

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

В. Г. Макшанцев,

А. В. Люта

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС
«КОНТАР»

Навчальний посібник

з дисципліни «Основи комп'ютерно-інтегрованого управління»

для студентів спеціальності

«Автоматизація і компютерно-інтегровані технології»

Краматорськ
ДДМА
2016

УДК 681.515
ББК 32.965
М 17

Рекомендовано
вченою радою ДДМА
(протокол № 7 від 31.03.2016)

Рецензенти:

Равська Н. С., д-р техн. наук, професор, зав. каф. інтегрованих технологій Національного технічного університету України «КПІ»;

Скобцов Ю. О., д-р техн. наук, професор, зав. каф. «Автоматизовані системи керування» Донецького національного технічного університету;

Ягуп В. Г., д-р техн. наук, професор кафедри електропостачання міст Харківської національної академії міського господарства.

Макшанцев В. Г.

М 17 Програмно-технічний комплекс «КОНТАР» : навчальний посібник з дисципліни «Основи комп'ютерно-інтегрованого управління» для студентів спеціальності «Автоматизація і компютерно-інтегровані технології» / В. Г. Макшанцев, А. В. Люта. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – 211 с.
ISBN 978-966-379-766-3.

Викладено загальні положення, склад і принцип роботи та основи програмування приладів програмно-технічного комплексу «КОНТАР», що призначений для автоматичного керування та моніторингу параметрів широкого спектру теплових процесів у різних галузях промисловості.

УДК 681.515
ББК 32.965

© В. Г. Макшанцев, А. В. Люта, 2016
© ДДМА, 2016

ISBN 978-966-379-766-3

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ПРИЛАДИ КОМПЛЕКСУ «КОНТАР»	10
1.1.Склад і ідеологія побудови комплексу «КОНТАР»	10
1.2 Контролер МС8	13
1.3 Контролер МС5	16
1.4 Модуль релейний MR8.....	18
1.5 Підключення приладів у мережу через інтерфейс RS-485	20
1.6 Підключення модулів комплексу до комп'ютера або інформаційної мережі.....	21
1.7 Програмне забезпечення приладів.....	22
1.8 Комунікаційні можливості комплексу «КОНТАР»	23
1.8.1 Інтерфейс RS232C.....	23
1.8.2 Інтерфейс RS485	26
1.8.3 Мережні кабелі типу «кручена пара».....	27
1.8.3.1 Збалансованість пари	30
1.8.3.2 Хвильовий опір крученої пари	30
1.8.3.3 Погоджувальні резистори	31
1.8.4 Приклади побудови мереж верхнього рівня	32
1.8.4.1 Комунікаційні субмодулі ПТК «КОНТАР».....	32
1.8.4.2 Диспетчеризація на локальному комп'ютері (Workstation, Notebook, PDA)	34
1.8.4.3 Диспетчеризація на комп'ютері в мережі Internet/Intranet з використанням субмодуля WebLinker.....	34
1.8.4.4 Диспетчеризація на комп'ютері в мережі Internet через стільниковий зв'язок	35
1.8.4.5 Оповіщення про аварійні ситуації	36
1.8.5 Обмін між мережами контролерів	36
1.9 Контрольні завдання	36
1.10 Контрольні запитання	37
2 ЗАСОБИ ЗБИРАННЯ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ПТК «КОНТАР»	38
2.1 Інформаційно-вимірювальний канал.....	38
2.2 Датчики вологості.....	39
2.2.1 Датчики вологості компанії Honeywell.....	41
2.2.2 Датчики вологості фірми ASI/RH	44

2.3 Електроприводи та клапани для повітряних заслінок	45
2.4 Датчики температури	49
2.4.1 Термометри опору	50
2.4.2 Термістори.....	53
2.4.3 Термоелектричні термометри (термопари)	55
2.5 Контрольні завдання.....	57
2.6 Контрольні запитання	57
3 ІНСТРУМЕНТАЛЬНА СИСТЕМА ПРОГРАМУВАННЯ	
«КОНГРАФ».....	58
3.1 Призначення інструментальної системи.....	58
3.2 Основні поняття інструментальної системи	58
3.3 Основи роботи в інструментальній системі.....	64
3.4 Симуляція алгоритму	69
3.5 Трансляція створеного алгоритму у виконавчий код	72
3.6 Приклад розробки проекту системи регулювання температури повітря в приміщенні за допомогою калорифера.....	73
3.6.1 Постановка задачі регулювання.....	73
3.6.2 Порядок виконання роботи	74
3.6.2.1 Опис функціональних блоків	74
3.6.2.2 Створення структури проекту.....	80
3.6.2.3 Побудова алгоритму роботи контролера МС8.....	82
3.6.2.4 Настроювання алгоритму роботи контролера МС8	85
3.6.2.5 Побудова алгоритму роботи модуля релейного MR8.....	85
3.6.2.6 Створення списків змінних для їхнього відображення в програмі CONSOLE і/або SCADA-системі.....	86
3.6.2.7 Зіставлення віртуальним входам і виходам функціональних блоків фізичних входів і виходів цих приладів	89
3.6.2.8 Створення «віртуальних» міжприладних з'єднань	90
3.7 Контрольні запитання	91
4 ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ CONSOLE ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ І РОБОТИ З ПРИЛАДАМИ.....	92
4.1 Загальні дані	92
4.2 Робота з програмою CONSOLE	93
4.3 Приклади використання функціональних блоків.....	100
4.4 Контрольні запитання	102

5	МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА БАЗІ ПРИЛАДІВ	
	КОМПЛЕКСУ «КОНТАР» (КМ800)	103
5.1	Опис навчального стенда	103
5.1.1	Склад навчального стенда	103
5.1.2	Функціональна схема проекту	105
5.2	Порядок виконання роботи.....	106
5.2.1	Головний алгоритмічний блок навчального проекту	106
5.2.2	Алгоритмічний блок МС8	107
5.2.3	Алгоритмічний блок модуля МС5.....	109
5.2.4	Алгоритмічний блок модуля MR8.....	110
5.3	Контрольні запитання.....	111
6	ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ І МЕТОДИКА ЇХ ВИКОНАННЯ	112
6.1	Індивідуальні завдання	112
6.2	Методика виконання індивідуальних завдань.....	126
7	ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ ТА МОНІТОРИНГ ОБ'ЄКТІВ	
	КЕРУВАННЯ.....	149
7.1	Способи диспетчеризації	149
7.1.1	Віддалена диспетчеризація у ПТК «КОНТАР»	149
7.1.2	Локальна диспетчеризація в ПТК «КОНТАР».....	150
7.1.3	SMS-диспетчеризація.....	151
7.1.4	Диспетчеризація з використанням OPC-сервера	151
7.1.5	Настроювання ПТК «КОНТАР» програмою CONSOLE	152
7.1.6	Програма для настроювання мережного обміну МС8NET-КОНФІГУРАТОР	152
7.2	Система диспетчеризації «КОНТАР-SCADA»	152
7.2.1	Призначення та можливості програми.....	152
7.2.2	Робота у програмі «КОНТАР-SCADA»	155
7.2.2.1	«Прив'язка» мнемосхеми до апаратури.....	156
7.2.2.2	Створення мнемосхеми.....	158
7.2.2.3	«Прив'язка» примітивів мнемосхеми до параметрів проекту	159
7.3	Система диспетчеризації «КОНТАР-АРМ»	161
7.4	Робота з програмою «КОНТАР-АРМ».....	164
7.4.1	Призначення програми	164
7.4.2	Створення проекту	165
7.4.3	Редактор схем	167
7.4.3.1	Можливості розділу	167
7.4.3.2	Робота зі схемами в редакторі схем.....	169
7.4.3.3	Робота з бібліотекою в редакторі схем	172

7.4.3.4	Робота з елементами в редакторі схем.....	173
7.4.3.5	Стандартні елементи в редакторі схем труби	178
7.4.3.6	Стандартні елементи в редакторі схем фігури.....	180
7.4.3.7	Стандартні елементи в редакторі схем – уставка	181
7.4.3.8	Стандартні елементи в редакторі схем – рисунок	182
7.4.3.9	Стандартні елементи в редакторі схем – текст	183
7.4.3.10	Робота з комплексними елементами в редакторі схем	184
7.4.3.11	Налагодження елементів на схемі редактора схем.....	188
7.4.3.12	Використання картинок у редакторі схем	189
7.4.3.13	Робота з джерелами в редакторі схем	190
7.5	Контрольні запитання	193
8	ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТОМ НА БАЗІ ПТК «КОНТАР»	194
8.1	Загальні положення	194
8.2	Послідовність технології проектування.....	195
8.2.1	Складання технічного завдання на систему керування.....	195
8.2.2	Визначення складу модулів системи керування	195
8.2.3	Розробка схеми підключень	196
8.2.4	Етапи проектування АСК, що виконуються в інструментальній системі KONGRAF	196
8.2.4.1	Розробка алгоритму керування.....	196
8.2.4.2	Симуляція алгоритму керування	196
8.2.4.3	Трансляція алгоритму керування	196
8.2.5	Етапи проектування АСК, що виконуються за допомогою програми CONSOLE	197
8.2.5.1	Створення моделі системи керування.....	197
8.2.5.2	Завантаження виконавчого коду алгоритму керування у прилади	197
8.2.5.3	Налагодження керуючої програми на моделі	197
8.2.6	Налагодження системи керування на реальному об'єкті.....	197
8.2.7	Етапи проектування АСК, що виконуються за допомогою програми KONTAR-SCADA	198
8.2.7.1	Розробка мнемосхем(и) для робочих станцій для відображення і керування параметрами процесів.....	198
8.2.7.2	«Прив'язка» мнемосхем(и) до апаратури комплексу «КОНТАР»	198
8.2.8	Сумісне налагодження керуючої програми і мнемосхем(и) на моделі.....	198

8.2.9	Налагодження системи керування на об'єкті з диспетчеризацією.....	199
8.3	Контрольні запитання.....	199
9	ПРИКЛАД РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ОБ'ЄКТІ.....	200
9.1	Електричні схеми реалізації проекту.....	200
9.2	Алгоритм роботи системи нагрівання.....	205
9.3	Алгоритм роботи системи вентиляції.....	206
9.4	Алгоритм роботи системи охолодження.....	203
9.5	Алгоритм роботи системи регулювання вологості повітря.....	207
9.6	Алгоритм роботи системи регулювання CO ₂	207
9.7	Блокування в роботі системи керування кліматом і повідомлення про несправності.....	207
	СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	210
	Додаток А. Бібліотека функціональних блоків.....	211

ВСТУП

Програмно-технічний комплекс (ПТК) «КОНТАР» призначений для вирішення широкого кола задач автоматичного керування та моніторингу параметрів теплових процесів у різних галузях промисловості та житлово-комунального господарства. У першу чергу він може ефективно використовуватися для автоматизації котелень та інших енергетичних установок, а також вирішення задач автоматизації тепlopостачання, вентиляції, кондиціонування повітря (ОВЕК-систем) у приміщеннях при мінімізації витрат залежно від складності й технічних особливостей об'єкта [1].

Комплекс «КОНТАР» КМ800 являє собою систему модулів, що виконують загальне завдання розподіленого керування й збору інформації, зв'язаних між собою інтерфейсом і загальним протоколом обміну. Функції складних систем керування розподіляються по модулях комплексу і, як правило, не вимагають централізованого керування.

Для моніторингу стану встаткування, відображення на екрані, диспетчеризації, тривожних оповіщень і т. д. використовується мережа Інтернет або Інтранет.

Комплекс побудований на новітній елементній базі й забезпечує простий доступ до сучасних комунікаційних технологій (підключення до мережі Ethernet, передача інформації зі стільникової мережі стандарту GSM, використання технології LonWorks).

Комплекс забезпечує збір інформації від різноманітних джерел, що використовуються на об'єкті (датчики температури, тиску, витрат, тепло-, водо- й електролічильники і т. п.), і передачу її на верхній рівень одним каналом зв'язку.

Можливо також і повністю автономне застосування апаратури комплексу у вигляді локальних модулів.

ПТК «КОНТАР» містить у собі:

1. Прилади комплексу: контролери: МС8, МС5 і MR8(MR4). Контролери МС8 і МС5 призначені для реалізації різноманітних алгоритмів автоматизованого керування технологічними процесами.

Модулі релейні MR8 і MR4 здійснюють керування виконавчими механізмами, насосами, вентиляторами та іншим устаткуванням за сигналами, що надходять від контролера МС8 (МС5).

2. Засоби збору та перетворення інформації – це датчики температури, вологості, тиску, витрати, тепло-, водо- і електролічильники і т. п., а також електроприводи й клапани для повітряних заслінок.

3. Інструментальну систему (ІС) програмування приладів – комплексу «КОНГРАФ». Інструментальна система призначена для проектування на персональному комп'ютері (ПК) алгоритмів функціонування або одиночного контролера, або контролерів, об'єднаних у сегмент локальної мережі.

У ІС для побудови алгоритму використовується мова функціональних блоків (FBD), що визначена у Міжнародному стандарті ІЕС-1131-3 як одна із мов програмування контролерів.

Разом з побудовою алгоритму ІС дозволяє розроблювачеві оперативно перевірити розроблювальний алгоритм, не виходячи з програми – провести симуляцію окремої частини проекту або всього проекту, тобто будь-якого алгоблоку проекту, у тому числі контролера або всього проекту (сегмента мережі). У результаті симуляції можуть бути налаштовані параметри ПД-регулятора для забезпечення необхідної якості перехідного процесу.

Безпосередньо з ІС спеціальною командою може бути запущений процес трансляції з автоматичним одержанням файлів, призначених для завантаження в модуль(і) комплексу.

Необхідний для керування об'єктом алгоритм розробляється на основі бібліотеки алгоритмічних блоків, що входить до складу ІС.

4. Програмний засіб для завантаження та роботи з приладами комплексу – «КОНСОЛЬ». Програма «КОНСОЛЬ» є засобом для роботи з комплексом модулів – контролерами МС8 і МС5, релейними модулями MR8 і MR4 (настроювання параметрів, керування, контроль стану).

Програма дає можливість завантажувати в контролер (релейний модуль) новий функціональний алгоритм; контролювати усі вихідні та вхідні сигнали, використовувані функціональним алгоритмом контролера (релейного модуля); контролювати й встановлювати нові значення всіх параметрів настроювання, передбачених функціональним алгоритмом контролера (релейного модуля).

5. Програмне забезпечення для вирішення задач диспетчеризації і моніторингу об'єкта керування – «КОНТАР-SCADA». Програма забезпечує наступні основні можливості: спостереження за станом об'єктів і значенням параметрів цих об'єктів (у тому числі через Internet); збір і архівація відібраних параметрів з можливістю побудови графіків; оповіщення про відмовлення окремих частин об'єкта за допомогою SMS, електронної пошти з архівацією цих відмовлень.

1 ПРИБАДИ КОМПЛЕКСУ «КОНТАР»

1.1 Склад і ідеологія побудови комплексу «КОНТАР»

До навчального стенду ПТК «КОНТАР» **КМ800** входять модулі (рис. 1.1):

- 1 – МС8 (контролер-вимірник);
- 2 – МС5 (контролер-вимірник);
- 3 – MR8 (модуль релейний);
- 4 – електропривід Velimo для керування повітряними заслінками;
- 5 – датчик вологості АСІ/RН;
- 6 – датчик температури;
- 7 – нагрівальний елемент;
- 8 – індикаторні лампочки.

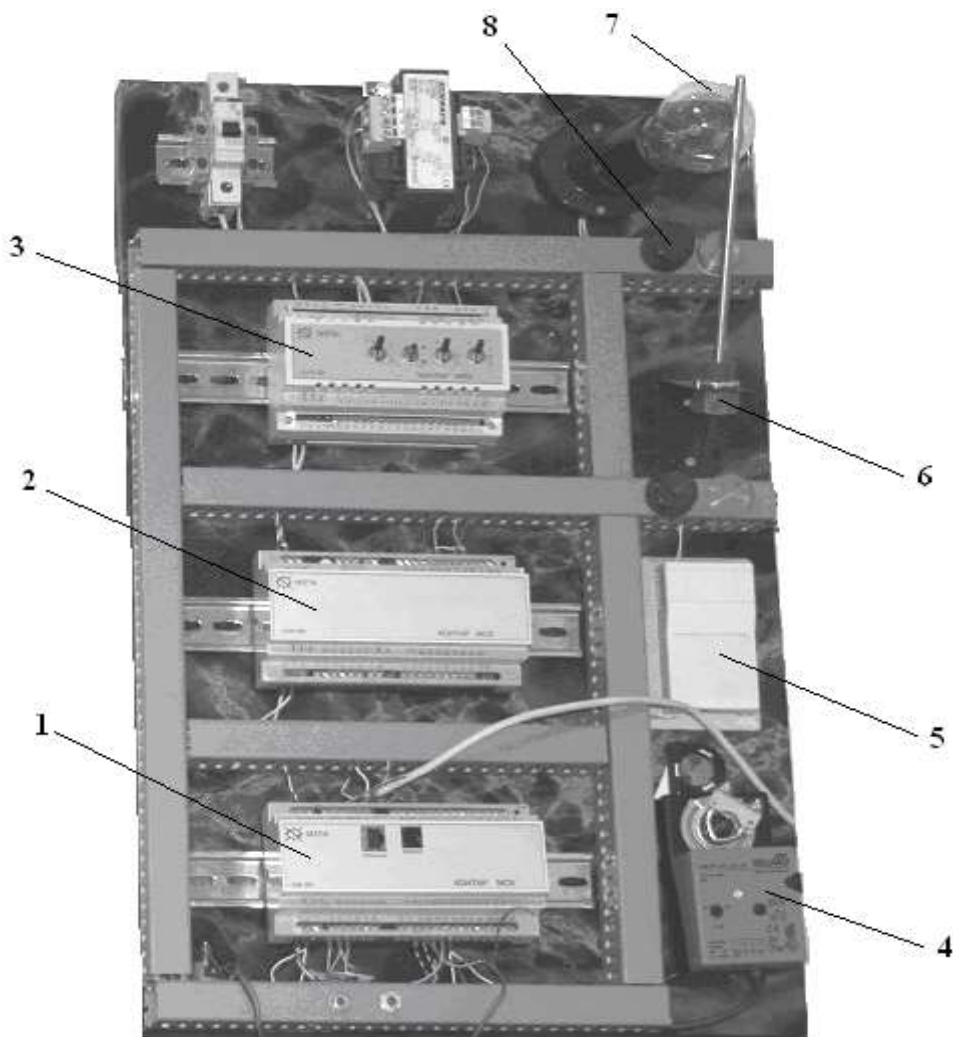


Рисунок 1.1 – Навчальний стенд ПТК «КОНТАР»

Контролери MC8 і MC5 однотипні й універсальні в частині можливості підключення різноманітних типових аналогових, дискретних та імпульсних вхідних і вихідних сигналів.

Модулі релейні MR8 містять реле або реле і симістори для керування однофазними двигунами й могутніми пускачами, а також органи ручного керування. Модулі релейні MR8 застосовуються як розширники кількості вихідних керуючих сигналів контролерів MC8 і MC5, а також при керуванні контролером MC8 виконавчими механізмами, розрахованими на живлення ~ 220 В. У той же час модулі релейні MR8 можуть застосовуватися як розширники кількості вхідних бінарних сигналів (від датчиків, реле, замикачів і т. п.) з передачею стану цих сигналів по мережі RS-485 у контролер(и).

Є виконання контролерів із симісторними й транзисторними вихідними ключами. Контролери, що мають симісторні вихідні ключі, можуть безпосередньо керувати виконавчими механізмами клапанів, заслінок, магнітними пускачами і т. д.

Контролери із транзисторними вихідними ключами зазвичай встановлюються в комплекті з релейними модулями MR8, які виконують функції посилення потужності й збільшення кількості дискретних входів.

Контролери виконують такі основні функції:

- вимірювання і перетворення у цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;
- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;
- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.)
- вивід інформації на дисплей пульта оператора або на віртуальну панель на екрані монітора комп'ютера, Notebook, PDA або іншого засобу обчислювальної техніки, з'єданого з контролером каналом інтерфейсного зв'язку RS232;
- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями;
- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS232 на основній платі контролерів з периферійними пристроями (модемами, тепло-, водо-, електролічильниками і т. п.).
- уведення / вивід інформації у/із контролера у SCADA-систему через субмодуль RS232 або через субмодуль Ethernet.

Програмне забезпечення (операційна система) контролерів MC8 (MC5) дозволяє обробляти вхідні й вихідні сигнали, передавати й приймати інформацію з локальної мережі RS485. Їхня операційна система сумісна

з інструментальною системою (IC) KONGRAF, що надає користувачеві можливість на доступній технологічній мові запрограмувати свою задачу або вибрати найбільш близьке рішення з пропонованого набору типових проектів.

Основний момент, який необхідно відзначити для розуміння специфіки проектування систем керування на базі модулів ПТК «КОНТАР» – це те, що ядром кожного з вище перелічених модулів є відповідний тип мікроконтролера. Всі ці мікроконтролери мають в своєму складі широкий набір периферійних пристроїв, аналого-цифрові й цифро-аналогові перетворювачі, незалежну перепрограмовану Flash-пам'ять, що дало можливість фактично на основі однієї мікросхеми мікроконтролера реалізувати цілий модуль. У всіх цих мікроконтролерів одна система команд (i8051), що дало можливість розробку алгоритму функціонування будь-якого з цих модулів вести в одній інструментальній системі KONGRAF.

Крім того, наявність в кожному модулі відповідного типу мікроконтролера з Flash-пам'яттю дає можливість розташовувати програму керування у безпосередній близькості від керованого об'єкту, а за умови розподіленого в просторі об'єкту керування – будувати на базі ПТК «КОНТАР» системи керування, в яких за кожен частину великого об'єкту керування «відповідає» свій контролер. Самі модулі в такій розподіленій системі керування зв'язуються між собою для передачі команд і інформації за допомогою дротяних з'єднань або по радіо, утворюючи, таким чином, розподілену систему керування з підтримкою найсучасніших телекомунікаційних протоколів і устаткування.

Ідеологія побудови контролерів MC8 і MC5 дозволяє використовувати їх як автономні контролери, а також поєднувати велику кількість контролерів у локальні мережі й складні ієрархічні системи, здійснювати керування й збір інформації від різноманітних джерел, передачу її на верхній рівень керування єдиним каналом зв'язку, у тому числі з виходом у глобальну мережу Internet.

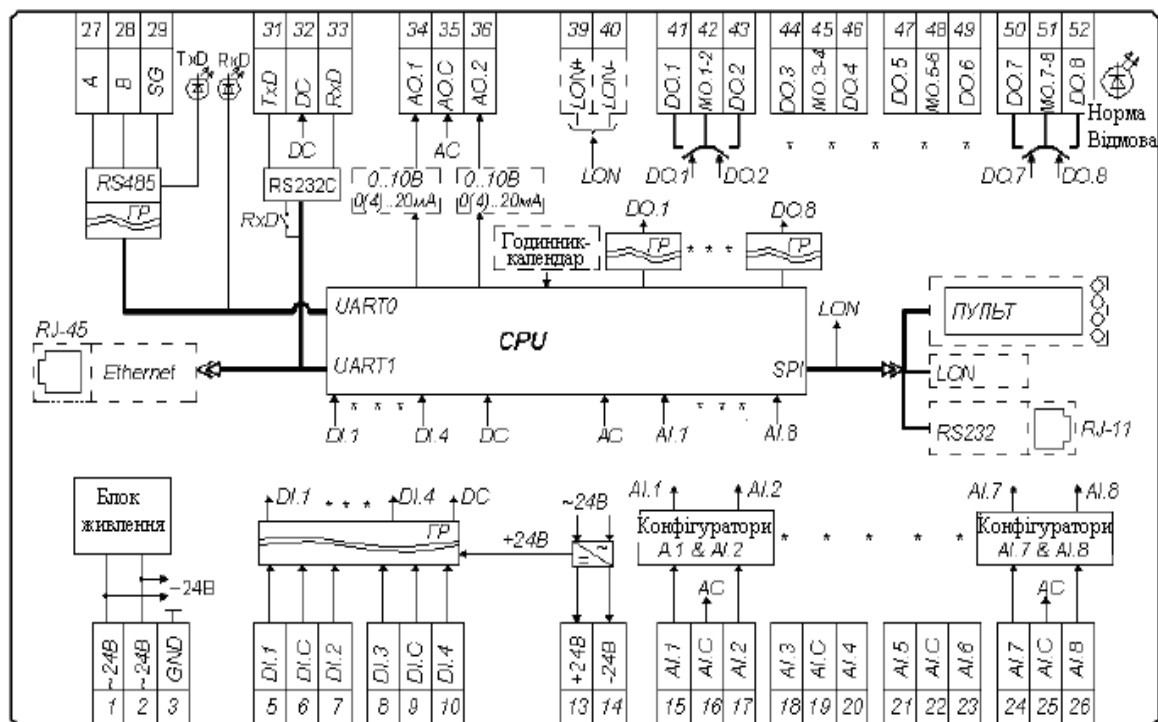
Кожен контролер MC8 (MC5) являє собою програмно-апаратний пристрій, частина функцій якого реалізована апаратно, а частина – програмно. Це означає що проектувальник може самостійно на базі одного або декількох контролерів створити для своїх завдань той набір алгоритмічних блоків (або єдиний блок), що будуть виконувати необхідні функції по керуванню об'єктом (збір даних від об'єкта й регулювання його параметрів). Типові рішення, що входять до складу IC у виді алгоритмічних блоків, покликані допомогти розроблювачеві при створенні складних проектів.

Комплекс «КОНТАР» розроблявся з урахуванням забезпечення найважливіших якостей, що повинні бути властиві будь-який сучасній АСУ ТП.

1.2 Контролер MC8

Нижче коротко перераховані основні характеристики контролера MC8 (рис. 1.2).

Контролери живляться від напруги змінного струму 220 В або постійного струму 24 В.



*ГР – гальванічний роздільник; CPU – центральний процесор;
 АС – загальна точка аналогова; DC – загальна точка дискретна;
 AI – аналоговий вхід; AO – аналоговий вихід; AI.C – загальна точка
 аналогових входів; AO.C – загальна точка аналогових виходів;
 DI – дискретний вхід; DO – дискретний вихід; DI.C – загальна
 точка дискретних входів; MO.j-k – середня точка між DO.j та DO.k
 Рисунок 1.2 – Функціональна схема контролера MC8*

Ядро контролера MC8 – це однокристальний мікроконтролер 38051F125 фірми Silicon Laboratories, що вмикає багатоканальні аналого-цифровий (8 каналів) і цифро-аналоговий (2 канали) перетворювачі й підтримує кілька видів послідовних інтерфейсів (2 порти UART, SMBus, SPI). Тому основні характеристики контролера MC8 базуються на характеристиках застосованого в ньому сучасного високопродуктивного мікроконтролера.

Входи контролера. Дискретні входи: кількість входів – 4; вид сигналу – «сухий» ключ; напруга на ключі – 30 В постійного струму; струм, що комутується, – 0,15 А постійного струму. Гальванічна ізоляція від усіх інших ланцюгів контролера.

Аналогові входи: кількість входів – 8. Сигнал з кожного з восьми аналогових входів через мультиплексор 8 в 1 і попередній підсилювач із програмувальним коефіцієнтом підсилення (від 0,5 до 16) надходить на 12-розрядний АЦП. Мультиплексор, попередній підсилювач і АЦП реалізовані на кристалі мікроконтролера. На аналогові входи можуть подаватися сигнали від різних типів датчиків (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Характеристики датчиків, що підключаються до контролера

Типи датчиків		Діапазон зміни сигналу
Датчики постійної напруги		0 до 2400 мВ від 0 до 10 В
Датчики постійного струму		від 0 до 5 мА від 0(4) до 20 мА
Термометри опору	50П, 100П, 500П	від –50 до 270 °С
	50М, 100М	від –50 до 200 °С
	100Н	від –50 до 100 °С
Термістори: 10 кОм, 3 кОм (при 25 °С)		від 0 до 100 °С
Реостатні датчики: 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм		від 0 до 100 %

Конфігурування (настроювання) аналогових входів на необхідний вид датчика здійснюється за допомогою перемичок (джамперів) на основній платі контролера (4 здвоєних конфігуратори аналогових вхідних сигналів).

