-25	

Таблиця 6.8. Передавані величини аналогових входів для Pt100 і Pt1000

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 400 °C	\$000C	31500	400	105	перевищення діапазону
400 °C	\$0004	31500	400	105	номінальний діапазон
:	\$0004	:	:	:	
378 °C	\$0000	30000	378	100	
:	\$0000	:	:	:	
-68 °C	\$0000	0	-68	0	
:	\$0002	:	:	:	
-90 °C	\$0002	-1500	-90	-5	
< -90 °C	\$0003	-1500	-90	-5	спустошення діапазону

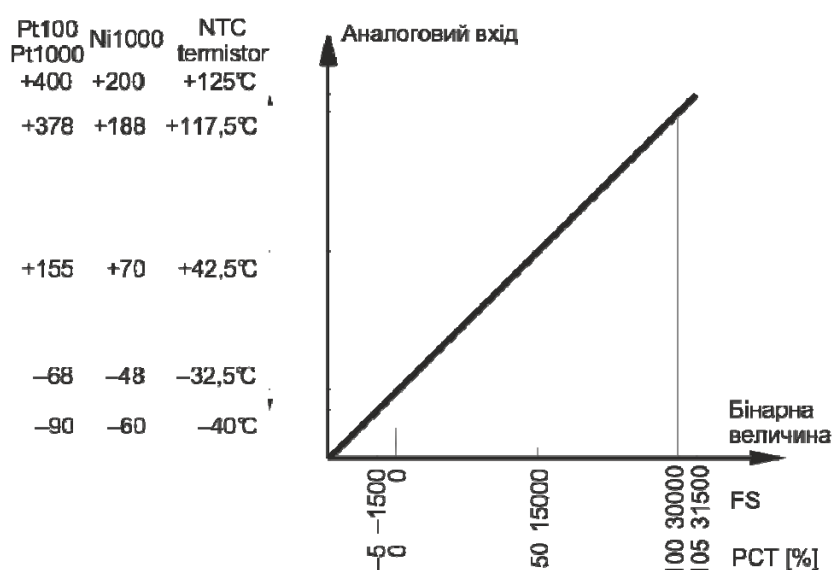


Рис. 6.9. Масштаб аналогових входів для датчиків опору Pt100, Pt1000, Ni1000 і NTC

Таблиця 6.9. Передавані величини аналогових входів для Ni1000

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 200 °C	\$000C	31500	200	105	перевищення діапазону
200 °C	\$0004	31500	200	105	номінальний діапазон
:	\$0004	:	:	:	
188 °C	\$0000	30000	188	100	
:	\$0000	:	:	:	
-48 °C	\$0000	0	-48	0	
:	\$0002	:	:	:	
-60 °C	\$0002	-1500	-60	-5	
< -60 °C	\$0003	-1500	-60	-5	спустошення діапазону

Таблиця 6.10. Передавані величини аналогових входів для NTC термісторів

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 125 °C	\$000C	31500	125	105	перевищення діапазону
125 °C	\$0004	31500	125	105	номінальний діапазон
:	\$0004	:	:	:	
117,5 °C	\$0000	30000	117,5	100	
:	\$0000	:	:	:	
-32,5 °C	\$0000	0	-32,5	0	
:	\$0002	:	:	:	
-40 °C	\$0002	-1500	-40	-5	
< -40 °C	\$0003	-1500	-40	-5	спустошення діапазону

