

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра автоматизації, електротехнічних
та комп'ютерно-інтегрованих технологій

04-03-410М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни
«Технічні засоби автоматизації та робототехніки».
(Частина 2. Мікропроцесорні технічні засоби автоматизації)
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за
освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-
інтегровані технології та робототехніка», спеціальності 174
«Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-
методичною радою з якості
ННІЕАВГ
Протокол № 3 від 26.11.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Технічні засоби автоматизації та робототехніки» (Частина 2. Мікропроцесорні технічні засоби автоматизації) для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Жомирук Р. В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 55 с.

Укладач: Жомирук Р. В., к.т.н., доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Відповідальний за випуск: Древецький В. В., д.т.н., професор, завідувач кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Керівник освітньої програми «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» спеціальності 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»: Христюк А. О., к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматизації, електротехнічних та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

© Р. В. Жомирук, 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

Література	3
1 Дослідження блоку ручного керування БРУ-10 фірми МІКРОЛ	4
2. Дослідження мікропроцесорного регулятора МІК-21 фірми МІКРОЛ	25
3. Програмування та настроювання малоканалного програмованого контролера МІК - 51 фірми МІКРОЛ	37
4. Дослідження двохпозиційного регулятора на основі інтелектуального реле Zelio Logic SR1	48

Література:

1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електропривода / За ред. Поповича А. М. К. : Либідь, 2005. 680 с.
2. Савицький В. К., Федоришин Р. М. Технічні засоби автоматизації : навч. посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2018. 290 с.
3. Жомирук Р. В., Маланчук Є. З. Основи автоматизації гірничого виробництва : навч. посібник. Рівне : НУВГП, 2009. 373 с.
4. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі пристрої систем автоматизації : навч. посібник. Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2020. 220 с.
5. Контролер мікропроцесорний МІК-51, МІК-51Н, МІК52, МІК-52Н. Посібник з експлуатації ПРМК.421457.005РЕ2. Івано-Франківськ : Вид-во ТОВ «МІКРОЛ», 2013. 231 с.
6. Контролер мікропроцесорний МІК-51. Посібник з експлуатації ПРМК.421457.005 РЕ1. Івано-Франківськ : Вид-во ТОВ «МІКРОЛ», 2013. 107 с.

1. ДОСЛІДЖЕННЯ БЛОКУ РУЧНОГО КЕРУВАННЯ БРУ-10 ФІРМИ МІКРОЛ

1.1. Мета роботи

Вивчити будову, технічні характеристики та принцип роботи блоку ручного керування БРУ-10 та дослідити режими його роботи.

1.2. Програма роботи

- 1.2.1. Вивчити будову та призначення блоку ручного керування БРУ-10;
- 1.2.2. Вивчити рівні конфігурування і настроювання блоку;
- 1.2.3. Дослідити режими роботи блоку ручного керування БРУ-10.

1.3. Опис установки

1.3.1. Функціональна схема

Досліджувана АСР складається із задаючого пристрою, блоку ручного керування «БРУ-10» і виконавчого механізму (рис. 1.1).

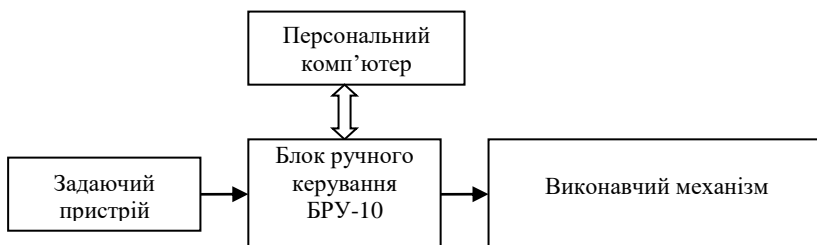


Рис. 1.1 Функціональна схема АСР

1.3.2. Блок ручного керування

Блок ручного керування БРУ-10 призначений для використання в локальних і комплексних системах промислової автоматизації виробничих процесів як багатофункціональна станція ручного керування аналоговими або імпульсними виконавчими механізмами, а саме для переключення ланцюгів керування виконавчими пристроями і механізмами, індикації режимів робіт, індикації положення ланцюгів керування, а також вимірювання й індикації одного технологічного параметру.

Блок виконує наступні функції:

- Вимірювання і індикація технологічного параметру (із сигналізацією відхилень) і сигналу положення виконавчого механізму.
- Ручне або дистанційне переключення з автоматичного керування на ручний і назад.
- Кнопкове керування інтегруючими (імпульсними) виконавчими пристроями.
- Кнопкове керування аналоговими виконавчими пристроями.

- Індикація режимів керування.
- Індикація сигналів регулюючого пристрою з імпульсним вихідним сигналом(сигнали типу менше і сигнали ШІМ-модулятора).

Блок БРУ-10 містить:

- Два канали вимірювання аналогових величин.
- Два задавачі – аналоговий і імпульсний.
- Вбудований вузол індикації, що складається з одного 4-х розрядного індикатора на 7 сегментів і одного лінійного світлодіодного індикатора на 21 сегмент.
- Клавiші керування виконавчими механiзмами та задавачами.
- Клавiші програмування.
- Клавiші «АВТ» і «РУЧ» для зміни режиму роботи - переключення режиму керування – автоматичний або ручний.
- Блок ручного керування БРУ-10 містить реле з магнітним блокуванням, яке виконує функції перемикача на два положення. Перемикання реле відбувається при проходженні імпульсу постійного струму через відповідні обмотки. Повторення імпульсу струму в цих обмотках, а також вимикання живлення, стан контактів реле не змінюють. Для зміни стану контактів необхідно пропустити імпульс струму по інших обмотках. У БРУ-10 використовуються 3 групи перемикаючих контактів реле. Для збільшення груп контактів використовується блок комутації сигналів БКС-4.

Внутрішня програмна пам'ять блоку БРУ-10 містить велику кількість стандартних функцій необхідних для візуалізації і керування технологічними процесам, а також рішення більшості інженерних прикладних задач, наприклад, таких як:

- порівняння результату перетворення з уставками «мінімум» і «максимум» та сигналізацію відхилень;
- програмне калібрування каналів за зовнішнім зразковим джерелом аналогового сигналу;
- цифрова фільтрація;
- масштабування шкал вимірюваних параметрів;
- добування квадратного кореня;
- конфігурування блоку ручного керування та зміна його настройок і параметрів здійснюється за допомогою клавiш передньої панелі або за допомогою інтерфейсу RS-485.

Параметри конфігурації блоку ручного керування БРУ-10 зберігаються в енергонезалежній пам'яті, тому прилад здатний відновити виконання задач керування після переривання напруги живлення. Батарея резервного живлення не використовується.

Блок ручного керування БРУ-10 може використовуватися в якості:

- станції ручного керування аналоговим виконавчим механізмом, у тому числі з підтримкою функцій статичного і динамічного балансування для забезпечення режимів безударного перемикання виконавчого механізму. Є індикація режимів роботи. Станція ручного керування може бути сконфігурована з пріоритетом над автоматичним режимом керування;
- станції ручного керування аналоговим виконавчим механізмом з режимом відстеження внутрішнім задавачем керуючого сигналу контролера.
- станції ручного керування імпульсним виконавчим механізмом. Станція ручного керування може бути сконфігурована з пріоритетом над автоматичним режимом керування;
- індикатора двох фізичних величин на одному вбудованому 4-х розрядному індикаторі на 7 сегментів та на одному лінійному світлодіодному індикаторі на 21 сегмент, з можливістю масштабування шкал, вибору методу лінійної індикації (сегмент, гістограма) і сигналізації відхилення уставок "мінімум" і "максимум". Блок БРУ-10 призначений для вимірювання вхідного фізичного параметру (температура, тиск, витрата, рівень і т.п.), обробки, перетворення і відображення його поточного значення на вбудованому чотирьохрозрядному цифровому індикаторі. На передній панелі є індикатори для сигналізації технологічно небезпечних зон, сигнали перевищення (зниження) вимірюваного параметра;
- задавача імпульсних сигналів типу менше зі світлодіодною індикацією станів ключів менше;
- задавача аналогових уніфікованих сигналів з можливістю цифрової індикації на вбудованих індикаторах;
- перетворювача (конвертора) вхідних аналогових уніфікованих сигналів у вихідний аналоговий уніфікований сигнал з можливістю масштабування і перетворення (пряма або зворотна) шкал. Наприклад, перетворення вхідного сигналу 0-100% 0-20 мА у вихідний аналоговий сигнал 0-5 мА - від 20% до 75% вхідного сигналу, але перетвореного в 0-100% вихідного сигналу.
- перетворювача (конвертора) вхідних імпульсних сигналів типу менше у вихідний аналоговий уніфікований сигнал.
- перетворювача (конвертора) вхідного імпульсного сигналу від джерела ШІМ-сигналу контролера у вихідний аналоговий уніфікований сигнал.
- прилад має можливість програмного калібрування (яка виконується користувачем) початку шкали і діапазону виміру двох аналогових входів і аналогового виходу.
- задавача аналогових і імпульсних сигналів. Індикатора двох фізичних величин.
- задавача аналогових і імпульсних сигналів із блокуванням зміни аналогового сигналу. Індикатора двох фізичних величин.

Технічні характеристики

Технічна характеристика		Значення
Електроживлення (підключення до мережі)		~220 (+22 -33)В, (50 ± 1) Гц
Споживана потужність		≤ 7.3 Вт
Аналогові вхідні сигнали	Кількість аналогових входів	2
	Тип вхідного аналогового сигналу	0-5 мА, (R _{вх} =400 Ом) 0-20 мА, (R _{вх} =100 Ом) 4-20 мА, (R _{вх} =100 Ом) 0-10В, (R _{вх} >2 кОм)
	Межа допустимої основної приведені похибки вимірювання вхідних параметрів	≤ 0,2 %
	Дозволяюча здатність цифрової індикації	± 0,01 %
	Дозволяюча здатність лінійної індикації	± 5,0 % (± 2,5 %) в залежності від методу індикації
	Період вимірювання	0,1 сек.
	Період відновлення інформації на дисплеї	0,5 сек.
Аналоговий вихідний сигнал	Кількість аналогових виходів	1
	Тип вихідного аналогового сигналу	0-5 мА, R _н ≤ 2000 Ом 0-20 мА, R _н ≤ 500 Ом 4-20 мА, R _н ≤ 500 Ом 0-10В, R _н ≥ 10000 Ом
	Межа допустимої основної приведені похибки формування вихідного сигналу після калібрування	≤ 0,2 %
	Залежність вихідного сигналу від опору навантаження	≤ 0,05 %

**АО - вихідний аналоговий сигнал керування зовнішнім виконавчим механізмом

**Кожен канал блоку ручного керування БРУ-10 може бути сконфігурований на підключення будь-якого давача, який формує уніфіковані сигнали постійного струму.

1.3.3 Будова і принцип роботи

Конструкція приладу

Блок ручного керування БРУ-10 сконструйований за блочним принципом і включає:

- пластмасовий корпус;
- фронтальний блок передньої панелі з елементами обслуговування (клавіатурою) і індикації;
- блок задньої частини з мереживим роз'ємом-клемою і роз'ємом для підключення клемно-блочного з'єднувача, призначеного для підключення зовнішніх вхідних і вихідних ланцюгів.

Передня панель приладу

Для кращого керування технологічним процесом блок ручного керування БРУ-10 обладнаний: активною чотирьохрозрядною цифровою індикацією для відображення вимірюваної величини - дисплей **ПАРАМЕТР**; значення керуючого впливу, яке подається на аналоговий вихід пристрою - дисплей **ВИХІД**; необхідною кількістю кнопок обслуговування і сигналізаційних світлодіодних індикаторів для різних режимів і сигналів.

Зовнішній вигляд передньої панелі блоку ручного керування БРУ-10 приведений на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Зовнішній вигляд передньої панелі блоку ручного керування БРУ-10

Призначення дисплеїв передньої панелі

Дисплей ПАРАМЕТР	У режимі РОБОТА показує значення вимірюваної величини АП1. У режимі КОНФІГУРУВАННЯ (дисплей мигає) показує номер, або значення обраного параметру.
Дисплей ВИХІД	У залежності від режиму роботи показує значення керуючого впливу яке подається на аналоговий вихід пристрою, або значення сигналу який подається на аналоговий вхід Аі2.

Призначення світлодіодних індикаторів

- Індикатор MAX** - світиться, якщо значення вимірюваної величини (АП1) перевищує значення уставки сигналізації відхилення **MAX**.
- Індикатор MIN** - світиться, якщо значення вимірюваної величини (АП1) менше значення уставки сигналізації відхилення **MIN**.
- Індикатор РУЧ** - світиться, якщо прилад знаходиться в ручному режимі керування, тобто керування об'єктом ведеться з передньої панелі приладу.
- Індикатор АВТ** - світиться, якщо прилад знаходиться автоматичному режимі керування, тобто об'єктом керує зовнішній пристрій.

Індикатор ІНТ - мигає, якщо відбувається передача даних по інтерфейсному каналі зв'язку RS485.

Індикатор ► (БІЛЬШЕ)	Світлиться або мигає, якщо на контакти клемно-блочного з'єднувача 17 (СдБ – світлодіод БІЛЬШЕ) і 18 (СдМ – світлодіод МЕНШЕ) подається напруга –24В. Наприклад, від регулятора або внутрішнього імпульсного задавача (клавіш БІЛЬШЕ- МЕНШЕ), розташованих на передній панелі блоку і підключених до 9 і 10 контакту.
-----------------------------	--

Призначення клавіш

Клавіші [АВТ] – [РУЧ]	Натискання клавіш викликає перехід з автоматичного режиму роботи в режим ручного керування і назад.
------------------------------	---

Клавіша [►] БІЛЬШЕ	В залежності від обраного режиму кожне натискання клавіші викликає: <ul style="list-style-type: none">- збільшення вихідного сигналу аналогового задавача;- видачу сигналу – 24В на контакт 9 (КлБ – ключ БІЛЬШЕ) клемно-блочного з'єднувача.
---------------------------	--

Клавіша [◄] МЕНШЕ	У залежності обраного режиму кожне натискання клавіші викликає: <ul style="list-style-type: none">- зменшення вихідного сигналу аналогового задавача;- видачу сигналу – 24В на контакт 10 (КлМ – ключ МЕНШЕ) клемно-блочного з'єднувача.
--------------------------	---

Клавіша [↻]	Клавіша призначена для виклику меню конфігурації, а також просування по меню конфігурації. Клавіша призначена для підтвердження виконуваних дій або операцій, для фіксації значень які вводяться.
--------------------	---

Клавіша [▲]	Клавіша "БІЛЬШЕ". При кожному натисканні цієї клавіші здійснюється збільшення значення змінюваного параметра. При утриманні цієї клавіші в натиснутому положенні збільшення значень відбувається безупинно. ** В деяких режимах (1, 2, 4, 5) при натисканні даної клавіші на дисплеї ВИХІД відображається не активне значення керуючого сигналу. Наприклад , в автоматичному режимі – відображається вихідне значення ручного аналогового задавача.
--------------------	--

Клавіша [▼]	Клавіша "МЕНШЕ". При кожному натисканні цієї клавіші здійснюється зменшення значення змінюваного параметра. При утриманні цієї клавіші в натиснутому положенні зменшення значень відбувається безупинно.
--------------------	--

1.3.4 Схема зовнішніх з'єднань блоку ручного керування БРУ-10 при використанні КБЗ-24-14