Перед включенням контролера в роботу необхідно провести його конфігурування (при знятій кришці корпусу), тобто поставити в потрібне положення перемички на розніманнях, розташованих на основній платі. Цю операцію можна проводити і після монтажу контролера і підключення зовнішніх з'єднань, при цьому живлення контролера повинне бути виключене.

У залежності від того, який первинний перетворювач буде підключений до визначеного аналогового входу, необхідно правильно установити перемички на відповідному конфігураторі ХР1-ХР8 (табл. 1.2).

При зменшенні частоти вимірів АЦП (збільшенні часу циклу – Interval (sec)) підвищується точність вимірів. Збільшити час циклу можна із програми «КОНСОЛЬ», тобто час циклу контролера задається тільки програмно, без яких-небудь джамперів на основній платі. Ця властивість мікроконтролера приладу МС8 використовується для вимірювання сигналів від термопар, де потрібна підвищена точність вимірювання АЦП (до 15 розрядів).

Таблиця 1.2 – Конфігурування аналогових входів і виходів

№	Первинні перетворювачі	Положення джамперів на конфігураторі
1	Датчики з вихідним сигналом постійної напруги від 0 до 2 400 мВ (вхід АЦП)	 1-2
2	Датчики з вихідним сигналом постійної напруги від 0 до 10 В	 5-6 2-3
3	Датчики з вихідним сигналом постійного струму від 0(4) до 20 мА або від 0 до 5 мА	 4-5 1-2
4	Термоперетворювач опору 0,5 кОм; реостатний датчик 1 кОм	 6-7 1-2
5	Термоперетворювачі опору 100 або 50 Ом (2-провідне підключення); реостатний датчик 100 Ом; бінарний сигнал	 6-7 3-4 1-2
6	Термістори 10 або 3 кОм	 7-8 1-2
7	Термоперетворювачі опору 100 або 50 Ом (3-провідне підключення)	 6-7 3-4 1-2 7-8 непарний-парний

Виходи контролера. Дискретні виходи: кількість виходів – 8; тип виходу – «сухий» транзисторний або симісторний ключ; максимальна напруга – 48 В постійного (для транзисторів) або змінного (для симісторів) струму; струм, що комутується – 0,15 А постійного (для транзисторів) і 0,5 А змінного (для симісторів) струму. Гальванічна ізоляція від всіх інших ланцюгів контролера для виконання з симісторними виходами.

Аналогові виходи: кількість виходів – 2. На кристалі мікроконтролера реалізовані два 12-розрядних ЦАП з виходом по напрузі. Конфігурування аналогових виходів на необхідний вид сигналу (струм або напруга) здійснюється за допомогою перемичок на конфігураторі.

Можливі діапазони сигналів:

- від 0(4) до 20 мА постійного струму на навантаження не більше 0,5 кОм;
- від 5 до 20 мА постійного струму на навантаження не більше 2 кОм;
- від 0 до 10 В постійного струму на навантаження не більше 2 кОм.

Інтерфейси контролера. Контролер МС8 поставляється з наступними інтерфейсами на основній платі:

- RS-232C на частоті до 115 200 Бод;
- RS-485 на частоті 57 600 Бод.

Також контролер може бути оснащений одним або двома додатковими інтерфейсами (на субмодулях):

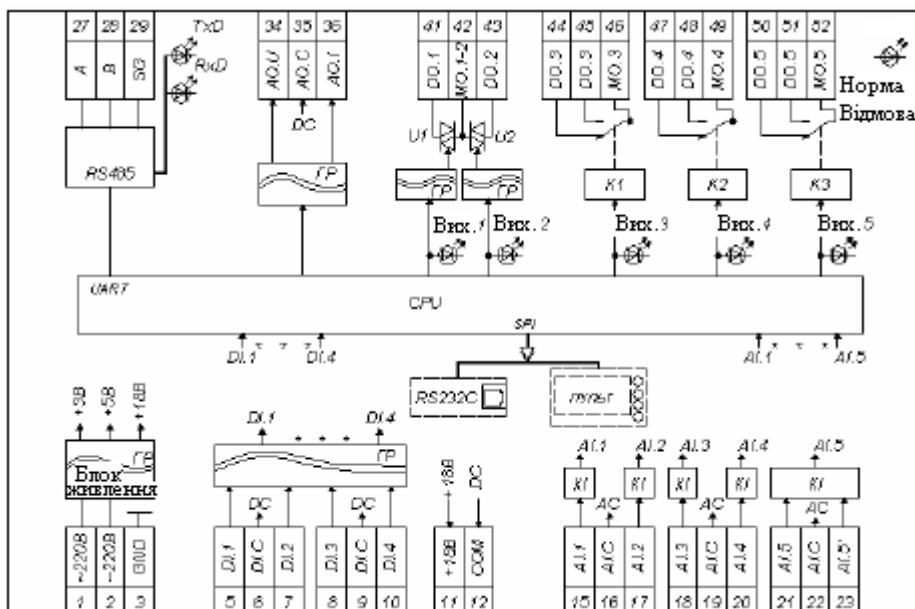
- Ethernet (10 Мбіт/с) на вставному модулі, що містить у собі мініатюрний сервер, підтримуючий WEB-сторінку, а також HTTP і UDP-протоколи;
- RS-232C на частоті до 115200 Бод;
- LonWorks;
- пульт.

Варто враховувати, що якщо в модуль вставлений додатковий інтерфейс Ethernet, то інтерфейс RS232 на основній платі працювати не буде. Крім того, у модуль може бути вставлений тільки один субмодуль із набору LonWorks, RS232, пульт.

Для отримання більш повної інформації дивіться «Контролери вимірювальні МС8. Посібник з експлуатації (гЕ3.035.033 РЕ)» [1].

1.3 Контролер МС5

Контролер МС5 є спрощеною версією контролера МС8 (рис. 1.3).



AI – аналоговий вхід; AO – аналоговий вихід; AI.C – загальна точка аналогових входів; AO.C – загальна точка аналогових виходів; DI – дискретний вхід; DO – дискретний вихід; DI.C – загальна точка дискретних входів; MO – середня точка між парою дискретних виходів

Рисунок 1.3 – Функціональна схема контролера МС5

Він має меншу кількість аналогових і дискретних входів/виходів і менший обсяг пам'яті, у силу чого можливі ситуації, коли по кількості входів і виходів контролер може бути застосований у проекті, а от алгоритм проекту не міститься в енергонезалежну flash-пам'ять мікроконтролера, застосованого в контролері МС5, і тому у проекті прийдеться застосувати контролер МС8 з більшим обсягом пам'яті.

З цієї ж причини (обсяг пам'яті) у контролері МС5 не можна проводити архівацію параметрів керованого контролером процесу.

Нижче коротко перераховані основні характеристики контролера МС5.

Контролери живляться тільки від напруги змінного струму 220 В.

Ядро контролера МС5 – це однокристальний мікроконтролер 38051F311 фірми Silicon Laboratories, що включає багатоканальні аналого-цифровий (5 каналів) і цифро-аналоговий (1 канал) перетворювачі й підтримує кілька видів послідовних інтерфейсів (UART, SMBus, SPI). Тому основні характеристики контролера МС5 базуються на характеристиках застосованого в ньому мікроконтролера.

Входи контролера. Дискретні входи: кількість входів – 4; вид сигналу – «сухий» ключ; напруга на ключі – 18 В постійного струму; струм через ключ – 5 мА постійного струму; частота комутації – не більше 300 Гц. Гальванічна ізоляція від всіх інших ланцюгів контролера.

Аналогові входи: кількість входів – 5. Сигнал з кожного з п'яти аналогових входів через мультиплексор і попередній підсилювач із програмувальним коефіцієнтом підсилення (від 0,5 до 16) надходить на 10-розрядний АЦП. Мультиплексор, попередній підсилювач і АЦП реалізовані на кристалі мікроконтролера. На аналогові входи можуть подаватися сигнали від різних типів датчиків (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Характеристики датчиків, що підключаються до контролера

Типи датчиків		Діапазон зміни сигналу
Датчики з вихідним сигналом постійної напруги		від 0 до 10 В
Датчики з вихідним сигналом постійного струму		від 0 до 5 мА
		від 0(4) до 20 мА
Термоперетворювачі опору	1 000 Н, 500 Н	від –30 до 130 °С
	1 000 П, 500 П	від –30 до 130 °С
Термістори: 10 кОм,		від –15 до 150 °С
Термістори: 3 кОм		від –30 до 150 °С
Реостатні датчики: 0,5 кОм; 1 кОм,		від 0 до 100 %

Конфігурування (настроювання) аналогових входів на необхідний вид датчика здійснюється за допомогою переминок (джамперов) на основній платі контролера (конфігураторами аналогових вхідних сигналів).

Виходи контролера. Дискретні виходи: кількість виходів – 5; тип виходу – «сухий» контакт реле (3 контакти) і «сухий» симісторний ключ (2 ключі об'єднані за трьохпровідною схемою); максимальна напруга – 250 В (для релейних виходів) або 380 В (для симісторних виходів) змінного струму; струм, що комутується, – від 0 до 3 А (для релейних виходів) або від 0,02 до 0,8 А (для симісторних виходів). Гальванічна ізоляція від усіх інших ланцюгів.

Аналогові виходи: кількість виходів – 1. На кристалі мікроконтролера реалізований 10-розрядний ЦАП з виходом за напругою. Конфігурування аналогового виходу на необхідний вид сигналу (струм або напруга) здійснюється за допомогою перемички конфігуратора. Можливі діапазони сигналів:

- від 0(4) до 20 мА постійного струму на навантаження не більше 0,5 кОм;
- від 0 до 10 В постійного струму на навантаження не більше 2 кОм.

Аналоговий вихід контролера гальванічно розв'язаний від інших ланцюгів.

Інтерфейси контролера. Контролер MC5 поставляється з наступним інтерфейсом на основній платі: RS-485 на частоті 57600 Бод.

Також контролер може бути оснащений одним із додаткових інтерфейсів (на субмодулі):

- RS232C на частоті до 115200 Бод;
- LonWorks;
- пульт.

Контролер MC5 може безпосередньо (без додаткового релейного модуля MR8) керувати виконавчими механізмами із живленням ~220 В.

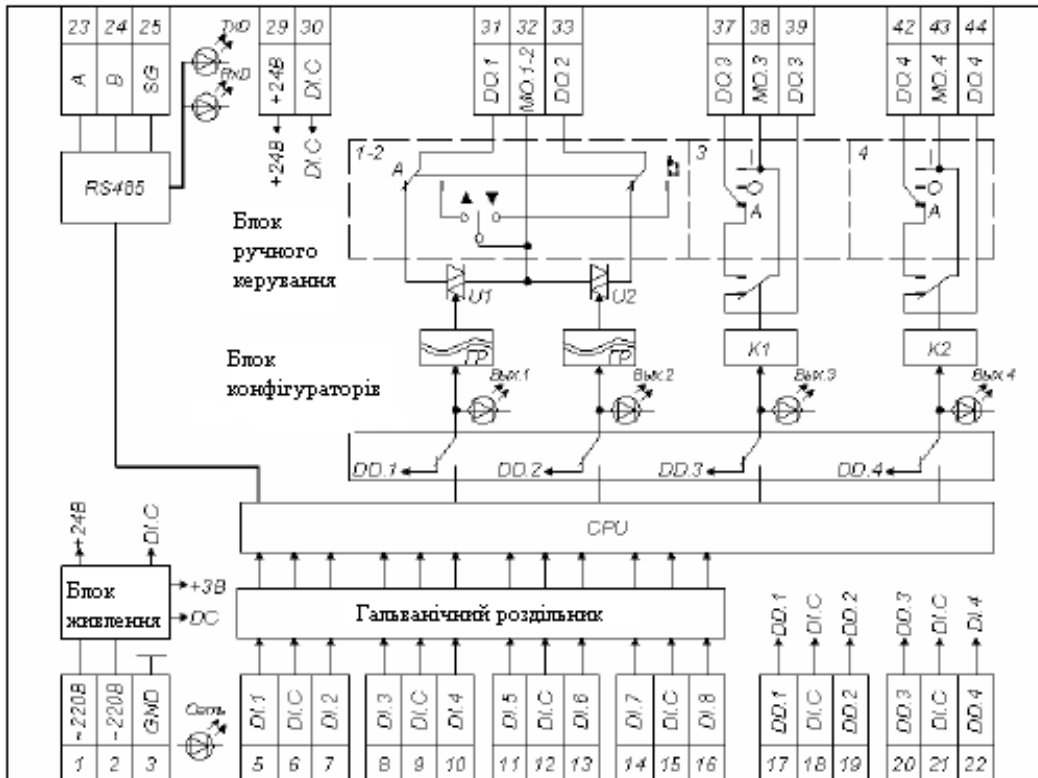
Для отримання більш повної інформації дивіться «Контролери вимірювальні MC5. Посібник з експлуатації (ГЕ3.035.040 РЕ)» [2].

1.4 Модуль релейний MR8

Модуль релейний MR8 входить до складу комплексу модульних пристроїв «КОНТАР» KM800 і призначений для застосування в автоматизованих системах керування технологічними процесами, а також у системах збору й передачі інформації з інтерфейсної мережі RS485 (рис. 1.4).

Модуль релейний здійснює керування виконавчими механізмами, насосами, пускачами вентиляторів та іншим устаткуванням за сигналами, що надходять від контролера MC8 (MC5). Керуючі сигнали від контролера можуть надходити як у вигляді дискретних сигналів для прямого керування вихідними ключами модуля, так і за допомогою інтерфейсного зв'язку RS485.

Модулі релейні можуть містити перемикачі режимів керування «ручне-автомат» і органи ручного керування виходами, пов'язані безпосередньо з вихідними клемми.



DI – дискретний вхід; K – електромагнітне реле; DD – дискретний вхід керування; U – симісторний вихідний ключ; DI.C – загальна точка дискретних входів; CPU – процесор; DO – дискретний вихід; ГР – гальванічний роздільник; МО – середня точка дискретних виходів; DC – загальна точка живлення процесора
Рисунок 1.4 – Функціональна схема модуля релейного MR8

Модулі також здійснюють передачу через інтерфейс RS-485 сигналів про стан перемикачів режимів керування й додаткових дискретних входів.

Модулі релейні виконують наступні основні функції:

- керування електричними виконавчими механізмами, пусковими пристроями насосів, вентиляторів та іншого встаткування;
- прийом дискретних сигналів від контролера MC8 або інших пристроїв для безпосереднього (прямого) керування вихідними силовими ключами;
- прийом через інтерфейсний зв'язок RS485 від контролерів MC8 (MC5) або інших пристроїв сигналів, керуючих вихідними силовими ключами;
- передача через інтерфейсний зв'язок RS485 на верхній рівень керування інформації про стан вхідних дискретних сигналів і (або) органів ручного керування модулем;
- перемикання режимів керування й ручне керування електричними виконавчими механізмами й пусковими пристроями за допомогою механічних перемикачів (тумблерів);
- формування напруги 24 В постійного струму для живлення зовнішніх ланцюгів.

Основні технічні характеристики модуля релейного MR8. Модуль MR8 випускається в різних виконаннях, що відрізняються напругою живлення, конструкцією, типом і кількістю вихідних силових елементів, типом і кількістю дискретних входів, властивостями інтерфейсу.

Нижче наведені основні характеристики модуля MR8.

Модулі з виходами-ключами на електромагнітні реле: кількість релейних виходів 2 (плюс 2 симісторних ключі) або 4; вид вихідного сигналу – перемикаючий контакт реле з комутуючою здатністю до 250 В, 3 А змінного струму частотою 50(60) Гц. На кожному з виходів передбачений трипозиційний перемикач режимів керування «Автомат» «Виключено»-«Включено» (з фіксацією кожного з трьох положень).

Модулі з виходами-ключами на симісторах: кількість симісторних виходів 0 або 2 (плюс 2 ключі на електромагнітні реле) з комутуючою здатністю по кожному з виходів – до 380 В, 0,8 А змінного струму частотою 50(60) Гц. Симісторні виходи об'єднані за трьохпроводною схемою. На кожній парі виходів передбачений перемикач режимів керування «автомат»-«ручне» і трипозиційний перемикач ручного керування «Більше»-«Виключено»-«Менше» (із самоповерненням у стан «Виключено»).

Входи модулів релейних: 4 дискретних входи для безпосереднього керування вихідними ключами; 0, 4 або 8 дискретних входів для передачі інформації інтерфейсним каналом RS-485.

До складу модуля MR8 входить мікроконтролер 38051F311 фірми Silicon Laboratories. Це дало можливість вводити, працюючи в IC, функціональні блоки безпосередньо в блок приладу MR8, транслювати весь проект у виконавчий код і завантажувати відповідну частину отриманого коду в MR8 мережею RS485 через пов'язаний з комп'ютером master-контролер MC8.

Для отримання більш повної інформації див. «Модулі релейні MR8. Посібник з експлуатації (rE 3.035.043 PE)» [3].

1.5 Підключення приладів у мережу через інтерфейс RS485

Сегмент мережі повинен містити один ведучий (Master) контролер MC8 і необхідну кількість підлеглих (Slave) контролерів MC8 (MC5) і/або модулів релейних MR8. При цьому можливо включення в мережу приладів інших виробників, що мають інтерфейс RS485 (для цього необхідно забезпечити однаковість їхніх мережних протоколів з мережним протоколом модулів комплексу «КОНТАР»).

Загальна кількість пристроїв у сегменті мережі визначається параметрами інтерфейсу RS485 (довжина та ємність проводів RS485) і «нульовою» функцією MC8. Максимальна кількість модулів у сегменті мережі – 32.

Ідентифікація контролера в мережі здійснюється за допомогою мережного номеру, який можна привласнити контролеру за допомогою програми «КОНСОЛЬ» і після цього звертатися до контролера через нього.

Крім того, у будь-який момент можна звернутися до контролера за його унікальним серійним номером, записаним в його процесор (мікроконтролер) при виробництві.

Статус контролера в сегменті мережі (Master або Slave) задається апаратно положенням перемички (джампера) на основній платі. При цьому в ІС для цього контролера в полі Properties / Block / Type потрібно задати значення Master, у протилежному випадку увесь сегмент мережі може функціонувати неправильно при передачі змінних параметрів проекту між модулями через інтерфейс RS485. Це відбудеться з тієї причини, що так звана таблиця пересилань параметрів у середині сегмента мережі, яка утворюється при трансляції проекту, міститься в bin-файлі саме Master-контролера.

1.6 Підключення модулів комплексу до комп'ютера або інформаційної мережі

Підключення контролера до комп'ютера здійснюється за допомогою програми CONSOLE (установлюється на ПК) або SCADA-системи (установлюється на ПК або на сервері в мережі Internet).

Спілкування контролера с програмою Console здійснюється тільки через інтерфейсний субмодуль RS232 контролера – додаткову плату, що вставляється в рознімання на основній платі (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Інтерфейсний субмодуль RS232C

Конструкція контролера не передбачає одночасного підключення інтерфейсного субмодуля RS232 і пульта керування. Тому поставка програми «КОНСОЛЬ» входить у комплект тільки контролерів MC8 без убудованого пульта керування. Окрім того, при відсутності доступу в Internet при замовленні контролера MC8 з убудованим пультом керування

для можливості завантаження створеного в ІС проекту потрібно замовити додатково інтерфейсний субмодуль RS232C.

У випадку об'єднання контролерів в інтерфейсну мережу через канал RS-485 до комп'ютеру підключається лише контролер, що виконує функцію Master. Підключення контролера MC8 до SCADA-системи може здійснюватися через субмодуль RS232 (для цього потрібний OPC-сервер або спеціальні файли DLL-бібліотек) або субмодуль Ethernet (рис. 1 б).

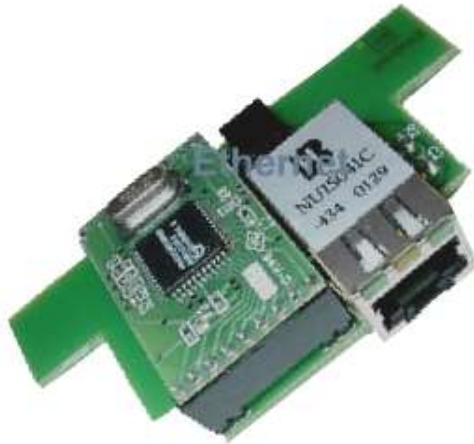


Рисунок 1.6 – Субмодуль Ethernet

У цьому випадку для роботи модуля або сегмента мережі комплексу «КОНТАР» у глобальній мережі Internet або в мережі підприємства Intranet також потрібні спеціальні DLL-бібліотеки або OPC-сервер.

1.7 Програмне забезпечення приладів

У контролер MC8 (MC5) при виготовленні завантажується операційна система. Операційна система («нульова функція», «нульовий алгоритм») забезпечує:

- перетворення в цифрову форму всіх аналогових і дискретних вхідних сигналів;
- можливість (при роботі із програмою CONSOLE або через мережу) відображення будь-яких аналогових або дискретних вихідних сигналів, а також можливість програмного й ручного керування цими сигналами;
- обслуговування комунікаційних інтерфейсів.

Робота контролера здійснюється відповідно до функціонального алгоритму (ФА), що може бути створений безпосередньо користувачем за допомогою ІС і, після трансляції, завантажений у його пам'ять різними способами:

- за допомогою програми «КОНСОЛЬ»;
- через мережу Internet;
- через мережу Intranet підприємства.

Контролер із завантаженим ФА після конфігурування за допомогою джамперів і підключення зовнішніх ланцюгів повністю готовий до роботи.

Розроблений користувачем ФА або обраний їм готовий проект транслюється (локально або на web-сервері виготовлювача) у виконавчий код у вигляді bin-файлів. Завантаження ФА в контролер можуть виконуватися:

- через мережу Internet або Intranet з використанням субмодуля Ethernet;

- через інтерфейс RS232C за допомогою підключення контролера до комп'ютера з використанням субмодуля RS232C.

Для роботи з контролером (для спостереження та зміни параметрів) можна скористатися або вбудованим пультом (для виконань MC8.x1xx0xx) або віртуальною панеллю на екрані комп'ютера, підключеного через інтерфейс RS-232C (для виконань MC8.x0xx1xx), при роботі із програмою CONSOLE.

1.8 Комунікаційні можливості комплексу «КОНТАР»

Інтерфейси RS232 і RS485 призначені для обміну інформацією між комп'ютером і майстер-контролером ПТК «КОНТАР» (через канал RS-232), а також між майстер-контролером і слэйв-контролерами (через канал RS-485).

Протокол дозволяє реалізувати технологію Plug-and-Play, тобто ніяким зовнішнім програмам верхнього рівня не потрібно знати адреси, формати параметрів, входів, виходів і т. д. алгоритму, завантаженого в контролер. Іншими словами, відсутнє таке поняття, як карта пам'яті або карта розташування параметрів. Усі ці дані можуть бути зчитані із самого контролера. Виключення складають кілька фіксованих адрес і форматів, що є невід'ємною частиною операційної системи контролерів.

Усі команди, описані в протоколі, є загальними як для RS-232, так і для RS-485, якщо це не обговорено особливо. Швидкість обміну є фіксованою і складає 115 200 бод для RS-232 і 57 600 бод для RS-485.

1.8.1 Інтерфейс RS232C

Інтерфейс RS232 (Recommended Standard 232) — стандарт послідовної синхронної та асинхронної передачі двійкових даних між терміналом (Data Terminal Equipment, DTE) і комунікаційним пристроєм (Data Communications Equipment, DCE).

Стандарт описує керуючі сигнали інтерфейсу, пересилання даних, електричний інтерфейс і типи рознімачів. У стандарті передбачені асинхронний і синхронний режими обміну, але СОМ-порти підтримують тільки асинхронний режим.

Інтерфейс припускає наявність захисного заземлення для пристроїв, що з'єднуються, якщо вони обоє живляться від мережі змінного струму і мають мережні фільтри.

Позитивними сторонами стандарту RS232 є:

- простота прийому й передачі інформації;
- проста реалізація;
- мінімальні витрати на установку й обслуговування;
- відсутність проблем сумісності з устаткуванням;

До негативних сторін можна віднести:

- низька швидкість передачі даних;
- невелика відстань передачі даних (допускає зв'язок без повторювачів і підсилювачів на відстані до 15 м).

Більшість комп'ютерів мають один або два послідовних порти. Кожний має 9-контактне рознімання (іноді 25-контактне) на задній стінці системного блоку комп'ютера. Пристрої для зв'язку через послідовний канал з'єднуються кабелями відповідно з 9- або 25-контактними розніманнями типу D-sub (D-subminiature). Зазвичай вони позначаються DE-9, DB-25. Рознімання D-sub містить два або більше рівнобіжних рядів контактів або гнізд, зазвичай оточених металевим екраном у формі латинської D, що забезпечує механічне кріплення з'єднання й екранує від електромагнітних перешкод. Форма рознімання у вигляді букви D охороняє від неправильної орієнтації рознімання.

Оскільки багато прикладних програм використовують лише частину передбачених стандартом контактів, стало можливо застосовувати для цих цілей рознімання DE-9(рис. 1.7).

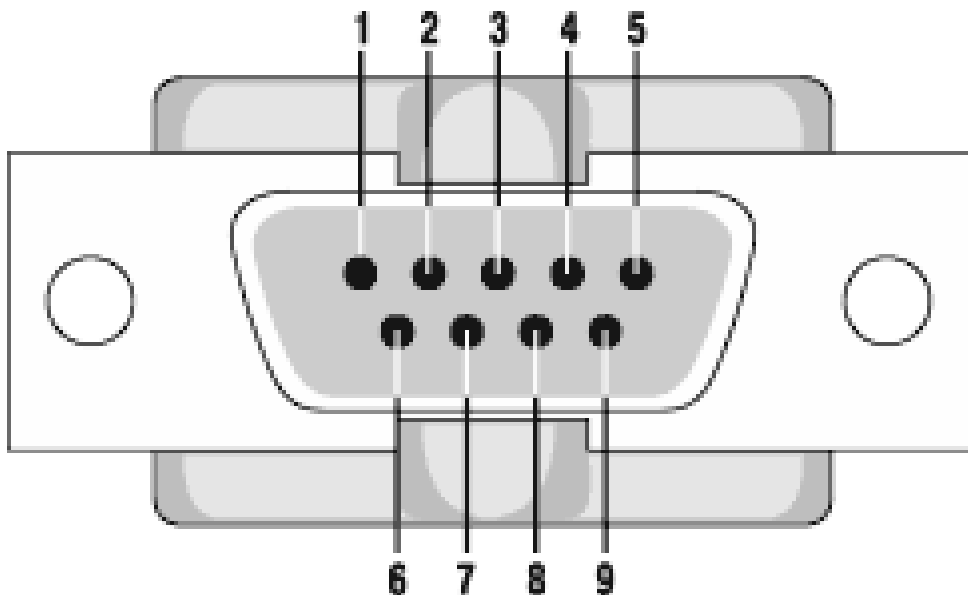


Рисунок 1.7 – Розведення рознімання DE-9

Сигнали і контакти інтерфейсу RS232 представлені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Сигнали й контакти інтерфейсу RS232

Рознімання	Позначення	Повне найменування	Напрямок	Що значить
3	TxD	Передача даних (Transmit Data)	->	Передача даних від комп'ютера
2	RxD	Прийом даних (Receive Data)	<-	Прийом даних комп'ютером
7	RTS	Запит на передачу (Request to Send)	->	Апаратний контроль передачі даних типу RTS/CTS
8	CTS	Готовність передачі (Clear to Send)	<-	Апаратний контроль передачі даних типу RTS/CTS
6	DSR	Готовність джерела даних (Data Set Ready)	<-	Я готовий для обміну даними
4	DTR	Готовність приймача даних (Data Terminal Ready)	->	Я готовий для обміну даними
1	DCD(CD)	Наявність несущої (Data Carrier Detect)	<-	Один модем з'єднаний з іншим
9	RI	Сигнал виклику (Ring Indicator)	<-	У комутованому каналі цим сигналом модем сигналізує про прийняття виклику
5	SG	Земля(Signal Ground)	-	Сигнальна (схема) земля, відносно якої діють рівні сигналів

Тільки три контакти з дев'яти мають строго визначене значення: передача, прийом і земля. Це апаратні лінії, і неможливо вплинути або змінити їхнє призначення. Але всі інші сигнальні лінії керуються програмно і можуть бути (або мається на увазі, що можуть) іншого призначення. Однак вони можуть приймати тільки два стани: високе (установлене) (+12 вольт) і низьке (скинуте) (-12 вольт). Установлений стан – це «включено», а скинутий стан – це «виключено».