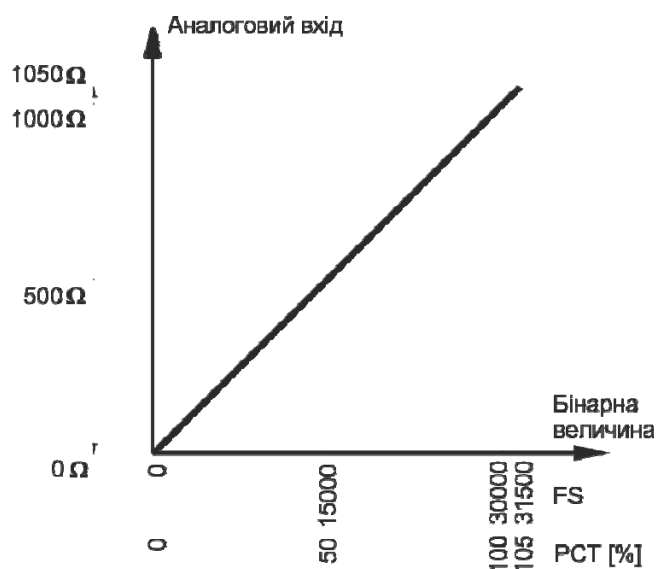


Рис. 6.10. Масштаб аналогових входів для резистивного датчика OV1000

Таблиця 6.11. Передавані величини аналогових входів для OV1000

Вимірювана величина	Змінна				
	STAT	FS	ENG	PCT	
> 1050 Ω	\$000C	31500	1050	105	перевищення діапазону
1050 Ω	\$0004	31500	1050	105	номінальний діапазон
:	\$0004	:	:	:	
1000 Ω	\$0000	30000	1000	100	
:	\$0000	:	:	:	
0 Ω	\$0000	0	0	0	

Модуль CP-1005 містить 2 аналогових виходи AO0 і AO1, які мають масштаб 0-10 В. Кожен вихід має три змінних FS, ENG і PCT. Налаштування аналогових виходів знаходиться на вкладці Analog outputs (рис. 6.11).