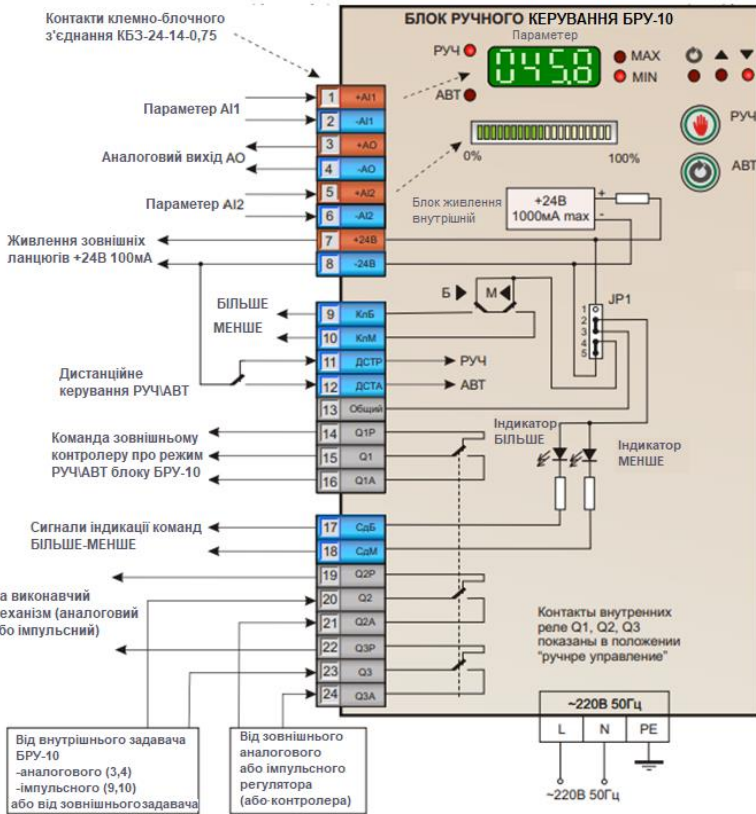


Рис. 1.3 Схема зовнішніх з'єднань блоку ручного керування БРУ-10 підключення входів-виходів до приладу

1. Блок ручного керування БРУ-10 містить реле з магнітним блокуванням, яке виконує функції перемикача на два положення. Перемикання реле відбувається при проходженні імпульсу постійного струму через відповідні обмотки. Повторення імпульсу струму в тих же обмотках, а також вимикання живлення стан контактів реле не змінюють. Для зміни стану контактів необхідно пропустити імпульс струму по інших обмотках.

2. Кнопки АВТ і РУЧ дозволяють переключати режим керування – автомат або ручний.

3. Кнопки ◀ (МЕНШЕ) і ▶ (БІЛЬШЕ) призначені для керування виконавчими пристроями – аналоговими або імпульсними.

4. Індикатори ◀ (МЕНШЕ) і ▶ (БІЛЬШЕ) служать для індикації імпульсних вихідних сигналів регулюючих пристроїв. Наприклад, при з'єднанні контактів 10-18 і 9-17 подача команд у ручному режимі на виконавчий механізм за допомогою клавіш ◀ (МЕНШЕ) і ▶ (БІЛЬШЕ) буде супроводжуватися світінням відповідних світлодіодів на передній панелі приладу: ◀ (МЕНШЕ) і ▶ (БІЛЬШЕ).

5. Перемикання режиму керування приладу може здійснюватись також дистанційно – замиканням контактів 8 і 11 (ручний), або 8 і 12 (автомат).

1.3.5 Рівень конфігурації і настройок

За допомогою цього рівня вводять параметри і режими блоку ручного керування БРУ-10, параметри сигналізації відхилень, параметри фільтра, параметри завдання типу входу, параметри калібрування. Кожне задане значення (елемент настроювання) на рівні конфігурації називається "параметром".

Виклик рівня конфігурації і настроювань

1. Виклик рівня конфігурації і настройок здійснюється з режиму РОБОТА тривалим, більш 5-и секунд, натисканням клавіші [↵].

2. Після цього на дисплей **ПАРАМЕТР** виводиться меню введення пароля: «**P.00**».

3. За допомогою клавіш програмування ▲▼ ввести пароль: «**P.02**» і короткочасно натиснути клавішу [↵].

Якщо пароль введений не вірно – прилад перейде в *режим індикації*. Якщо пароль введений вірно - то прилад перейде в *режим конфігурації*. Режим конфігурації відрізняється від режиму індикації тим, що в даному режимі номери параметрів і їхніх значень виводяться на дисплей **ПАРАМЕТР** у *миготливому* режимі.

4. На дисплеї **ПАРАМЕТР** мигає номер параметра 01: «**.01**».

5. Для модифікації параметра 01 необхідно короткочасно натиснути клавішу [↵].

6. На дисплеї **ПАРАМЕТР** у *миготливому* режимі виведеться значення параметра 01: наприклад, «**0001**».

7. За допомогою клавіш програмування ▲▼, при необхідності, здійснити зміну параметра 01, короткочасно натиснути клавішу [↵] – прилад знову перейде в режим конфігурації – на дисплеї **ПАРАМЕТР** мигає номер параметра 01: «**.01**».

8. За допомогою клавіш програмування ▲▼ встановити необхідний для зміни параметр, і т.д. поки всі необхідні параметри не будуть змінені.

9. Викликати параметр «**33**» і зберегти всі змінені значення в енергонезалежній пам'яті.

10. Вихід з режиму конфігурації здійснюється тривалим, більш 5-и секунд, натисканням клавіші [↵], або після закінчення часу 20-25 сек.

Фіксування налаштувань

Щоб змінити налаштування параметрів або установки, користуйтеся клавішами [▲] або [▼], а потім натисніть клавішу [↵]. У результаті налаштування буде зафіксовано.

Необхідно пам'ятати, що фіксація змін відбувається тільки по клавіші [↵].

Якщо на рівні конфігурації і налаштування був викликаний параметр для модифікації і не натислася клавіша з клавіш протягом близько 20-25 секунд, прилад перейде в режим **РОБОТА**. Навіть якщо параметр був модифіковано і не натислася клавіша [↵], то протягом близько 20-25 секунд, прилад перейде в режим **РОБОТА** і зміна буде зафіксовано.

Після проведення модифікації необхідно зробити запис параметрів в енергонезалежну пам'ять, у протилежному випадку введена інформація не буде збережена при відключенні живлення блоку ручного керування БРУ-10.

Запис параметрів в енергонезалежну пам'ять

Параметр 33. Запис параметрів в енергонезалежну пам'ять

Значення параметру 33	
0000	Запис параметрів в енергонезалежну пам'ять <i>не виконується</i>
0001	Запис параметрів в енергонезалежну пам'ять <i>виконується</i> в такий спосіб: 1) Зробити модифікацію всіх необхідних параметрів. 2) Встановити значення параметра 33 = 0001. 3) Після зазначених операцій буде зроблений запис усіх модифікованих параметрів в енергонезалежну пам'ять і прилад автоматично перейде в режим РОБОТА . Після запису параметр 33 автоматично встановлюється в 0000. Вихід з режиму конфігурації здійснюється тривалим, більш п'яти секунд, натисканням клавіші [↵], або після закінчення часу 20-25 сек.

1.4. Порядок виконання роботи

1. Оглянути лабораторний стенд та схему зовнішніх з'єднань (рис. 1.4);

2. Вивчити будову та призначення блоку ручного управління БРУ-10:

- оглянути прилад та з'ясувати призначення всіх елементів на передній панелі;

- оглянути клемно-блочне з'єднання та задню частину приладу та визначити порядок підключення давача, ВМ та живлення;

- визначити призначення джемперів на платі регулятора та на платі клемно-блочного з'єднання;

- в процесі вивчення для більш детального розуміння використовувати технічну документації до приладу.

3. Вивчити рівні конфігурування і налаштування блоку:

- візуально оглянути стенд і перевірити справність всіх електричних з'єднань, у випадку виявлення будь-яких пошкоджень повідомити про це викладача;
- подати живлення на лабораторний стенд;
- використовуючи технічну документацію зайти в режим конфігурування та визначити основні параметри настроювання блоку ручного керування.

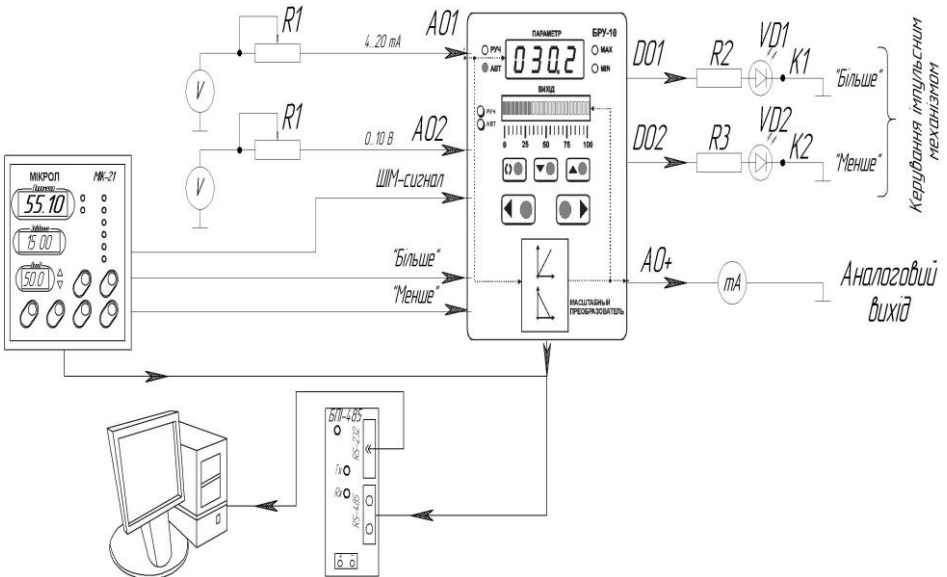


Рис 1.4. Схема зовнішніх з'єднань

4. Дослідити режими роботи блока ручного керування БРУ-10:
- вибрати необхідний режим керування – див. блок-схеми режимів;
 - встановити обраний режим роботи (наприклад, режим 5: параметр [01] = 0005);
 - здійснити настроювання відповідних параметрів обраного режиму.

Режими роботи блоку ручного керування БРУ-10

Режим 0. Індикатор двох фізичних величин

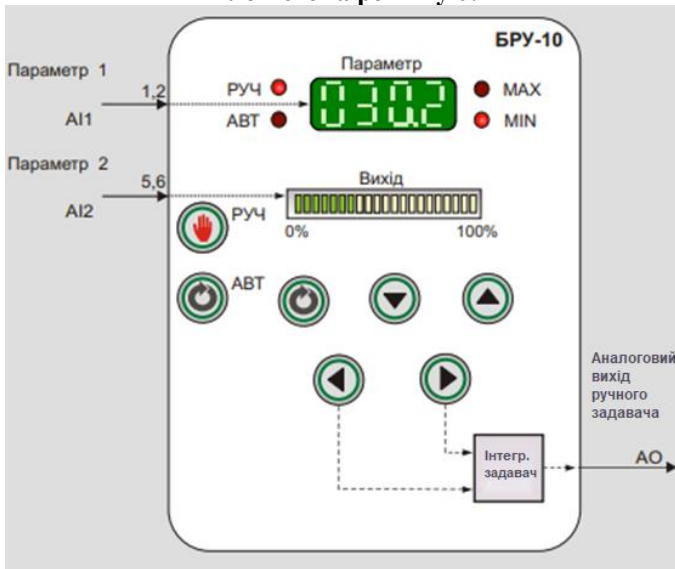
Призначення режиму 0:

Індикація двох фізичних величин на цифровому і лінійному індикаторі

- Сигналізація мінімального і максимального значення вхідного параметра АП1 на світлодіодних індикаторах.

- Ручний аналоговий задавач (керований клавішами ◀ і ▶ на передній панелі).

Блок-схема режиму 0:



1. Подати живлення на лабораторний стенд;
2. Перейти в ручний режим;
3. В режимі конфігурування встановити зв'язні параметри режиму 0:

- Параметр 01 =0000** - Режим роботи БРУ-10;
- Параметр 02** Положення децимального роздільника;
- Параметр 03** Нижня межа розмаху шкали;
- Параметр 04** Верхня межа розмаху шкали;
- Параметр 05** Сигналізація відхилення "мінімум";
- Параметр 06** Сигналізація відхилення "максимум";
- Параметр 07** Гістерезис сигналізації;
- Параметр 08** Метод лінійної індикації.

Примітка. Параметри пов'язані з режимами індикації технологічного параметру на дисплеї ПАРАМЕТР і ВИХІД використовуються в режимах роботи 1 – 8.

4. Дослідити вплив параметру гістерезисна сигналізації на момент спрацювання індикаторів MIN та MAX. Дані занести в табл. 1.1

Таблиця 1.1

Параметр	при зростанні				при спаданні			
Індикатор MIN								
Індикатор MAX								

5. Побудувати статичну характеристику спрацювання індикаторів MIN та MAX та визначити зону гістерезису.

6. Зняти статичну характеристику аналогового входу АІ1 та аналогового входу АІ2. Дані досліджень занести в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

АІ1, мА							
Параметр %							
АІ2, В							
Вихід, к-сть сегментів							

7. Побудувати статичні характеристики входів та визначити їх коефіцієнти передач, як відношення приросту вихідного сигналу до приросту вхідного сигналу.

8. Під'єднати амперметр до виходу АО і натисканням клавіш [◀] та [▶] спостерігати за зміною вихідного сигналу.

Режим 1. Станція ручного керування *аналоговим* виконавчим механізмом із *зовнішнім* перемиканням керуючих ланцюгів

Призначення режиму 1:

- Режими роботи РУЧНИЙ або АВТОМАТ, індикація режиму роботи.
- Статичне і динамічне балансування, забезпечення безударності перемикання.
 - Індикація значення вихідного керуючого впливу на лінійному індикаторі.
 - Індикація фізичної величини (параметр, положення механізму) на цифровому індикаторі, сигналізація мінімального і максимального значення на світлодіодних індикаторах.

1. В режимі програмування встановити пов'язані параметри режиму 1:

Параметр 01 = 0001 - Режим роботи БРУ-10;

Параметр 13 Статичне балансування;

Параметр 14 Швидкість динамічного балансування;

Параметр 21 Напрямок вихідного сигналу АО;

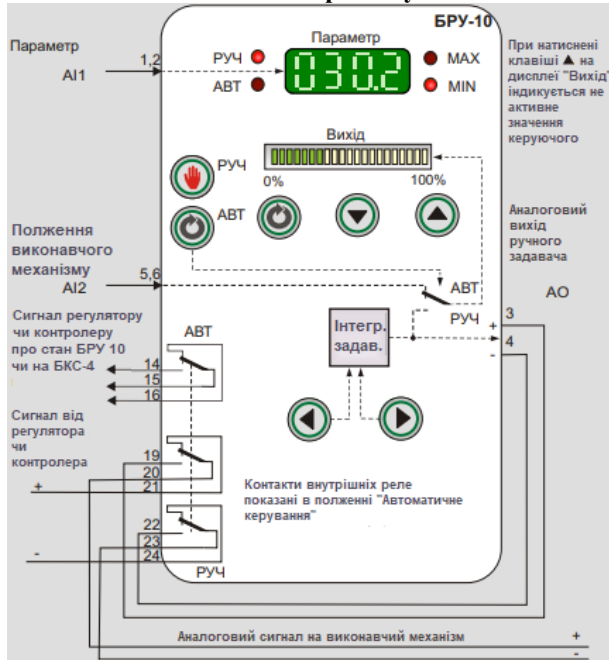
Параметр 22 Мінімальне збільшення вихідного аналогового сигналу в режимі ручного задатчика.