За структурою це звичайний асинхронний послідовний протокол, тобто передавальна сторона по черзі видає в лінію 0 і 1, а приймаюча – відслідковує їх і запам'ятовує.

Дані передаються пакетами по одному байту (8 біт).

Підтримуються RTS/CTS і DTR/DSR-типи апаратного контролю передачі даних. Тут буде розглянутий тільки RTS/CTS-тип контролю передачі даних, оскільки DTR/DSR-тип контролю передачі даних функціонує за тим же принципом.

Отже, якщо DTE-пристрій (такий, як комп'ютер) хоче припинити передачу даних, він скидає стан сигналу RTS. Скинутий сигнал «Запит на передачу (Request to Send)» (-12 вольт) означає «не посилати запити до мене» (припинити передачу). Коли комп'ютер готовий для прийняття чергового блоку даних, він установлює сигнал RTS (+12 вольт), і потік даних відновлюється. Сигнали контролю передачі даних завжди посилаються в протилежному напрямку від потоку даних, контроль яких вони здійснюють. DCE-пристрої (модеми) працюють за тим же принципом, тільки посилають сигнал на контакт CTS. Тому тип контролю передачі даних RTS/CTS використовує 2 лінії (проводу).

Підключення і відключення інтерфейсних кабелів пристроїв з автономним живленням повинне вироблятися при відключеному живленні. Інакше різниця не вирівняних потенціалів пристроїв у момент комутації може виявитися прикладеною до вихідних або вхідних (що небезпечніше) ланцюгів інтерфейсу й вивести з ладу мікросхеми.

1.8.2 Інтерфейс RS485

Інтерфейс RS485 за своїми показниками схожий з інтерфейсом RS232, однак багато в чому його перевершує. У таблиці 1.5 представлені деякі параметри RS485.

Передача корисного сигналу здійснюється зміною напрямку протікання струму: 1 – у прямому напрямку, 0 – у зворотному.

У неактивному стані передавач переводиться у третій стан з високим імпедансом. Зазвичай вхід приймача й вихід передавача об'єднані, і зв'язок здійснюється через два проводи (кручену пару). Крім того, прокладається і третій провід, так званий дренажний провідник, що приєднується до сигнальних земель кожного пристрою. Допускається безпосереднє приєднання сигнальної землі до точок з нульовим потенціалом (корпусна земля) на пристрої, але тільки у випадку гарантованої рівності потенціалів землі в місцях розміщення устаткування системи.

Таблиця 1.5 – Параметри каналу передачі даних RS485

Параметр	Значення
Тип лінії зв'язку	Симетрична
Максимальна довжина кабелю, м	1200
Максимальна швидкість передачі даних, Мбіт/с	10
Число приймачів, що навантажуються на один передавач	32
Вихідна напруга передавача без навантаження, В	$\pm (1,5...6)$
Вихідна напруга передавача на навантаженні $R_n = 5 \text{ Ом}$, В	$\pm (1,5...6)$
Струм короткого замикання на загальний провід, мА	Менший 250
Синфазна напруга на виході пера-датчика, В	$-1...+3$
Синфазна напруга на вході передатчика, В	$-7...+11$
Чутливість приймача, В	$\pm 0,2$
Вхідний опір приймача, кОм	Більший 12

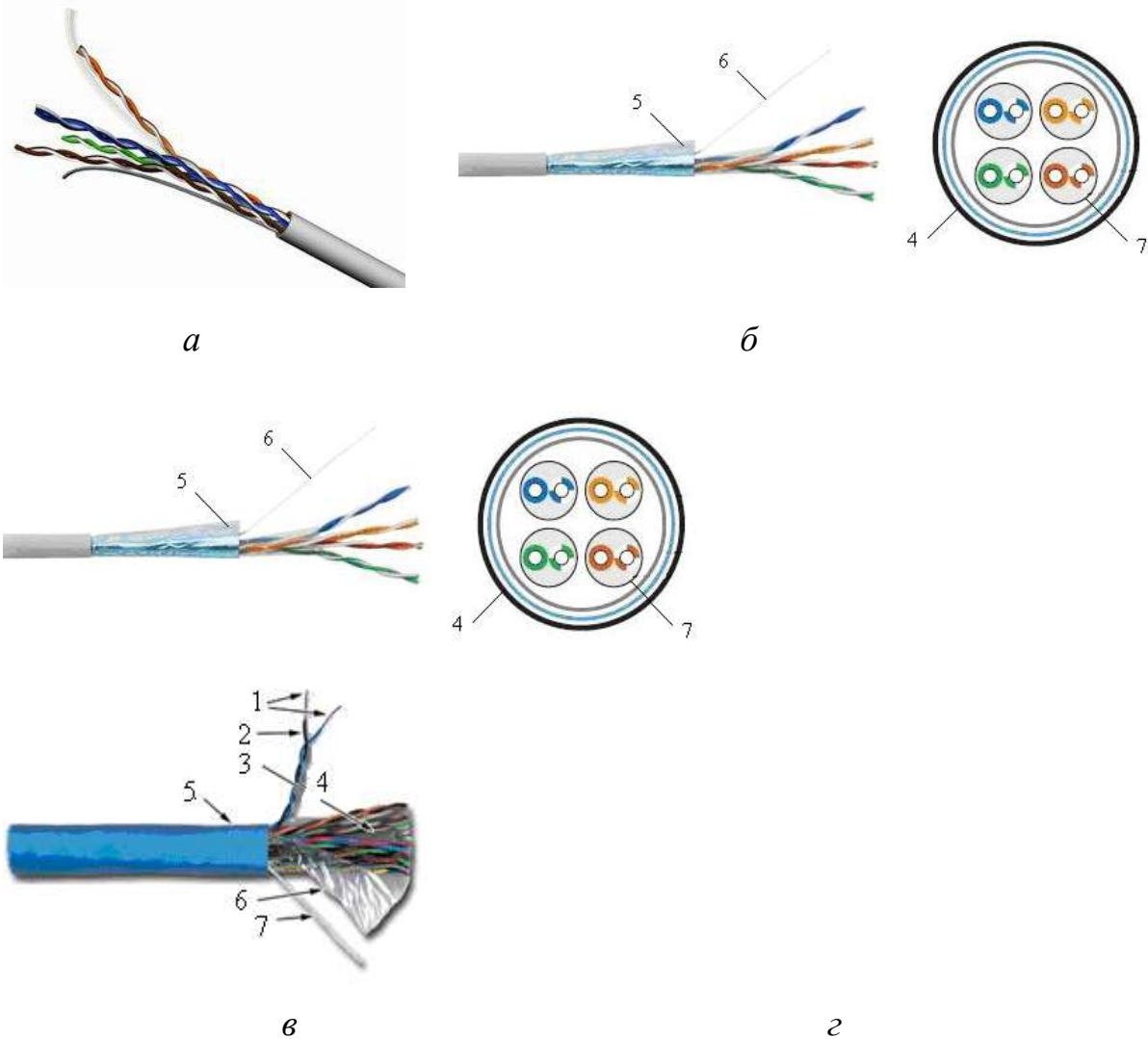
Обмін даними відбувається за наступною схемою. Клієнти мережі підключаються простим приєднанням до крученої пари з дотриманням полярності. У цьому випадку можливий конфлікт, коли можуть працювати передавачі декількох пристроїв. Він вирішується чисто програмними методами. Справа в тім, що при реалізації інтерфейсу RS485 існують головний пристрій, іменований хостом, і пристрої, якими він керує, – клієнти. Кожному клієнтові зазвичай привласнюється унікальна адреса. Клієнти первісно знаходяться в стані прийому сигналу. Хост посилає в мережу команду, на початку якої вказується адреса клієнта, якому вона призначається. Команда виконується тільки у випадку збігу адреси клієнта й адреси, зазначеної в самій команді. Інші пристрої знаходяться в пасивному стані.

Стандарт RS485 визначає тільки електричні та фізичні характеристики інтерфейсу. Програмна ж реалізація визначається конкретним застосуванням.

1.8.3 Мережні кабелі типу «кручена пара»

«Кручена пара» (twisted pair) – це кабель на мідній основі, що поєднує в оболонці одну або більше пар провідників. Кожна пара являє собою два перевитих навколо один одного ізольованих мідних проводи.

У мережних технологіях використовуються екрановані та неекрановані кручені пари: неекранована кручена пара – UTP (unshielded twisted pair); екранована кручена пара – STP (shielded twisted pair). Екранована кручена пара оточена металевою захисною оболонкою, що охороняє від перешкод. У сучасних мережах Ethernet найчастіше використовуються екрановані кручені пари. У залежності від пропускної здатності кручені пари можуть належати до різних категорій, аж до категорії 5e, що підтримує пропускну здатність не нижче 1 000 Мбіт/с, а також категорії 6, 7 для найсучасніших технологій Ethernet з пропускну здатністю більше 1 Gіgаbіт/с (рис. 1.8).



*а – неекранований кабель з чотирьох кручених пар категорії 5;
 б – чотирьохпарний екранований кабель категорії 5; в – чотирьохпарний екранований кабель категорії 5е з підтримуючим металевим тросом;
 г – багатопарний кабель з кручених пар;*

*1 – мідні жили крученої пари; 2 – ізоляція ПВХ; 3 – кручена пара;
 4 – центральний елемент; 5 – оболонка ПВХ; 6 – поліетиленова плівка;
 7 – розривна нитка; 8 – екран; 9 – підтримуючий металевий трос*

Рисунок 1.8 – Екрановані кручені пари

Кабелі цього типу найчастіше сильно відрізняються за якістю і можливостям передачі інформації. Відповідності характеристик кабелів визначеному класові або категорії визначають загальновизнані стандарти (ISO 11801 і EIA/TIA-568). Самі характеристики прямо залежать від структури кабелю і застосовуваних у ньому матеріалів, що й визначають фізичні процеси, що проходять у кабелі при передачі сигналу (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Характеристики й область застосування крученої пари

Категорія	Максимальна пропускна здатність	Характеристики й область застосування
-----------	---------------------------------	---------------------------------------

Cat 1 (частота 0,1 МГц)	20 Кбіт/с	Однопарний телефонний кабель використовується тільки в телефонних мережах, де вимоги до швидкості передачі даних мінімальні
-------------------------	-----------	---

Продовження табл. 1.6

Категорія	Максимальна пропускна здатність	Характеристики й область застосування
Cat 2 (частота 1 МГц)	4 Мбіт/с	Дві пари провідників підтримують передачу даних зі швидкістю до 4 Мбіт/с. Для передачі даних не рекомендується. Іноді зустрічається в телефонних мережах. Більш якісний кабель, використовуваний у лініях ISDN
Cat 3 (частота 16 МГц)	16 Мбіт/с	Нижчий рівень розпізнавання даних, використовується головним чином у телефонних мережах. Може використовуватися також для передачі даних – чотирьохпарний кабель використовувався при побудові локальних мереж Token Ring
Cat 4 (частота 20 МГц)	20 Мбіт/с	Кабель складається з чотирьох скручених пар. Поліпшений варіант третьої категорії. Придатний для Ethernet із пропускною здатністю 10 Мбіт/с. Використовувався в мережах Token Ring, 10BASE-T, 100BASE-T4, швидкість передачі даних не перевищує 16 Мбіт/с через одну пару
Cat 5 (частота 100 МГц)	100 Мбіт/с	Найбільш розповсюджена категорія в локальних мережах, чотирьохпарний кабель, використовується у Fast Ethernet (100 Мбіт/с), при побудові локальних мереж 100BASE-TX
Cat 5e (частота 125 МГц)	155 Мбіт/с 1 Гбіт/с	Використовується в Fast Ethernet і мережах АТМ 155 Мбіт/с. Чотирьохпарний екранований кабель підтримує швидкість передачі даних до 1 000 Мбіт/с. Міцна зовнішня оболонка і підтримуючий металевий трос гарантують довгостроковий і безперебійний зв'язок
Cat 6 (частота 250 МГц)	1 Гбіт/с і вище	Чотирьохпарний екранований кабель створений для підтримки роботи високошвидкісних протоколів на відрізках більшої довжини, ніж при використанні кабелю п'ятої категорії. Використовується в нових технологіях Gigabit Ethernet
Cat7 (частоти сигналу, що пропускається, до 600...700 МГц)	100 Гбіт/с	Екранований кабель має захист не тільки усіх провідників, але і кожної пари окремо. Сьома категорія іменується як S/FTP (Screened Fully shielded Twisted Pair). Створений для тих же цілей, що і кабель шостої категорії. Є більш дорогим

1.8.3.1 Збалансованість пари

Збалансованість пари є фактично визначальною характеристикою якості кабелю, оскільки впливає на більшість інших його властивостей. Справа в тім, що електромагнітне (electro magnetic – em) поле наводить електричний струм у провідниках і утворюється навколо провідника при протіканні по ньому електричного струму. Взаємодія між em-полями і струмонесучими провідниками може впливати на якість передачі сигналу. В обох же провідниках збалансованої пари електромагнітні перешкоди (em1 і em2) наводять однакові за амплітудою сигнали (S_1 і S_2), що знаходяться у протифазі $S_1 = S_2 / em_1 = em_2$. За рахунок цього сумарне випромінювання «ідеальної пари» прагне до нуля (рис. 1.9).

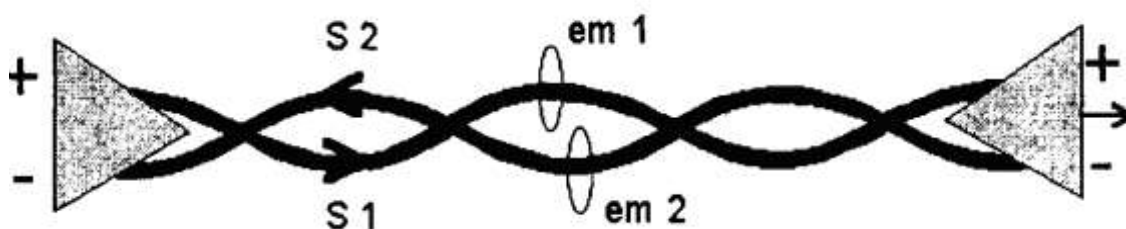


Рисунок 1.9 – Взаємні наведення провідників крученої пари

Якщо в кабелі є більше однієї пари, то для виключення взаємних наведень пар, що могли б порушити електромагнітний баланс, ці пари скручують з різним кроком (рис. 1.10).

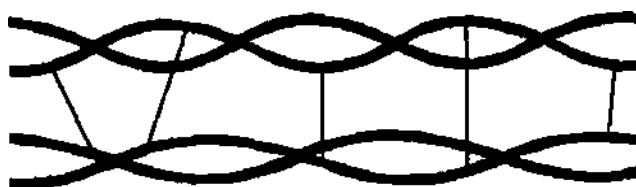


Рисунок 1.10 – Кручені пари з різним кроком скручування

1.8.3.2 Хвильовий опір крученої пари

У залежності від геометрії кабелю і матеріалів, використовуваних в ізоляції, кручена пара буде мати відповідний «хвильовий опір (характеристичний імпеданс)», що зазвичай визначається її виробником. Специфікація RS-485 рекомендує, щоб цей хвильовий опір дорівнював 120 Ом. Рекомендація цього імпедансу необхідна для обчислення найгіршого навантаження і діапазонів синфазної напруги, визначених у специфікації RS-485.

Кручена пара має імпеданс звичайно 100 або 120 Ом. Зокрема для кабелю категорії 5 імпеданс виміряється в діапазоні частот до 100 МГц і повинний складати $100 \text{ Ом} \pm 15\%$ (рис. 1.11).

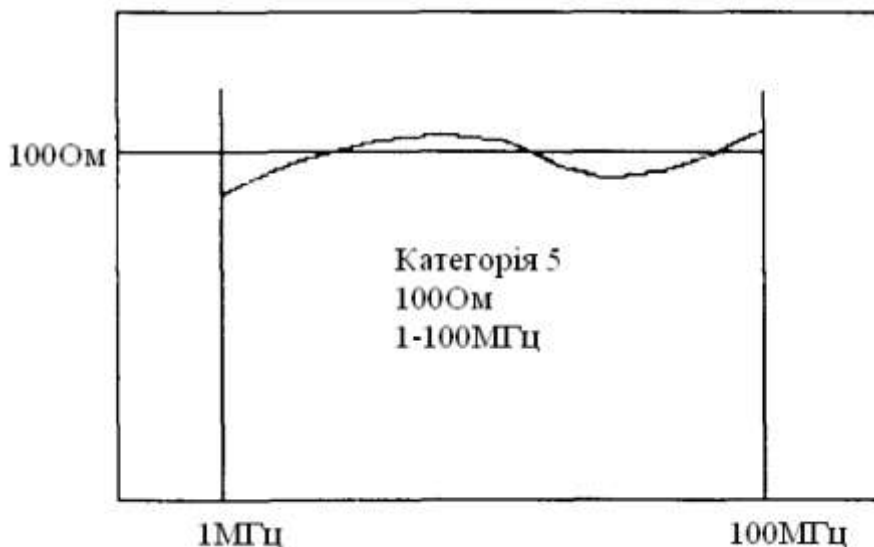


Рисунок 1.11 – Частотна характеристика крученої пари

Для ідеальної пари імпеданс повинний бути однаковим по всій довжині кабелю, оскільки в місцях неоднорідності виникає ефект відображення сигналу, що, у свою чергу, може погіршити якість передачі інформації. Найчастіше однорідність імпедансу порушується при зміні в рамках однієї пари кроку скрутки, перегину кабелю при прокладці або іншому механічному дефекті.

1.8.3.3 Погоджувальні резистори

Оскільки у ряді випадків застосовані високі частоти і великі відстані, належна увага повинна бути приділена ефектам, що виникають у лініях мережі RS-485. Техніка узгодження полягає в наступному.

Погоджувальний резистор (термінатор) – це резистор, що установлений на крайньому кінці або кінцях кабелю (рис. 1.12). В ідеалі, опір погоджувального резистора дорівнює хвильовому опору кабелю.

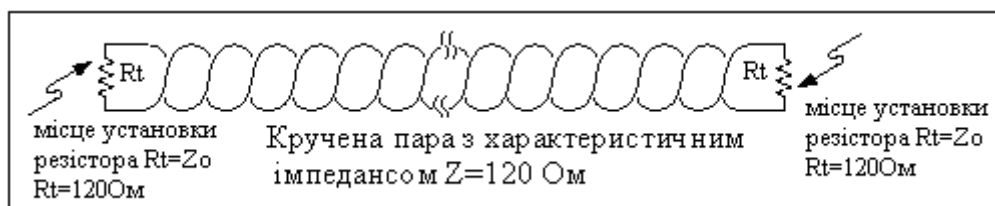


Рисунок 1.12 – Погоджена кручена пара

Погоджувальні резистори повинні мати опір, що дорівнює хвильовому опору крученої пари, і повинні розміщатися на далеких кінцях кабелю.

Якщо опір погоджувальних резисторів не дорівнює хвильовому опору кабелю, відбудеться відображення, тобто сигнал повернеться кабелем назад. Це описується рівнянням

$$(R_t - Z_o)/(Z_o + R_t),$$

де Z_o – опір кабелю;

R_t – номінал погоджувального резистора.

З урахуванням припустимих відхилень у кабелі та резисторах, деяке відбиття неминуче, але значні розбіжності можуть викликати відбиття досить великі, що може призвести до помилок у даних.

Тому важливо забезпечити максимально можливу близькість значень опору погоджувального резистора і хвильового опору. Місце установлення погоджувального резистора також дуже важливе. Погоджувальні резистори повинні завжди розміщатися на далеких кінцях кабелю. Як загальне правило, погоджувальні резистори повинні бути поміщені на обох далеких кінцях кабелю. Хоча в одному спеціальному випадку необхідний тільки один погоджувальний резистор. Цей випадок має місце в системі, в якій є єдиний передавач, і цей єдиний передавач розташований на далекому кінці кабелю. У цьому випадку немає необхідності розміщати погоджувальний резистор на кінці кабелю з передавачем, оскільки сигнал завжди поширюється від цього передавача.

1.8.4 Приклади побудови мереж верхнього рівня

1.8.4.1 Комунікаційні субмодулі ПТК «КОНТАР»

Під мережею верхнього рівня мають на увазі будь-які телекомунікаційні засоби, що пов'язують Master-контролер RS485-мережного сегмента або одиночний контролер з персональним або кишеньковим комп'ютером, Internet / Intranet сервером.

Підключення до верхнього рівня може бути здійснене за допомогою спеціалізованих комунікаційних субмодулів, що встановлюються в контролери MC8 і MC5 у відповідні роз'єми на основних платах модулів. Як правило, субмодулі встановлюються в Master-контролер. При цьому забезпечується повний доступ верхнього рівня до всіх модулів сегмента мережі по шині RS485 через Master-контролер. Однак при необхідності субмодулі можуть встановлюватися і безпосередньо в Slave-контролери

(MC8 і/або MC5). Це дає можливість робити які-небудь налаштування по місцю, у той час як через Master-контролер здійснюється зв'язок з якою-небудь програмою верхнього рівня.

На даний момент існують наступні комунікаційні субмодулі.

COMLinker (RS232C). Дозволяє підключити контролер до COM-порту комп'ютера на швидкості 115200 біт/с. Протокол обміну, за винятком декількох команд, цілком збігається з протоколом обміну по шині RS485. Максимальна відстань між комп'ютером і контролером – 15 м.

GPRS/CDMA-модуль. Забезпечує підключення до верхнього рівня через стільникову мережу в стандартах GSM/GPRS або CDMA. Для забезпечення зв'язку необхідний модем, що працює у відповідному стандарті.

Пульт для автономної роботи. Як правило, застосовується при використанні контролерів у якості автономних пристроїв і забезпечує спілкування оператора безпосередньо з контролером, у якому він установлений. У якості індикатора використовується висококонтрастний двохрядковий ЖК-дисплей по 16 символів у кожному рядку, а органами керування є 4 кнопки. Має меню і забезпечує повне керування усіма виходами контролера, дозволяє змінювати параметри, конфігурувати списки оператора і т. д. Має також інтерфейс RS232C для підключення до комп'ютера. Випускається в двох модифікаціях: для вбудовування у контролер і для монтажу на кришці шафи.

WebLinker. Дозволяє підключити контролер як до COM-порту комп'ютера, так і до мережі Ethernet (Інтернет) через відповідні рознімання. При підключенні до COM-порту WebLinker аналогічний субмодулю COMLinker. При підключенні до Ethernet уся передана інформація шифрується 64-бітним ключем за допомогою алгоритму RC5. Ключ визначається користувачем і може бути змінений у будь-який момент. Обмін інформацією ведеться з використанням як TCP, так і UDP-пакетів. Читання і запис з ініціативи верхнього рівня ведеться за протоколом TCP.

Крім того, з ініціативи контролера можуть передаватися спеціальні UDP-пакети.

Heartbeat (Серцебиття). Ці пакети інформують верхній рівень про свою присутність і передають список відмовлень у мережі. Передаються з періодом, обумовленим користувачем: від 10 секунд до 18 годин.

Session (Сесія). Ці пакети являють собою набір значень параметрів, визначених користувачем. Передаються по запиту від верхнього рівня. У запиті визначаються період і час, на який відкривається сесія. Після закінчення цього часу сесія автоматично закривається.

Urgent Alarms (Тривожні повідомлення). Являють собою аналоги пакетів серцебиття. Генеруються з ініціативи контролера при виникненні в системі якого-небудь відмовлення і передаються до отримання від верхнього рівня підтвердження про прийняття, але не більше 3 секунд.

Як додаткову міру зниження трафіку й захисту в субмодуль упроваджений брандмауер (Firewall). При його використанні обмін можливий тільки з тими серверами, IP-адреси яких прописані в мережних налаштуваннях контролера. На інші запити субмодуль реагувати не буде, що забезпечує захист від програм-сканерів, що різко збільшують вхідний трафік.

1.8.4.2 Диспетчеризація на локальному комп'ютері (Workstation, Notebook, PDA)

Диспетчеризація на локальному комп'ютері показана на рис. 1.13.

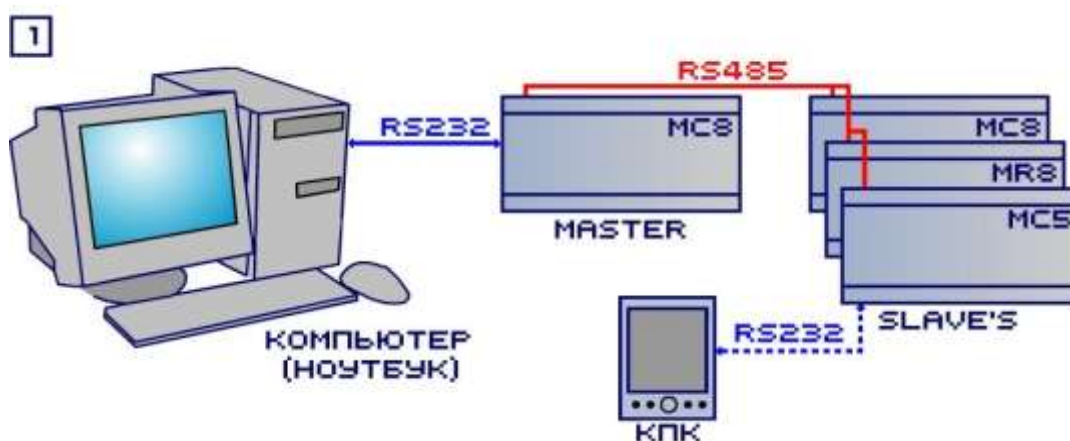


Рисунок 1.13 – Диспетчеризація на локальному комп'ютері

У цьому варіанті використовується субмодуль COMLinker. Програма диспетчеризації отримує і передає інформацію з інтерфейсу RS232C (COM-порт) через Master-контролер. Зміни значень основних параметрів на мнемосхемі здійснюються самою програмою диспетчеризації, а додаткових параметрів – локально, за допомогою кишенькового комп'ютера через субмодулі COMLinker, встановлені у слейв-контролерах.

1.8.4.3 Диспетчеризація на комп'ютері в мережі Internet/Intranet з використанням субмодуля WebLinker

Диспетчеризація на комп'ютері в мережі Internet/Intranet з використанням субмодуля WebLinker показана на рисунку 1.14.

Програма диспетчеризації на комп'ютері в мережі Intranet або в Internet отримує і передає дані через мережу Ethernet (у Master-контролері використовується субмодуль WebLinker).