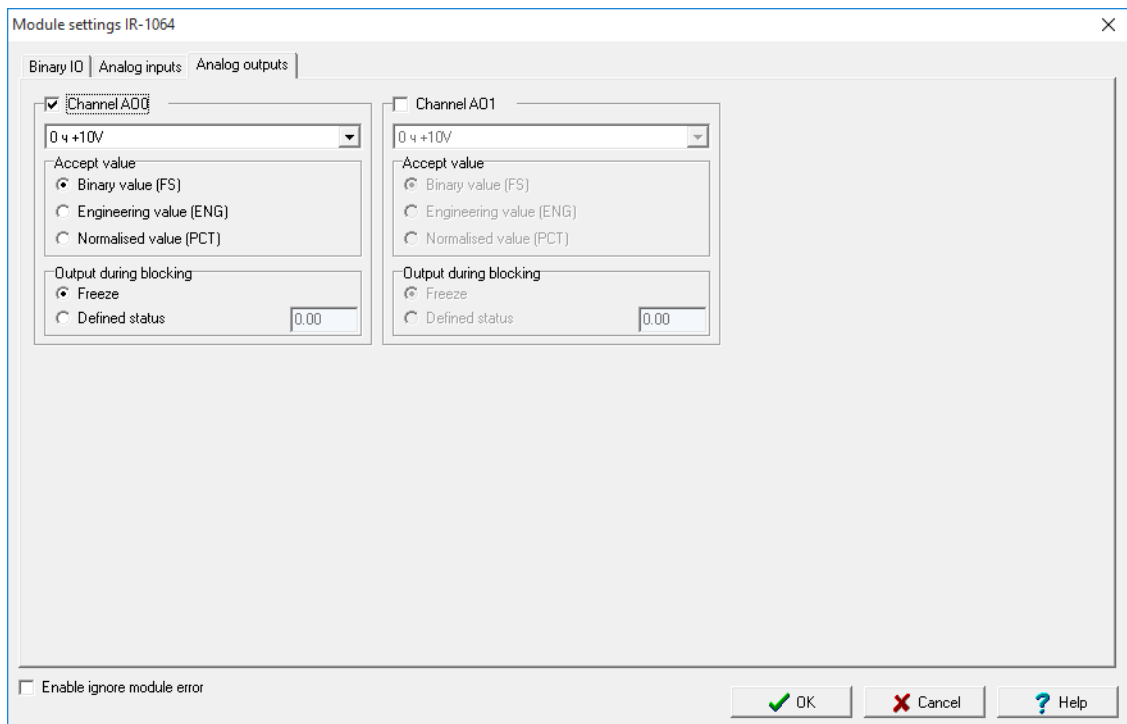


Рис. 6.11. Вікно Module settings IR-1064 / Analog outputs

Передавана величина в FS – змінна типу int. Мінімальна величина вихідної уніполярної величини відповідає 0, максимальна – 31500. При цьому дійсно співвідношення, при якому 100 % нормального діапазону аналогового виходу відповідає величина FS=30000.

Передавана величина в ENG – змінна типу real, представляє безносередньо напругу в вольтах.

Передавана величина в PCT – змінна типу real і виражає процентне співвідношення між вихідною величиною і 100 % нормального діапазону аналогового виходу. Змінна PCT відноситься до змінної FS. Вважається, що для FS=0 величини PCT=0 %, а для величини FS=30000 PCT=100 %. PCT може набувати максимальної величини 105 %, що відповідає FS=31500.

Поведінку виходів в режимі HALT можна визначити двома способами:

- Вибір Freeze означатиме, що після переходу в режим HALT на аналоговий вихід буде встановлена остання величина, записана програмою користувача.
- Вибір Defined status означатиме, що після переходу в режим HALT на аналоговий вихід буде встановлена величина введена у відповідному полі. Ця задана величина повинна мати формат, який відповідає обраному для передаваної змінної.

Після увімкнення живлення аналогові виходи завжди встановлені на 0.

На рис. 6.12 і в табл. 6.12 вказані передавані величини для масштабу аналогових виходів.

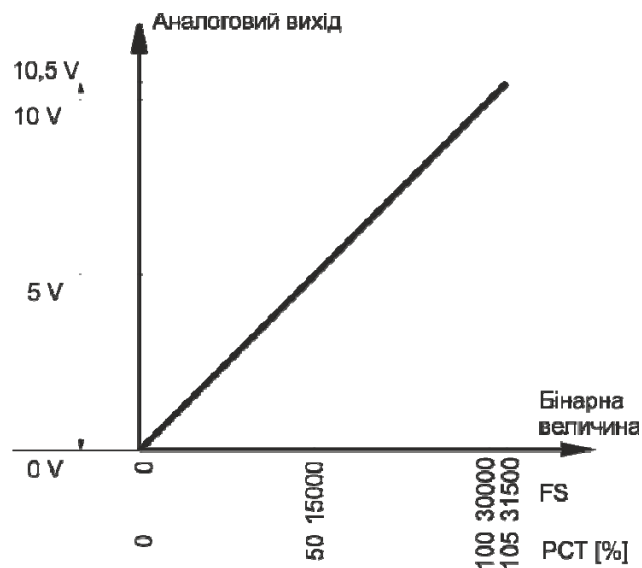


Рис. 6.12. Масштаб аналогових виходів

Таблиця 6.12. Передавані величини аналогових виходів для діапазону 0-10 В

Передавана величина	Змінна			
	FS	ENG	PCT	
10,5 В	> 31500	> 10,5	> 105	перевищення діапазону
10,5 В	31500	10,5	105	номінальний діапазон
:	:	:	:	
10 В	30000	10	100	
:	:	:	:	
0 В	0	0	0	

Налаштування периферійних модулів в середовищі «Mosaic» проводиться в аналогічний спосіб через вікно HW Configuration (див. рис. 6.1) на вкладці Extern I/O modules TCL2 (рис. 6.13).