2. Перевести БРУ-10 в автоматичний режим роботи.

3. Зняти характеристику зміни вихідного сигналу АО при зміні вхідного АІ2.

4. Змінити напрям вихідного сигналу АО на інверсний та виконати п.3. Дані занести в табл. 1.3.

Блок-схема режиму 1:



Таблиця 1.3

AI2, В	прямий вхід			інверсний вхід			
АО, мА							

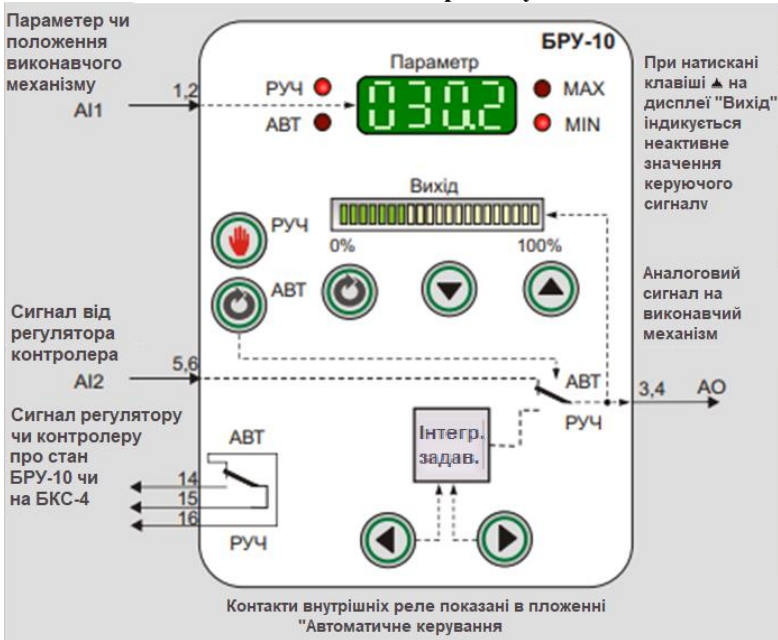
5. Побудувати статичну характеристику залежності виходу АО від входу AI2 при прямому та інверсному режимах роботи.

Режим 2. Станція ручного керування *аналоговим* виконавчим механізмом із *внутрішнім* (програмним) перемиканням керуючих ланцюгів

Призначення режиму 2:

- Режими роботи ручний або автомат, індикація режиму роботи.
- Статичне і динамічне балансування, забезпечення безударності перемикання.
 - Індикація значення вихідного керуючого впливу на лінійному індикаторі.
 - Індикація фізичної величини (параметр, положення механізму) на цифровому індикаторі, сигналізація мінімального і максимального значення на світлодіодних індикаторах.

Блок-схема режиму 2:



1. В режимі програмування встановити зв'язні параметри режиму 2:

Параметр 01 =0002 - Режим роботи БРУ-10;

Параметр 13 Статичне балансування;

Параметр 14 Швидкість динамічного балансування;

Параметр 21 Напрямок вихідного сигналу АО;

Параметр 22 Мінімальне збільшення вихідного аналогового сигналу в режимі ручного задавача.

2. Виконати дослідження роботи БРУ 10 аналогічно режиму 1.

Відмінні риси режиму 2 щодо режиму 1: менше комутаційних з'єднань; динамічне балансування працює в обидва боки (у режимі 1 тільки в одну сторону); масштабування, інверсія й обмеження аналогового виходу; сигнал від контролера і блоку БРУ-10 може мати різні типи сигналів.

Режим 3. Станція ручного керування імпульсним виконавчим механізмом із зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів з індикацією положення виконавчого механізму за допомогою зовнішнього входу AI2

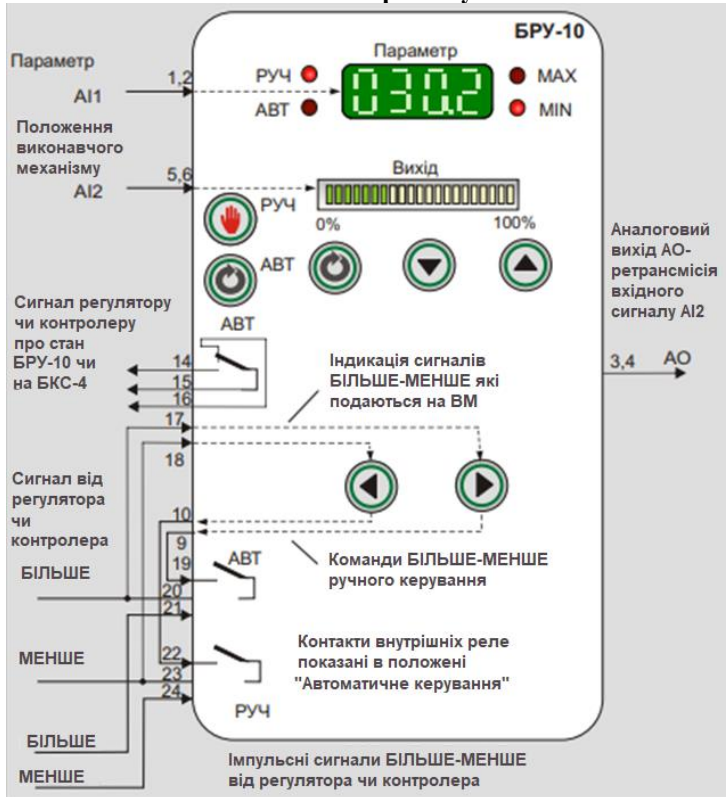
Призначення режиму 3:

Станція ручного керування імпульсним виконавчим механізмом із зовнішнім перемиканням керуючих ланцюгів з індикацією положення виконавчого механізму за допомогою внутрішнього інтегратора:

- Режими роботи ручний або автомат, індикація режиму роботи.

- Індикація сигналів БІЛЬШЕ - МЕНШЕ на світлодіодних індикаторах.
- Індикація фізичної величини (параметр, положення механізму) на цифровому індикаторі, сигналізація мінімального і максимального значення на світлодіодних індикаторах.
- Ретрансія вхідного сигналу AI2.

Блок-схема режиму 3:



1. В режимі програмування встановити пов'язані параметри режиму 3: **Параметр 01 =0003** - Режим роботи БРУ-10.
2. Перевірити роботу БРУ-10 в заданому режимі.

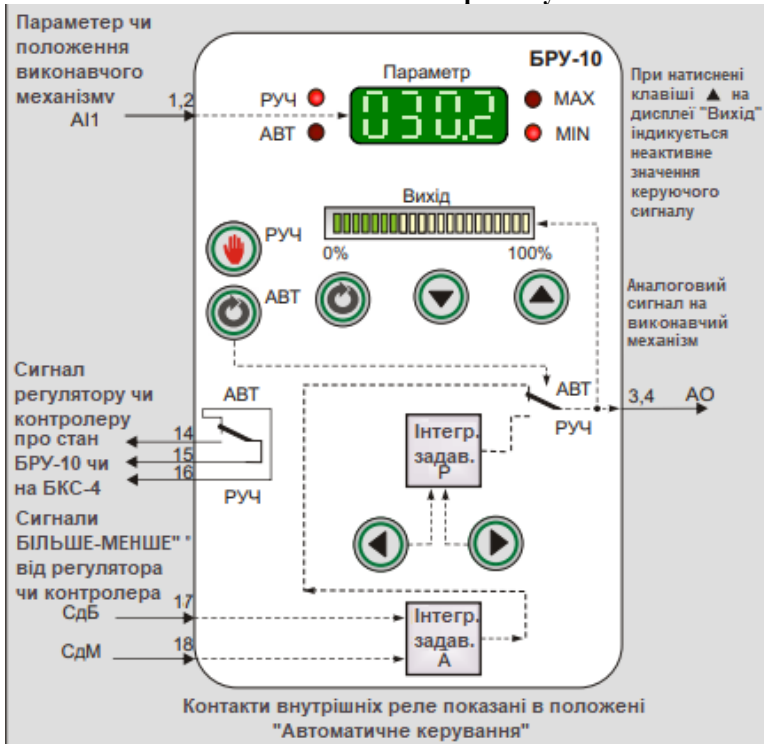
Режим 4. Перетворювач імпульсних сигналів більше-менше від імпульсного регулятора у вихідний уніфікований сигнал

Призначення режиму 4:

- Режими роботи ручний або автомат, індикація режиму роботи.
- Статичне і динамічне балансування, забезпечення безударності перемикачів.
- Індикація сигналів БІЛЬШЕ-МЕНШЕ на світлодіодних індикаторах.

- Індикація фізичної величини (параметр, положення механізму) на цифровому індикаторі, сигналізація мінімального і максимального значення на світлодіодних індикаторах.

Блок-схема режиму 4:



Інтегр. задав. А – інтегруючий задавач у режимі **АВТОМАТИЧНЕ** керування
 Інтегр. задав. Р – інтегруючий задавач у режимі **РУЧНЕ** керування

1. В режимі програмування встановити пов'язані параметри РЕЖИМУ 4:

Параметр 01 =0004 - Режим роботи БРУ-10

Параметр 13 Статичне балансування

Параметр 14 Швидкість динамічного балансування

Параметр 15 Час механізму.

2. На регуляторі МК-21 встановити параметри:

- 10.03 = 0003 – ПІД імпульсний закон керування;

- значення коефіцієнтів K_n , T_i , T_d відповідно в п. 1.00, 1.01, 1.02:

$K_n=1$, $T_i=0$, $T_d=0$;

- 10.03 = 10 - час механізму $T=10$ с.

3. Перевести МК-21 в ручний режим роботи.

4. Вимикачі SQ1 та SQ2 перевести в верхнє положення.

5. Перевести БРУ-10 в автоматичний режим роботи.

6. Змінюючи клавішами [▲] та [▼] значення на індикаторі „ВИХІД” МІК-21 знімаємо характеристику аналогового сигналу БРУ-10 від тривалості імпульсів на виходах DO1 та DO2 МІК-21. Дані занести в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4

МІК-21	Вихід,%							
	Δ вихід							
	DO1							
	DO2							
БРУ 10	АО, мА							

7. За даними табл. 1.4 побудувати графік залежності виходу АО БРУ-10 від тривалості імпульсів.

Режим 5. Перетворювач імпульсних ШІМ-сигналів від ШІМ-модулятора у вихідний уніфікований сигнал

Призначення режиму 5:

- Режими роботи ручний-автомат, індикація режиму роботи.
- Статичне і динамічне балансування, забезпечення безударності перемикачів.

- Індикація ШІМ-сигналу на світлодіодному індикаторі «МЕНШЕ».

- Індикація фізичної величини (параметр, положення механізму) на цифровому індикаторі, сигналізація мінімального і максимального значення на світлодіодних індикаторах.

1. В режимі програмування встановити зв'язні параметри режиму 5:

Параметр 01 =0005 - Режим роботи БРУ-10

Параметр 13 Статичне балансування

Параметр 14 Швидкість динамічного балансування

Параметр 17 Період ШІМ-сигналу.

3. На регуляторі МІК-21 встановити тип автоматичного режиму регулятора ПІД-ШІМ (10.03 = 0002), період ПІД-ШІМ =10 с. (10.00=10).

4. Переводимо регулятор МІК-21 в ручний режим роботи.

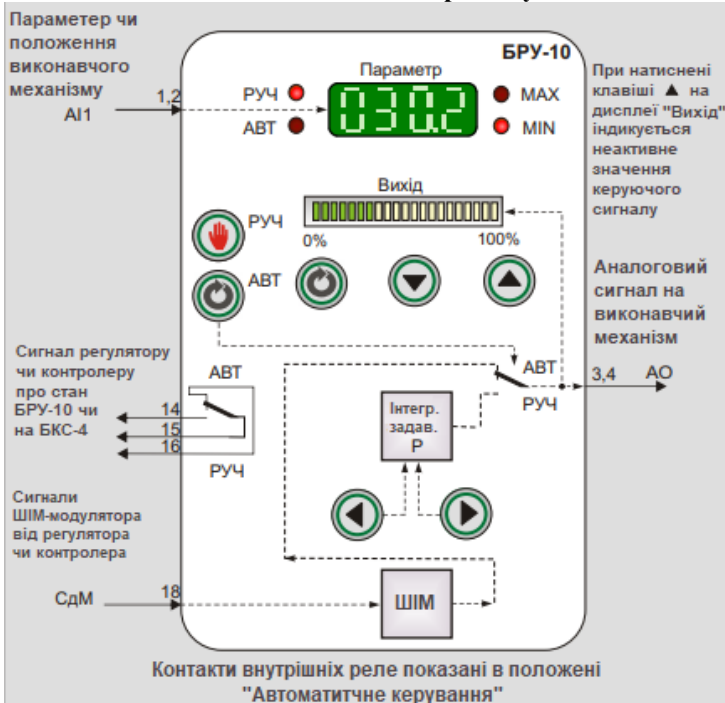
5. Вимикачі SQ1 та SQ2 перевести в нижнє положення.

6. Перевести БРУ-10 в автоматичний режим роботи.

7. Змінюючи клавішами [▲] та [▼] значення на індикаторі „ВИХІД” МІК-21 знімаємо характеристику аналогового сигналу БРУ-10 від тривалості імпульсів на виходах DO1 та DO2 МІК-21. Дані занести в таблицю 1.5.

8. За даними табл. 1.5 побудувати графік залежності виходу АО БРУ-10 від тривалості імпульсів.

Блок-схема режиму 5:



Інтегр. задав. Р – інтегруючий задавач у режимі **РУЧНЕ** керування

Таблиця 1.5

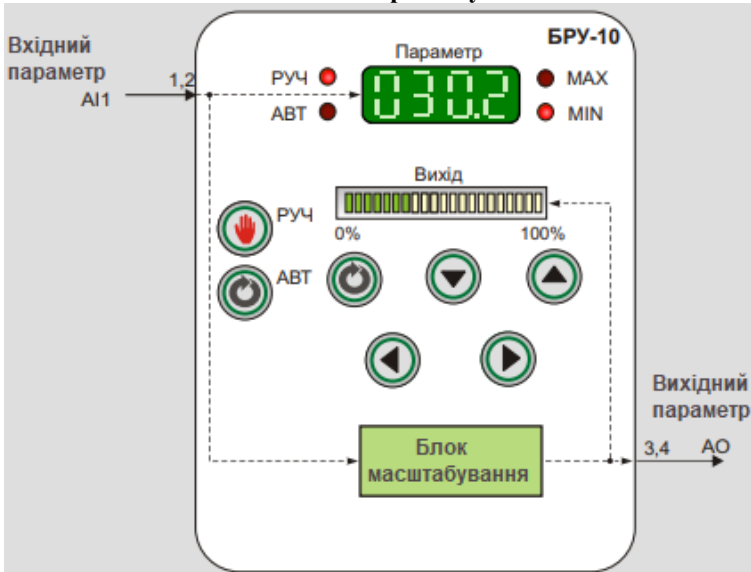
МІК-21	Вихід, %						
	Δ вихід						
	DO1						
	DO2						
БРУ-10	АО, мА						

Режим 6. Перетворювач (конвертор) входних аналогових уніфікованих сигналів у вихідний аналоговий уніфікований сигнал

Призначення режиму 6:

- Можливість масштабування і перетворення (пряма або зворотна) шкал. Наприклад, перетворення входного сигналу 0 - 100% 0 - 20 мА у вихідний аналоговий сигнал 0 - 5 мА - від 20% до 75% входного сигналу, але перетвореного в 0 - 100% вихідного сигналу.
- Індикація *вхідного* фізичного параметра на цифровому індикаторі, сигналізація мінімального і максимального значення на світлодіодних індикаторах.
- Індикація *вихідного* фізичного параметра на лінійному індикаторі.