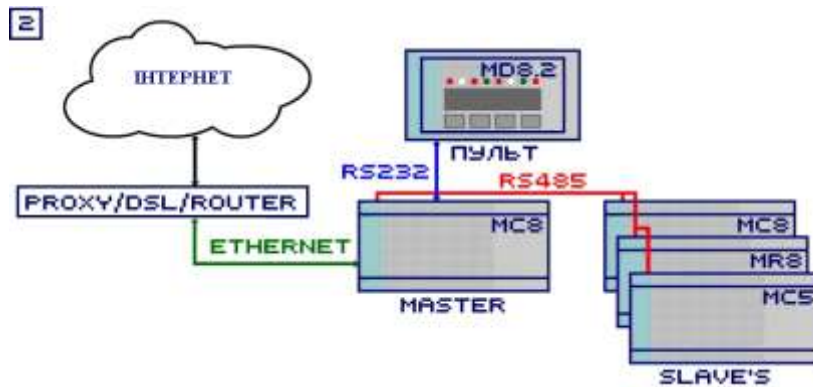


Рисунок 1.14 – Диспетчеризація на комп'ютері в мережі Internet/Intranet з використанням субмодуля WebLinker

Зміна значень основних параметрів здійснюється або самою програмою диспетчеризації, або з пульта на кришці шафи. Зміни всіх параметрів можна робити з будь-якого комп'ютера в мережі Internet / Intranet при наявності відповідних прав доступу.

1.8.4.4 Диспетчеризація на комп'ютері в мережі Internet через стільниковий зв'язок

Диспетчеризація на комп'ютері в мережі Internet через стільникову мережу показана на рисунку 1.15.

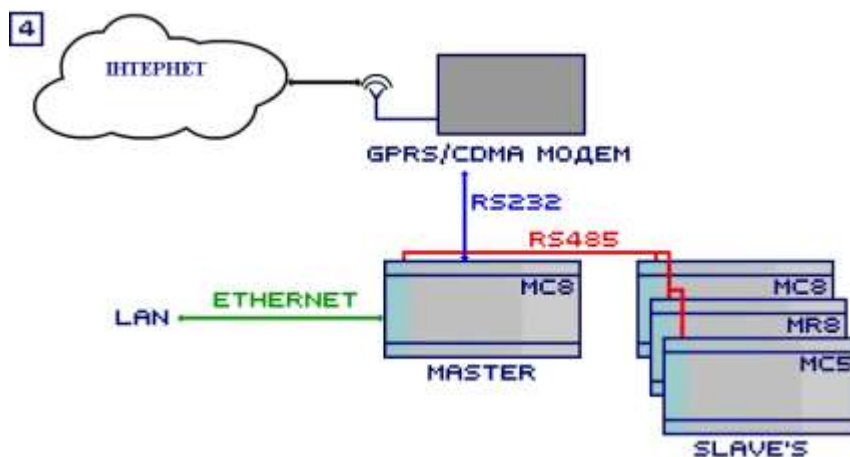


Рисунок 1.15 – Диспетчеризація на комп'ютері в мережі Internet через стільникову мережу

Програма диспетчеризації отримує і передає інформацію через Інтернет через стільникову мережу GPRS або CDMA. Зміни значень основних параметрів здійснюються або самою програмою диспетчеризації, або з комп'ютера в локальній мережі при наявності відповідних прав доступу.

1.8.4.5 Оповіщення про аварійні ситуації

До всіх перерахованих варіантів мереж може бути підключений модем стільникового зв'язку (він повинний бути підключений до одного з Slave-контролерів сегмента мережі). При виникненні в системі аварійної ситуації на телефон відповідальної особи відправляється SMS-повідомлення зі списком відмовлень. Крім того, за запитом можуть бути отримані значення заздалегідь визначених параметрів.

1.8.5 Обмін між мережами контролерів

При необхідності мережні сегменти контролерів (усередині сегмента модулі з'єднані шиною RS485) можуть бути об'єднані через Ethernet у велику мережу. Програмне забезпечення верхнього рівня, розроблене на МЗТА, організує обмін даними між мережами. Такі системи актуальні при автоматизації великих об'єктів, наприклад виробничих приміщень, офісних будинків і т. д. У цьому випадку всі контролери працюють як одна велика мережа, при цьому значною мірою зберігаючи автономність.

1.9 Контрольні завдання

Підготовлено:

- 1) навчальний стенд «Модель системи керування на базі приладів комплексу «КОНТАР» (KM800);
- 2) схему підключення устаткування на навчальному стенді (рис. 5.1);
- 3) технічні паспорти та описання приладів стенду .

Завдання:

- проаналізувати склад моделі системи керування на базі приладів комплексу «КОНТАР» (KM800) та її основні функції;
- вивчити призначення, основні характеристики і функції контролерів MC8, MC5, MR8 у складі моделі;
- проаналізувати функціональні схеми контролерів, їх склад та функції окремих блоків і елементів;
- вивчити призначення й основні характеристики інтерфейсів RS232 та RS485;
- вивчити призначення й основні характеристики мережного кабелю – кручена пара;
- виконати та захисти звіт.

1.10 Контрольні запитання

1. Призначення й загальна характеристика комплексу «КОНТАР».
2. Призначення й основні функції контролерів МС8.
3. Призначення й основні функції контролерів МС5.
4. Технічні характеристики контролера МС8.
5. Технічні характеристики контролера МС5.
6. Призначення й основні функції релейного модуля MR8
7. Технічні характеристики релейного модуля MR8.
8. Охарактеризувати однокристальний мікроконтролер 38051F125.
9. Підключення модулів системи «КОНТАР» до комп'ютера або інформаційної мережі.
10. Охарактеризувати інтерфейс RS-232.
11. Охарактеризувати інтерфейс RS-485.
12. Охарактеризувати мережний кабель – кручена пара.
13. Охарактеризувати призначення конфігураторів контролерів.
14. Охарактеризувати модулі вводу-виводу сигналів з контролерів.

2 ЗАСОБИ ЗБИРАННЯ ТА ПЕРЕТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ В ПТК «КОНТАР»

2.1 Інформаційно-вимірювальний канал

Основним видом технологічної інформації у комп'ютерно-інтегрованій автоматизованій системі керування (КІАСК) є поточні значення технологічних змінних, які перетворюються первинними вимірювальними перетворювачами (датчиками) найчастіше на аналогові сигнали і далі, приведені до цифрової форми, вводяться в ЕОМ.

У датчиках (Д) як первинних вимірювальних перетворювачах відбувається електромеханічне, електрофізичне або електрохімічне перетворення фізичних величин (технологічних змінних об'єкту керування) у електричний сигнал.

Основним джерелом технологічної інформації у КІАСК є канал передавання сигналів (КПС), що складається з лінії зв'язку (ЛЗ) і пристроїв зв'язку з об'єктом (ПЗО). Сукупність КПС з датчиком є інформаційно-вимірювальним каналом (ІВК) автоматизованої системи керування технологічним процесом (АСКТП), тобто: $ІВК = КПС + Д = Д + ЛЗ + ПЗО$.

Стандартизоване визначення ІВК АСКТП таке це функціонально об'єднана частина АСКТП, призначена для автоматизованого створення інформативного сигналу про властивості технологічного об'єкта керування (ТОК), перетворення його на інформаційний сигнал вимірюваної фізичної величини та подання його у вигляді натурального числа і (чи) цифрового коду. У пристрої сполучення з об'єктом (ПСО) відбувається перетворення інформації з аналогової або дискретної форми на цифрову форму, в якій ця інформація вводиться та виводиться з ЕОМ. Існує стандартизоване визначення ПСО це пристрій, призначений для введення сигналів з об'єкта в автоматизовану систему та виведення сигналів на цей об'єкт. Узагальнена структура ІВК наведена на рисунку 2.1.

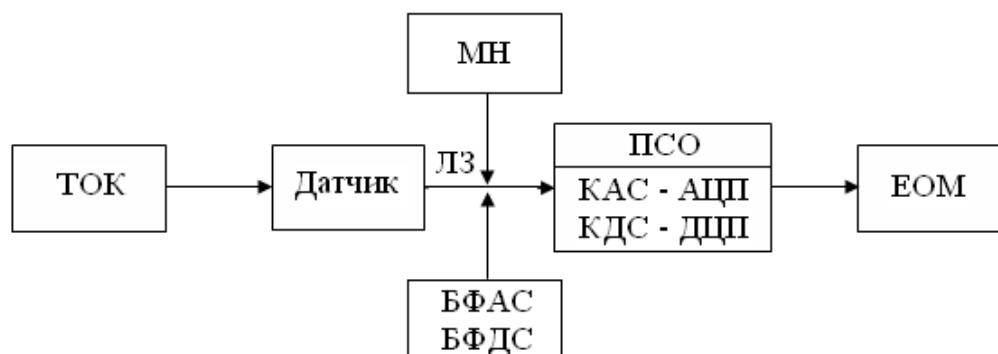


Рисунок 2.1 – Узагальнена структура інформаційно-вимірювального каналу

ПСО, залежно від виду сигналу, складається з комутатора аналогового або дискретного сигналу (КАС або КДС) та аналогово-цифрового (АЦП) або дискретно-цифрового (ДЦП) перетворювача. З метою зменшення вартості АЦП та ДЦП виконують багатоканальними, і канали по чергову підключаються до відповідних датчиків через КАС або КДС. Між датчиком та ПЗО можливо підключення модуля нормалізації (МН) або блока формування аналогового (БФАС) чи дискретного (БФДС) сигналів, які приводять сигнали до заданого рівня, а також можуть виконувати операції фільтрації, множення на коефіцієнт, перетворення струму на напругу.

2.2 Датчики вологості

Відносна вологість – відношення масової частки водяної пари в повітрі до максимально можливого при певній температурі. Вимірюється у відсотках і визначається за формулою

$$RH = \frac{P_{(H_2O)}}{P^*_{(H_2O)}} \times 100\%$$

де RH – відносна вологість розглянутої суміші (повітря);

$P_{(H_2O)}$ – парціальний тиск водяної пари в суміші;

$P^*_{(H_2O)}$ – рівноважний тиск насиченої пари.

Іншими словами, відносна вологість – це відношення парціального тиску водяної пари в газі (у першу чергу, у повітрі) до рівноважного тиску насиченої пари при певній температурі.

У даний час на практиці для вимірювання відносної вологості застосовується кілька технологій, що використовують властивість різних структур змінювати свої фізичні параметри (ємність, опір, провідність і температуру) у залежності від ступеня насичення водяною парою. Кожній з цих технологій властиві визначені достоїнства і недоліки (точність, довгострокова стабільність, час перетворення і т. д.). У таблиці 2.1 приведений порівняльний аналіз характеристик ємнісних і резистивних датчиків відносної вологості, при виробництві яких застосовуються різні матеріали.

Серед усіх типів ємнісні датчики, завдяки повному діапазонаві вимірювання, високій точності та температурній стабільності, є найбільш поширеними, як для виміру вологості навколишнього повітря, так для і застосування у виробничих процесах.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика методів вимірювання вологості

Параметр	Технологія виробництва HONEYWELL		Технології виробництва інших виробників			
	Терморезистивний полімер	Керамічна або кремнієва	Терморезистивний пластик	Однорідний триокис алюмінію	Хлорид-літєва плівка	Випарний психрометр
Підкладка	Керамічна або кремнієва	Керамічна, кремнієва або скляна	Керамічна	Немає	Керамічна	Немає
Параметр, що змінюється	Ємність	Ємність	Ємність	Опір	Провідність	Температура
Вимірюваний параметр	% RH	% RH	% RH	% RH	% RH	Температура вологості і сухої колби
Діапазон виміру	0...100 % RH	0...100 % RH	0...100 % RH	2...90 % RH	15...<100 % RH	20...100 % RH
Точність	±1,0...±5,0 %	±1,0...±5,0 %	±3,0...±5,0 %	±1,0...±5,0 %	±5,0 %	3,0...4,0 %
Взаємозамінність	±2,0...±10,0 % RH	±2,0...±10,0 % RH	±3,0...±20,0 % RH	Погана	±30...±10,0 % RH	Відмінна
Гістерезис	<1,0...3,0 %	<1,0...3,0 %	2,0...5,0 %	<2 %	Дуже високий	Високий
Лінійність	±1,0%	±1,0%	±1,0%	Погана	Дуже погана	Погана
Час відгуку	15,0...60,0 с	15,0...60,0 с	15,0...90,0 с	3,0...5,0 хв.	3,0...5,0 хв.	2,0...5,0 хв.
Діапазон робочих температур	-40...+185 °C	-40...+185 °C	-30...+190 °C	-10...+75 °C	-	0...+100 °C
Температурний ефект	-0,0022%RH / °C	-0,0022%RH / °C	0,3/%RH / °C	>1,0/%RH / °C	>1,0/%RH / °C	<0,5/%RH / °C
Довгострокова стабільність	±1,0%RH / 5 років	±1,0%RH / 5 років	±1,0%RH / 1 рік	>1,0%RH / °C	>1,0%RH / 1 рік	±0,1%RH / 1 рік
Стійкість до забруднення	Відмінна	Відмінна	Гарна	Дуже гарна	±1,0%RH / °C	Дуже гарна
Стійкість до конденсації	Відмінна	Відмінна	Дуже гарна	Дуже гарна	Дуже гарна	Дуже гарна

2.2.1 Датчики вологості компанії Honeywell

Компанія Honeywell виробляє сімейство ємнісних датчиків вологості, застосовуючи метод багат шарової структури (рис. 2.2), утвореної двома плоскими платиновими обкладками та діелектричним термореактивним полімером, що заповнює простір між ними. Термореактивний полімер, у порівнянні з термореактивною пластмасою, забезпечує датчикові більш широкий діапазон робочих температур і високу хімічну стійкість до таких агресивних рідин та їхніх пар, як ізопропіл, бензин, толуол та аміак. На додаток до цього датчики на основі термореактивного полімеру мають найбільший термін служби у етилен-оксидних стерилізаційних процесах.

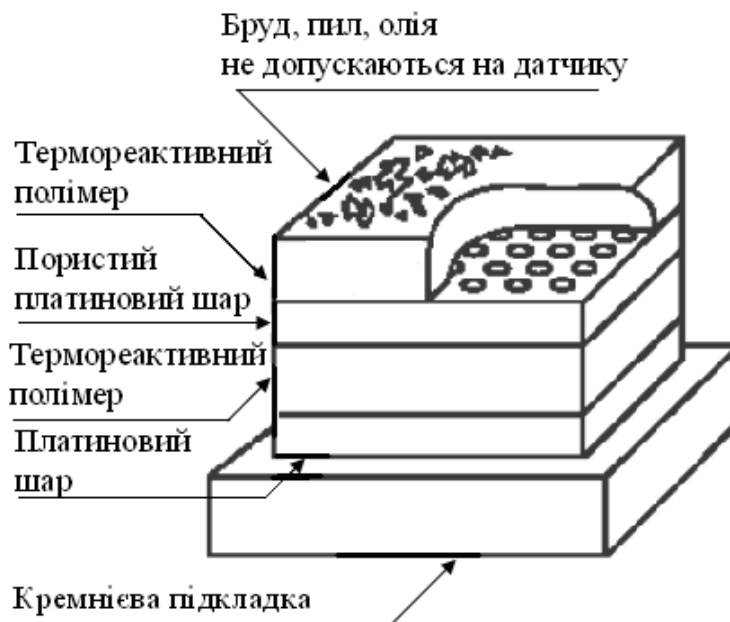


Рисунок 2.2 – Метод багат шарової структури, застосовуваний при виготовленні датчиків вологості

У процесі роботи водяна пара проникає через верхню пористу обкладку конденсатора і врівноважується з навколишнім газом. Одночасно ця обкладка захищає електричні процеси, що протікають у полімерному шарі, від зовнішніх фізичних впливів (світла й електромагнітного випромінювання). Шар полімеру, що покриває пористий платиновий електрод зверху, служить захистом конденсатора від пилу, бруду й олій. Така могутня фільтраційна система, з одного боку, забезпечує датчикові тривалу безперебійну роботу в умовах сильного забруднення навколишнього середовища, з іншого боку – знижує час відгуку. Вихідний сигнал любого (ємнісного чи резистивного) абсорбційного датчика вологості являє собою функцію від температури і вологості, тому для отримання високої точності вимірювання в широкому діапазоні робочих температур потрібна температурна

компенсація характеристики перетворення. Компенсація особливо необхідна, коли датчик використовується в індустріальному устаткуванні для вимірювання вологості й точки роси. Саме для цих цілей деякі моделі датчиків Honeywell мають убудований платиновий терморезистор з опором 1000 Ом, що розташований зі зворотної сторони підкладки (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Структура датчика вологості з убудованим платиновим датчиком температури

Датчики вологості Honeywell – це інтегровані прилади. Крім чутливого елемента і термосенсора, на тій же підкладці розташована схема обробки сигналу, що забезпечує перетворення сигналу, його посилення та лінеаризацію. Вихідний сигнал датчика Honeywell є функцією від напруги живлення, зовнішньої температури і вологості. Чим вища напруга живлення, тим більше розмах вихідного сигналу і, відповідно, чутливість. Зв'язок між обмірюваною датчиком вологістю, істинною вологістю і температурою показаний на об'ємній діаграмі (рис. 2.4).

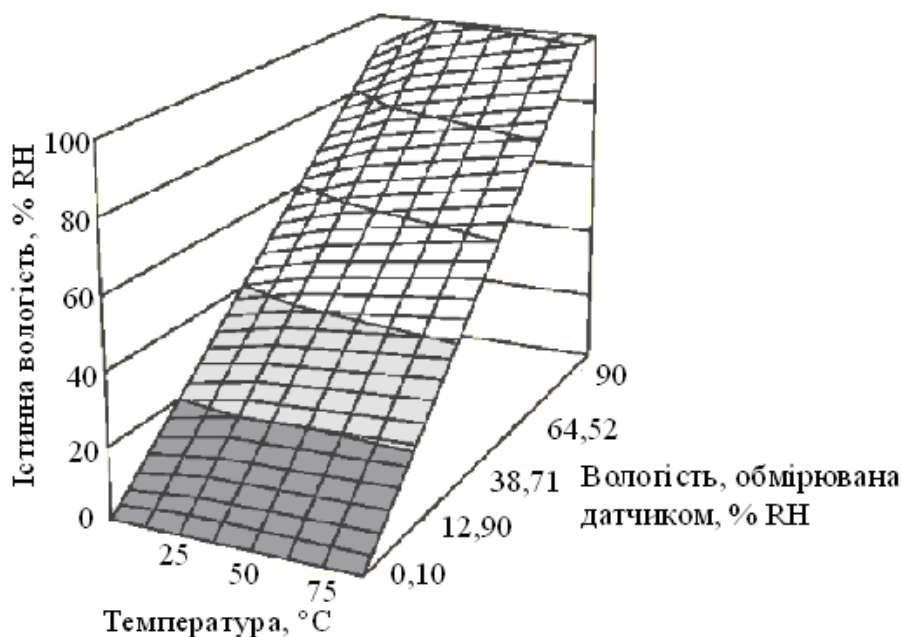


Рисунок 2.4 – Зв'язок між обмірюваною датчиком вологістю, істинною вологістю і температурою

Вона легко апроксимується за допомогою комбінації двох наступних виразів.

Пряма найкращої відповідності при 25 °С (лінія на діаграмі) описується виразом:

$$U_{вих} = U_{жив} (0,0062 \cdot (\%RH25) + 0,16).$$

З цього рівняння визначається відсоток RH25 при температурі 25 °С. Далі здійснюється температурна корекція й обчислюється істинне значення RH:

$$RH_{істине} = (\% RH25) \cdot (1,0546...0,00216 T),$$

де T – температура в градусах Цельсія (°С).

Вирази, наведені вище, відповідають характеристикам реальних датчиків з наступними відхиленнями:

$$\begin{aligned} &\pm 1,0 \% - \text{для } T_{зовн} > 20 \text{ } ^\circ\text{C}; \\ &\pm 2,0 \% - \text{для } 10 \text{ } ^\circ\text{C} < T_{зовн} < 20 \text{ } ^\circ\text{C}; \\ &\pm 5,0 \% - \text{для } T_{зовн} < 10 \text{ } ^\circ\text{C}. \end{aligned}$$

Для прикладу на рисунку 2.5 приведені характеристики перетворення реального датчика Honeywell при різних температурах.

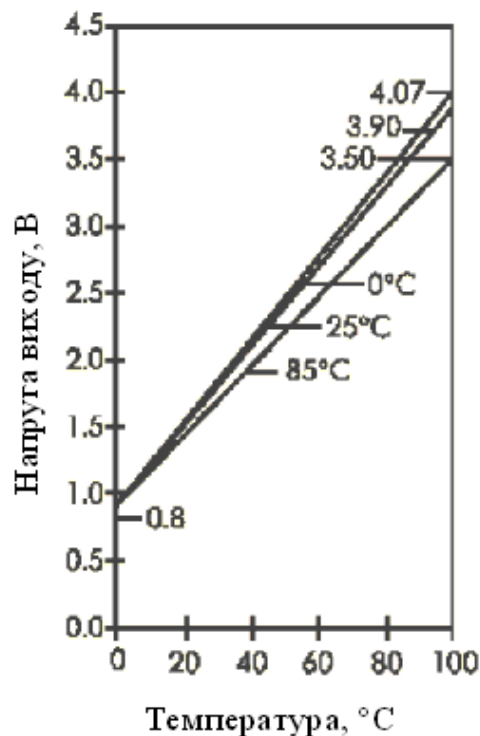


Рисунок 2.5 – Характеристики перетворення датчика вологості Honeywell при різних температурах

Практично всі датчики вологості Honeywell комплектуються каліброваним паспортом. Цей документ відображає реальні значення вихідної напруги при еталонних значеннях відносної вологості, крутість характеристики перетворення, номера партії і пластини, що відповідають конкретному екземплярові.

Усі датчики вологості Honeywell мають подібну функціональну організацію, але розрізняються конструктивним виконанням і наявністю або відсутністю убудованого термодатчика.

2.2.2 Датчики вологості фірми ACI/RH

ACI/RH – серія датчиків відносної вологості і температури виробництва Automation Component Inc., які використовуються у ПТК «КОНТАР». Зовнішній вигляд датчика показаний на рисунку 2.6.

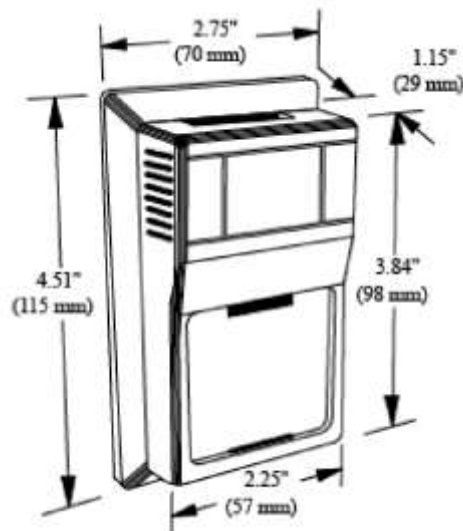


Рисунок 2.6 – Датчики серії ACI/RH

Датчики перетворюють повний опір у вихідний сигнал 4...20 мА від 0 до 5 В постійного струму або від 0 до 10 В постійного струму. Сигнал може бути переданий на довгі відстані через неекрановану кручену пару.

Датчики оснащені удосконаленою технологією керамічного дизайну, що знімає обмеження інших датчиків вологості, які використовують водонепроникні полімерні покриття. Сучасна керамічна технологія дозволяє цим датчикам цілком позбутися ущільнення. Удосконалена технологія керамічного дизайну усуває ефекти поверхневого забруднення, що є проблемою для інших типів датчиків. Це дозволяє датчикові підтримувати його точність упродовж тривалого періоду часу. Точність зберігається в області усього робочого діапазону за рахунок використання термістора для температурної компенсації.

Кожен датчик калібрується в трьох різних точках відповідно до вимог Американського інституту стандартизації (NIST). Вимоги виробництва з точності забезпечують взаємозамінність датчика у межах $\pm 3\%$ -го номіналу без перекалібровки. Основні характеристики датчиків приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристики датчиків вологості серії ACI / RH

Вхідна напруга	При навантаженні 250 Ом: +15 до 36 В постійного струму / 24 В змінного струму. При навантаженні 500 Ом: +18 до 36 В постійного струму / 24 В змінного струму
Вимірювана температура	від $-23,3$ до 71 °C
Вимірювана вологість	від 0 до 100 % RH
Вихід	2-провідний: від 4 до 20 мА; 3-провідний: 0...5, 0...10 В постійного струму
Час відгуку	30 секунд для 63 %-го кроку
Чутливість	0,1 % RH
Відтворюваність	0,5 % RH
Взаємозамінність	менше $\pm 3\%$ RH номіналу
Гістерезис	менше, ніж 0,4% RH
Гарантований термін служби	при менш, ніж 2 % RH дрейф – 5 років

2.3 Електроприводи та клапани для повітряних заслінок

Клапани загальнопромислового призначення відповідають ТУ РБ 05708554.021-96. Клапани у вибухозахисному виконанні відповідають ТУ РБ 05708554.022-97. Призначені для використання в системах дистанційного автоматичного керування газопальникових пристроїв, побутових опалювальних установок і в технологічних трубопровідних системах керування потоком природного і зрідженого газу, повітря і рідких неагресивних середовищ в'язкістю до $40 \cdot 10^{-6}$ м²/с як запірно-регулюючий орган і орган безпеки при тривалому режимі роботи.

Режим роботи клапана з електроприводом визначається типом застосованого електропривода.

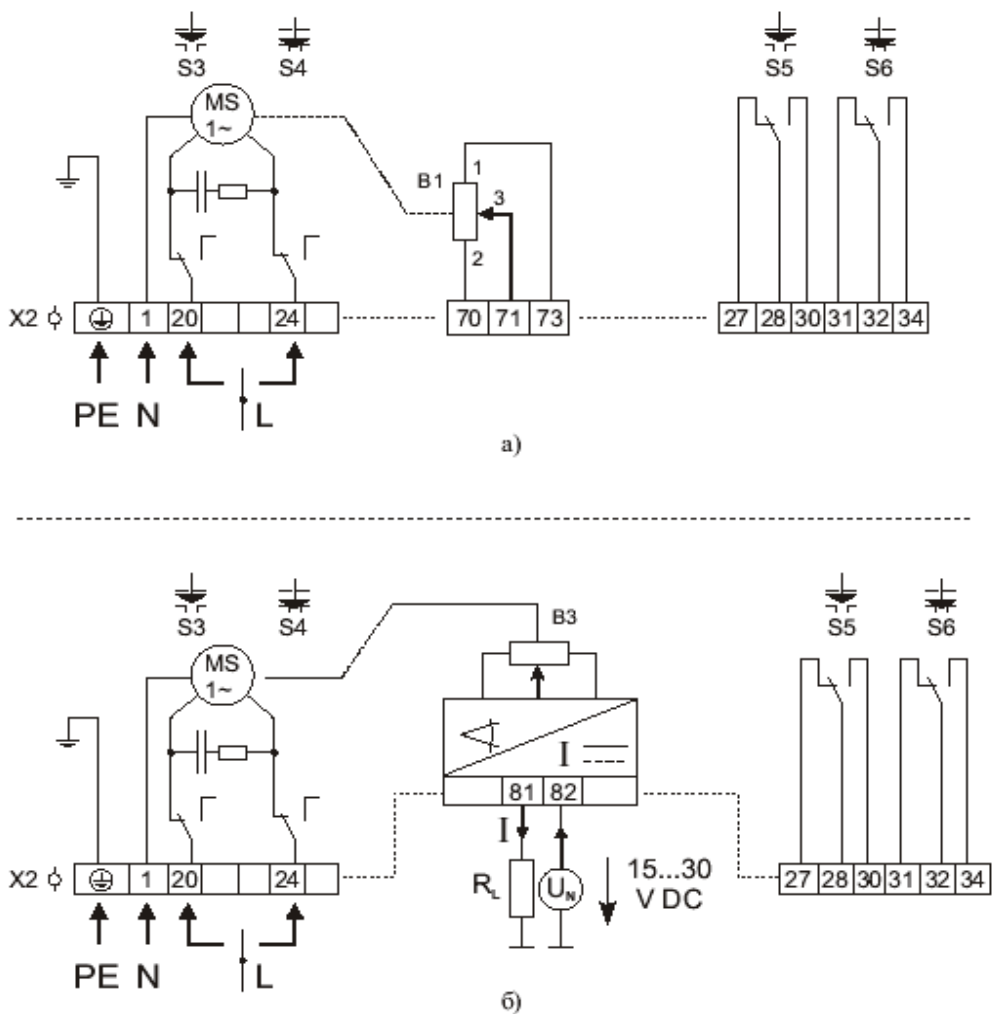
1. Для клапанів із пропорційним регулюванням у якості виконавчого механізму можуть застосовуватися наступні електроприводи: SP0 (Regada, Словаччина), LM24SR (Belimo, Швейцарія).