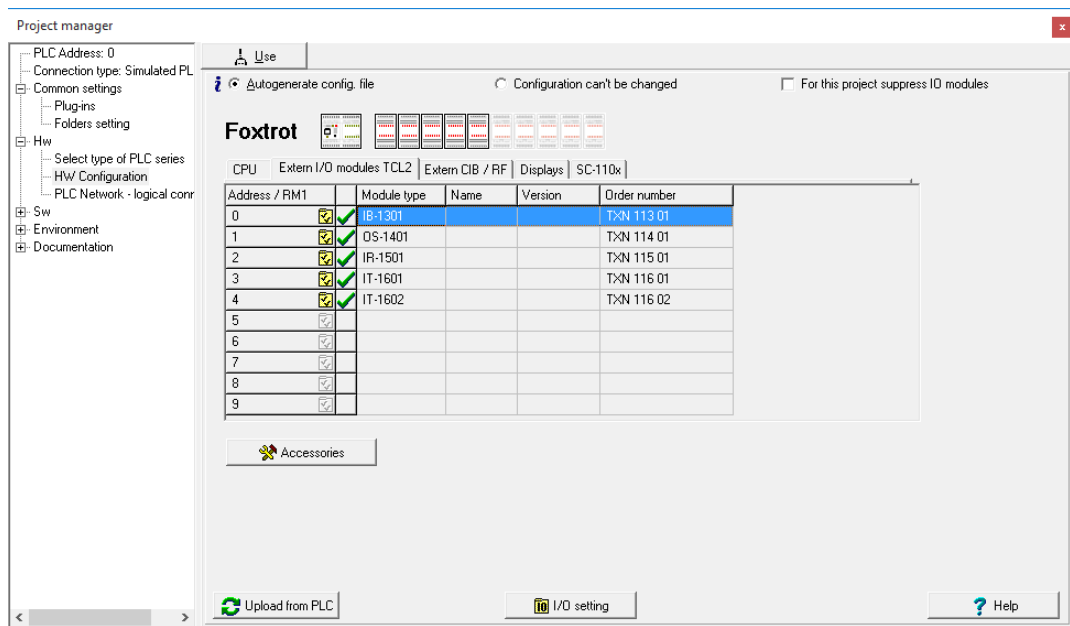


Рис. 6.13. Вкладка Extern I/O modules TCL2 вікна HW Configuration

Мережа ПЛК – логічне підключення

У вікні PLC Network – logical connection (рис. 6.14) можна графічно описати мережу ПЛК та інших об'єктів, таких як ПК вищого рівня, панелі оператора, Hub, Switch, пристрої на CANopen, Profibus DP і т.п.

Вибір об'єктів доступний з меню під назвою Objects. Об'єкти можна з'єднувати каналами у відповідних режимах натисканням на відповідний канал на одному, а потім на іншому об'єкті.