Блок-схема режиму 6:



1. В режимі програмування встановити зв'язні параметри режиму 6:

Параметр 01 =0006 - Режим роботи БРУ-10.

Параметр 19 Початкове значення вхідного сигналу рівне 0% вихідного сигналу балансування.

Параметр 20 Кінцеве значення вхідного сигналу рівне 100% вихідного сигналу балансування.

2. Перевести БРУ-10 в автоматичний режим.

3. Змінюючи потенціометром R1 значення вхідного сигналу AI1 зняти значення вихідного сигналу АО. Дані досліджень занести в табл.1.6.

Таблиця 1.6

AI1, мА									
АО, мА									

4. Побудувати графічно залежність вихідного сигналу АО від вхідного AI1.

5. Визначити коефіцієнт масштабування як відношення приросту вихідного сигналу АО до приросту вхідного сигналу AI1.

Режим 7. Задавач аналогових і імпульсних сигналів

Призначення режиму 7:

- Завдання аналогового сигналу керування змінюється за допомогою клавш передньої панелі [▲] або [▼].
- Індикація імпульсних сигналів більше-менше на світлодіодних індикаторах.
- Індикація двох фізичних величин на цифровому і лінійному індикаторі.

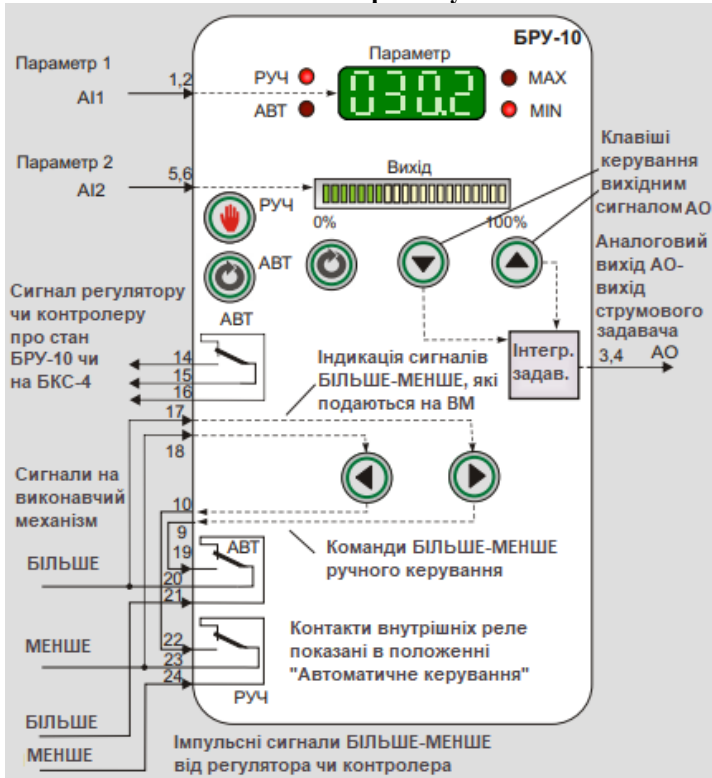
- Можливість підключення вихідного сигналу АО на один із входів AI1, AI2 для індикації задаючого впливу.

1. В режимі програмування встановити пов'язані параметри режиму 7:

Параметр 01 =0007 - Режим роботи БРУ-10.

2. Перевірити роботу приладу в даному режимі.

Блок-схема режиму 7:



Режим 8. Задавач аналогових і імпульсних сигналів із блокуванням зміни аналогового сигналу

Призначення режиму 8:

Задавач аналогових і імпульсних сигналів (безпечний режим роботи):

- Завдання аналогового сигналу змінюється за допомогою одночасного натискання кнопок передньої панелі [▲] або [▼], і кнопки меню [↻]. Кнопка меню [↻] призначена для блокування зміни сигналу завдання, тобто кнопками [▲] або [▼] змінити завдання не можливо.

- індикація імпульсних сигналів більше-менше на світлодіодних індикаторах.

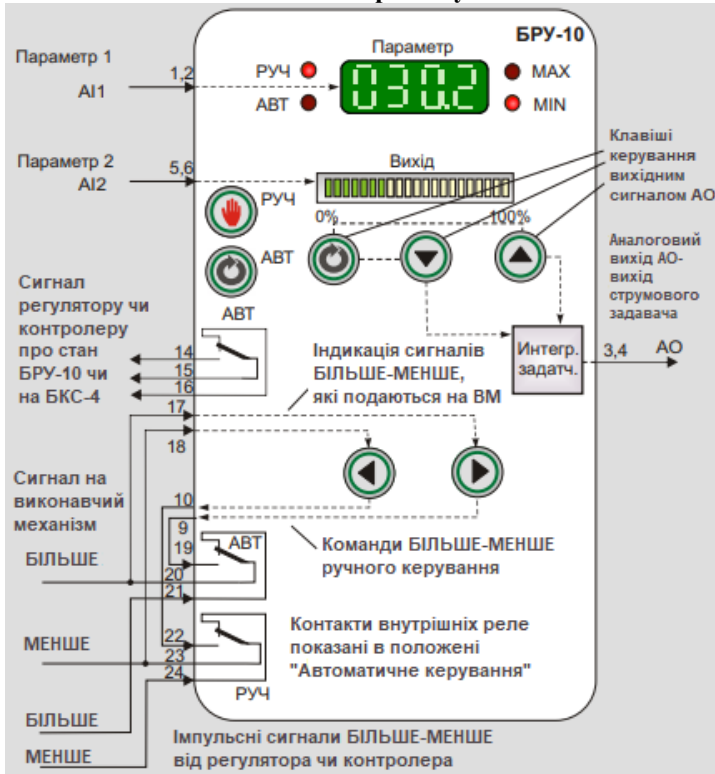
- Індикація двох фізичних величин на цифровому і лінійному індикаторі.
- Є можливість підключення вихідного сигналу АО на один із входів AI1, AI2 для індикації задаючого впливу.

1. В режимі програмування встановити пов'язані параметри режиму 8:

Параметр 01 =0008 - Режим роботи БРУ-10.

2. Перевірити роботу приладу в даному режимі.

Блок-схема режиму 8:



1.5. Контрольні запитання

1. Приведіть функціональну схему досліджуваної АСР.
2. Для чого призначений блок ручного керування БРУ-10?
3. Які задачі керування можуть бути вирішені за допомогою БРУ-10?
4. Перерахуйте входи-виходи блоку.
5. З яких основних вузлів складається блок ручного керування БРУ-10?
6. Як здійснюється встановлення нових параметрів настроювання блоку?
7. Як здійснюється запис параметрів в енергонезалежну пам'ять пристрою?
8. Назвіть режими роботи блоку.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО РЕГУЛЯТОРА МІК-21 ФІРМИ МІКРОЛ

2.1. Мета роботи

Дослідити і вивчити принцип роботи мікропроцесорного регулятора МІК-21 з позиційним, ПІД-аналоговим, ПІД-ШІМ, ПІД-імпульсним законами регулювання.

2.2. Програма роботи

2.2.1. Вивчити будову та призначення мікропроцесорного регулятора МІК-21;

2.2.2. Вивчити рівні конфігурування і настроювання регулятора;

2.2.3. Дослідити роботу позиційного, ПІД-аналогового, ПІД-ШІМ, ПІД-імпульсного законів регулювання.

2.3. Опис установки

Досліджувана АСР складається задаючого пристрою, регулятора МІК-21 і вимірювального пристрою, або елемента індикації (рис. 2.1).

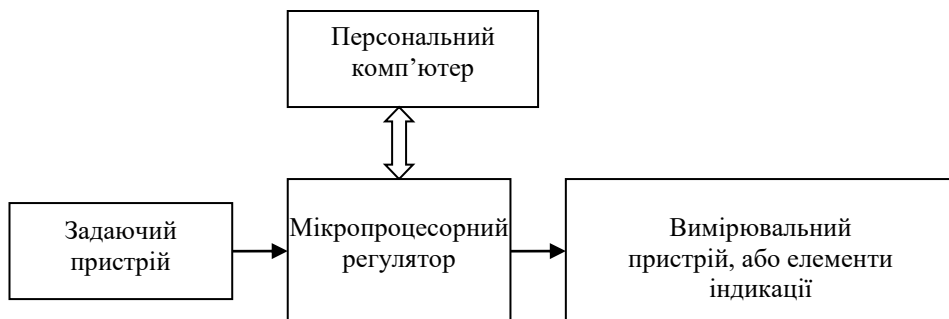


Рис. 2.1 Функціональна схема АСР

Регулятори МІК-21 це цифрові регулятори безперервної дії з аналоговим, імпульсним або двопозиційним виходом. Регулятори застосовуються для керування технологічними процесами в промисловості. Він дозволяє забезпечити високу точність підтримки значення вимірюваного параметра.

Призначення регулятора

Регулятор МІК-21 призначений:

- для вимірювання контрольованого вхідного фізичного параметра (температура, тиск, витрата, рівень і т.п.), обробки, перетворення і відображення його поточного значення на вбудованому чотирирохрядному цифровому індикаторі;

- регулятор формує вихідний аналоговий або імпульсний сигнал керування зовнішнім виконавчим механізмом, забезпечуючи аналогове, імпульсне або позиційне регулювання вхідного параметра по П, ПІ, ПД або ПІД закону відповідно до заданої користувачем логіки роботи і параметрів регулювання.

Структура регулятора МК-21 за допомогою конфігурації може бути змінена таким чином, що можуть бути вирішені наступні задачі регулювання:

- двопозиційного (до чотирьох каналів - при використанні функції вільно-програмованих дискретних виходів приладу) або трипозиційного регулятора;

- ПД - регулятора з аналоговим виходом, ПІД - регулятора з імпульсним виходом із зовнішнім або внутрішнім зворотним зв'язком по положенню виконавчого механізму, ПІД-ШІМ - регулятора з імпульсним виходом;

- регулятор з автоматичною корекцією вимірюваного і регульованого параметра по другому аналоговому входу;

- регулятор з автоматичною корекцією внутрішньої заданої точки (тип корекції - статична, динамічна по зміні заданої точки або по зовнішній дії на дискретний вхід);

- регулятор, що включає до 2-х заданих величин (внутрішню і/або зовнішню);

- веденого регулятора в каскадних схемах регулювання, контурів автоматичного регулювання з керуванням від ЕОМ;

- приладу ручного керування імпульсним виконавчим механізмом, з індикацією задаючого впливу, і індикацією реального значення положення виконавчого механізму;

- індикатора двох фізичних величин;

- задавача функцій.

Внутрішня програмна пам'ять регулятора МК-21 містить велику кількість стандартних функцій необхідних для керування технологічними процесами більшості інженерних прикладних завдань, наприклад, таких як:

- можливість підключення різних типів давачів;

- порівняння результату перетворення з уставками мінімум і максимум, а також сигналізацію відхилень (технологічно небезпечних зон), вибір типу технологічної сигналізації - абсолютна або девіаційна;

- програмне калібрування каналів по зовнішньому зразковому джерелу аналогового сигналу;

- цифрова фільтрація;

- довільне масштабування шкал вимірюваних параметрів, лінеаризація вхідних сигналів;

- обчислення квадратного кореня;

- режими статичного і динамічного балансування;

- моніторинг справності давачів (їхніх ліній зв'язку або вимірювального каналу) із системою безпечного керування виконавчими механізмами;
- ретрансмісія вхідних аналогових параметрів на аналоговий вихід пристрою і багато чого ін.

Регулятор представляє собою вільно програмований компактний прилад. Користувач, що не має знань і навичок програмування, може просто викликати і виконувати ці функції шляхом конфігурації регулятора МІК-21. Регулятори МІК-21 дуже гнучкі у використанні і можуть швидко і легко, змінивши конфігурацію, виконувати більшість вимог і завдань керування технологічними процесами.

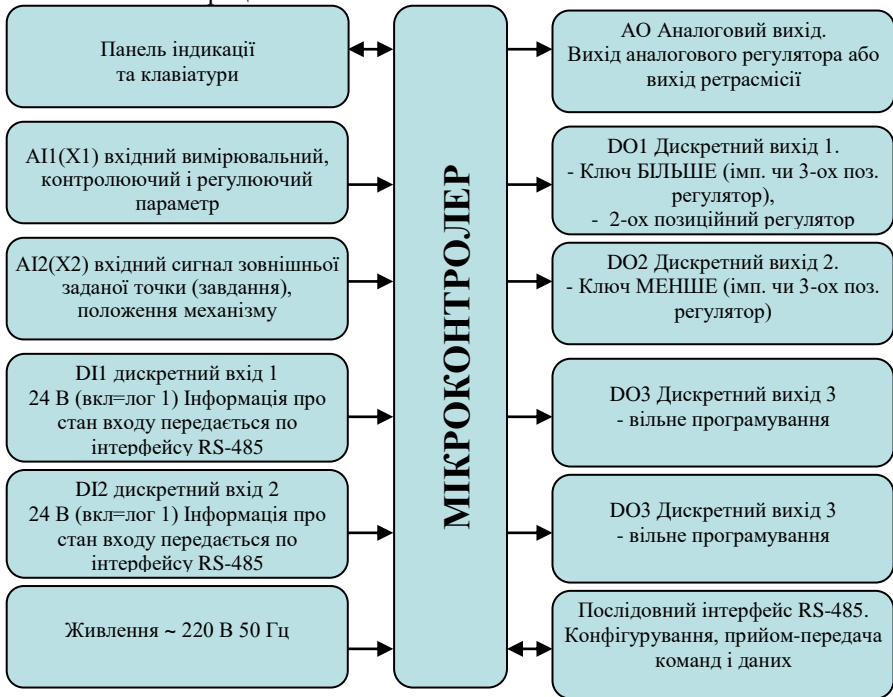


Рис. 2.2. Структурна схема регулятора МІК-21

Регулятори МІК-21 конфігуруються через передню панель приладу або через гальванічно розділений інтерфейс RS-485 (протокол ModBus), що також дозволяє використовувати прилад як віддалений контролер при роботі в сучасних мережах керування і збору інформації.

Параметри конфігурації регулятора МІК-21 зберігаються в енергонезалежній пам'яті і прилад здатний відновити виконання завдань керування після переривання напруги живлення.