При використанні електроприводів SP0 керуюча напруга подається на електродвигун і відкриває (закриває) заслінку до положення, яке обмежене

кінцевими вимикачами S3 і S4. Ротор електродвигуна пов'язаний через редуктор з вимикачами S3 і S4 і віссю датчика положення B1 або B3. Опір датчика положення реостатного типу (B1) складає 2000 Ом. Діапазон зміни струму для електронного датчика положення (У3) складає 4...20 мА.

Схема включення з датчиком положення реостатного типу і двома додатковими вимикачами положення (S5 і S6) приведена на рисунку 2.7, а. Повне позначення приводу для такого замовлення: SP0, типовий номер 280.0-02BFC/02, принципів схеми включення Z40+Z21+Z22.

Схема включення з датчиком струму положення і двома додатковими вимикачами положення (S5 і S6) приведена на рисунку 2.7, б.



а – для схем Z40+Z21+Z22 (з датчиком положення реостатного типу і двома додатковими вимикачами положення); б – для схем Z40+Z21+Z23 (з датчиком струму положення і двома додатковими вимикачами положення)

Рисунок 2.7 – Схема електричних з'єднань для електроприводів SP0 (Словаччина)

Повне позначення приводу для такого замовлення: SP0, типовий номер 280.0-02BSC/02, принципів схеми включення Z40+Z21+Z23.

Електропривод LM24SR (Belimo, Швейцарія), який застосовується в ПТК «КОНТАР», призначений для керування повітряними заслінками у системах вентиляції та кондиціонування (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Виконавчий механізм керування заслінкою Belimo

Привід обладнаний універсальним кріпильним хомутом, який можна швидко й легко установити прямо на вал заслінки і заблокувати фіксатором, що поставляється в комплекті.

За допомогою убудованого потенціометра здійснюється плавне регулювання кута повороту. Привід автоматично забезпечує узгодження робочої напруги і сигналу зворотного зв'язку. За допомогою кнопки можливе механічне керування заслінкою: натисканням кнопки на кришці корпусу зубцюватий редуктор виводиться із зачеплення, і заслінкою можна керувати вручну.

Привід захищений від перевантажень, не вимагає кінцевих вимикачів і зупиняється автоматично при досягненні кінцевих положень.

Привід керується стандартним сигналом 0...10 В постійного струму і відкриває (закриває) заслінку клапана до положення, що відповідає заданому сигналові. Напруга зворотного зв'язку U забезпечує електричне відображення положення регулюючої заслінки приводу в межах 0...100 %, а також виконує роль керуючого сигналу для інших приводів. Схема електричних з'єднань приведена на рисунку 2.9.

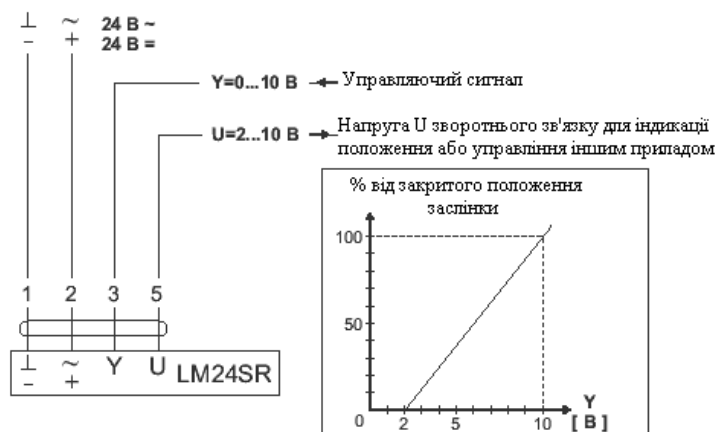


Рисунок 2.9 – Схема електричних з'єднань для електропривода LM24SR

Основні технічні характеристики електроприводів наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Електроприводи LM24-SR, LMC24-SR

Технічні дані	LM24-SR	LMC24-SR
Напруга живлення	24 В ± 20 % змінного струму 50/60 Гц 24 В ± 10 % постійного струму	
Споживана потужність	4 ВА	
Сполучний кабель	Довжина – 1 м, 4x0,75 мм ²	
Керуючий сигнал	0...10 В = (вхідний опір – 100 кОм)	
Робочий діапазон	2...10 В = (для різних кутів повороту)	
Напруга зворотного зв'язку, U	2...10 В = при ≤ 0,5 мА (для різних кутів)	
Рівність ходу	±5 %	
Напрямок повороту (при Y = 0 В)	Вибирається установкою перемикача L/R: відповідно, L ←; R →.	
Крутний момент	Мін. 4 Н·м	Мін. 3 Н·м
Кут повороту	Макс. 95° (налаштовується 0...100 % за допомогою потенціометра)	
Час повороту	80...110 с (0...4 Н·м)	25...35 с (0...3 Н·м)
Індикація положення	Механічна	
Клас захисту	ІІІ (для захисту низької напруги)	
Ступінь захисту	IP54 (установка кабелем униз)	
Температура експлуатації	– 30...+ 50 °С	
Температура збереження	– 40...+ 80 °С	
Вологість	Відповідає EN60335-1	
Рівень шуму	Макс. 35 Дб(А)	
Технічне обслуговування	Не потрібно	
Електричні аксесуари	Позиціонери – SG...24 Цифровий індикатор положення – ZAD24	
Вага	620 г	

Для клапанів з позиційним регулюванням у якості виконавчого механізму може застосовуватися електропривід LF230S (Belimo, Швейцарія). Привід переміщає заслінку в нормальне робоче положення, одночасно розтягуючи поворотну пружину. У випадку відключення напруги живлення енергія, запасена в пружині, повертає заслінку в охоронний стан. Схема електричних з'єднань приведена на рисунку 2.10.

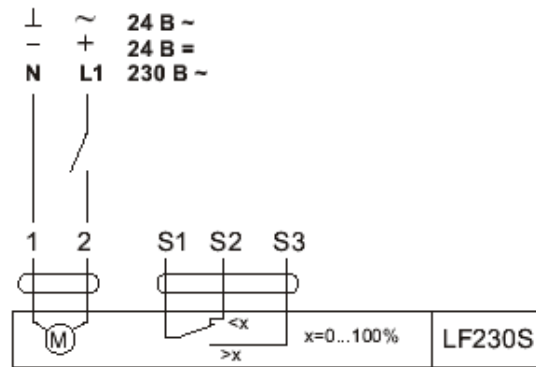


Рисунок 2.10 – Схема електричних з'єднань для електропривода LF230S

2.4 Датчики температури

Основні типи контактних датчиків температури, який застосовується у ПТК «КОНТАР», наступні: термометри опору, термопари, термістори. Порівняння основних типів контактних температурних датчиків приведене у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Порівняльна таблиця трьох основних типів контактних температурних датчиків

Тип датчика	Термістор	Термометр опору	Термопара
ПАРАМЕТР	Опір	Опір	Напруга
ПЕРЕВАГИ	Висока чутливість «опір-температура» Мала інерційність Високий опір, що усуває необхідність чотирьохпроводного включення Малий розмір Низька вартість Висока стабільність Гарна взаємозамінність	Гарна лінійність характеристики Висока стабільність Висока взаємозамінність у широкому діапазоні температур	Широкий температурний діапазон Простота виробництва Низька вартість Стійкість зносу Не вимагає додаткових джерел енергії
НЕДОЛІКИ	Нелінійна характеристика Робочий діапазон температур приблизно від -60 до $+300$ °C Взаємозамінність тільки у вузькому діапазоні температур Необхідне джерело струму	Низька чутливість Відносно велика інерційність Необхідність трьох- або чотирьохпроводної схеми включення Чутливість до ударів і вібрацій Необхідне джерело струму Висока вартість	Нелінійна характеристика Відносно низька стабільність Низька чутливість Вимір низьких ЕРС може ускладнитися електромагнітними шумами і наведеннями Необхідна компенсація холодних спаїв

2.4.1 Термометри опору (ТО)

Термометр опору – засіб вимірювання температури, що складається з одного або декількох термочутливих елементів опору і внутрішніх сполучних проводів, поміщених у герметичний захисний корпус, зовнішніх клем або виносок, призначених для підключення до вимірювального приладу [6].

Термометр опору (ТО) виконаний, як правило, у металевому або керамічному корпусі. Чутливий елемент (ЧЕ) його являє собою резистор, виконаний з металевого дроту або плівки, що має певну залежність електричного опору від температури. Опір таких датчиків збільшується з температурою, тобто вони мають позитивний температурний коефіцієнт опору.

Найпопулярніший тип термометра – платиновий ТО, що пояснюється високим температурним коефіцієнтом платини, її стійкістю до окислювання і гарною технологічністю. У якості робочих засобів вимірювання застосовуються також мідні й нікелеві термометри.

Головна перевага термометрів опору – широкий діапазон температур, висока стабільність, близькість характеристики до лінійної залежності, висока взаємозамінність. Плівкові платинові термометри опору відрізняються підвищеною віброміцністю, але меншим діапазоном температур. Виготовляються також герметичні чутливі елементи термометрів опору різних розмірів, що дозволяє використовувати їх у місцях, де важливо встановлювати мініатюрний датчик температури. Недолік термометрів і чутливих елементів опору – необхідність використання для точних вимірів трьох- або чотирьохпроводної схеми включення, тому що при підключенні датчика за допомогою двох проводів їхній опір включається в обмірюваний опір термометра.

Існує три схеми включення датчика у вимірювальний ланцюг:

– 2-проводна – у схемі підключення найпростішого термометра опору використовуються два проводи. Така схема використовується там, де не потрібна висока точність, тому що опір виноска включається у вимірюваний опір і призводить до появи додаткової погрішності. Така схема не застосовується для термометрів класу А і АА;

– 3-проводна – забезпечує значно більш точні виміри, за рахунок того, що з'являється можливість виміряти окремо опір проводів, що підводять, і відняти його із сумарного вимірюваного опору;

– 4-проводна – найбільш точна схема, забезпечує повне виключення впливу проводів, що підводять. Недолік – збільшення обсягу використовуваного матеріалу, вартості і габаритів збирання.

Найважливішою технологічною проблемою для ТО дрового типу є герметизація корпусу чутливого елемента спеціальною глазур'ю: склад глазури повинний бути підібраний так, щоб при коливаннях температури у межах робочого діапазону не відбувалося руйнування герметизуючого шару.

Властивості термометрів опору трьох найбільш розповсюджених типів приведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Властивості термометрів опору

Метал	Температурний коефіцієнт	Робочий рекомендований діапазон температур	Опис	Використання
Платина	0,00385, 0,00391 °C ⁻¹ – робочі ТО (ГОСТ Р 8.625- 2006, МЕК 60751) 0,003925 °C ⁻¹ – еталонні ТО	–196 °C до 600 °C	Висока точність і стабільність. Характеристика «опір – температура» близька до лінійної. Найбільш широкий діапазон температур. Високий питомий опір. Для виготовлення ЧЕ потрібна невелика кількість платини. Можливе виготовлення чутливих елементів методом напилювання платини на підкладку (плівкові чутливі елементи)	Дуже широко використовується в промисловості всіх країн, існує стандарт МЕК 60751 на платинові ТО и чутливі елементи. Остання редакція включає вимоги до дровових і плівкових чутливих елементів
Нікель	0,00617 °C ⁻¹ (ГОСТ Р 8.625- 2006) 0,0067 °C ⁻¹ (DIN)	– 60 °C до 180 °C	Найбільш високий температурний коефіцієнт; найбільший вихідний сигнал опору. Однак, якщо перевищено точку Кюрі (352 °C), може виникати непередбачений гістерезис характеристики	Використовуються значно рідше, ніж платинові ТО. Нікелеві ТО установлювалися раніш на корабельних системах контролю в комплекті із самописами
Мідь	0,00428 °C ⁻¹ (ГОСТ Р 8.625- 2006)	–50 °C до 150 °C	Мають найбільш лінійну характеристику, але дуже обмежений діапазон температур. Дуже низький питомий опір, що обумовлює необхідність використання дроту значної довжини. Це призвело до того, що в американському стандарті мідні термометри мають номінальний опір 10 Ом	Використовуються в електричних генераторах, на електростанціях і в деяких інших галузях промисловості

Найпоширеніша конструкція платинових чутливих елементів – так звана «вільна від напруги спіраль» (strain-free). Ця конструкція випускається багатьма підприємствами і вважається надійнішою з усіх. Варіації основного дизайну полягають у розмірах деталей і матеріалах, використуваних для герметизації корпусу ЧЕ. Для різних діапазонів температур використовуються різні види глазури. Ця конструкція ЧЕ також дуже поширена за кордоном (рис. 2.11).

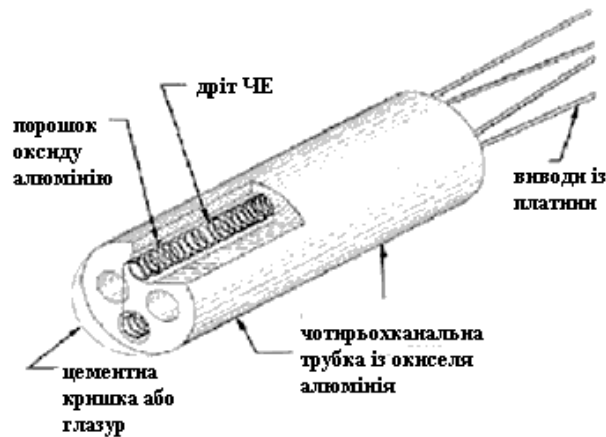
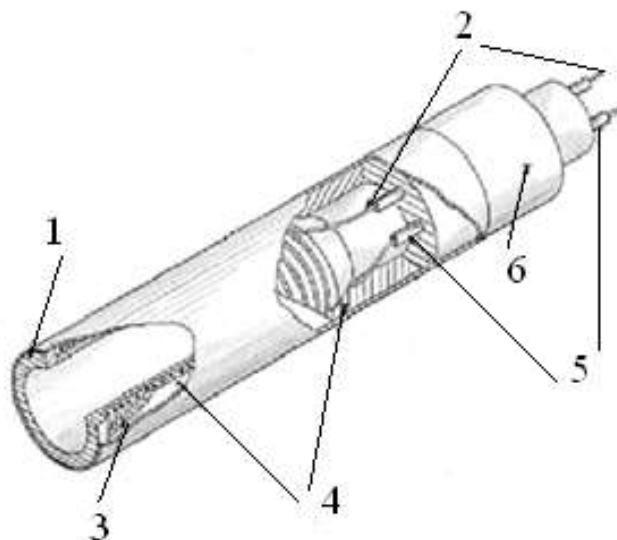


Рисунок 2.11 – Схема платинового чутливого елемента термометра опоры (strain-free)

Чутливий елемент являє собою платинову спіраль, чотири відрізки якої укладаються в канали трубки з оксиду алюмінію і засипаються мілким дисперсним порошком з оксиду алюмінію високої чистоти. Таким чином, забезпечується ізоляція витків спіралі друг від друга, амортизація спіралі при термічному розширенні та віброміцність. Герметизація кінців чутливих елементів проводиться за допомогою цементу, приготовленого на основі оксиду алюмінію, або спеціальної глазури.

Друга конструкція — це нова розробка, так звана порожниста конструкція (hollow annulus). Ця конструкція застосовується на особливо важливих об'єктах, в атомній промисловості, тому що має підвищену надійність і стабільність метрологічних параметрів.

Чутливий елемент намотується на поверхню порожнього металевго циліндра, ізольовану шаром оксиду алюмінію, утвореним способом гарячого розпилення. Для виготовлення циліндра використовується спеціальний метал, температурний коефіцієнт розширення якого дуже близький до температурного коефіцієнта платини. Після спеціальних процедур відпалу обробки поверхні платини ізолюючим шаром оксиду алюмінію ЧЕ вставляється в тонку металеву трубку, що герметизується з обох кінців. Коефіцієнт теплової інерції такого елемента складає близько 350 мс для ЧЕ, що занурюється, і до 11с для ЧЕ, вмонтованого в корпус термометра. Недоліком даної конструкції, що перешкоджає її широкому поширенню в промисловості, є висока вартість ЧЕ.



1 – металевий порожній циліндр; 2 – внутрішні виводи ЧЕ; 3 – дріт ЧЕ;
 4 – ізоляція з оксиду алюмінію; 5 – ізолятори з оксиду алюмінію;
 6 – корпус ЧЕ

Рисунок 2.12 – Схема платиного чутливого елемента термометра опору (*hollow annulus*)

За оцінками фахівців, надійність сучасних датчиків температури зростає. Якщо постає питання вибору контактного датчика підвищеної надійності і стабільності для температур від 200 до 600 °С, то дуже складно знайти щось більш підходяще, ніж платиновий термометр опору. Переважна частина виходів з ладу сучасних термометрів опору вже пов'язана із проблемами їхнього закріплення на об'єкті та проблемами у зовнішньому вимірювальному ланцюзі, а не з проблемою нестабільності чутливих елементів.

2.4.2 Термістори

Термістор (ТЕРМІчний резистОР) – напівпровідниковий пристрій, чутливий елемент якого виконаний на основі змішаних оксидів перехідних металів. У цьому випадку пристрій називається термістором. Його опір також змінюється в залежності від температури. Але термістори мають нелінійну вольт-амперну характеристику.

Існують два основні типи термісторів: NTC (з негативним температурним коефіцієнтом опору) і PTC (з позитивним коефіцієнтом опору) – позистори.

Найбільш розповсюджений тип – NTC. PTC-термістори використовуються тільки в дуже вузьких діапазонах температур – у кілька градусів, в основному в системах сигналізації і контролю.

Великою перевагою термісторів є розмаїття форм і мініатюрність. Основні конструктивні типи: бусинкові (0,1...1 мм), дискові (2,5...18 мм), циліндричні (3...40 мм), плівкове покриття (товщина 0,2...1 мм). Випускаються бусинкові термістори діаметром до 0,07 мм із виводами товщиною 0,01 мм. Такі мініатюрні датчики дозволяють вимірювати температуру усередині кровоносних судин або рослинних клітин.

Більшість термісторів – керамічні напівпровідники, виготовлені з гранульованих оксидів і нітридів металів шляхом формування складної багатофазної структури з наступним спіканням (синтерація) на повітрі при 1100 ... 1300 °С. Складні подвійні й потрійні структури оксидів перехідних металів, такі, як $(AB)_3O_4$, $(ABC)_3O_4$, лежать в основі термісторів. Розповсюдженою формулою є $(Ni_{0,2}Mn_{0,8})_3O_4$. Найбільш стабільними термісторами при температурах нижче 250 °С є термістори на основі змішаних оксидів магнію і нікелю або магнію, нікелю і кобальту, що мають негативний ТКС. Питома провідність термістора ρ (25 °С) залежить від хімічного складу й ступеня окислювання. Додаткове керування провідністю здійснюється додаванням дуже малих концентрацій таких металів, як Li і Na.

Номінальний опір термісторів значно вищий, ніж у металевих термометрів опору, воно зазвичай складає 1, 2, 5, 10, 15 і 30 кОм. Тому може застосовуватися двопровідна схема включення.

Причини нестабільності термісторів наступні:

- напруги, що виникають у матеріалі при термоциклуванні, й утворення мікротріщин;
- структурні зміни в напівпровіднику;
- зовнішнє забруднення (водою та ін. речовинами) і в результаті хімічні реакції у порах і на поверхні напівпровідника;
- порушення адгезії металевої плівки;
- міграція домішок з металевих контактів у матеріал термістора.

Для отримання стабільного стану термістори піддають старінню (до 500 ... 700 діб). Як правило, під час старіння спостерігається зростання опору. При тривалому використанні термісторів вони виходять за межі допуску, у більшості випадків термісторний термометр показує температуру трохи нижчу, ніж значення, визначене за номінальною характеристикою.

Термістори представляють особливий інтерес для виміру низьких температур завдяки своїй відносній нечутливості до магнітних полів. Деякі типи термісторів можуть застосовуватися до температури мінус 100 °С.

Діапазон найкращої стабільності термісторів – від 0 до 100 °С. Основними перевагами термісторів є віброміцність, малий розмір, мала інерційність і невисока ціна.

Термістори застосовують у багатьох областях. Практично жодна складна друкована плата не обходиться без термісторів. Вони використовуються у температурних датчиках, термометрах, практично у будь-який пов'язаний з температурними режимами електроніці.

2.4.3 Термоелектричні термометри (термопари)

Термопара – найстарший і дотепер найбільш розповсюджений у промисловості температурний датчик. Дія термопари заснована на ефекті, термічної ЕДС. Головні переваги термопар:

- широкий діапазон робочих температур, це самий високотемпературний з контактних датчиків;
- спай термопари може бути безпосередньо заземлений або приведений у прямий контакт із вимірюваним об'єктом;
- простота виготовлення, надійність і міцність конструкції.

Недоліки термопар:

- необхідність контролю температури холодних спаїв. У сучасних конструкціях вимірників на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних спаїв за допомогою убудованого термістора або напівпровідникового сенсора й автоматичне уведення виправлення до обмірюваного ТЕДС;

- виникнення термоелектричної неоднорідності в провідниках і, як наслідок, зміна градувальної характеристики через зміну складу сплаву в результаті корозії та інших хімічних процесів;

- матеріал електродів не є хімічно інертним і, при недостатній герметичності корпусу термопари, може підпадати під вплив агресивних середовищ, атмосфери й т. д.;

- на великій довжині термопарних і подовжувальних проводів може виникати ефект «антени» для існуючих електромагнітних полів;

- залежність ТЕДС від температури істотно не лінійна. Це створює труднощі при розробці вторинних перетворювачів сигналу;

- коли тверді вимоги висуваються до часу термічної інерції термопари і необхідно заземлювати робочий спай, варто забезпечити електричну ізоляцію перетворювача сигналу для усунення небезпеки виникнення витоків через землю.

Стандартні таблиці для термоелектричних термометрів і класи допуску і діапазони вимірів приведені у відповідному стандарті [7]. Найбільш точні термопари – з термоелектродами із благородних металів: платинородій-платинові ПП (тип S (Pt – 10 % Rh / Pt) (тип R (Pt – 13 % Rh / Pt), платинородій-платинородієві ПР (тип У (Pt – 30 % Rh / Pt – 6 % Rh)). Перевагою є значно менша термоелектрична неоднорідність, ніж у термопар з неблагородних металів, стійкість до окислювання, унаслідок чого вони мають високу стабільність. Перевагою термопари типу ПР також є практично нульовий вихідний сигнал при температурах аж до 50 °С, у такий спосіб усувається необхідність термостатування холодних спаїв. Недоліком є висока вартість і мала чутливість (близько 10 мкВ/К при 1000 °С). Хоча платино-родієві термопари перевершують за точністю і стабільністю термопари з неблагородних металів і сплавів, мінімальна розширена невизначеність результату вимірювання температури в діапазоні до 1100 °С складає

0,2 ... 0,3 °С. Причини нестабільності термопар пов'язані із забрудненням, окислюванням і випаром матеріалів термоелектродів. При температурах 500 ... 900 °С формується стабільний окисел родію. Недостатність родію змінює склад платино-родієвого термоелектрода, що призводить до зміни залежності ЕРС від температури й до виникнення термоелектричних неоднорідностей. В останні роки за кордоном були розроблені й досліджені термопари з чистих металів: золото-платинові й платина-паладієві. За результатами опублікованих досліджень можна зробити висновок про їхню кращу стабільність і точність у порівнянні з платинородій-платиновими термопарами.

Термопари з неблагородних металів дуже широко використовуються у всіх галузях промисловості. Вони дешеві й прості в експлуатації, стійкі до вібрацій, можуть випускатися у вибухозахисному виконанні. Особливо зручні у використанні кабельні термопари, електроди яких укладені в спеціальний герметичний гнучкий кабель з мінеральною ізоляцією. Така конструкція дозволяє розташувати термопару в найбільш складних конструктивних вузлах об'єкта. Перевагою термопар також є висока чутливість. Істотним недоліком є утворення термоелектричної неоднорідності в зоні максимального градієнта температур, що може призвести до помилки в градуванні більше 5 °С. Цей недолік робить дуже сумнівною саму можливість періодичної перевірки термопар у лабораторних умовах і диктує необхідність перевіряти термопари з неблагородних металів на місці їхнього робочого монтажу. Найменша термоелектрична неоднорідність характерна для термопари ніхросил/нісил (тип N). Однією з істотних складових невизначеності вимірювання термопарами є врахування температури холодних спаїв або точність компенсації спаїв у цифрових перетворювачах.

Для вимірювання високих температур до 2500 °С використовують вольфрам-ренієві термопари. Особливістю їхнього використання є необхідність усунення окисної атмосфери, що руйнує провід. Для вольфрам-ренієвих термопар використовують спеціальні герметичні конструкції чохла, заповнені інертним газом, а також танталові й молибденові чохла з неорганічною ізоляцією з оксиду берилію й оксиду магнію. Одне з важливих застосувань вольфрам-ренієвих термопар полягає у вимірюванні температур у ядерній енергетиці в присутності потоку нейтронів.

Особливістю роботи з термопарами є застосування стандартних подовжувальних і компенсаційних проводів. Проводи дозволяють передавати сигнал з термопари на сотні метрів до вимірювального приладу, вносячи мінімальну втрату точності. Подовжувальні проводи виготовляються з того ж матеріалу, що й термоелектроди термопари, але з більш низькими вимогами до якості матеріалів. Компенсаційні проводи виготовляються із зовсім інших матеріалів, ніж термоелектроди, і застосовуються для термопар із благородних металів. Так, для термопари ПР у якості компенсаційного може використовуватися мідний провід.

2.5 Контрольні завдання

Підготовлено:

- 1) навчальний стенд «Модель системи керування на базі приладів комплексу «КОНТАР» (KM800);
- 2) схема підключення устаткування на навчальному стенді (рис. 5.1);
- 3) технічні паспорти та описання приладів стенду .

Завдання:

- вивчити будову і принцип роботи первинних вимірювальних перетворювачів комплексу «КОНТАР»;
- вивчити будову і принцип роботи інформаційно-вимірювального каналу у складі моделі системи керування;
- проаналізувати вид і рівень надходження сигналу з первинних вимірювальних перетворювачів;
- використовуючи схему підключення устаткування на навчальному стенді (див. рис. 5.1), перевірити відповідність підключень первинних вимірювальних перетворювачів конфігурації входів контролерів;
- виконати та захистити звіт.

2.6 Контрольні запитання

1. Охарактеризувати сучасні методи вимірювання вологості.
2. Охарактеризувати принцип роботи ємнісних датчиків вологості Honeywell.
3. Охарактеризувати датчики вологості ACI/RH.
4. Охарактеризувати електроприводи клапанів для повітряних заслінок.
5. Охарактеризувати будову та принцип роботи електроприводу LM24SR (Belimo, Швейцарія).
6. Охарактеризувати основні типи датчиків температури.
7. Порівняння основних типів контактних температурних датчиків.
8. Охарактеризувати будову та принцип роботи термісторів.
9. Охарактеризувати будову та принцип роботи термометрів опору.
10. Охарактеризувати будову та принцип роботи термопар.