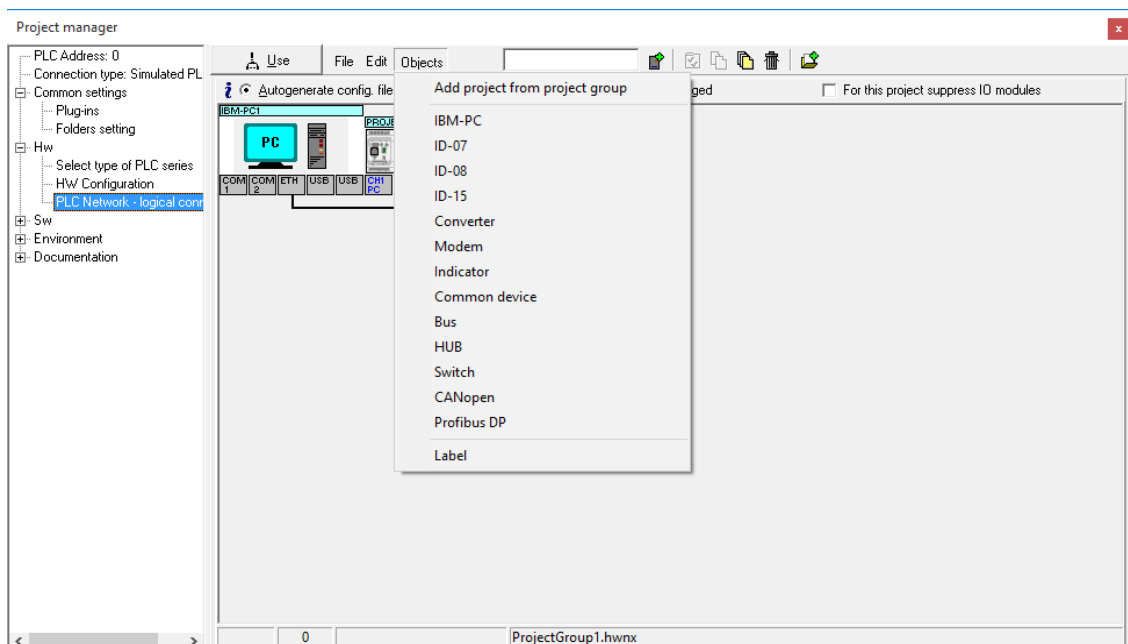


Рис. 6.14. Вікно PLC Network – logical connection

Інструмент для комплексного налаштування входів / виходів (I/O settings) доступний при виборі  у верхній панелі інструментів середовища «Mosaic». Вікно інструменту відкривається в плаваючому режимі (тобто для припинення роботи з інструментом вікно потрібно закрити). Доступ до інструменту можна отримати також через Project manager на вкладці налаштувань апаратних засобів (HW configuration).

Інструмент I/O settings має дві основні функції:

- відображує структуру даних модулів і дозволяє призначити окремим змінним власні назви (alias), через які програміст матиме доступ до цих змінних;
- якщо ПЛК працює в режимі RUN, то відображує актуальні величини всіх змінних входів / виходів. У разі необхідності дозволяє фіксувати їх величини в обраному стані під час налаштування.

Після компіляції програми I/O settings відображує остаточні абсолютні адреси входів / виходів. Дозволяє призначати входам і виходам фіксовані абсолютні адреси, якщо програміст вважає це за необхідне.

Вікно інструменту I/O settings представлено на рис. 6.15.