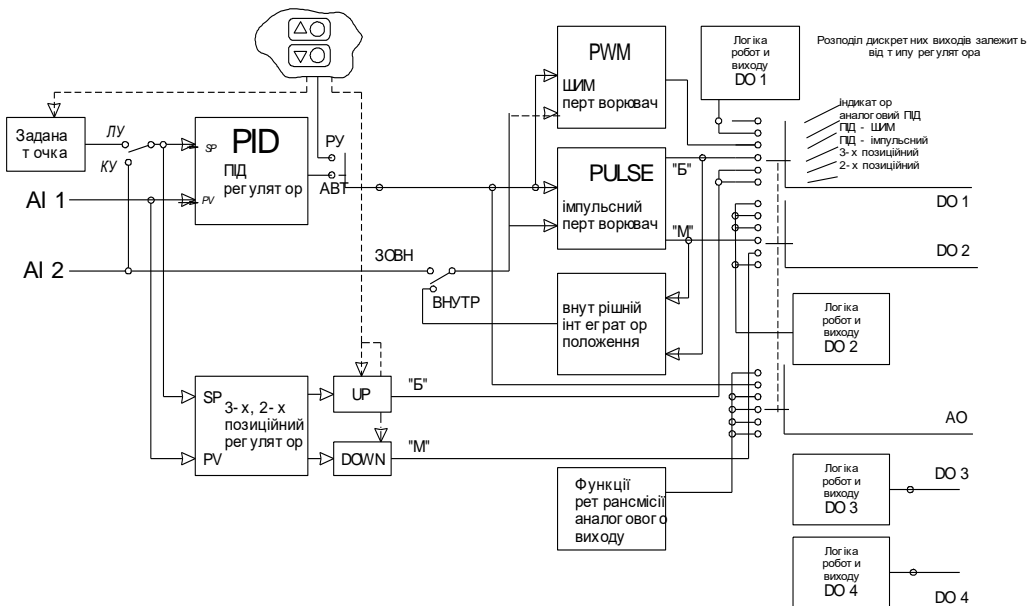


Рис. 2.3. Функціональна схема блока регулювання регулятора МІК-21

Принцип дії регулятора МІК-21

Регулятор МІК-21, структурна схема якого наведена на рис. 1.2, являє собою пристрій вимірювання значення вхідного параметра, обробки і перетворення вхідного сигналу і видачі керуючих впливів.

Регулятор МІК-21 працює під управлінням сучасного, високо інтегрованого мікроконтролера RISC архітектури, виготовленого по високошвидкісній КМОП технології з низьким енергоспоживанням. У постійному запам'ятовуючому пристрої розташовується велика кількість функцій для вирішення завдань контролю і регулювання. За допомогою конфігурування користувач може самостійно налаштувати регулятор на вирішення певних завдань.

Регулятор МІК-21 оснащений аналого-цифровим перетворювачем, вузлами дискретно-цифрового вводу і цифро-дискретного виводу, сторожовими схемами для контролю циклів роботи програми, енергонезалежною пам'яттю EEPROM, NVRAM для збереження параметрів конфігурації і даних.

Внутрішня програма регулятора МІК-21 функціонує з постійним часовим циклом. На початку кожного циклу внутрішньої робочої програми зчитуються значення аналогових і дискретних входів, виконується

зчитування і обробка клавіатури, прийом команд і даних з послідовного інтерфейсу. За допомогою цих вхідних сигналів здійснюються, відповідно до запрограмованих функцій і параметрів користувача конфігурації, всі розрахунки. Після цього здійснюється вивід інформації на дискретні виходи, на індикаторні елементи, а також фіксація обчислених величин для режиму передачі послідовного інтерфейсу.

Рівні конфігурації і настройки

За допомогою цього рівня вводять параметри і константи регулятора, параметри сигналізації відхилень, параметри фільтра, параметри завдання типу входу, типу керування, виду заданої точки, параметри мережевого обміну, параметри калібрування, а також режими дозволу входу в меню конфігурації і запису параметрів.

Параметри розділені по групах, кожна з яких називається "рівень". Кожне задане значення (елемент настроювання) у цих рівнях називається "параметром". Параметри, використовувані в регуляторі МІК-21, згруповані в наступних 19 рівнів і представлені на діаграмі - див. рис. 2.4.

Індикація значення параметрів конфігурації і їхніх номерів зазначені на рис.2.5.

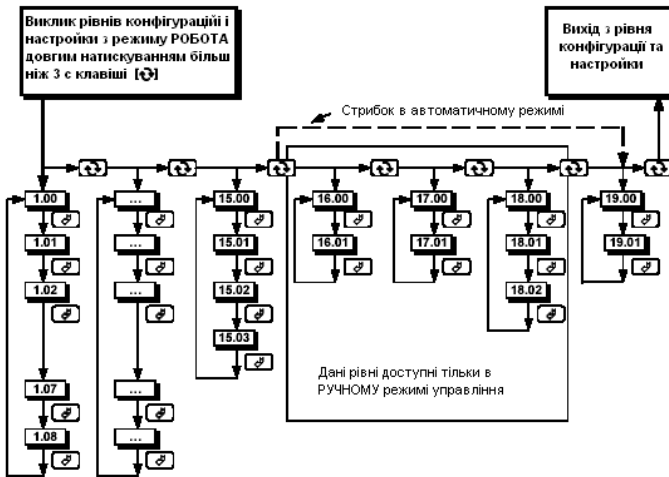


Рис. 2.4. Діаграма рівнів конфігурації і настроювань

Комунікаційні функції

Мікропроцесорний регулятор МІК-21 може забезпечити виконання комунікаційної функції по інтерфейсу RS-485, що дозволяє контролювати і модифікувати його параметри за допомогою зовнішнього пристрою (комп'ютера, мікропроцесорної системи керування).

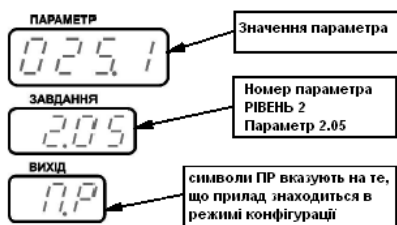


Рис. 2.5. Індикація значення параметрів конфігурації і їхніх номерів

Інтерфейс призначений для конфігурування приладу, для використання як віддалений контролер при роботі в сучасних мережах керування і збору інформації (прийому - передачі команд і даних), SCADA системах і т.п.

Протоколом зв'язку по інтерфейсу RS-485 є протокол Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit).

Для роботи необхідно настроїти комунікаційні характеристики регулятора МІК-21 таким чином, щоб вони збігалися з настройками обміну даними головного комп'ютера. Характеристики мережевого обміну настроюються на 15 рівні конфігурації.

При обміні по інтерфейсному каналі зв'язку, якщо відбувається передача даних від контролера в мережу, на передній панелі регулятора мигає індикатор ІНТ.

Доступ до реєстрів оперативного керування №0-29 дозволений постійно.

Доступ до реєстрів програмування і конфігурації №30-192 дозволяється у випадку установки в «1» реєстра дозволу програмування №29, що можливо здійснити як з передньої панелі регулятора МІК-21, так і з персональної ЕОМ.

Кількість запитуваних реєстрів не повинне перевищувати 16. Якщо в кадрі запиту замовлено більше 16 реєстрів, регулятор МІК-21 у відповіді обмежує їхню кількість до перших 16-ти реєстрів.

Реакція регулятора на одиничний ступінчастий вплив

Однією з динамічних характеристик об'єкта керування є його перехідна характеристика - реакція об'єкта на одиничний ступінчастий вплив, наприклад, зміна заданої точки регулятора.

Далі наведені перехідні процеси системи керування при одиничній ступінчастій зміні заданої точки при використанні регуляторів з різним законом регулювання.

Якщо на вхід регулятора подається стрибкоподібна функція зміни заданої точки рис. 2.6, то на виході регулятора виникає реакція на одиничний ступінчастий вплив відповідно до характеристики регулятора у часовій функції.

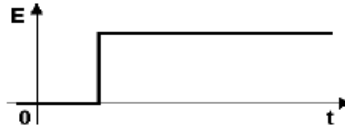


Рис. 2.6. Одиничний ступінчастий вплив

П-регулятор, реакція на одиничний ступінчастий вплив

Параметрами П-регулятора є коефіцієнт підсилення K_p і робоча точка Y_0 . Робоча точка Y_0 визначається як значення вихідного сигналу, при якому розузгодження регульованої величини дорівнює нулю. При впливі збурюючих впливів, виникає, залежно від Y_0 , відхилення регулювання.

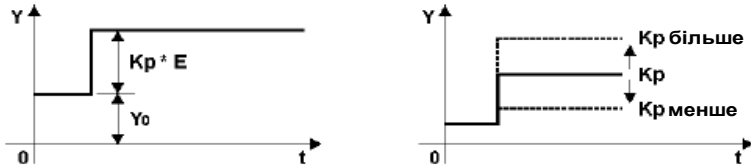


Рис. 2.7. П - регулятор. Реакція на одиничний ступінчастий вплив

ПІ-регулятор, реакція на одиничний ступінчастий вплив

На відміну від П-регулятора в ПІ-регулятора, завдяки інтегральній складовій, виключається відхилення регулювання.

Параметром інтегральної складової є час інтегрування T_i .

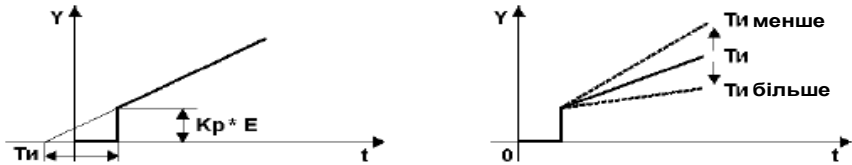


Рис. 2.8. ПІ-регулятор. Реакція на одиничний ступінчастий вплив

ПД - регулятор, реакція на одиничний ступінчастий вплив

У ПД-регуляторів пропорційна складова накладається на загасаючу диференціальну складову. Д - складова визначається через посилення випередження V_d і час диференціювання T_d .

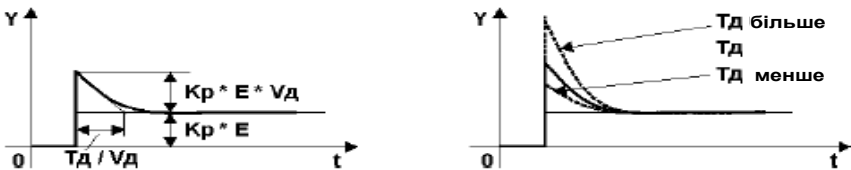


Рис. 2.9. ПД - регулятор. Реакція на одиничний ступінчастий вплив

ПІД – регулятор, реакція на одиничний ступінчастий вплив

Завдяки додатковому підключенню Д - складової ПІД-регулятор досягає поліпшення динамічної якості регулювання.

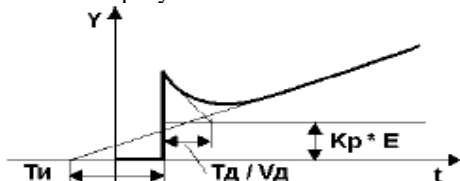


Рис. 2.10. ПІД – регулятор. Реакція на одиничний ступінчастий вплив

ПІД регулятор з ШІМ - виходом

ПІД регулятор з ШІМ – виходом перетворює сигнал керування в послідовність імпульсів з періодом $T_{шім}$. Тривалість імпульсів (інтервал часу, протягом якого замкнуті контакти відповідного реле) пропорційна величині сигналу керування. Період послідовності встановлюється при конфігуруванні.

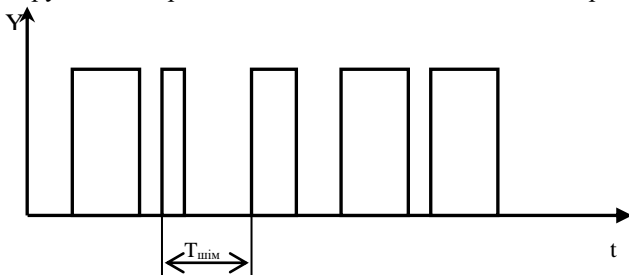


Рис. 2.11. ПІД – регулятор з ШІМ - виходом. Реакція на одиничний ступінчастий вплив

ПІД регулятор з імпульсним виходом

ПІД регулятор з імпульсним виходом формує на двох дискретних виходах (дискретні виходи БІЛЬШЕ і МЕНШЕ) сигнали, час дії яких пропорційний виходу ПІД регулятора, і є прив'язаним до часу переведення регулюючого органу з одного крайнього положення в інше, причому один з них служить для збільшення впливу РО на об'єкт регулювання, а інший – на зменшення.

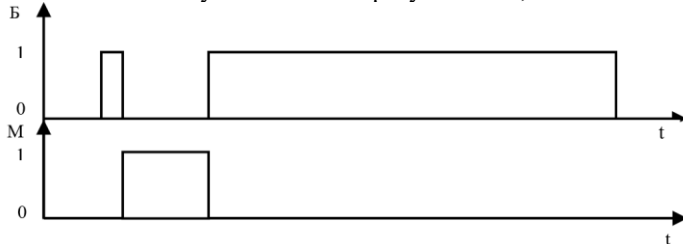


Рис. 2.12. ПІД – регулятор з імпульсним виходом.
Вихід ПІД – імпульсного регулятора

2.4. Порядок виконання роботи

1. Оглянути лабораторний стенд та схему зовнішніх з'єднань (рис. 2.13);

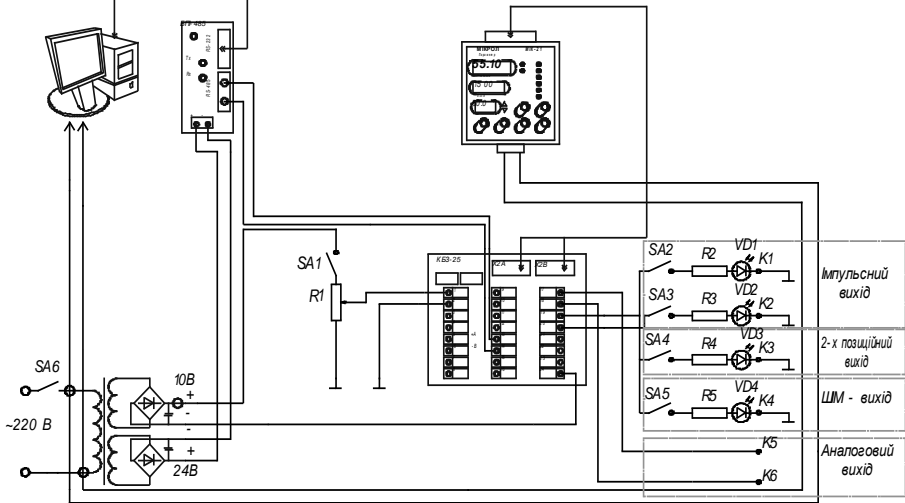


Рис 2.13. Схема зовнішніх з'єднань

2. Вивчити будову та призначення регулятора МІК-21:

- оглянути прилад та з'ясувати призначення всіх елементів на передній панелі;
- оглянути клемно-блочне з'єднання та задню частину приладу та визначити порядок підключення датчиків, ВМ та живлення;
- визначити призначення джемперів на платі регулятора та на платі клемно-блочного з'єднання;
- в процесі вивчення для більш детального розуміння використовувати технічну документацію до відповідного регулятора.

3. Вивчити рівні конфігурування і настроювання регулятора:

- візуально оглянути стенд і перевірити справність всіх електричних з'єднань, у випадку виявлення будь-яких пошкоджень повідомити про це викладача;
- подати живлення на лабораторний стенд;
- використовуючи технічну документацію зайти в режим конфігурування та визначити основні параметри настроювання регулятора.

4. Дослідити регулятор в режимах: ПІД-аналогового закону керування, двопозиційного закону керування, неперервного ПІД-ШІМ закону керування, неперервного ПІД-імпульсного закону керування

5. Зняти перехідні характеристики регулятора.

Дослідження неперервного ПІД-аналогового закону керування

- подати живлення на лабораторний стенд;
- перейти в ручний режим;
- в режимі конфігурування встановити структуру регулятора для цього в п. 10.3. встановити параметр 0001;
- встановити по черзі значення коефіцієнтів K_n , T_i , T_d відповідно в п. 1.00, 1.01, 1.02:
 - для П-регулятора – $K_n=2$, $T_i=0$, $T_d=0$;
 - для ІІ-регулятора – $K_n=2$, $T_i=10$, $T_d=0$;
 - для ПІД-регулятора – $K_n=1$, $T_i=10$, $T_d=10$;
- встановити вихід регулятора на позначці 50% шкали;
- перейти в автоматичний режим;
- стрибкоподібно змінити розузгодження регулятора (завдання або регульований параметр) на 10 – 20 %;
- ввімкнути секундомір
- зняти перехідну характеристику для П – закону та занести значення в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1.