3 ІНСТРУМЕНТАЛЬНА СИСТЕМА ПРОГРАМУВАННЯ «КОНГРАФ»

3.1 Призначення інструментальної системи

Інструментальна система (ІС) KONGRAF (КОНГРАФ) призначена для розробки в наочній графічній формі алгоритму функціонування або одиночного контролера, або контролерів, об'єднаних у сегмент локальної мережі, та програмування приладів комплексу «КОНТАР». ІС підтримує дві мови спілкування – російську та англійську.

У ІС для програмування використовується мова функціональних блоків FBD (Funcional Block Diagram), яка визначена у Міжнародному стандарті ІЕС-1131-3 – мови програмування контролерів Файл алгоритмічного блоку – це файл із розширенням <*.ab>, що містить або головний блок проекту, або блок приладу (одиночний або комплексний), або функціональний блок (первинний або комплексний).

Разом із побудовою алгоритму ІС дозволяє розроблювачеві оперативно перевірити розроблювальний алгоритм, не виходячи з програми провести симуляцію окремої частини проекту або всього проекту. У результаті проведеної симуляції може бути знайдена неправильно працююча частина алгоритму, причому без трансляції і завантаження коду алгоритму в контролер, що значно прискорює процес розробки алгоритму проекту.

Безпосередньо з ІС спеціальною командою може бути запущений процес трансляції з автоматичним отриманням бінарних файлів (файл із розширенням *.bin), призначених для завантаження в модуль(і) комплексу «КОНТАР».

3.2 Основні поняття інструментальної системи

Алгоритмічний блок – основна алгоритмічна одиниця проекту, що представляє собою вузол, що виконує у програмі деяку функцію.

Розглянемо види алгоритмічних блоків.

Первинний функціональний блок – виконує одну елементарну функцію. Користувач ІС не має можливості змінювати функції даних блоків.

Комплексний функціональний блок – містить у собі деяку сукупність первинних функціональних і комплексних функціональних блоків, а також зв'язку між ними. Комплексні функціональні блоки часто реалізують певні типові функції, які можна використовувати в різних проектах, або вони можуть застосовуватися для поліпшення читаності проекту, коли один такий комплексний функціональний блок виконує конкретну функцію в проекті й замінює собою деякий набір первинних функціональних блоків.

Первинний блок приладу – блок, що представляє в проекті алгоритм функціонування одного модуля комплексу «КОНТАР».

Комплексний блок приладів – містить у собі деяку сукупність первинних і комплексних блоків приладів і зв'язку між ними. Як правило, комплексний блок приладів виконує в проекті керування якоюсь частиною встаткування всієї АСУ ТП. Ця частина встаткування виділяється (групується) або за географічним, або за функціональним принципом.

Головний блок проекту – представляє безпосередньо проект. Проект являє приклад виконання конкретного завдання на основі первинного(их) і/або комплексного(их) блоків приладів. Головний блок проекту може представляти тільки один сегмент мережі у випадку, якщо модулі проекту утворюють ієрархічну структуру, що складається з більш ніж одного сегмента мережі. Тому в, загальному випадку, у проекті може бути більше одного головного блоку проекту.

Процес розробки загалом полягає у розміщенні у головному блоці проекту комплексних і первинних блоків приладів, а у первинних блоках приладів – комплексних і первинних функціональних блоків, формуванні внутрішньої структури комплексних блоків і встановленні інформаційних зв'язків між алгоритмічними блоками проекту.

Змінна – алгоритмічна одиниця, що представляє в алгоритмі деяку величину. Змінні класифікуються за типом й напрямком.

За типом змінні можуть бути:

– логічні (bool) – дані, що представляють собою логічні величини. Можуть приймати значення true (істина) або false (неправда);

– цілі (int) – числові цілі дані у діапазоні від –32 768 до + 32 767;

– дійсні (float) – числові дані у діапазоні 0,000001...1 000 000;

– час (time) – дані, що представляють собою значення часу у двоїчно-десятьковому форматі: чч:мм;

– дата (date) – дані, що представляють собою значення часу у двоїчно-десятьковому форматі: дд:мм.

За напрямком змінні можуть бути:

– вхідні – через них інформація надходить в алгоритмічний блок;

– вихідні – через них алгоритмічний блок видає інформацію.

Зв'язок – алгоритмічна одиниця, що містить у собі інформацію про напрямок передачі інформації між алгоритмічними блоками проекту. Передача інформації завжди здійснюється від вихідної змінної одного алгоритмічного блоку до однієї або декількох вхідних змінних інших. Передача інформації може здійснюватися як безпосередньо між двома первинними блоками, що входять в один комплексний блок, так і з використанням вхідів/виходів комплексних блоків, коли передача інформації здійснюється між блоками, що входять у різні комплексні блоки. Зв'язок може бути видимим (лінія), або невидимим (посилання). З'єднанню підлягають змінні тільки одного типу.

Параметр – змінна, призначена для завдання вручну (з пульта, із програми Console або на мнемосхемі технологічного процесу

із SCADA-системи, можливо, через Internet), або для відображення на дисплеї зовнішнього стосовно контролера пристрою відображення інформації. Для цього змінна повинна бути включена в який-небудь список.

Параметри розподіляються на два типи:

- статичні;
- динамічні.

Статичний параметр – це вхідна й більше не підключена до жодного з виходів алгоблоків змінна, що входить у список. Статичні параметри зберігаються в енергонезалежній Flash-пам'яті мікроконтролера.

Всі інші параметри є динамічними. Динамічні параметри зберігаються в ОЗУ мікроконтролера (енергозалежна пам'ять).

Список – сукупність параметрів, об'єднаних за якою-небудь ознакою. Списки уведені в ІС для можливості формування безлічі елементів типу Список / Параметр, які можуть відображатися або задаватися із програми Console або із SCADA-системи (у тому числі, через Internet / Intranet).

Використання списків у блоках приладів. Будь-який вхід або вихід функціонального блоку (ФБ) може бути включений у список (списки) для можливості відстеження (і, можливо, завдання) його значень або за допомогою програми Console, або в SCADA-системі (у тому числі віддалено через мережу Internet / Intranet). Уведення якого-небудь параметра в алгоритмі модуля в список цього модуля надає цьому параметру фундаментальну властивість – він може спостерігатися і задаватися з різних джерел:

- з пульта керування цього модуля;
- із програми Console;
- зі SCADA-системи (у тому числі й через Internet / Intranet, якщо сама SCADA-система має можливість «спілкуватися» з контролером комплексу «КОНТАР», використовуючи Ethernet).

У ІС передбачено п'ять типів списків – основний і чотири додаткових.

Основні списки задаються у властивостях алгоблока модуля комплексу «КОНТАР» (MC8, MC5 або MR8). Для цього потрібно виділити прилад та відкрити <Свойства/Списки>. На закладці <Списки> додавання списку здійснюється натисканням на кнопку «+» і подальшим заповненням полів <Имя> і <Комментарий>. Назви списків, як правило, відображають функціональність параметрів, що входять у ці списки.

Додаткові списки формуються за допомогою відповідних вікон: <ФБ/Свойства/Параметры>.

<Список тревог> (Alarms List) – список відмов. У додатковий список відмов можуть бути включені тільки параметри з типом *bool*. При проставлянні галочки у полі <Список тревог> обраний параметр включається в список відмов, причому, за замовчуванням, під тим же ім'ям, що й у полі <Имя> основного списку. При бажанні це ім'я відмови можна змінити. Параметри, включені в список тривоги, відображаються в програмі Console при натисканні на кнопку <Просмотр отказов>. Крім того, список відмов можна спостерігати й зі SCADA-системи.

<Список сессии> (Session List) – список параметрів, які можуть спостерігатися/змінюватися через мережу Internet/Intranet. У список сесії може бути включений будь-який параметр із будь-якого модуля комплексу «КОНТАР», крім того, цей же параметр повинен бути включений і в який-небудь основний список. Відправку/прийом параметра у/із мережі Ethernet здійснює Master-контролер із субмодулем Ethernet. А обмін параметрами між Master-контролером і яким-небудь іншим модулем сегмента мережі виконується через інтерфейс RS-485.

<Список SMS-модема> (Cellular Engine List) – список параметрів, які у певних ситуаціях можуть бути послані на стільниковий телефон. У список Cellular Engine List також може бути включений параметр будь-якого типу, але тільки з модуля MC8. Це пояснюється тим, що для передачі параметра(ів) на стільниковий телефон в алгоритм модуля MC8 необхідно увімкнути ФБ <Сотовый SMS модем>, що забезпечує взаємодію зі стільниковим модемом. Підключення модему здійснюється через інтерфейс RS232C (з'єднання з клемами приладу MC8).

<Список архива> (Archive Pars List) – список параметрів для їхнього архівування. Параметр будь-якого типу, внесений у список архіву, записується у внутрішній архів контролера MC8 на передньому фронті на вході ФБ <Архив>. Внутрішній архів значень параметрів можна вмістити тільки в пам'яті контролера MC8 при наявності в алгоритмі MC8 ФБ <Архив>. Для того щоб параметр був записаний в архів, необхідно проставити для нього галочку в поле <Список архива> у закладці <Параметры> у властивостях <Свойства> ФБ, що містить цей параметр.

Бібліотека функціональних блоків. ІС містить велику бібліотеку алгоритмів, достатню для того, щоб вирішувати порівняно складні завдання автоматичного регулювання і логіко-програмного керування, у першу чергу в області опалення, вентиляції і кондиціонування (ОВЕК-системи). Крім алгоритмів автоматичного регулювання, у бібліотеці є великий набір алгоритмів, що виконують статичні, математичні, логічні й аналого-дискретні перетворення сигналів [4]. Варто врахувати, що бібліотека функціональних блоків постійно розширюється й модернізується.

Входи і виходи функціональних блоків. У загальному випадку, бібліотечний алгоритм (ФБ – функціональний блок) має свої входи, виходи і функціональне ядро.

Входи ФБ поділяються на дві групи – сигнальні й настроювальні. Сигнали, що надходять на сигнальні входи ФБ, обробляються їм відповідно до закладеного в нього алгоритму, а сигнали, що надходять на настроювальні входи ФБ, керують його настройками. Так, сигнал, що надходить на сигнальний вхід інтегратора, інтегрується, а сигнал, що надходить на настроювальний вхід ТІ, визначає сталу часу інтегрування.

Таким чином, всі параметри настроювання алгоритму задаються або за допомогою сигналів, що надходять на настроювальні входи ФБ, або за допомогою констант, що задаються безпосередньо у ФБ. Сигнальні й настроювальні входи ФБ повністю «рівноправні», тобто мають однакові

можливості конфігурування. Це означає, що на настроювальні входи можна подавати вихідні значення інших ФБ, а не задавати настроювальний параметр константою (як це зазвичай робиться). Зокрема, використовуючи цю властивість, можна легко побудувати адаптивний фільтр, у якому стала часу змінюється у залежності від режиму роботи об'єкта керування.

На виході ФБ формуються сигнали, що є (як правило) результатом обробки алгоритмом цього блоку вхідних сигналів. Число входів і виходів ФБ не фіксовано й визначається видом алгоритму. В окремому випадку ФБ може не мати входів і/або виходів.

Ресурси, необхідні функціональним блокам. Кожний ФБ по суті – це програмний модуль, що реалізує ту або іншу функцію (у випадку комплексного блоку може бути ряд функцій). Тому кожний ФБ вимагає в залежності від складності свого алгоритму більшого або меншого кінцевого обсягу пам'яті.

Автоматизована система керування об'єктом (або технологічним процесом) може бути настільки складною, що для її реалізації на заданій кількості контролерів буде недостатньо обсягу пам'яті цих контролерів (навіть якщо кількості входів-виходів контролерів вистачає). У цьому випадку функціональний алгоритм, передбачуваний для реалізації на певній кількості контролерів, доведеться «розносити» на більшу кількість контролерів.

Затримка формування результату функціональним блоком. ФБ обробляється за умови наявності на всіх його входах достовірних інформаційних сигналів, які можуть надходити від різних джерел – із входів контролера, з виходів попередніх ФБ у ланцюжку блоків алгоритму проекту, з виходів наступних за розглянутим ФБ алгоритмічних блоків (зворотний зв'язок). Для зменшення затримок у формуванні вихідних сигналів контролера бажано мінімізувати, наскільки це можливо, кількість зворотних зв'язків між ФБ алгоритму проекту.

Бібліотека типових алгоритмічних блоків. В ІС реалізована можливість повторного використання раніше створених (і, як правило, налагоджених) алгоритмічних блоків або цілих проектів. Для цього рекомендується використовувати комплексні функціональні блоки, що реалізують якісь типові функції (наприклад, формувач сигналу тривоги), але можуть застосовуватися й готові блоки приладів (наприклад, контролер сигналізації).

Для створення й поповнення бібліотеки типових алгоритмічних блоків можна створити каталог, у який при необхідності поповнення бібліотеки новими алгоритмічними блоками можна копіювати перевірені алгоблоки комплексних ФБ або блоків приладів. Для більшої зручності в директорії можна створити підкаталоги, назви яких будуть відповідати функціональності алгоблоків, що перебувають у цих підкаталогах. А вже безпосередньо імена файлів алгоблоків будуть відображати якісь конкретні їхні особливості. Бібліотечний каталог потрібно ввести в список бібліотек типових алгоблоків за допомогою команди меню <Проекты / Каталоги>. За цією командою з'являється вікно <Каталоги проекта>, у якому потрібно знайти бібліотечний каталог (кнопка <Обзор>) і додати його в список (кнопка <Добавить>).

Потрібний бібліотечний алгоблок поміщається в проект методом *Drug'n'Drop* («перетаскування» мишею) (так само, як і алгоблоки з вітки <Бібліотека функцій>).

Алгоблоки можна копіювати й із уже готових проектів, якщо директорії цих проектів увести у вищеописаний список <Каталоги проекту> за допомогою команди меню <Проекты / Каталоги>. У цьому випадку, після копіювання файлу алгоблока в розроблювальний проект, потрібно зберегти його в директорії розроблювального проекту <Сохранить как>, в іншому випадку файл алгоблока (можливо, змінений) перезапише вихідний файл (і «зіпсує», таким чином, уже готовий типовий алгоблок). Це ж зауваження стосується будь-яких алгоблоків, які були поміщені в проект із деревоподібної структури <Проект> вікна бібліотеки.

Циклічність виконання алгоритму проекту. Обробка алгоритмічних блоків ведеться циклічно з постійним **часом циклу**. Спочатку обслуговується перший ФБ, потім другий і т. д., поки не буде обслужений останній ФБ. Коли час у межах установленого часу циклу мине, програма знову перейде до обслуговування «першого» ФБ. ФБ обробляються не в порядку того, який за рахунком блок уводився розроблювачем у проект – визначальним фактором є наявність на всіх його входах уже сформованих іншими функціональними блоками сигналів на їхніх виходах.

Час робочого циклу контролера – параметр, що користувач може змінювати в межах від 0,1 до 1,0 с. (наприклад, із програми Console). За замовчуванням, час одного циклу прийнятий рівним 0,32 с. Час обслуговування всіх функціональних блоків повинен бути меншим встановленого часу робочого циклу контролера.

Крім часу, який потрібний на обслуговування алгоритмічних блоків проекту, потрібен також певний час на прийом, передачу й обробку повідомлень через інтерфейсні канали RS485, RS232 і Ethernet (при їхній наявності). Цей час залежить від обсягу переданої й прийнятої інформації. Загальний час, затрачуваний на обслуговування функціональних блоків T_{fb} і інтерфейсних каналів T_{ifc} , повинний бути меншим часу циклу T_{cycle} .

Якщо це співвідношення не виконується, необхідно:

- збільшити час робочого циклу master-контролера;
- зменшити обсяг розв'язуваного завдання, тобто скоротити число ФБ проекту (якщо це можливо);
- виділити в алгоритмі ті ланцюжки ФБ, які можуть виконуватися незалежно друг від друга (паралельно). В останньому випадку необхідно «рознести» ці ланцюжки блоків по різних контролерах, можливо, навіть, за рахунок використання додаткових контролерів.

Віртуальні входи і виходи блоків приладів. Модулі MC8 (MC5) і MR8 мають певну кількість фізичних входів і виходів (фізичних ресурсів), якими передаються цифрові або аналогові сигнали. При необхідності кількість інформаційних ліній може бути збільшена введенням так званих віртуальних входів або виходів. Інформація віртуальними лініями передається через мережу RS485, що пов'язує модулі локального сегмента мережі.

Віртуальними лініями можуть передаватися не тільки аналогові (А) або логічні (В) дані, але й дані у вигляді цілих чисел (І), часу (Т) або дат (D).

Якщо вивід приладу віртуальний, то він не з'єднується з фізичним ресурсом приладу (віртуальний вихід одного приладу з'єднується з віртуальним(и) входом(ами) іншого). Зв'язки (у вигляді сполучних ліній) між блоками приладів в ІС можна провести тільки віртуальні (тобто ті зв'язки, які реалізуються програмно). Віртуальні зв'язки відображаються в ІС різним кольором, що залежить від типу зв'язку (А, В, І, Т, D).

Єдине обмеження на «віртуальні» зв'язки накладається тим, що інформація ними передається через мережу RS485, тому «віртуальний» вхід або вихід одного контролера повинен бути з'єднаний з однотипним «віртуальним» входом або виходом іншого контролера.

3.3 Основи роботи в інструментальній системі

Інструментальна система KONGRAF виконана у вигляді додатка MS Windows із багатовіконним інтерфейсом.

У верхній частині головного вікна додатка розташовується панель головного меню.

Нижче перебуває панель інструментів, у якій розташовуються кнопки команд меню, що часто використовуються.

Далі розташовується головне вікно додатка (робоча область), що містить вікно бібліотеки (ліворуч) і вікно проекту з вікнами документів (праворуч).

І, нарешті, у самій найнижчій частині головного вікна додатка розташовується панель стану, у якій виводяться повідомлення про виконувані дії.

У робочій області знаходяться:

- вікно бібліотеки (ліворуч) – містить деревоподібні структури *<Бібліотека функцій>*, в яких містяться модулі контролерів і функціональні блоки, що використовуються при створенні алгоритму проекту, і *<Проект>*, у яких можуть перебувати робочі проекти або бібліотеки типових (або просто корисних і налагоджених) комплексних алгоритмічних блоків або проектів,;

- вікно проекту (праворуч) – вікно, у якому розташовуються вікна всіх відкритих у додатку документів (всіх алгоритмічних блоків проекту, за винятком первинних функціональних блоків, оскільки користувач їх редагувати не може), і безпосередньо в якому здійснюється створення, перегляд або зміна алгоритму проекту;

- вікна документів, що розкриваються у вікні проекту, – вікна, що містять первинні й комплексні блоки приладів, а також комплексні функціональні блоки, наявні в проекті.

За допомогою команди *<Создать>* створюється нове вікно, що містить головний блок проекту *<Имя проекта>* (рис. 3.1).

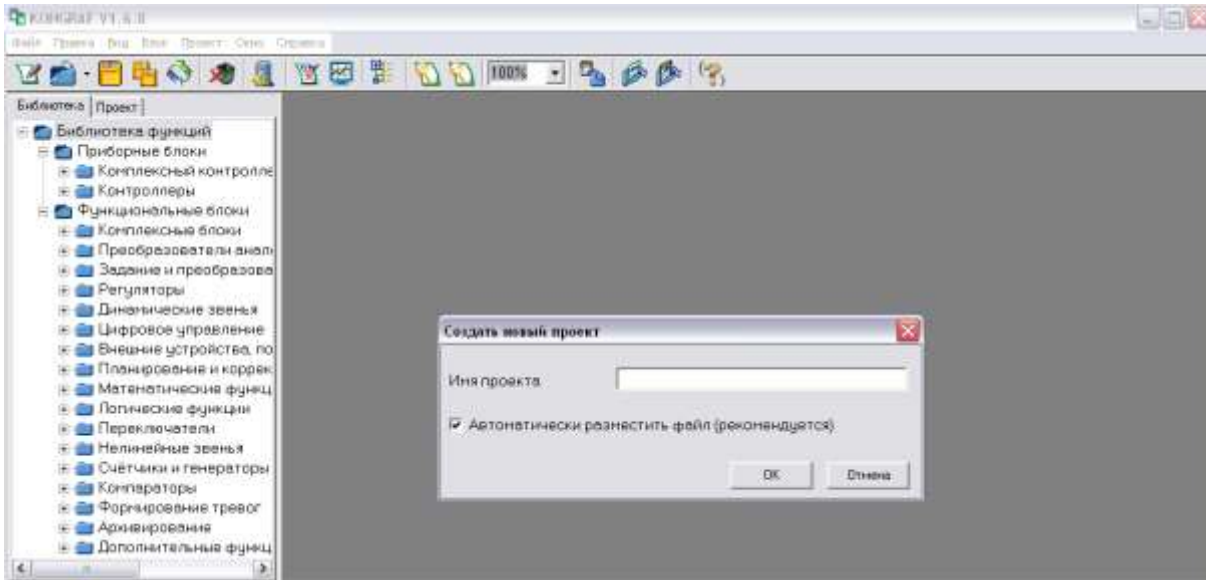


Рисунок 3.1 – Створення нового проекту

У новому вікні при створенні нового проекту необхідно розмістити або блоки приладів (одиначних і/або комплексних), які є в мережі, або один блок приладу, якщо розробляється проект на основі одиночного приладу (рис. 3.2).

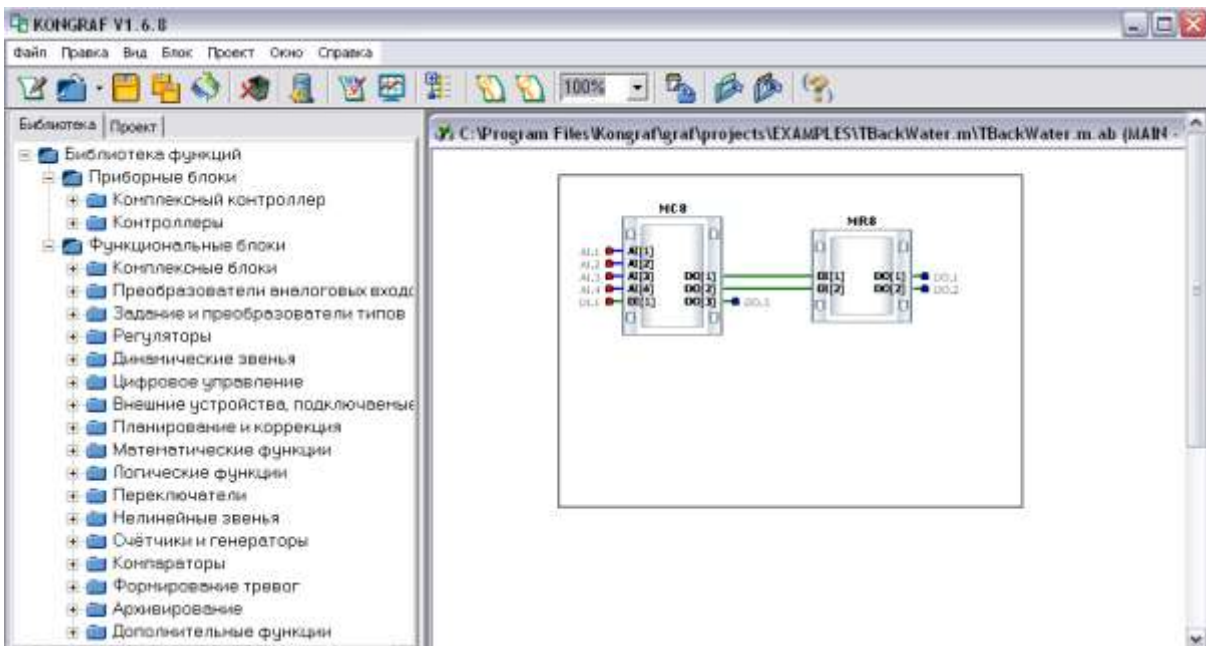


Рисунок 3.2 – Приклад головного блоку проекту

Алгоритмічні блоки (блоки приладів і функціональних блоків) розміщуються у робочій області перетаскуванням відповідних програмних модулів з дерева бібліотеки. При цьому програма перевіряє можливість розміщення блоку в заданій області екрана (блоки не можуть перетинатися).

Проект зберігається у вигляді сукупності файлів, що містять наявні в проекті алгоритмічні блоки.

При виборі пункту <Свойства> спливаючого меню з'являється нове діалогове вікно, в якому визначаються властивості алгоритмічного блоку і приналежних йому змінних. Це вікно має до чотирьох закладок.

Закладка <Блок> (Block) має наступні поля редагування:

<Имя> (*Caption*) – заголовок блоку (розташовується на його зображенні);

<Комментарий> (*Comment*) – коментар (у випадку будь-якого алгоритмічного блоку, крім первинного ФБ, є заголовком вікна цього блоку).

Наступні чотири пункти визначаються тільки для алгоритмічних блоків одиночних приладів:

<Имя прибора> (*Device Name*) – ім'я приладу (може бути будь-яким, зазвичай в імені буває зручно відбивати основну функцію, виконувану даним приладом);

<Тип> (*Type*) – тип приладу (Master або Slave) (за замовчуванням – Slave);

<Сетевой номер> (*Network Number*) – мережний номер приладу (служить для ідентифікації контролера в сегменті мережі, а також для створення бінарного файлу коду контролера, що виконується, із цим мережним номером в окремому каталозі з таким же номером) (за замовчуванням – 1). Всім контролерам і релейним модулям комплексу «КОНТАР» необхідно привласнити в сегменті мережі неповторювані мережні номери, починаючи з Master-контролера (№ 1 і т. д.).

Нижче наведений приклад вікна закладки <Блок> для блоку контролера МС8 (рис. 3.3).

Свойства ФБ Контроллер МС8

Блок | Параметры | Входы/Выходы | Списки

Комментарий: MC8

Заголовок: MC8

Имя прибора: MC8

Тип: MASTER

Сетевой номер: 1

Закреть | Справка...

Рисунок 3.3 – Вікно закладки <Блок> контролера МС8

Закладка <Параметри> (Parameters) має вікно зі списком змінних, що належать блоку приладу або функціональному блоку (ліворуч), кнопки зі стрілками нагору і долилиць, які призначені для зміни послідовності змінних, і наступні поля редагування:

<Имя> (*Name*) – або ім'я змінної в списку, або ім'я фізичного виводу блоку приладу (в цьому випадку поле «список» повинне бути порожнім);

<Список> (*List*) – список, у який входить параметр при його відображенні або в програмі Console, або на технологічній схемі в SCADA-системі (вибір здійснюється зі списків, визначених у блоці приладу на закладці *Lists* у властивостях (*Properties*) алгоритмічного блоку приладу);

<Единица измерения> (*Units*) – одиниці виміру, використовуються при відображенні;

<Точность> (*Precision*) – число знаків після коми при відображенні (для параметрів речовинного типу, що входять у який-небудь список);

<Комментарий> (*Comment*) – коментар;

<Константа> (*Constant*) – установка галочки в цьому полі дозволяє задавати змінній в полі <Значение> постійне значення;

<Значение> (*Value*) – дозволяє задавати значення за замовчуванням (значення при старті алгоритму, тобто при включенні живлення). Установка значення за замовчуванням здійснюється так само, як установка значення константи, але без установки прапора <Константа>;

<Тип> (*Type*) – тип змінної (bool, int, float, time, date);

<Видимый> (*Visible*) – визначає, чи зображується дана змінна у вигляді виводу блоку;

У групі <Включить в дополнительные списки> (*Include to extra lists*) визначається включення змінної в додаткові списки. Для включення змінної в один з додаткових списків необхідно виставити прапорець у полі поруч із найменуванням списку, а у полі редагування під ним задати ім'я змінної.

Примітка: властивості змінних необхідно визначати для первинних ФБ і для тих змінних блоків приладів, які пов'язані з апаратними ресурсами контролера. Для комплексних ФБ немає рації заповнювати закладку Parameters, тому що сам по собі комплексний ФБ не займає ніяких ресурсів (пам'яті) у модулі.