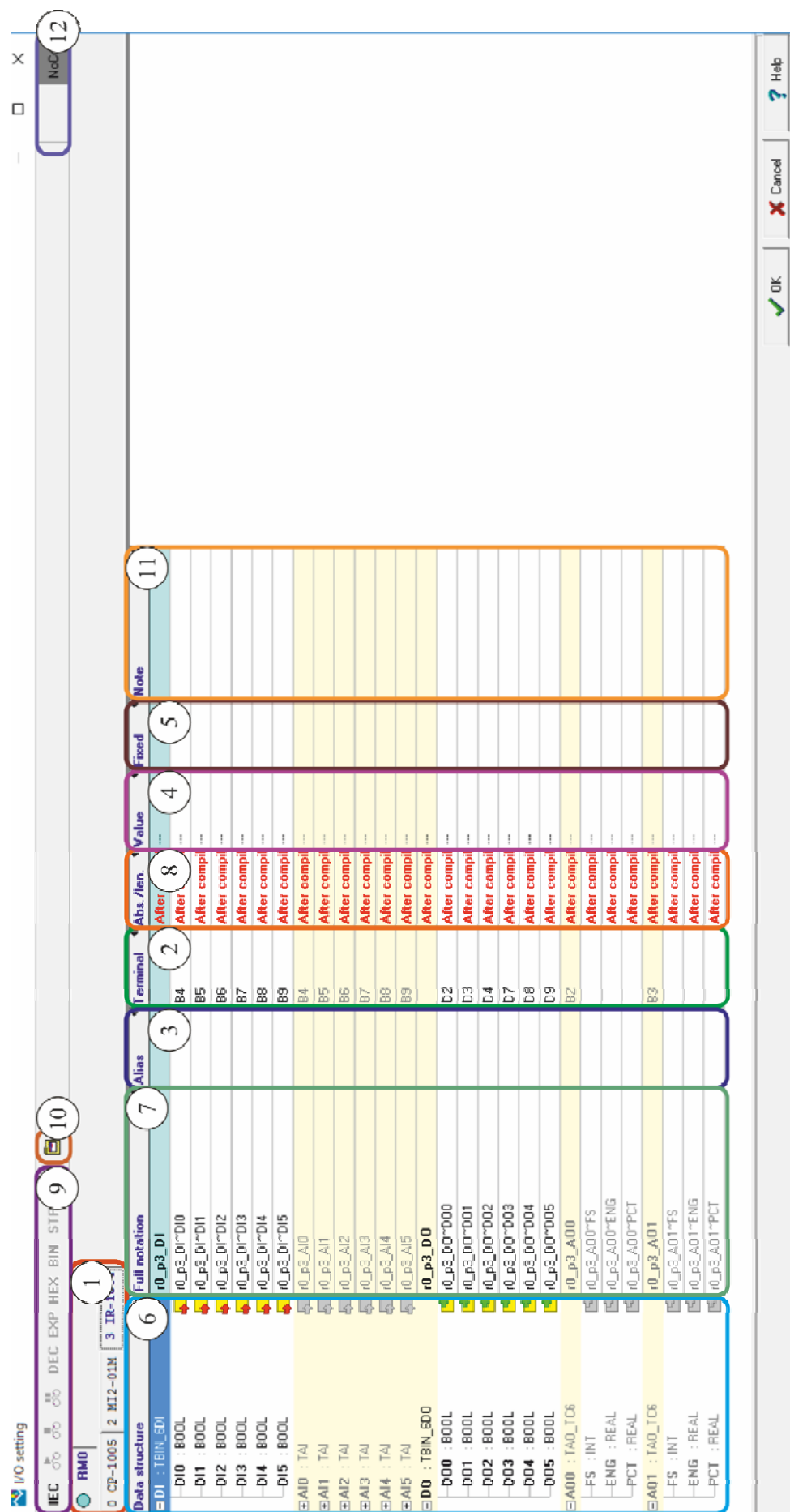


Рис. 6.15. Організація вікна I/O settings

Цифрами на рис. 6.15 позначено наступні області:

1. Вкладки, які відображують структуру системи керування із всіма змонтованими модулями. Призначені для вибору периферійного модуля згідно його позиції в конкретній збірці.
 - Обраний модуль має на вкладці назву синього кольору.
 - Якщо у модуля деякі параметри не активовано (див. HW configuration), то відповідні позиції таблиці мають сірий колір, при цьому всі структури модуля відображуються.
 - Якщо ПЛК підключений on-line і модуль має дозвіл на вилучення під час роботи, то назву перекреслено.
 - Якщо назва має червоний колір, то модуль має деякі зафіксовані сигнали.
2. Terminal. Позначення затискача на затискній платі модуля.
3. Alias. Найменування змінних, призначених конкретному входу / виходу. Зміна в назвах alias відбувається тільки після компіляції програми і запису в ПЛК.
4. Value відображує актуальну величину входу / виходу ПЛК.
5. Fixed. Фіксування величини змінної під час налагодження алгоритмів. Ця функція може бути корисною під час технологічного процесу.
 - Inputs можуть бути встановлені на значення, які не залежать від фактичних станів відповідних входів модуля.
 - Outputs можуть бути встановлені на значення, які не залежать від програми.
6. Data structure. Структури даних у вигляді дерева, які доступні на обраному модулі. Мова йде не тільки про прямі вхід / вихід, а й про стан інформації, слова керування, дані про масштаби і т.п.
 - Значок в правій частині колонки показує вхід або вихід.
 - Вибір PUBLIC дозволяє експортувати alias вибраних входів / виходів у файл, який призначений для імпорту назв для інструментів візуалізації (SCADA систем).
7. Complete record. Автоматично / за замовчуванням визначена системна назва змінних у форматі: frame_position_input/output_
8. Abs / length. Абсолютна адреса змінної / або ж довжина змінної в байтах.
9. Панель керування з кнопками для вибору способу зображення даних