Розузгодження регулятора $\Delta X=$ (мА)									
t, сек									
U, %									
Розузгодження регулятора $\Delta X=$ (мА)									
t, сек									
U, %									

- зняти перехідну характеристику для ІІ – закону та занести значення в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2.

Розузгодження регулятора $\Delta X=$ (мА)									
t, сек									
U, %									
Розузгодження регулятора $\Delta X=$ (мА)									
t, сек									
U, %									

- зняти перехідну характеристику для ПІД – закону та занести значення в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3.

Розузгодження регулятора $\Delta X=$ (мА)									
t, сек									
U, %									
Розузгодження регулятора $\Delta X=$ (мА)									
t, сек									
U, %									

Використовуючи значення таблиць 2.1, 2.2, 2.3 побудувати криві перехідних процесів для кожного закону регулювання і для різних виходів.

Дослідження двопозиційного закону керування

1. На регуляторі перейти в режим програмування:
 - встановити зону гістерезису для двопозиційного регулятора (1.06 → 000,0 ÷ 090,0);
 - встановити тип регулятора – двопозиційний (10.03 → 0005);
2. Вийти з режиму програмування;
3. Змінити значення заданої точки;
4. Встановити автоматичний режим роботи;
5. Дослідити параметри регулятора при зміні вхідного сигналу вище та нижче завдання. Дані вимірювання занести в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4.

Дослідження двопозиційного алгоритму керування

t, сек									
U _{вих} , % DO1									

6. Використовуючи значення таблиці 2.4 побудувати статичну характеристику.

Дослідження неперервного ПІД-ШІМ закону керування

1. На регуляторі перейти в режим програмування:
 - встановити параметри регулятора:
 - коефіцієнт підсилення (1.00 → 0,1 ÷ 50,0 тех.од.);
 - час інтегрування (1.01 → 0 сек.);
 - час диференціювання (1.02 → 0 сек.);
 - встановити тип регулятора – ПІД-ШІМ (10.03 → 0002);
2. Вийти з режиму програмування;
3. Встановити автоматичний режим роботи;
4. Плавню змінити значення сигналу на вході АІ1;
5. Плавню змінити вхідний сигнал АІ1 та прослідкувати зміну сигналу керування на виході DO1 та виміряти тривалість імпульсу. Дані вимірювання занести в таблицю 2.5 та побудувати графік залежності $U_{вих} = f(I_{вх})$;

Таблиця 2.5.

Дослідження ШІМ алгоритму керування

АІ1, mA									
U _{вих} , % DO1									
t, c									

6. З графіка визначити параметри ПІД-ШІМ регулятора:
 - період ПІД-ШІМ;
 - тривалість імпульсу.

Дослідження неперервного ПІД-імпульсного закону керування

1. На регуляторі перейти в режим програмування:
 - встановити призначення аналогового входу АІ1 :
 - встановити параметри регулятора
 коефіцієнт підсилення (1.00 → 50,0 тех.од.);
 час інтегрування (1.01 → 0);
 час диференціювання (1.02 → 0).
 - встановити тип регулятора – ПІД-імпульсний (10.03 → 0003);
 - встановити час механізму $T_m = 100$ с. (10.00 → 100)
2. Вийти з режиму програмування;
3. Перейти в ручний режим роботи:
 - встановити вихід $U_{вих}, \% = 50$. (Параметр рівний завданню = 10 мА).
4. Встановити автоматичний режим роботи;
5. Змінюючи значення параметру АІ1 визначити величину $U_{вих}, \%$ та тривалість імпульсу на виходах DO1 і DO2. Дані вимірювань занести в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6.

Дослідження імпульсного алгоритму керування

АІ1, мА	при зростанні				при спаданні			
$U_{вих}, \%$								
TDO1, с								
TDO2, с								

6. Зобразити часові характеристики сигналів АІ1, DO1, DO2.

2.5. Контрольні запитання

1. Приведіть функціональну схему досліджуваної АСР.
2. Для чого призначений регулятор МІК-21?
3. Які задачі регулювання можуть бути вирішені за допомогою регулятора МІК-21?
4. Перерахуйте входи-виходи регулятора МІК-21.
5. Як здійснюється встановлення нових параметрів настроювання регулятора?
6. Опишіть комунікаційні функції регулятора МІК-21.
7. Опишіть принцип формування вихідного сигналу регулятора з використанням ШІМ.
8. Опишіть принцип формування вихідного сигналу регулятора з використанням імпульсного перетворювача.

3. ПРОГРАМУВАННЯ ТА НАСТРОЮВАННЯ МАЛОКАНАЛЬНОГО ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛЕРА МІК - 51 ФІРМИ МІКРОЛ

3.1. Мета роботи

Вивчення основних можливостей програмного пакета «Редактор FBD-програм АЛЬФА», програмна реалізація мовою FBD-блоків позиційного та ПД-регулятора.

3.2. Теоретичні відомості

3.2.1. Призначення та характеристики програмованого логічного контролера МІК-51

МІК-51 - це компактний малоканалний багатофункціональний мікропроцесорний контролер, призначений для автоматичного регулювання і логічного керування технологічними процесами. Контролер МІК-51 дозволяє вести локальне, каскадне, програмне, супервізорное, багатозв'язане регулювання.



Архітектура контролера забезпечує можливість вручну або автоматично вмикати, вимикати, перемикаєти і реконфігурувати контури регулювання, причому всі ці операції виконуються незалежно від складності структури керування. У сполученні з обробкою аналогових сигналів контролер МІК-51 дозволяє виконувати також логічні перетворення сигналів і виробляти не тільки аналогові або імпульсні, але і дискретні команди керування.

Логічні функціональні блоки формують логічну програму покрокового керування з аналізом умов виконання кожного кроку, завданням контрольного часу на кожному кроці і умовним або безумовним переходом програми до заданого кроку. У сполученні з обробкою дискретних сигналів контролер дозволяє виконувати також різноманітні функціональні перетворення аналогових сигналів і виробляти не тільки дискретні, але і аналогові керуючі сигнали.

МІК-51 містить засоби оперативного керування, розташовані на лицьовій панелі контролера. Ці засоби дозволяють вручну змінювати режими роботи, установлювати завдання, управляти ходом виконання програми, вручну управляти виконавчими пристроями, контролювати сигнали і помилки. Стандартні аналогові і дискретні давачі і виконавчі пристрої підключаються до контролера МІК-51 за допомогою індивідуальних кабельних зв'язків. Всередині контролера сигнали обробляються в цифровій формі.

Контролери МІК-51 можуть поєднуватися в локальну керуючу мережу шинної конфігурації по інтерфейсу RS-485 та протоколу ModBus. Для такого об'єднання ніяких додаткових пристроїв не потрібно. Через мережу контролери можуть обмінюватися інформацією в цифровій формі.

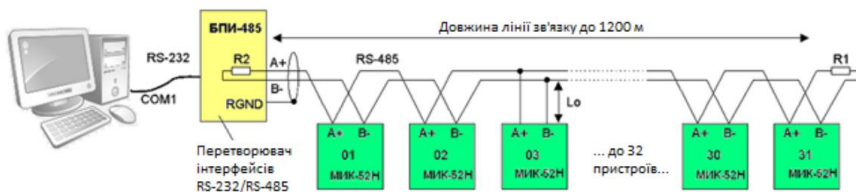


Рис. 3.1. Організація мережі контролерів МІК-51

У контролері МІК-51 передбачено:

- До 9 незалежних контурів регулювання, кожний з яких може бути локальним або каскадним, з аналоговим або імпульсним виходом, з ручним, програмним (у тому числі багатопрограмним) або супервізорним задатчиком.
- Більше 50 типів зашитих у ПЗУ функціональних блоків безперервної і дискретної обробки інформації, включаючи функціональні блоки ПД регулювання, функціональні блоки математичних, динамічних, нелінійних, аналого-дискретних і логічних перетворень.
- До 99 використовуваних блоків (див. Додаток 3.1) з вільним їхнім заповненням будь-якими функціональними блоками з бібліотеки і вільним конфігуруванням між собою і із входами-виходами контролера. Ручна установка або автонастроювання будь-яких властивостей, параметрів і коефіцієнтів у будь-яких функціональних блоках.
 - Зміна режимів керування, вмикання/вимикання, перемикання і реконфігурування контурів регулювання будь-якого ступеня складності.
 - Оперативне керування контурами регулювання за допомогою клавіш лицьової панелі, двох чотирирозрядних і одного трирозрядного цифрових індикаторів і набору світлодіодів, що дозволяють змінювати режими, встановлювати завдання, управляти виконавчими механізмами, контролювати сигнали та аварійні ситуації. При програмному регулюванні засоби оперативного керування дозволяють вибрати необхідну програму, запускати, зупиняти, і скидати програму, переходити до наступної ділянки програми, а також контролювати хід виконання програми.
 - Об'єднання до 32 контролерів у локальну керуючу мережу, причому в цю мережу можуть включатися також і інші моделі контролерів.
 - Контролери МІК-51 можуть комплектуватися модулем розширення.

3.2.2. Програмування малоканального програмованого логічного контролера МІК-51

Програмування контролера виконується за допомогою клавіш передньої панелі або по послідовному інтерфейсу за допомогою спеціального

програмного забезпечення - візуального редактора FBD-програм АЛЬФА. Програмний пакет редактор FBD-програм АЛЬФА поширюється безкоштовно. Він доступний на сторінці в Інтернет <http://www.microl.com.ua/>

Система програмування реалізована відповідно до вимог стандарту Міжнародної Електротехнічної Комісії (МЕК) ІЕС 1131-3 і призначена для розробки прикладного програмного забезпечення для збору даних і керування технологічними процесами, виконуваними на програмованих контролерах. Як мова програмування в системі використовується мова функціональних блокових діаграм Function Block Diagram (FBD), що надає користувачеві механізм об'єктного візуального програмування.

У вихідному стані функціональні блоки відсутні і ніякі функції по обробці сигналів контролером не виконуються. Реалізовані програмно функціональні блоки утворюють область управління контролера. Функціональний блок є елементарною ланкою FBD-програм. Система програмування реалізована відповідно до вимог стандарту Міжнародної Електротехнічної Комісії (МЕК) ІЕС 1131-3 і призначена для розробки програмного забезпечення для збору даних і керування технологічними процесами, виконуваними на програмованих контролерах. Як мова програмування в системі реалізована мова функціональних блокових діаграм Function Block Diagram (FBD), що надає користувачеві механізм об'єктного візуального програмування.

Контролер містить велику бібліотеку функціональних блоків (див. Додаток 1), достатню для того, щоб вирішувати порівняно складні завдання автоматичного регулювання і логіко-програмного керування. Крім функціональних блоків автоматичного регулювання і логіко-програмного керування в бібліотеці є великий набір функціональних блоків, що виконують динамічні, статичні, математичні, логічні і аналого-дискретні перетворення сигналів.

Частіша бібліотечних функціональних блоків виконує особливе завдання: вона зв'язує апаратуру контролера з основною масою функціональних блоків. До цих «зв'язкових» функціональних блоків відносяться:

- функціональні блоки введення і виводу аналогових і дискретних сигналів,
- функціональні блоки обслуговування лицьової панелі,
- функціональні блоки прийому і передачі сигналів через інтерфейсний канал.

Апаратні елементи структури контролера (вхідні і вихідні УСО. лицьова панель, інтерфейсний канал) починають виконувати свої функції лише після того, як будуть використані які-небудь відповідні функціональні блоки.

При програмуванні функціональними блоками в більшості випадків діють правила:

- функціональним блокам присвоюються порядкові номери, які ідентифікують блок у системі, а також визначають черговість виконання блоків у програмі;

- функціональному блоку може бути присвоєний будь-який порядковий номер;
- в одній програмі функціональні блоки того самого типу можна використати багаторазово;
- не може бути вільних (непідключених) входів функціонального блоку;
- допускаються зв'язки входів і виходів будь-якого типу, тому що перетворення типів здійснюється автоматично.

Із цих правил є наступні виключення:

Для деяких функціональних блоків є обмеження на кратність їхнього використання в межах одного контролера. Так, функціональний блок аналогового введення можна використати лише чотири рази – ці чотири функціональних блоки охоплюють всі аналогові входи і його повторне використання позбавлено змісту. Аналогічні обмеження (по аналогічних причинах) мають інші функціональні блоки вводу-виводу інформації.

У процесі конфігурування для кожного входу кожного функціонального блоку задається джерело сигналу. Всі можливості конфігурування однакові як для входів, так і для параметрів. Не може бути вільних (непідключених) входів функціонального блоку. Сигнали, що подаються на вхід надходять із виходів функціональних блоків. При конфігурації для входів задається номер функціонального блоку і номер виходу, до якого підключається даний вхід. Зазначені конфігураційні можливості дозволяють будувати керуючі структури різних конфігурацій і виконувати складну алгоритмічну обробку сигналів. Аналогічний зв'язок параметрів функціональних блоків дозволяє виконати автоматичну зміну будь-якого параметра настроювання (автопідстроювання).

Можливості конфігурування не залежать від функціонального блоку і визначаються наступними правилами:

- Не може бути вільних (непідключених) входів функціонального блоку.
- На будь-якому вході функціонального блоку сигнал можна інвертувати (у вихідному стані інверсія відсутня).
- До будь-якого входу будь-якого функціонального блоку можна підключити спеціальний функціональний блок, що задає сигнал у вигляді значення (константи або коефіцієнта).
- Виходи функціонального блоку можуть залишатися вільними (непідключеними).

Час циклу виконання програми користувача фіксований і становить 0,1 секунди. Спочатку обслуговується перший функціональний блок, потім другої і т.д. поки не буде обслужений останній функціональний блок. Коли час у межах установленого часу циклу мине програма знову перейде до обслуговування першого функціонального блоку. Сеанс мережевого обміну з верхнім рівнем умовно показаний у циклі контролера. Насправді мережевий обмін носить випадковий характер стосовно ЦИКЛУ контролера.



Рис. 3.2. Блок-схема роботи контролера МІК-51

Загальний час, затрачуваний на обслуговування функціональних блоків $T_{ФБ}$ і інтерфейсного каналу $T_{ІН}$, повинне бути менше часу циклу, рівного 0,1 сек: $T_{ФБ} + T_{ІН} < 0,1$ сек.

У кожному шилі функціональний блок отримує на свої входи сигнали, обчислені в попередньому циклі функціональними блоками, до яких даний функціональний блок підключено по конфігурації. Циклічність обслуговування функціональних блоків приводить до того, що затримка в обробці сигналів залежить від порядку програмування з'єднаних між собою функціональних блоків. Цю обставину варто враховувати при програмуванні функціональних блоків. Загальна рекомендація: дія мінімізації затримки бажано, щоб функціональне блок-джерело мало менший номер, ніж функціональний блок-приймач.

3.2.3. Програмний пакет-редактор FBD-програм «Альфа» для контролерів МІК-51

Програмний пакет-редактор FBD-програм «Альфа» призначений для програмування функціональними блоками мікропроцесорних контролерів МІК-51 виробництва підприємства МІКРОЛІ. Мова функціональних блоків (Function Block Diagram - FBD) призначена для розробки алгоритмів у вигляді діаграм функціональних блоків. Мова FBD є візуальною мовою програмування алгоритмів. Програма, створена цією мовою, називається FBD-програмою.