Закладка <Входы/Выходы> (Inputs/Outputs) служить для зміни кількості однотипних параметрів з однаковим ім'ям (розмірності масиву параметрів), наявних в алгоритмічному блоці. Має наступні вікна редагування:

<Комментарий> (*Comment*) – коментар;

<Видимый> (*Visible*) – визначає властивість видимий (дивись вище) для параметрів у даному масиві;

<Количество> (*Dimension*) – визначає розмірність масиву.

Закладка <Списки> (Lists) визначає наявні в даному блоці приладу списки. Закладка має кнопки <+> і <-> для додавання й видалення списків і наступні вікна редагування:

<Комментарий> (*Comment*) – коментар;

<Имя> (*Name*) – ім'я списку для відображення.

Списки служать для відображення імен змінних, що входять у задані списки, їхніх значень і одиниць виміру:

- на пульті керування;
- на віртуальній панелі (програма Console);
- на технологічній схемі об'єкта керування (в SCADA-системі – локально, через мережу Internet або Intranet).

Усього в проекті може бути до 40 списків і до 128 параметрів у кожному списку (довжини імен параметрів у списках обмежені 24 символами). Таким чином, із програми Console або SCADA-системи можна проводити моніторинг і/або задавати до 5120 параметрів, що цілком достатньо для АСУ ТП практично будь-якої складності.

При виборі пункту <Подключение вх/вых> (I/O Connections) зі спливаючого при натисканні правої кнопки миші на зображенні блоку приладу меню відкривається вікно (рис. 3.4), у якому визначається зв'язок входів і виходів блоку з апаратними ресурсами контролера (з фізичними входами і виходами контролера). Це вікно поділене на дві частини – <Входы> (Inputs) і <Выходы> (Outputs). У кожному з вікон відображається список доступних апаратних ресурсів контролера, поруч із найменуванням кожного з ресурсів розташовується меню, що випадає, у якому можна вибрати вхід або вихід блоку, що зв'язується з даним ресурсом.

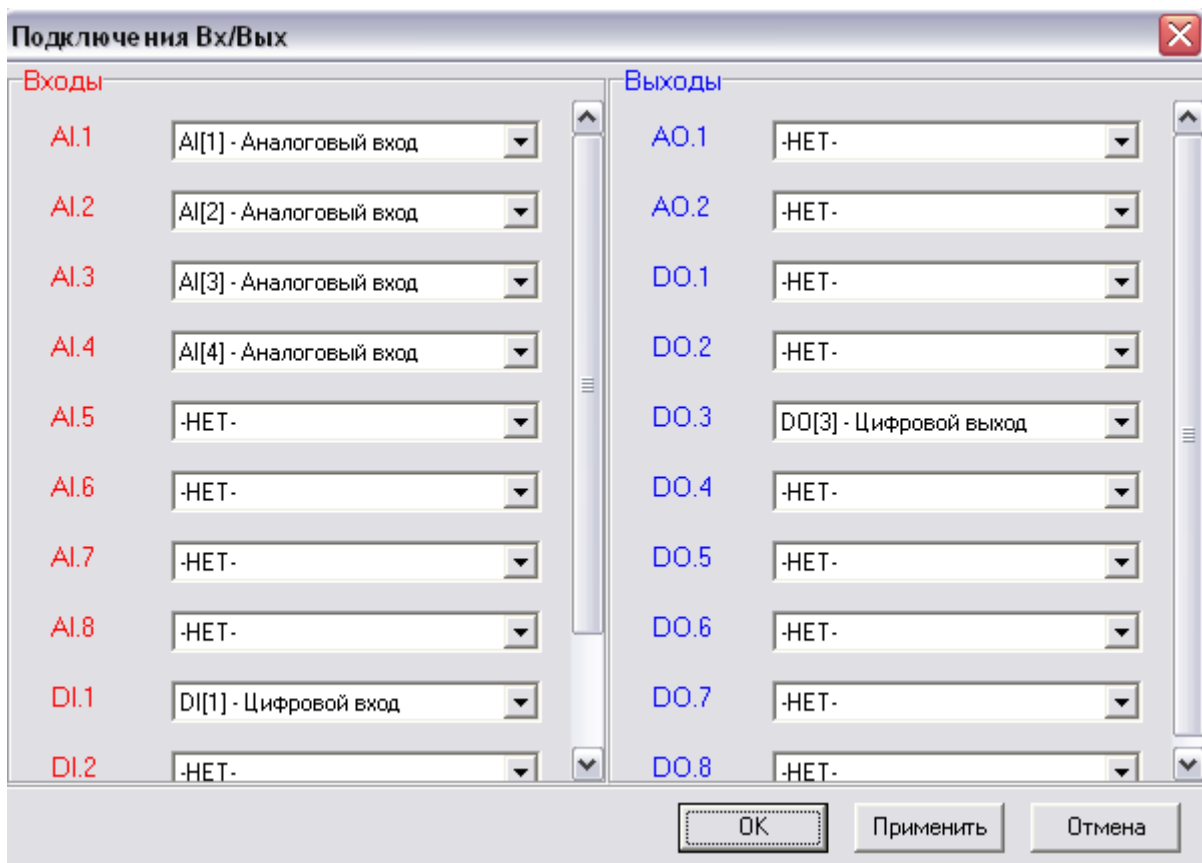


Рисунок 3.4 – Визначення зв'язків виводів блоку приладу і фізичних виводів контролера МС8

Зв'язки між блоками визначаються або за допомогою ліній, або за допомогою невидимих з'єднувачів. Для того щоб провести лінію, необхідно за допомогою клацань лівої кнопки миші в точках, де лінія повинна мати злам, визначити її розташування. Під час ведення лінії тримати кнопку миші натиснутою не потрібно. Перша й остання точки повинні бути встановлені на відповідних виводах блоків, що з'єднуються. Для редагування з'єднання необхідно натиснути праву кнопку миші на одному з виводів, що з'єднуються, і вибрати в меню, що з'явилося, пункт <Линк> (*Link*). Всі можливі дії з уже створеним зв'язком (підсвічування зв'язку, видалення і призначення номера) утримуються в меню, що з'являється при натисканні правої кнопки на місці виводу блоку.

Зміна розташування блоку або сегмента лінії у вікні редагування здійснюється простим перетаскуванням. Для видалення блоку або лінії потрібно виділити об'єкт, що видаляється, і натиснути клавішу <Удалить> (*Delete*).


3.4 Симуляція алгоритму

Програма симулятора призначена для налагодження алгоритму, розробленого на базі ІС, без використання контролера. Можна проводити симуляцію будь-якого алгоритмічного блоку проекту (ФБ, комплексний ФБ, блок приладу, сегмент мережі (проект)).

Під час створення алгоритму користувач безпосередньо в ІС формує список параметрів (*Watch List*) для перегляду в симуляторі. Далі, після запуску програми симулятора (також з ІС), кожний з обраних параметрів може бути виведений на діаграму для графічного представлення.

Складання списку параметрів для перегляду в симуляторі. Для додавання параметра, необхідного для перегляду в списку симулятора, варто відкрити в ІС вікно властивостей відповідного алгоритмічного блоку. Для цього в контекстному меню алгоблока необхідно вибрати пункт <Свойства>.

У вікні, що з'явилося, варто установити у обраного для перегляду параметра ознаку <Список симулятора> (*Simulation Only*) на панелі <Включить в дополнительные списки> (*Include to extra lists*). Далі натиснути на кнопку <Закреть> (рис. 3.5). Параметр додається у список, що сформований для перегляду в симуляторі.

Запуск симулятора з ІС. Перед запуском симулятора варто зберегти усі раніше зроблені зміни в проекті. Зберегти потрібно головний блок проекту, оскільки симулюється весь проект у цілому, відображаються ж тільки параметри, що входять в активне вікно. Запуск симуляції здійснюється або командою меню <Проект/Симулятор> (*Project / Simulation*), або кнопкою на панелі інструментів .

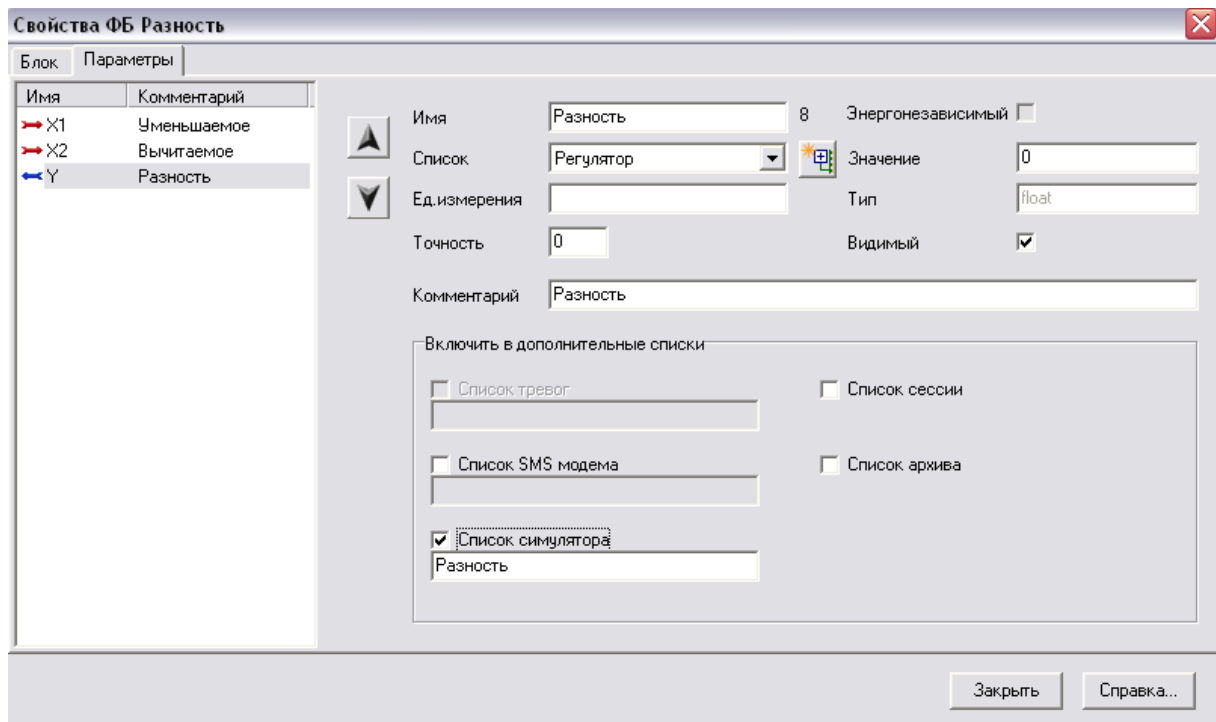


Рисунок 3.5 – Установка озники параметра

Після натискання на кнопку  буде запущена програма симуляції, при цьому відкриється вікно KONGRAF Simulator.

Редагування параметрів у списку симулятора й введення значень параметрів на діаграмі. Вікно симулятора поділене на дві частини: ліва область призначена для відображення інформації в текстовому вигляді, причому вхідні й вихідні параметри виділені для зручності відповідними маркерами, а права область – для виводу значень обраних параметрів у виді графіків (тимчасових діаграм). Для виводу значення параметра в графічному вигляді достатньо «перетягнути» за допомогою миші необхідний параметр із текстової області у область діаграми. При цьому в легенду діаграми додається найменування обраного параметра.

Для зміни значення вхідного параметра треба його виділити, далі відкрити контекстне меню і вибрати пункт *<Change Parameter Value>*. Провести дану операцію можна також через головне меню симулятора, вибравши пункт *<Edit>*, далі *<Change Parameter Value>*. Можна також скористатися активною клавішею *F4* на клавіатурі. Після цього на екрані з'явиться вікно, де треба ввести нове значення обраного параметра і для підтвердження змін натиснути на кнопку *<OK>* або клавішу *Enter* на клавіатурі. Для скасування даної операції треба натиснути кнопку *<CANCEL>* або клавішу *Esc* на клавіатурі. Змінювати можна тільки значення вхідних параметрів. Значення вихідних параметрів обчислюються після запуску процесу симуляції і змінюванню не підлягають (рис. 3.6).

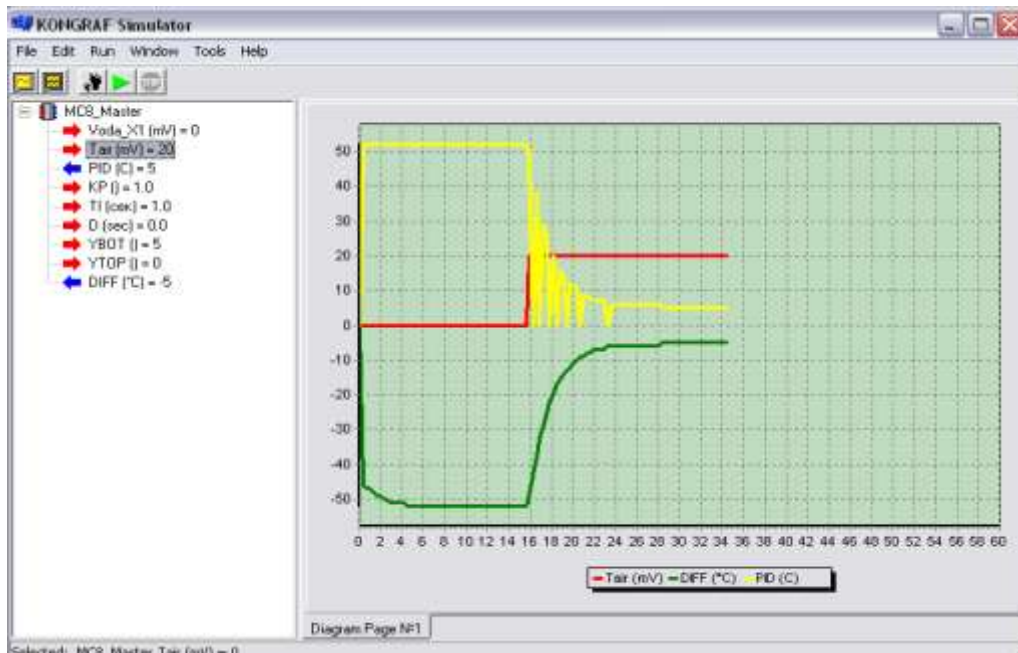


Рисунок 3.6 – Зміна значення вхідного параметра

Для видалення параметра з діаграми треба відкрити контекстне меню діаграми, натиснувши на праву кнопку миші, вибрати пункт *<Delete>*, далі вибрати пункт *<Lines>* і у підменю, що з'явилося, вибрати необхідний для видалення з діаграми параметр. Після цього відповідний параметр віддаляється з діаграми, й інформація про нього зникає з легенди. У такий же спосіб можна видалити обрану діаграму, якщо у сконфігурованому користувачем інтерфейсі знаходиться більше однієї діаграми. Для цього у контекстному меню треба вибрати пункт *<Delete>*, далі пункт *<Diagram>* (рис. 3.7). За замовчуванням в інтерфейсі симулятора має бути тільки одна діаграма, і вона не може бути видалена.

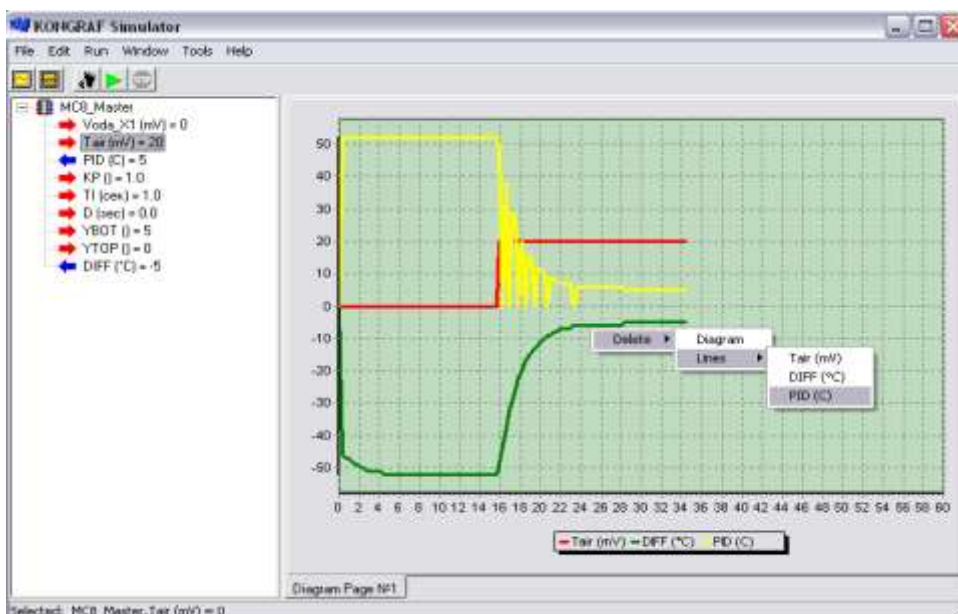


Рисунок 3.7 – Редагування діаграми

3.5 Трансляція створеного алгоритму у виконавчий код

Трансляцію розробленого алгоритму проекту можна провести локально (на локальному комп'ютері з установленою на ньому системою трансляції, наприклад, системою трансляції Keil51_V6.14) або віддалено на сервері виробника через мережу Internet.

Параметри сервера повинні бути виставлені у вікні <Параметри компілятора> (рис. 3.8).

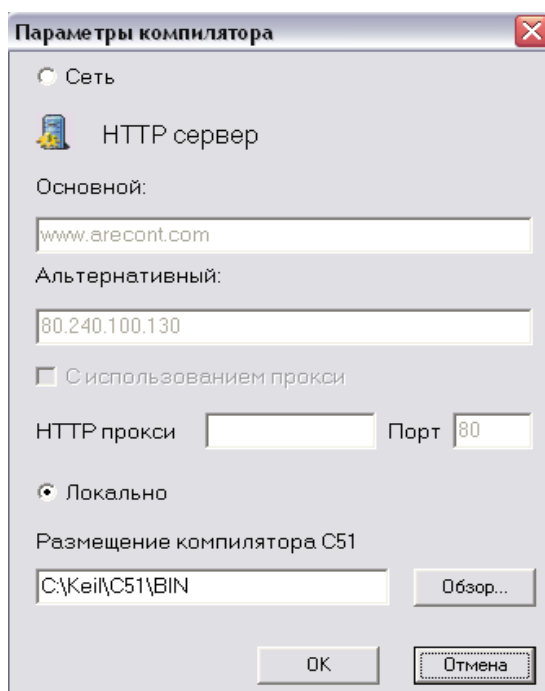


Рисунок 3.8 – Вікно настройки компілятора

Трансляція алгоритму керування. При натисканні на кнопку на панелі інструментів «Створити двійкові файли» (або при виборі команди <Проект / Компілювати>) проводиться формування XML-файлу з аналізом проекту на помилки. Повідомлення про помилки і/або попередження про «підозрілі» місця в проекті виводяться у вікні «Повідомлення» (рис. 3.9).

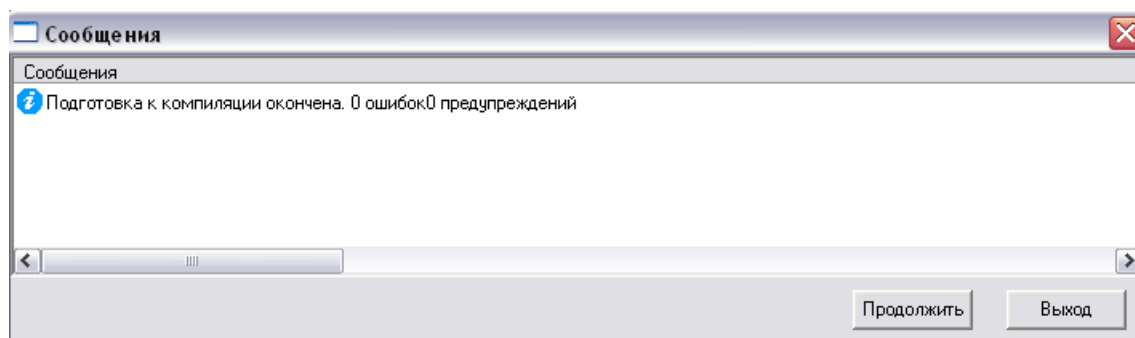


Рисунок 3.9 – Вікно <Сообщения> при формуванні XML-файлу

Якщо попередження (або помилка) займає багато символів і не вміщується у вікні <Сообщения>, то можна, натиснувши на праву кнопку миші в будь-якому місці цього вікна, зберегти все вікно <Сообщения> у вигляді текстового файлу і потім прочитати його. Застережливі повідомлення найчастіше пов'язані з «обірваними» входами функціональних блоків, тобто такими входами, які нікуди не підключені і не входять ні в які списки (властивість видимості / невидимості входу значення не має). Такі попередження корисні і формуються з тією метою, щоб розробник алгоритму випадково не пропустив які-небудь з'єднання в алгоритмі проекту.

Якщо помилок немає, то можна натиснути на кнопку <Продолжить>, інакше на кнопку <Выход> з подальшим виправленням помилок. Після натиснення на кнопку <Продолжить> сформований XML-файл відсилається на сервер трансляції. Активізація кнопки <Готово> означає, що трансляція завершена, а виконувані файли знаходяться на робочому комп'ютері.

Результатом проведеної трансляції алгоритму проекту будуть бінарні файли <ім'я блоку приладу>.bin, кожний з яких буде розташований у каталозі, де знаходиться головний проект, з ім'ям, обумовленим мережним номером приладу в сегменті мережі (рис. 3.10). Ці бінарні файли містять коди, що виконуються, і призначені для завантаження у відповідні модулі комплексу «КОНТАР».



Рисунок 3.10 – Бінарні файли

3.6 Приклад розробки проекту системи регулювання температури повітря в приміщенні за допомогою калорифера

3.6.1 Постановка задачі регулювання

Розглянемо основні прийоми роботи в ІС на прикладі розробки невеликого проекту регулятора температури зворотної води калорифера у залежності від температури зовнішнього повітря.

У нашому випадку об'єктом керування є калорифер, за допомогою якого обігрівається приміщення. Теплоносієм служить гаряча вода, що подається в калорифер. Збурним впливом є температура зовнішнього повітря, що надходить у калорифер. Необхідно автоматично підтримувати задану температуру повітря в приміщенні залежно від температури припливного повітря за допомогою автоматичного регулятора. Структурна схема алгоритму регулятора температури гарячої води калорифера залежно від температури зовнішнього повітря представлена на рис. 3.11.

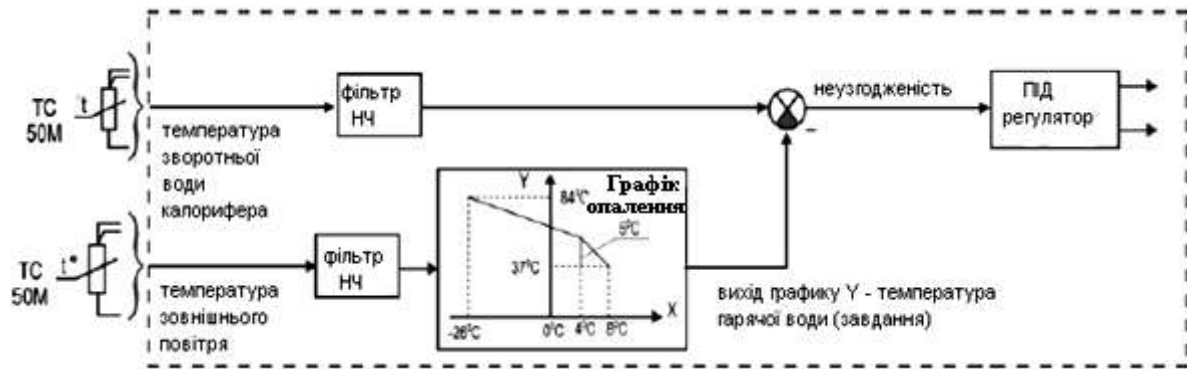


Рисунок 3.11 – Структурна схема алгоритму регулятора температури зворотної води калорифера залежно від температури зовнішнього повітря

Регулятор за допомогою датчиків TC50M відслідковує температуру зворотної води калорифера й припливного повітря, сигнали фільтруються, потім за допомогою графіка опалення вираховується необхідна (задана) температура води залежно від температури зовнішнього повітря, і сигнали подаються на суматор. Завдяки цьому при значенні регульованої величини, рівному заданому, на вхід ПІД-регулятора сигнал не надходить, і система перебуває в рівновазі. У випадку нерівності дійсного значення заданому неузгодженість подається на вхід ПІД-регулятора, що реагує на це так, щоб неузгодженість зменшувалася. Відповідно до цього вихідні сигнали ПІД-регулятора через підсилювач впливають на електропривід заслінки, що регулює подачу гарячої води в калорифер, що, у свою чергу, змінює інтенсивність нагрівання припливного повітря. Таким чином, забезпечується автоматичне регулювання температури повітря в приміщенні.

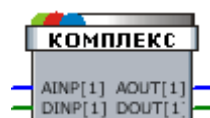
3.6.2 Порядок виконання роботи

3.6.2.1 Опис функціональних блоків

Представлену структурну схему алгоритму проекту варто спроектувати в інструментальній системі програмування KONGRAF мовою функціональних блоків (FBD). У цьому проекті використовуються наступні функціональні блоки.

<Комплексные блоки>

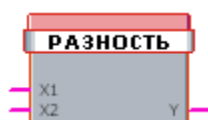
<Комплексный блок> (Complex Functional Block)



Функціональність комплексного блоку формується користувачем на основі первинних та інших комплексних блоків. Фактично, комплексний ФБ – це порожній контейнер, що заповнюється іншими ФБ.

Комплексні блоки введені до складу ІС для можливості повторного застосування один раз створеного блоку або в декількох місцях одного проекту, або в різних проектах. Крім того, вони полегшують читання великих схем алгоритмів, коли деякий набір ФБ, що виконують визначену функцію в проекті, поєднується в комплексний блок.

<Математические функции/Для аналогових величин>
<Разность> (Difference)



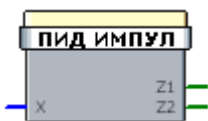
Параметри:

Name	IO	Comment	Visible	Type	Коментар
X1	input	Subtrahend	true	float	Вхід зменшуваного
X2	input	Subtractor	true	float	Вхід від'ємника
Y	output	Difference	true	float	Вихід різниці

$$Y(t) = X_1(t) - X_2(t)$$

Різниця двох аналогових чисел, що дійсні на входах блоку в поточному циклі роботи алгоритму, визначає значення $Y(t)$. У наступному циклі алгоблок сформує нове значення різниці на виході Y .

<Регуляторы>
<ПИД-регулятор импульсный> (PID P)



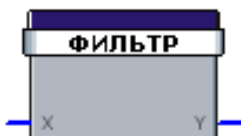
Параметри:

Name	IO	Comment	Visible	Type	Units	Коментар
X	input	Input	true	float		Вхід регулятора
Z1	output	Output 1	true	bool		Імпульсний вихід 1 регулятора
Z2	output	Output 2	true	bool		Імпульсний вихід 2 регулятора

ФБ використовується при побудові ПІД-регулятора, що працює в комплекті з виконавчим механізмом постійної швидкості. Блок перетворює вхідний аналоговий сигнал, що формується, як правило, блоками

обчислення неузгодженості РАЗНОСТЬ, фільтром ФИЛЬТР і зоною нечутливості ЗОНА НЕЧ, у послідовність імпульсів, керуючих виконавчим механізмом.