-  перемикає формат запису абсолютних назв згідно нормі IEC (%I%Q) або згідно синтаксису Tesomat %X%Y;
 -  старт;
 -  стоп;
 -  заморожування;
 - DEC, EXP, HEX, BIN, STR – вибір формату представлення даних в колонці Value;
 -  Signum – представлення даних з / без знаку.
10.  Карта зайнятості входів / виходів.
11. State information – набір інформації, яка відображує:
- включення режиму фіксації;
 - актуальність відображуваних даних;
 - робочий режим приєднаного ПЛК (RUN / HALT) і стану зв'язку.
12. Кнопки для приховування / відображення стовпців таблиці.

Найменування вхідних і вихідних сигналів

Кожен модуль ПЛК має в залежності від свого типу свої вхідні / вихідні дані організовані в інформаційні структури. При налаштуванні ПЛК кожному входу / виходу модуля призначається системна символічна назва відповідно до методики, яку описано нижче в прикладах.

Для того, щоб зробити запис зрозумілим для себе, програміст може призначити власну символічну назву входу / виходу. Символічна назва позбавляє програміста клопоту з визначенням абсолютних адрес окремих входів / виходів в надоперативній пам'яті, і дозволяє більш просто переносити програми. Найчастіше назва виражає приєднаний датчик, активний елемент або вимірювану величину. Така символічна назва зветься *alias* і призначається в колонці Alias (див. рис. 6.15). Система контролює необхідну унікальність (однозначність) цієї символічної назви в рамках цілого проекту.

Приклад 1. Модуль IB-7302 містить вхідні бінарні сигнали організовані в структуру: 32 змінних типу BOOL. Кожен вхід має назву r0_p3_DI, де r0 означає раму з адресою 0, p3 означає позицію 3 в рамі і DI означає бінарний вхід.

Четвертий байт має системну назву r0_p3_DI.DI3.

Програміст може кожному окремому сигналу призначити власну назву, так званий *alias*, який виражає функцію цього сигналу, наприклад «myName1». Пізніше в програмі можна використовувати дану власну назву замість більш складного системного найменування цього сигналу.

Приклад 2. Модуль IT-7604 містить вісім аналогових входних каналів з системною назвою r0_p9_AI0...r0_p9_AI7. В їх інформаційній структурі є, наприклад, самі вимірювані величини та ознаки байтів. Кожному каналу можна призначити alias як єдиного цілого, наприклад, «Temperature1» потім саме вимірювання буде «Temperature1.ENG». Або можна назвати тільки вимірювану величину в інженерних одиницях, наприклад, «Temperature». Пізніше в програмі можна використовувати цю назву замість складнішого системного найменування цього сигналу.

Найменування I/O сигналів доречно проводити перед початком складання самої програми.

Карта зайнятості і абсолютна адресація входів / виходів (Map of inputs and outputs occupation)

В деяких виняткових випадках програмісту може знадобитися призначити сигналам входів / виходів конкретні абсолютні адреси в надоперативній пам'яті. Для цього в середовищі «Mosaic» є інструмент Map of inputs and outputs occupation, який дає інформацію про використання входів / виходів ПЛК і дозволяє проводити вручну зміну адресації I/O модулів (рис. 6.16).