Функціональні можливості пакета:

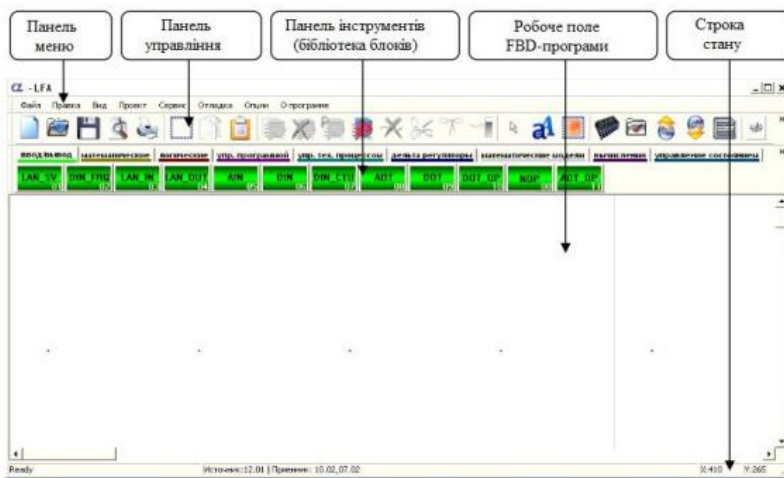
1. Розробка FBD-програми для контролера в спеціальному редакторі. FBD-програма розробляється розміщенням функціональних блоків у робочому полі та з'єднанням їх в одну діаграму. У даному режимі є наступні можливості:

- Вибір і розміщення функціональних блоків з відповідного функціонального розділу бібліотеки,

- Ручний розподіл
 - Програмування зв'язків.
 - Налаштування параметрів блоків.
2. Запис FBD-програми в контролер
 3. Читання FBD-програм з контролера, їх збереження в комп'ютері, перевірка, друк на принтері або редагування
 4. Емуляція і налагодження роботи програми
- Є кілька можливостей налагодження програм:
- Режим покрокової емуляції
 - Безперервний режим. У ньому програма безупинно виконується із заданим періодом.
5. Додаткові сервісні можливості:
 - Подання FBD-програми у вигляді таблиці.
 - Друк програми користувача на принтері.
 - Автоматичний розподіл параметрів блоків у регістровій області пам'яті.
 - Перевірка програми.
 - Читання й запис параметрів функціональних блоків.
 - Ініціювання мережевого обміну.
 - Режим автоматичної нумерації блоків у програмі.

Програмування мовою FBD-блоків в редакторі FBD-програм «Альфа»:

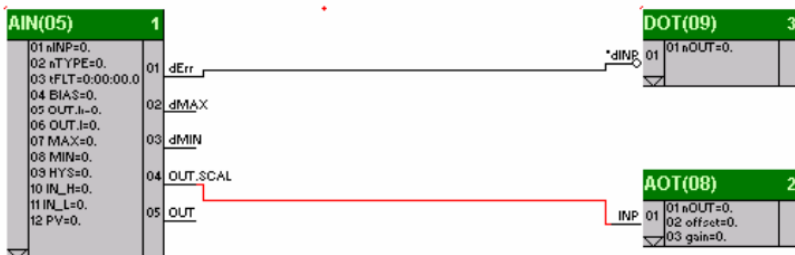
1. Вибір функціональних блоків здійснюється на панелі інструментів з відповідного розділу бібліотеки.



2. Зв'язування блоків здійснюється у наступному порядку:
 - установити стрілку курсора на відповідний вхід блоку, при цьому вхід виділяється кружечком;
 - натиснути ліву кнопку миші;
 - перемістити стрілку курсора при натиснутій лівій кнопці миші на

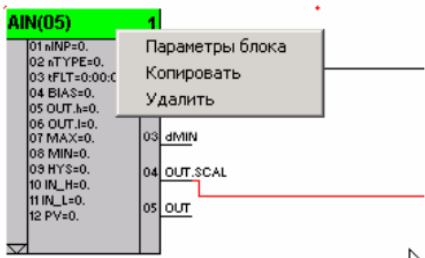
відповідний вихід потрібного блоку (джерела сигналу);

- відпустити кнопку;
- при необхідності можливо вказати інверсію вхідного сигналу встановивши покажчик миші на вхід блоку і натиснувши комбінацію CTRL - ліва клавіша миші.



3. Настроювання параметрів функціональних блоків здійснюється в наступному порядку:

- установити стрілку курсора на відповідний блок і натиснути ліву кнопку маніпулятора, при цьому блок виділяється підсвічуванням
- натиснути праву кнопку миші на виділеному блоці
- з меню, що з'явилося, вибрати пункт ВЛАСТИВОСТІ



- у діалоговому вікні редагування параметрів блоку, що з'явилося, виконати відповідні настроювання.


4. Нумерація блоків виконується в порядку установки блоків.

Зміна нумерації можлива:


- автоматично за допомогою кнопки ПРОНУМЕРУВАТИ БЛОКИ АВТОМАТИЧНО на панелі інструментів. При цьому виконується послідовна нумерація блоків у порядку їхньої установки, викидаючи можливі пробіли в номерах.
 - вручну при натисканні одночасно кнопок CTRL-D, установки початкового номера і відмітки блоків в порядку зростання номерів
5. Розподіл параметрів блоку в регістровій області пам'яті можливий:
- автоматично за допомогою кнопки АВТОМАТИЧНИЙ РОЗПОДІЛ



ПАМ'ЯТІ на панелі інструментів. При цьому виконується послідовний розподіл параметрів блоків в регістровій області пам'яті, без пробілів в пам'яті (дефрагментація).


- вручну із вказівкою базової адреси блоку в регістровій області пам'яті

б. Перевірка програми здійснюється за допомогою кнопки  ПРОВЕРИТЬ ПРОГРАММУ на панелі інструментів. При цьому виконується перевірка програми користувача на відповідність програмування контролера МІК-51.

Запис і зчитування програми з контролера:

1. Настроювання параметрів СОМ-порта. Параметри СОМ-порта настроюються в меню ОПЦІЇ або по однойменній кнопці на панелі інструментів 

2. Запис, зчитування програми здійснюється по відповідній команді в меню ДІЇ або по однойменних кнопках на панелі інструментів . Всі ці операції потребують встановлення відповідного адреса контролера (Опції - Адреса контролера). Відлагоджування програми Відладчик реального часу запускається кнопкою ОТЛАДЧИК  на панелі інструментів і забезпечує зчитування даних з контролера з наступною візуалізацією стану всіх виходів блоків. Сервісні можливості програми:

1. В меню ВИД переключачється вигляд:  ПРОГРАМА або ТАБЛИЦЯ для контролю програми користувача з передньої панелі контролера.

2. В меню ОПЦІЇ вмикається візуалізація параметрів на функціональному блоці.

3.3 Програма роботи

1. Підготовка лабораторної установки та програмного забезпечення до роботи.

2. Ознайомлення з панеллю керування регулятором, можливостями використання органів управління та індикації, клемно-блочними з'єднаннями.

3. Створення проекту програми в програмному пакеті-редакторі FBD-програм «Альфа».

4. Реалізація двопозиційного регулятора на базі ПЛК МІК-51 мовою FBD-блоків в редакторі FBD-програм «Альфа».

5. Реалізація та настроювання ПІД-регулятора на базі ПЛК МІК-51 мовою FBD-блоків в редакторі FBD-програм «Альфа».

6. Зчитування та запис програми в ПЛК МІК-51.

3.4. Порядок виконання роботи

1. Встановити програмний пакет-редактор FBD-програм

«Альфа». Візуально оглянути лабораторну установку. Вияснити призначення кожного її елемента. Підключити блок БІП-485 до СОМ порта комп'ютера через відповідний кабель. У разі відсутності видимих ушкоджень за згодою викладача подати живлення на лабораторний стенд.

2. Оглянути панель керування регулятором та встановити призначення кожного елемента (індикаторів, світлодіодів, кнопок керування).

3. Запустити пакет-редактор FBD-програм «Альфа», створити новий проект програми, ознайомитися з меню програми та бібліотекою FBD-блоків.

4. Створити програму мовою FBD-блоків для реалізації двопозиційного регулятора з наступними характеристиками:

- завдання регулятора - 70 одиниць;
- гістерезис двопозиційного регулятора - 5 од.;
- тип аналогового входу - лінійний;
- постійна часу експоненційного цифрового фільтра - 2.5 с;
- сигналізація відхилення від завдання регулятора на 20 од.;

Програму перевірити на наявність помилок, провести її відлагодження. Копії екранів програми у вигляді FBD-блоків та таблиці, параметри блоків вписати у звіт. Проект зберегти на жорсткий диск.

5. Створити програму мовою FBD-блоків для реалізації ПІД-регулятора з наступними характеристиками:

- номер дисплея - 1;
- завдання регулятора - 50 од., внутрішня точка;
- коефіцієнт передачі K_p - 5;
- час інтегрування T_i - 15 с;
- час диференціювання - 10 с;
- сигналізація відхилення від завдання на 10 од.;
- номер аналогового виходу - 1;
- постійна часу вхідного цифрового фільтра - 2.5 с.

Програму перевірити на наявність помилок, провести її відлагодження. Копії екранів програми у вигляді FBD-блоків та таблиці, параметри блоків вписати у звіт. Проект зберегти на жорсткий диск.

6. Використовуючи пакет-редактор FBD-програм «Альфа» провести пошук контролерів в мережі, встановити їхні мережеві адреси, зчитати конфігурації.

7. Використовуючи пакет-редактор FBD-програм «Альфа» записати розроблені програми в ПЛК МІК-51 та перевірити їх роботу.

8. Оформити звіт про виконання лабораторної роботи.

3.5 Контрольні запитання

1. Яке призначення малоканального програмованого логічного контролера МІК-51?

2. Які операції може виконувати ПЛК МІК-51?

3. Які закони регулювання можна реалізувати на ПЛК МІК-51?

4. Яким чином здійснюється програмування ПЛК МІК-51?

5. Яка кількість FBD-блоків може бути зашита в пам'ять ПЛК МІК-51? Яка кількість FBD-блоків існує в пакеті-редакторі FBD-програм «Альфа»?
6. На які групи поділені FBD-блоки в пакеті-редакторі FBD-програм «Альфа»?
7. Які органи управління та індикації розмішені на лицевій панелі ПЛК МІК-51?
8. Який мережевий інтерфейс та протокол використовується в ПЛК МІК-51? Яка кількість ПЛК МІК-51 може бути підключена до мережі?
9. Для чого використовується і які функції виконує програма «Альфа»?
10. Які є правила створення FBD-програм для ПЛК МІК-51?

Додаток 3.1.

Бібліотека функціональних блоків контролера МІК-51

1. Функціональні блоки вводу-виводу

- 1.1 LAN_SV (1) - Інтерфейсний супервізор (диспетчер)
- 1.2 LAN_IN (3) - Інтерфейсного введення
- 1.3 LAN_OUT (4) - Інтерфейсного виводу
- 1.4 AIN (5) - Аналогове введення
- 1.5 DIN (6) - Дискретне введення
- 1.6 DIN_STU (7) - Імпульсне введення
- 1.7 AOT (8) - Аналогового виводу
- 1.8 DOT (9) - Дискретного виводу
- 1.9 DOT_OP (10) - Керований дискретний виводу

2. Математичні функціональні блоки

- 2.1 MUL (12) - Множення
- 2.2 SUMM (13) - Підсумовування з масштабуванням
- 2.3 DIV (14) - Ділення
- 2.4 SQRT (15) - Корінь квадратний
- 2.5 ABS (16) - Абсолютне значення
- 2.6 INTEG (17) - Інтегрування
- 2.7 DERIV (18) - Диференціювання із затримкою

3. Логічні функціональні блоки

- 3.1 AND (19)-Логічне І
- 3.2 AND_M (20) - Багатовходове І
- 3.3 OR (21) - Логічне АБО
- 3.4 OR_M (22) - Багатовходове АБО
- 3.5 XOR (23) - Виключаюче АБО
- 3.6 MAJRT (24) - Мажорирування
- 3.7 TRIG (25)-Тригер
- 3.8 REG (26) - Регістр
- 3.9 EDGE (27) - Виділення фронту
- 3.10 CODER (28) - Шифратор
- 3.11 DECODER (29) - Дешифратор

4. Функціональні блоки керування програмою 4.1 MIN (30)-Мінімум

- 4.2 MAX (31) - Максимум
- 4.3 AVRГ (32) - Ковзаюче середнє, затримка
- 4.4 EXTREM (33) - Екстремум
- 4.5 LIMIT (34) - Обмеження
- 4.6 LIMIT_RT (35) - Обмеження швидкості
- 4.7 MUX (36) - Перемикач по номеру
- 4.8 CMP (37) - Компаратор
- 4.9 TIMER (38) - Таймер
- 4.10 COUNT (39) - Лічильник
- 4.11 OSC (40) - Одновібратор
- 4.12 OSC_M (41) - Мультивібратор
- 4.13 PULSE (42) - Імпульси
- 4.14 MEM (43) - Запам'ятовування
- 4.15 DMUX (44) - Перемикач по номеру
- 4.16 AVRГ_8 (45) - Середнє

5. Функціональні блоки керування технологічним процесом

- 5.1 FILTER (50) - Фільтр
- 5.2 SCALL (51) - Масштабування
- 5.3 LINEAR (52) - Кусково-лінійна функція
- 5.4 SP (53) - Уставка аналогова
- 5.5 SP_M (54) - Уставка аналогова багатоканальна
- 5.6 TM (55) - Уставка часу
- 5.7 TM_M (56) - Уставка часу багатоканальна
- 5.8 TM_PRG (57) - Програмний задатчик
- 5.9 RTA (58) - Таймер-сигналізатор реального часу
- 5.10 RAMP (59) - Лінійна зміна параметра
- 5.11 PID (60) - Регулятор аналоговий
- 5.12 PID_CAS (61) - Регулятор аналоговий каскадний
- 5.13 PID_IMP (62) - Регулятор імпульсний
- 5.14 USER (63) - Користувачка панель
- 5.15 RTA_CYS (64) - Циклічний таймер-сигналізатор реального часу
- 5.16 HMDT (70) - Блок обчислення вологості повітря
- 5.17 IF(80)-Якщо
- 5.18 THEN (81)-Тоді
- 5.19 STATE (82) - Блок станів
- 5.20 dSET (83) - Уставка дискретна
- 5.21 CASE (84) - Випадок з множини

6. Функціональні блоки з розширеними функціями

- 6.1 COR_S (93) - Коректор статичний
- 6.2 COR_D (94) - Коректор динамічний
- 6.3 D_PID (95) - Дельта-регулятор
- 6.4 D_PID_I (96) - Дельта-регулятор імпульсний

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОХПОЗИЦІЙНОГО РЕГУЛЯТОРА НА ОСНОВІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО РЕЛЕ ZELIO LOGIC SR1

4.1. Мета роботи

Дослідити двохпозиційний регулятор на основі інтелектуального реле ZelioLogic SR1.

4. 2. Теоретичні відомості

Призначення та можливості IP ZelioLogic SR1

Інтелектуальні реле – програмовані мікропроцесорні засоби автоматизації, призначені для реалізації різноманітних алгоритмів управління з використанням логічних операцій над дискретними сигналами. Інтелектуальні реле використовуються для автоматизації різноманітного технологічного обладнання, що керується дискретними сигналами (автоматизація процесів дозування, пакування, насосних установок, водонапірних башт, установок біологічної очистки та ін.). Зовнішній вигляд IP ZelioLogic SR1 фірми Schneider Electric наведений на рис.4.1, а дисплея – на рис.4.2.