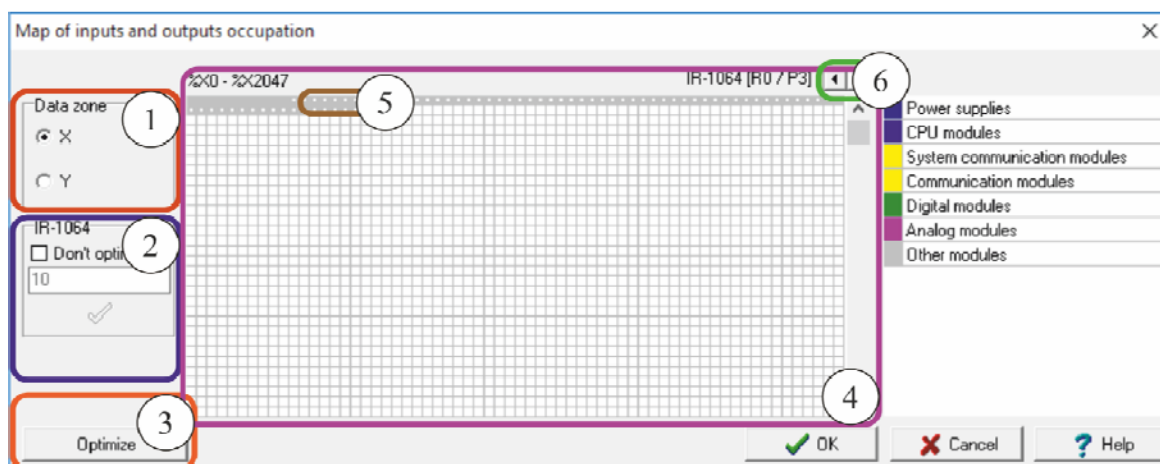


Рис. 6.16. Вікно інструменту Map of inputs and outputs occupation

На рис. 6.16 цифрами 1–6 позначено:

1. Вибір зони входів (X) або виходів (Y).
2. Поле для присвоєння абсолютної позиції периферійного модуля.
3. Кнопка Optimize дозволяє змстити всі вільні модулі на найнижчі адреси.
4. Карта зайнятості адрес з кольоровим позначенням.

5. Обраний модуль. При переміщенні курсору над кольоровою частиною відображується конкретний модуль і його дані.
6. Кнопки для покрокової роботи по окремих платах.

Контрольні питання

1. Особливості налаштування аналогових входів модулів ПЛК в середовищі «Mosaic».
2. Особливості налаштування бінарних входів / виходів і аналогових виходів модулів ПЛК в середовищі «Mosaic».
3. Налаштування комунікаційних можливостей.
4. Назвати призначення інструменту I/O settings. Організація робочого вікна інструменту.
5. Особливості найменування вхідних і вихідних сигналів.
6. Розкрити призначення інструменту Map of inputs and outputs occupation.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. User manual – PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLERS TECOMAT FOXTROT // TECO. Advanced Automation. – Режим доступу:
https://www.tecomat.com/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00410_02_foxtrot_plc_en. – 30.11.2017.
2. Mosaic getting started // TECO. Advanced Automation. – Режим доступу:
https://www.tecomat.com/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00320_02_mosaic_progstart_en. – 30.11.2017.

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. <i>Лабораторна робота № 1. Вивчення програмованого контролера Tecomat Foxtrot CP-1005</i>	4
2. <i>Лабораторна робота № 2. Комунікаційні можливості контролера Tecomat Foxtrot CP-1005</i>	16
3. <i>Лабораторна робота № 3. Периферійні модулі Foxtrot</i>	32
4. <i>Лабораторна робота № 4. Обслуговування ПЛК Tecomat Foxtrot CP-1005</i>	62
5. <i>Лабораторна робота № 5. Вивчення основ роботи в програмному середовищі «Mosaic»</i>	75
6. <i>Лабораторна робота № 6. Налаштування базового та периферійних модулів у середовищі «Mosaic»</i>	93
Список літератури	112