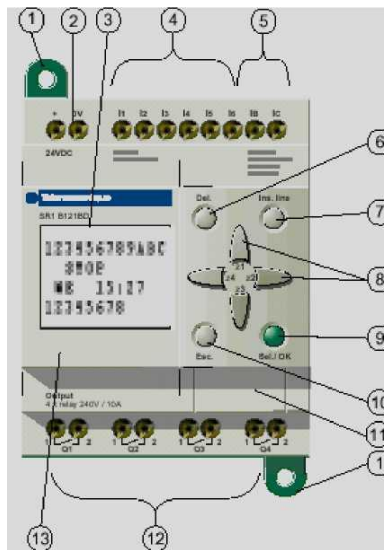


Рис.4.1. Інтелектуальне реле ZelioLogic SR1

Позначення:

- 1- висувне кріплення IP;
- 2 - клеми для під'єднання джерела живлення;
- 3 – рідкокристалічний дисплей (4 рядки по 12 символів);
- 4 - клема з гвинтовим кріпленням для дискретних входів;

- 5 - аналогові входи (0-10 В);
- 6 - кнопка „видалити”;
- 7 - кнопка „вставити”;
- 8 - кнопки „Z-клавіші”, або після їхньої конфігурації — Z-входи IP;
- 9 - кнопка вибору і підтвердження;
- 10 - кнопка „скасувати”;
- 11 - гніздо для резервної пам'яті або комунікаційного кабелю для з'єднання з ПК;
- 12 - вихідні клеми дискретних виходів;
- 13 - місце для пластинки з роз'яснюючими надписами.

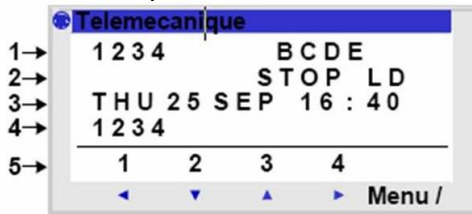


Рис.4.2. Дисплей IP ZelioLogic SR1

Позначення:

- 1 - стан дискретних входів (B і C - аналогові входи);
- 2 - режим роботи (RUN/STOP) та режиму програмування (LD/FBD);
- 3 - різноманітні параметри, задаються при конфігурації IP(напруга на аналогових входах, параметри таймерів, лічильників, по замовчуванню - дата і час для моделей з годинником реального часу);
- 4 - стан дискретних виходів;
- 5- Контекстне меню / кнопки швидкого доступу / іконки, які відображають режим роботи

При програмуванні в інтелектуальному реле можливе використання наступних елементів:

- блок функціонального таймера: використовується для завдання затримок і тимчасових інтервалів;
- блок функціонального лічильника: використовується для підрахунку імпульсів, отриманих на дискретному вході;
- системний годинник: використовується для запуску або зупинки дії в визначений день, час.
- аналоговий компаратор: використовується для порівняння аналогової величини із заданим значенням або з іншою аналоговою величиною з врахуванням гістерезису;
- допоміжні реле: використовуються як проміжні реле при створенні програми.
- Z-клавіші: після підтвердження цієї функції, можуть бути використані як дискретні входи.

Настроювання та програмування IP ZelioLogic SR1

Всі функції конфігурування IP ZelioLogic SR1 доступні з головного меню (табл.4.1).

Таблиця 4.1

Головне меню

TIME SET	Функція використовується для установки дати і часу: літній час/зимовий час, день тижня,
PROGRAM.	Функція дозволяє користувачеві ввійти в ступінчасту діаграму, щоб запустити інтелектуальне реле в роботу. Програма створюється використовуючи мову ступінчастих діаграм. Ця функція може бути захищена паролем.
PARAMET.	Функція дозволяє користувачеві відображати і змінювати заблоковані параметри в елементах ступінчастої діаграми.
VISU.	Функція дозволяє користувачеві відображати і змінювати заблоковані параметри в елементах ступінчастої діаграми, а також вибирати дані, що будуть відображені на третьому рядку екрана інтелектуального реле.
RUN/STOP	Функція дозволяє користувачеві запускати або зупиняти виконання програми в інтелектуальному реле: RUN: програма запускається. STOP: програма зупиняється і виходи блокуються.
CONFIG.	Функція поєднує всі конфігураційні опції інтелектуального реле.
CLEAR PROG.	Функція цілком стирає ступінчасту діаграму, що зберігалася в інтелектуальному реле. Дана функція може бути захищена паролем.
TRANSFER.	Функція передає вміст пам'яті інтелектуального реле. Modul.->PC: передача програмного забезпечення з реле в PC PC->Modul.: завантаження програмного забезпечення з PC у реле, Modul.->Mem: передача програми з реле в ППЗП*, Mem->Modul.: завантаження програми з ППЗП в реле.
PROG. INFO	Ця функція відображає всі елементи, необхідні для створення багатоступінчастої діаграми.

Програмування IP ZelioLogic SR1 здійснюється мовою драбинкових діаграм (Ladder Diagram - LD) апаратними засобами (з передньої панелі IP за допомогою клавіш та індикатора), або з використанням середовища програмування ZelioSoft, та наступним записом програми з ПК в IP по комунікаційному кабелю. Мова драбинкових діаграм є інженерною мовою програмування, що відповідають вимогам стандарту Міжнародної електротехнічної комісії IEC 1131-3 і є аналогічною до мови релейно-

контактних схем (ПКС). IP ZelioLogic SR1 мають 60 рядків у редакторі ступінчастих діаграмах для інтелектуальних реле з 10 входами/виходами і 80 рядків з 20 входами/виходами. Елементами рядків програми можуть є контакти та котушки різноманітних елементів. Кожен рядок складається максимум з 3 контактів і повинен включати котушку. Якщо додаток вимагає включення більше трьох контактів, тоді необхідно використовувати допоміжне реле.

Дискретний вхід може бути використаний тільки як контакт. Дискретний вихід може бути використаний як контакт або котушка. При використанні SET - котушок (S-функція), на схемі обов'язково повинен бути присутнім рядок для відключення цієї котушки за допомогою RESET (R-функція). Інакше можливий ризик виникнення непередбачених перемикачів стану.

Допоміжні реле, що позначаються буквою M, діють так, як вихідні котушки Q та входи I. Єдина відмінність полягає в тому, що вони не мають з'єднання з реальними фізично виходами. Існує 15 допоміжних реле (пронумерованих у шістнадцятковій системі від 1 до 9 і від A до F). Вони використовуються для збереження або передачі стану. Це збереження або переданий стан потім може бути використані як заданий контакт.

Клавіші-стрілки діють як реальні фізичні дискретні входи із Z-клавіш на панелі IP. Існує чотири таких клавіші (Z1, Z2, Z3, Z4). Вони використовуються як звичайні клавіші пуску, зупинки і т.д. і використовуються тільки як контакти. Для того щоб використовувати Z-клавіші в програмі, необхідно їх активізувати командою "Zx=KEYS" у меню "CONFIG". Інакше, поки інтелектуальне реле знаходиться в режимі RUN, ці клавіші можуть бути використані тільки для переміщення по командах меню. Доступ до команди "Zx=KEYS" може бути захищений паролем.

Функціональний блок годинник використовується для завдання часових інтервалів, протягом яких можуть бути виконані деякі дії. Він діє як програмований тижневий таймер і має чотири робочих діапазону (A, B, C, D), що використовуються для керування виходом. Функціональний блок годинник має наступні параметри:

- номер блоку;
- робочі діапазони;
- поточна дата і час;
- початкова дата;
- кінцева дата;
- початковий час;
- кінцевий час;
- блокування блоку.

Після підтвердження заданих параметрів блоку годинника (після виходу з екрана за допомогою клавіші ESC), інтелектуальне реле виводить короткий звіт про робочі діапазони блоку, щоб користувач міг перевірити введені дані.

Функціональний блок лічильник використовується для підрахунку імпульсів. Контакт лічильника спрацьовує, коли задана величина досягне певного значення. Лічильник може бути скинутий. Доступ до встановлення параметрів функціонального блоку можна одержати при введенні в рядок діаграми котушки, що є входом лічильника (позначається CCN°). Якщо функціональний блок не заблокований, то змінити задану величину можна з меню "PARAMET.". Контакти, котушки і параметри функціонального блоку лічильник:

- вхід лічильника;
- вхід скидання значення;
- вихід підтвердження, коли значення досягнуте;
- величина, що повинна бути досягнута величина установки;
- блокування блоку.

Вхід напрямку лічильника (напрямок підрахунку додавання/віднімання)

Єдиний змінюваний параметр - це величина установки лічильника. Це значення може мінатися від 0 до 9999.

Функціональний блок таймер використовується для задання затримок, часових інтервалів і керування роботою в заданих проміжках часу. Цей блок має вхід скидання, вхід керування і виходи, використовувані для індикації часових інтервалів.

Змінити параметри функціонального блоку можна в момент встановлення в рядок діаграми керуючої котушки (на схемі позначається TTN°). З меню "PARAMET." можна змінити величину установки, якщо функціональний блок не заблокований. Контакти, котушки і параметри функціонального блоку таймер:

- вхід керування таймера;
- вхід скидання таймера;
- керуючий вихід (або коли досягнутий установлений час);
- тип таймера (8 можливих типів);
- одиниці установки часу;

- установлений час - час, в момент настання якого повинна бути виконана деяка дія;

- блокування величини установки таймера.

Аналоговий функціональний блок (аналоговий компаратор) використовується в IP ZelioLogic SR1, що живляться постійною напругою. Наявність цієї функції дозволяє використовувати два дискретних входи, що позначаються IB і IC як аналогові на вхідну напругу від 0 до 10В. Аналоговий функціональний блок використовується для порівняння вимірюваної аналогової величини з внутрішнім контрольним значенням або для порівняння двох вимірюваних аналогових величин. Аналоговий компаратор використовується тільки як контакт. Параметри функціонального блоку можна задати або при встановленні в рядок діаграми контакту аналогового функціонального блоку (AN°), або з меню "PARAMET." При

введенні функціонального блоку аналогового компаратора в рядок діаграми, користувач повинен задати тип використовуваного аналогового функціонального блоку. Кожен тип має свої специфічні параметри і режим роботи.

4.3. Програма роботи

1. Підготовка лабораторної установки та програмного забезпечення до роботи.
2. Ознайомлення з лабораторною установкою, клавішами керування та дисплеєм IP, призначенням клемно-блочних з'єднань.
3. Дослідження роботи двопозиційного регулятора та зняття його статичної характеристики.

4.4. Порядок виконання роботи

1. Встановити середовище програмування ZelioSoft інтелектуальних реле ZelioLogic SR1 фірми Schneider Electric.
2. Візуально оглянути лабораторну установку. Вияснити призначення кожного її елемента. За згодою викладача подати живлення на лабораторний стенд.
3. Оглянути кнопки керування та дисплей IP, встановити призначення кожного елемента дисплея (рис.4.3).

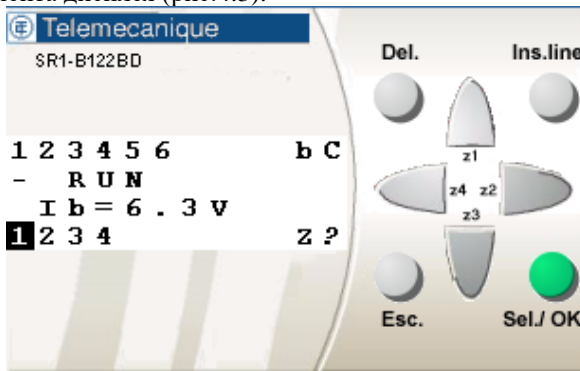


Рис. 4.3. Дисплей IP ZelioLogic SR1

4. Зайти в головне меню конфігурації та налаштування IP (рис. 4.4) та проглянути його можливості.

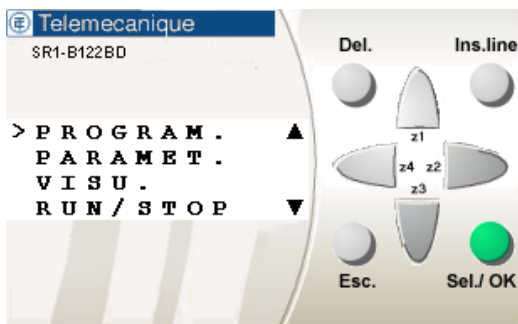


Рис. 4.4. Головне меню IP ZelioLogic SR1

5. Зупинити роботу IP (пункт меню RUN/STOP), очистити пам'ять програм IP (рис. 5). Та зайти в меню PROGRAM. Використовуючи клавіші на передній панелі IP, шляхом вибору та конфігурації потрібних елементів, внести програму для реалізації двопозиційного регулятора. Програма зображена на рис.6.

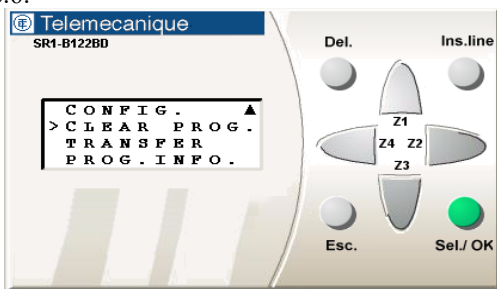


Рис. 4.5. Очистка пам'яті програм IP ZelioLogic SR1

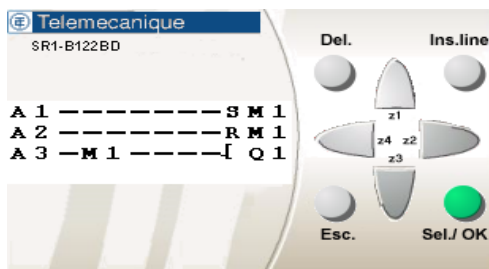


Рис. 4.6. Програма для реалізації двопозиційного регулятора на IP ZelioLogic SR1

6. В меню VISU (рис.4.7) встановити параметри візуалізації – аналоговий вхід Ib.



Рис. 4.7. Вибір параметра візуалізації

7. Запустити IP (пункт меню RUN/STOP) та перевірити роботу запрограмованого двопозиційного регулятора, співставляючи значення напруги на аналоговому вході Ib, що задається змінним резистором на панелі стенда, та стан дискретного виходу Q1 до якого під'єднано світлодіод. Всі вказані параметри можна побачити на дисплеї інтелектуального реле (рис. 4.4).

8. Зняти та побудувати статичну характеристику реалізованого мовою драбункових діаграм двопозиційного регулятора. Дані занести в табл.4.2.

Таблиця 2

Прямий хід (зростання напруги U_b)						
U_b, V						
Стан Q1						
Зворотній хід (зменшення напруги U_b)						
U_b, V						
Стан Q1						

9. Оформити звіт про виконання лабораторної роботи. Звіт повинен містити:

- назву та мету лабораторної роботи;
- таблицю із даними по статичній характеристиці регулятора;
- побудовану статичну характеристику регулятора;
- висновок про виконану роботу та результати роботи.

4.5. Контрольні запитання

1. Яке призначення інтелектуального реле ZelioLogic SR1?
2. Де використовуються інтелектуальні реле?
3. Які алгоритми можна реалізувати на IP?
4. Які елементи розміщені на передній панелі IP ZelioLogic SR1?
5. Який об'єм пам'яті має IP ZelioLogic SR1? Для чого використовується і які функції та можливості має програма «ZelioSoft»?

8. Основні властивості наступних елементів програм: дискретних входів, допоміжних реле, функціонального блока годинник, функціонального блока таймер?