<Динамические звенья>
<Фильтр> (Digital Filter)



Параметри:

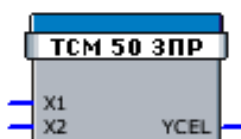
Name	IO	Comment	Visible	Type	Units	Коментар
X	Input		true	float		Вхід
Y	output		true	float		Вихід
TF	Input	Time constant false		float	Sec	Стала часу фільтра

Цей блок виконує функцію фільтра (аперіодичної ланки). Передатна функція блоку має вигляд

$$W(p) = \frac{1}{TF \cdot p + 1}$$

<Преобразователи аналоговых входов/Термометры сопротивления/Трехпроводное подключение>

<Термометр 50 Ом, Си (трёхпроводное подключение)> (Thermometer 50 Ohm, Cu (3 wires))

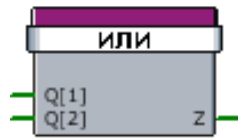


Параметри:

Name	IO	Comment	Visible	Type	Units	Коментар
X1	input	Input 1 voltage	true	float	mV	Вхідна напруга 1
X2	input	Input 2 voltage	true	float	mV	Вхідна напруга 2
YCEL	output	Measured temperature (°C)	true	float	°C	Обмірювана температура, °C

За трьохпровідною схемою термометр підключається до будь-якої пари аналогових входів на конфігураторі контролера, причому непарний вхід конфігурується під термометр опору 100(50) Ом, а парний – під сигнал 0...2 400 мВ.

<Логические функции/Основные функции>
<ИЛИ> (OR)



Параметри:

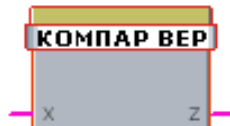
Name	IO	Comment	Visible	Type	Коментар
Q	input	Input	true	bool	Вхідна величина
Z	output	Output	true	bool	Вихідна величина

У кожному циклі роботи алгоритму виконується співвідношення

$$Z(t) = Q[1](t) \vee Q[2](t) \vee \dots \vee Q[N](t),$$

де N – кількість входів Qi блока, може бути від 2 до 255.

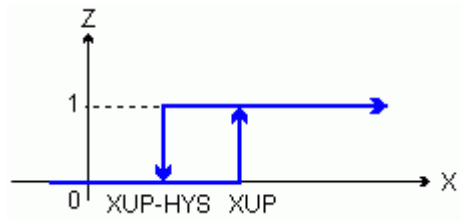
<Компараторы>
<Компаратор верхнего уровня> (High Level Comparator)



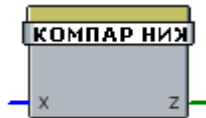
Параметри:

Name	IO	Comment	Visible	Type	Коментар
X	Input	Input	true	float	Вхідна величина
Z	output	Output	true	bool	Бінарний вихід
XUP	Input	Operation level	false	float	Граничне значення верхнього рівня
HYS	Input	Hysteresis	false	float	Величина гістерезису

Алгоблок призначений для порівняння вхідного параметра з граничним значенням XUP. Z приймає значення «1», якщо X стає більше, ніж XUP, і Z приймає значення «0», якщо X стає менше, ніж XUP-HYS.



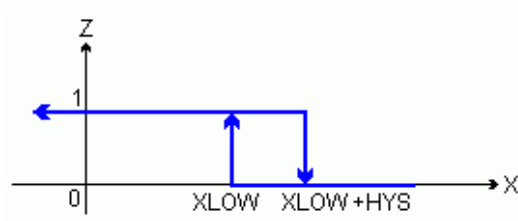
<Компаратор нижнього рівня> (Low Level Comparator)



Параметри:

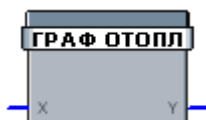
Name	IO	Comment	Visible	Type	Коментар
X	input	Input	true	float	Вхідна величина
Z	output	Output	true	bool	Бінарний вихід
XLOW	input	Operation level	false	float	Граничне значення нижнього рівня
HYS	input	Hysteresis	false	float	Величина гістерезису

Алгоблок призначений для порівняння вхідного параметра з граничним значенням XLOW. Z приймає значення «1», якщо X стає менше, ніж XLOW, і Z приймає значення «0», якщо X стає більше, ніж XLOW+HYS.



<Планирование и коррекция>

<График отопления> (Heating schedule)



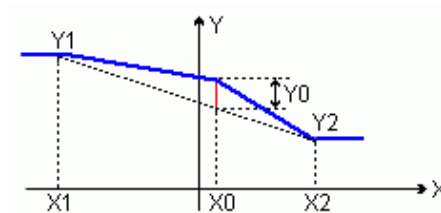
Параметри:

Name	IO	Comment	Visible	Type	Units	Коментар
X	input	temperature Air	true	float	°C	Температура повітря
Y	output	temperature Water	true	float	°C	Температура води
X1	input	First point	false	float	°C	Перша точка графіка

X2	input	Second point	false	float	°C	Друга точка графіка
X0	input	Break point	false	float	°C	Точка зламу
Y1	input	Water temperature at first point	false	float	°C	Температура води в першій точці
Y2	input	Water temperature at second point	° false	float	°C	Температура води в другій точці
Y0	input	Water temperature at break point	false	float	°C	Ступінь зламу (див. графік)

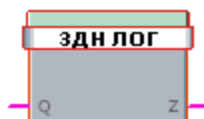
Алгоблок призначений для формування заданої температури в системі опалення в залежності від температури зовнішнього повітря.

Параметри графіка опалення (X1,Y1; X2,Y2; X0,Y0) встановлюються в залежності від властивостей будинків, що підключаються до опалення, схеми приєднання і т. д. і в багатьох випадках визначаються вимогами тепломережі.



Можна рекомендувати наступні значення параметрів (X1,Y1; X2,Y2; X0,Y0) опалювального графіка, у якому визначаються точки температури прямої води на опалення Y_i в залежності від температури зовнішнього повітря X_i : ($Y1 = 84 \text{ } ^\circ\text{C}$, $X1 = -26 \text{ } ^\circ\text{C}$; $Y2 = 37 \text{ } ^\circ\text{C}$, $X2 = 8 \text{ } ^\circ\text{C}$; $Y0 = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$, $X0 = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$).

<Задание и преобразователи типов/Задание<
<Задание логического значения> (Boolean Setting)



Параметри:

Name	IO	Comment	Visible	Type	Коментар
Q	input	Input	false	bool	Вхід
Z	output	Output	true	bool	Вихід

В усіх блоках завдань (уставок) вхідна величина, що задається, передається на вихід, що є вихідним завданням блоку. ФБ призначені для завдання яких-небудь уставок на входах використовуваних в алгоритмі блоків, що вимагають визначених завдань для своєї коректної роботи. Зазвичай входи блоків уставок робляться невидимими, а значення вхідних змінних ФБ встановлюються у константи.

3.6.2.2 Створення структури проекту

1. Створити головний блок проекту – *<Файл/Создать> (File/New)*.
2. Для присвоєння головному блоку проекту заголовка й коментаря вибрати з головного меню команду *<Блок/Свойства> (Block/Properties)* й увести, наприклад:

<Заголовок> (Caption) – <Температура обратной воды или Температура внешнего воздуха> (Tbackwater або Tair);

<Комментарий> (Comment) – <Регулятор температуры обратной воды в зависимости от температуры внешнего воздуха>.

3. Для створення у головному проекті алгоблока контролера МС8 вибрати у вікні бібліотеки – *<Контроллеры/Контроллер МС8> (Controller Modules/Single Controller)*. Зі списку, що розкрився, вибрати й перетягнути мишею у вікно головного блоку проекту алгоблок *<Контроллер МС8>* (рис. 3.12).

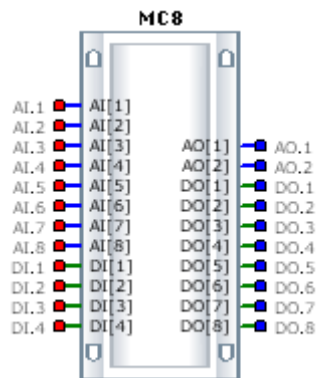


Рисунок 3.12 – Блок приладу МС8

4. Для присвоєння блоку контролера заголовка й коментаря натиснути правою кнопкою миші на зображенні блоку МС8, вибрати з меню, що випадає, *<Свойства> (Properties)* й у закладці *<Блок> (Block)* увести:

<Заголовок> (Caption) – МС8 (за замовчуванням). Поле *<Заголовок>* є заголовком блоку при його відображенні на екрані дисплея, тому воно повинне бути коротким й, одночасно, добре асоціюватися з головною функцією, виконуваною цим блоком;

<Комментарий> (Comment) – <МС8> (за замовчуванням). У цьому полі можна більш конкретно визначити функціональність блоку;

<Имя прибора> (Device Name) – <МС8> (цей запис буде відображатися при трансляції всього проекту у вікні *Report*, безпосередньо перед початком трансляції алгоблоків модулів, що входять до складу проекту);

<Тип> (Type) – <Master>.

Якщо в проекті більше одного блоку приладу, то тільки в одному блоці (у контролера МС8) потрібно встановити параметр *<Тип>* рівним *<Master>*, а в усіх інших – параметр за замовчуванням *<Slave>*.

<Сетевой номер> (Network Number) – <1> (за замовчуванням).

Далі натиснути <Закрить> (Close) для закриття вікна <Свойства> і *Ctrl + F4* для закриття вікна блоку контролера МС8.

5. Для створення у головному проекті алгоблоку приладу MR8 вибрати у вікні бібліотеки –<Контроллеры/Релейный модуль MR8> (Controller Modules/Single Controller). Зі списку, що розкрився, вибрати й перетягнути мишою у вікно головного блоку проекту блок <Релейный модуль MR8M> (рис. 3.13).

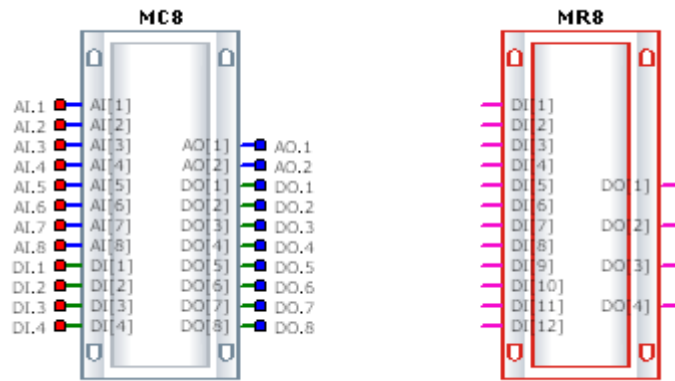


Рисунок 3.13 – Блоки приладів МС8 і MR8

6. Для присвоєння блоку приладу MR8 заголовка й коментаря натиснути правою кнопкою миші на зображенні блоку MR8, вибрати з меню, що випадає, <Свойства> (Properties) й у закладці <Блок> (Block) увести:

<Заголовок> (Caption) – <MR8> (за замовчуванням);

<Коментарий> (Comment) – <MR8> (за замовчуванням);

<Тип> (Type) – <Slave> (за замовчуванням);

<Сетевой номер> (Network Number) – 3.

За аналогією із блоком МС8, далі натиснути <Закрить> (Close) для закриття вікна <Свойства> і *Ctrl + F4* для закриття вікна блоку релейного MR8.

7. Можна було не зберігати відразу створені алгоритмічні блоки (головний блок проекту й блоки приладів МС8 й MR8), а виходити з алгоблоків (крім головного блоку проекту) без збереження.

У цьому випадку потрібно попередньо створити каталог, у якому будуть зберігатися всі файли алгоритмічних блоків цього проекту (наприклад, засобами операційної системи можна створити каталог <...Фамилия/1-й проект> (.../Surname: 1-st project) у будь-якому бажаному місці на локальному комп'ютері).

Потім або послідовно закрити зі збереженням відкриті вікна алгоритмічних блоків, або закрити вікно головного блоку проекту (при цьому автоматично будуть закриватися всі відкриті вікна алгоритмічних блоків, що входять до складу головного блоку проекту, причому перед закриттям кожного вікна буде задаватися запитання про необхідність збереження даного алгоритмічного блоку).

При першому збереженні алгоблоку за замовчуванням пропонується те ім'я файлу, що записане в поле <Комментарий> (*Comment*) цього алгоблоку. При наступних збереженнях цього алгоблоку буде завжди створюватися попередня версія цього файлу з таким же ім'ям і розширенням <~ab>.

8. Для більшої наочності змінимо розміри робочого поля проекту. Для цього вибрати <Вид/Рабочая область> (*View/Workspace*) і вказати розміри, наприклад, <Ширина> (*Width*) – 160, <Высота> (*Height*) – 90).

Зберегти проект. Закрити проект.

3.6.2.3 Побудова алгоритму роботи контролера МС8

Для заповнення контролера МС8 функціональними блоками (і зв'язками між ними), що реалізують заданий алгоритм роботи контролера, відкрити вікно алгоритмічного блоку МС8 (подвійне натискання мишкою на зображенні блоку або нажати правою кнопкою миші на зображенні блоку і потім вибрати команду <Открыть> (*Open*)).

Далі з вікна бібліотеки (ліворуч) перетягнути у відкрите вікно контролера (праворуч) ФБ, необхідні для реалізації заданого алгоритму роботи контролера, і провести потрібні зв'язки між цими ФБ.

Далі рекомендується видалити непотрібні деталі з візуального подання модуля МС8 в ІС для більшої наочності.

Для цього натиснути на праву кнопку миші на зображенні контролера і з меню, що випадає, вибрати <Свойства> (*Properties*). Перейти на закладку <Параметры> (*Parameters*).

Послідовно входи контролера, що не задіяні (аналогові $A[5] \dots A[8]$ і цифрові $D[2] \dots D[4]$) і виходи (цифрові $D[4] \dots D[8]$), зробити невидимими (забрати галочки в полі *Visible*).

Більш швидко те ж завдання можна виконати іншим чином. Потрібно перейти на закладку <Входы/Выходы>, далі для входів $A1$ у поле *Dimension* установити значення 4, а для входів $D1$ – значення 1, для виходів $A0$ – значення 0 і для виходів $D0$ – значення 3 (в інших входів/виходів за замовчуванням установлене значення 0).

У результаті блок контролера МС8 матиме наступний вигляд (рис. 3.14):

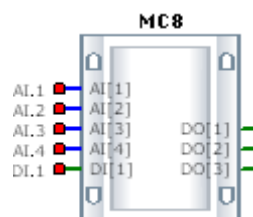


Рисунок 3.14 – Блок приладу МС8 після видалення надлишкових деталей

Побудований алгоритм роботи контролера (вікно блоку контролера МС8) представлений на рисунку 3.15.

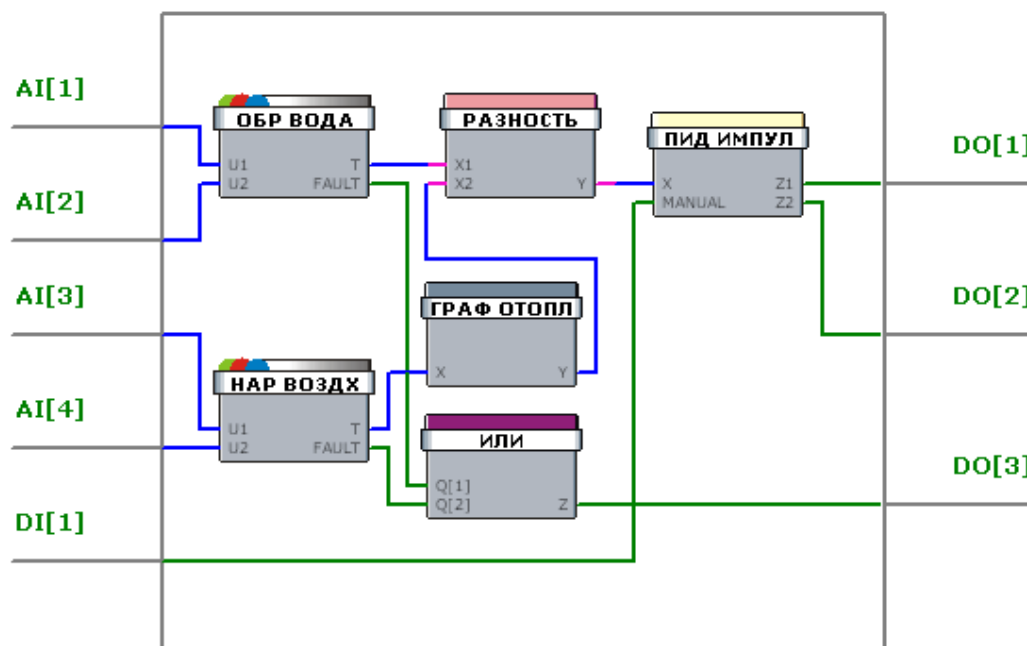


Рисунок 3.15 – Алгоритм роботи контролера МС8 (відкрите вікно блоку приладу МС8)

Тут є два однакових за внутрішнім змістом комплексних блоки <Температура обратной воды> та <Температура внешнего воздуха> (*Tbackwater* та *Tair*). Комплексні ФБ були створені шляхом перетаскування з вікна бібліотеки у вікно контролера алгоритмічних блоків <Комплексний блок> (*Complex Functional Block*) і наступним заповненням цих контейнерів потрібними первинними ФБ і зв'язками між ними.

Внутрішня функціональність обох блоків представлена на рис. 3.16.

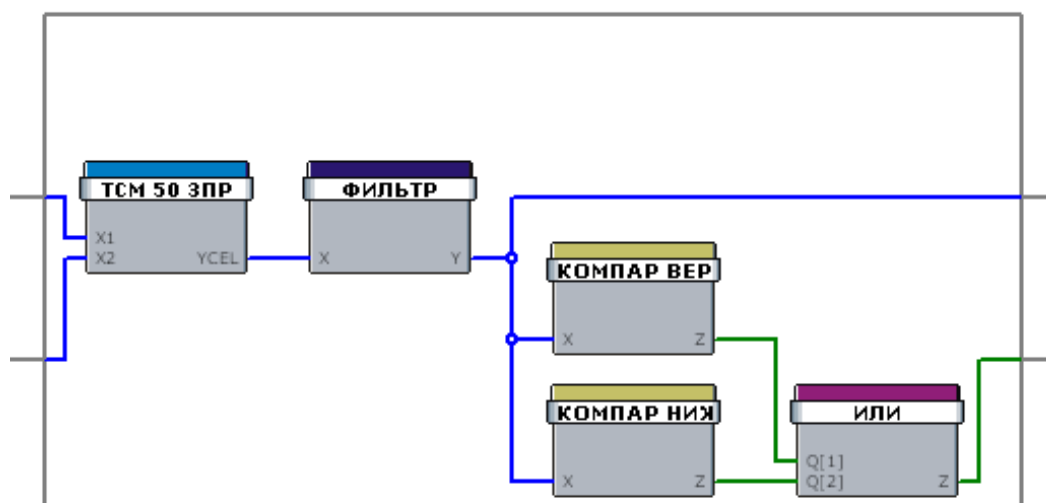


Рисунок 3.16 – Комплексні ФБ <Обратная вода> і <Внешний воздух>

Настроювання для комплексного блоку <Обратная вода>:
<Заголовок> (Caption) – <Обратная вода> (Tbackwater);
<Комментарий> (Comment) – <формирование сигнала на PID-регулятор и флага выхода за температурные границы>.

Настроювання для комплексного блоку <Внешний воздух>:
<Заголовок> (Caption) – <Внешний воздух> (Tair);
<Комментарий> (Comment) – <формирование сигнала на PID-регулятор и флага выхода за температурные границы>.

Сигнали від датчиків температур зворотної води й зовнішнього повітря через нормалізатори вимірювань температури (функціональні блоки <ТСМ 50 ЗПП> (Thermometer 50 Ohm, Cu (3 wires)) надходять на фільтри (функціональні блоки <ФИЛЬТР> (FILTER)), де встановлюється постійна часу – 2 с (у <Свойства/Параметры> (Properties / Parameters)). Вихідні аналогові сигнали фільтрів подаються на аналогові виходи АО[1] комплексних блоків <Обратная вода> і <Внешний воздух> (Tbackwater й Tair). Крім того, вихідні аналогові сигнали фільтрів подаються на компаратори верхнього й нижнього рівнів <КОМПАР ВЕРХ> й <КОМПАР НИЖ> (UP CMP й LOW CMP), які у випадку значень, що перевищують верхній температурний поріг або менших нижнього порога, за допомогою елемента OR формують логічні сигнали (прапори) про вихід робочих температур зворотної води або зовнішнього повітря за межі припустимого діапазону. Температурні пороги також задаються на вкладках <Свойства/Параметры> (Properties / Parameters) функціональних блоків <КОМПАР ВЕРХ> й <КОМПАР НИЖ> (UP CMP й LOW CMP). Для ФБ <КОМПАР ВЕРХ> (UP CMP) параметр ХУР (верхня температурна межа) заданий таким, що дорівнює 90 °С, гістерезис HYS – 30 °С, а для <КОМПАР НИЖ> (LOW CMP) параметр ХУР заданий таким, що дорівнює 5 °С, гістерезис HYS – 30 °С

Дискретні вихідні сигнали DOUT[1] комплексних блоків «Звр.вода» й «Зовн.пов.» надходять на елемент «OR» (блоку МС8), на якому формується прапор помилки, що сигналізує про те, що значення якої-небудь із температур вийшло за припустимі межі.

Аналоговий вихід AOUT[1] комплексного функціонального блоку <Внешний воздух> (Tair) подається на вхід блоку формування завдання температури води залежно від температури зовнішнього повітря (ФБ<График отопления> (SP SCHED) – в алгоблоці контролера МС8). Вихідний сигнал цього блоку задає необхідну температуру (уставку) зворотної води на одному із входів блоку визначення сигналу неузгодженості DIFF. На інший вхід цього блоку надходить значення результату виміру температури зворотної води. Сигнал помилки (неузгодженості) з виходу блоку <Разность> (DIFF) надходить на імпульсний ПІД-регулятор (ФБ <ПИД ИМПУЛ> (PID P)), що на своїх виходах формує сигнали керування запірно-регулюючим клапаном (КЗР).

3.6.2.4 Настроювання алгоритму роботи контролера МС8

Після того як алгоритм проекту побудований, потрібно ввести налагоджувальні параметри в необхідні функціональні блоки.

Так, для компараторів верхнього рівня в комплексних блоках <Обратная вода> і <Внешний воздух> значення верхньої межі встановити рівним 90 °С (відкрити комплексний блок <Обратная вода> (<Внешний воздух>), <Свойства> (Properties) блоку <КОМПАР ВЕРХ> (UP CMP), вкладка <Параметры> (Parameters), установити параметр <Значение> (Value) змінної ХUP у значення, рівне 90). Можна проставити галочку в поле <Константа> (Constant), але тоді цей параметр не можна буде ввести в який-небудь список і, відповідно, не можна спостерігати/змінювати із програми Console або SCADA-системи). Значення гістерезису HYS на цій же вкладці встановити рівним константі 30.

Аналогічно, для компараторів нижнього рівня в комплексних блоках <Обратная вода> і <Внешний воздух> значення нижньої межі встановити рівним +5 °С і значення гістерезису HYS – константі 30.

Сталі часу фільтрів установити рівними 2 с (відкрити комплексний блок <Обратная вода> (<Внешний воздух>), <Свойства> (Properties) блоку <ФИЛЬТР> (FILTER), вкладка <Параметры> (Parameters), установити параметр <Значение> (Value) змінної TF у значення 2, можна поставити галочку в поле <Константа> (Constant), <Единица измерения> (Units) – sec).

Настроїмо блок завдання температури зворотної води від температури зовнішнього повітря <График отопления> (Heating schedule). Для цього потрібно ввести точки графіка: температурі X1 = -26 °С відповідає Y1 = 84 °С, температурі X2 = 8 °С відповідає Y2 = 37 °С, а при температурі X0 = 4 °С величина зламу графіка Y0 = 5 °С.

Зберегти проект. Закрити проект.

3.6.2.5 Побудова алгоритму роботи модуля релейного MR8

За аналогією зі зміною зображення модуля МС8 змінимо зображення блоку релейного модуля MR8 для більшої наочності. У результаті алгоблок модуля релейного MR8 матиме наступний вигляд (рис. 3.17).

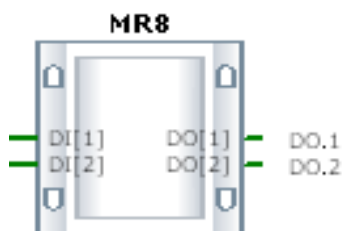


Рисунок 3.17 – Блок приладу MR8 після видалення надлишкових деталей

Модуль MR8 застосовується тут як звичайний підсилювач вхідних сигналів для їхньої подачі безпосередньо на КЗР. Входи модуля $DI[1]$ і $DI[2]$ потрібно передати без зміни на виходи $DO[1]$ й $DO[2]$ відповідно. Для цього між входами й виходами вставлені найпростіші ФБ цифрових уставок <Задание логического значения> (*Boolean Setting*) (рис. 3.18).

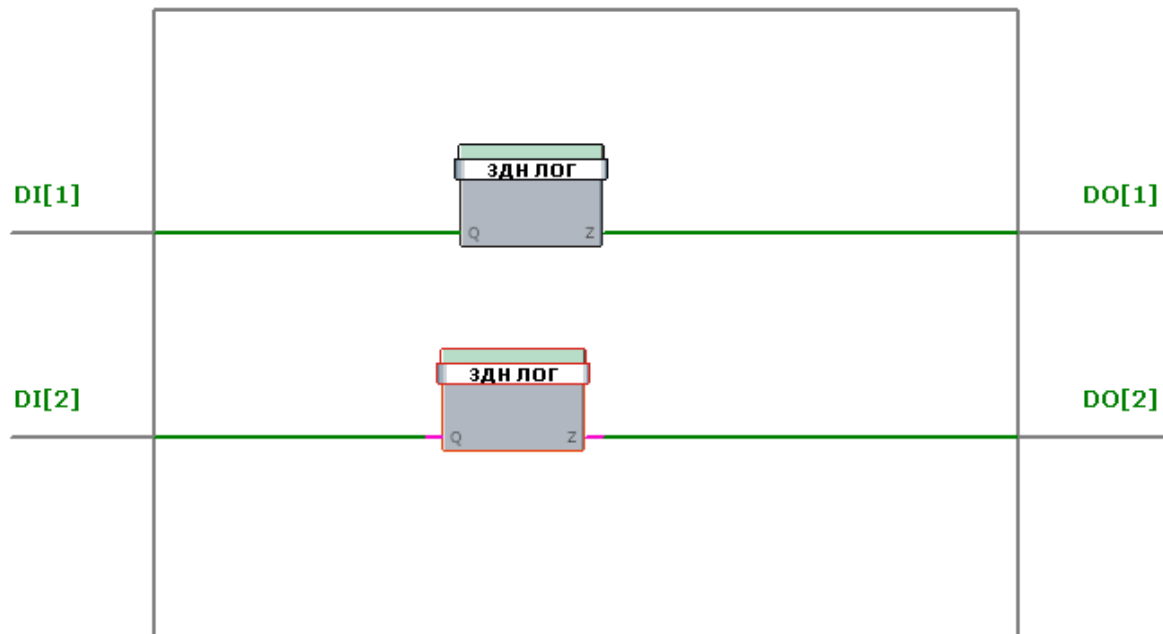


Рисунок 3.18 – Алгоритмічний блок модуля релейного MR8

Зберегти проект. Закрити проект.

3.6.2.6 Створення списків змінних для їхнього відображення в програмі Console і/або SCADA-системі

Уведемо основні змінні нашого проекту в списки. Тоді ці списки, як і змінні, згруповані в них, можна переглянути за допомогою програми Консоль(Console). При використанні SCADA-системи списки й змінні можна також переглянути на технологічній мнемосхемі проекту (можливо, через мережу Internet або Intranet).

Для цього проробимо наступні кроки.

Створимо списки: <Температури>, <Графік опалення> і <ПИД-регулятор>.

Нажати правою кнопкою миші на блоці контролера МС8 <Свойства/Списки> (*Properties/Lists*). Додати списки:

«Температури» [Add (Ctrl+A) <Имя> (Name): Температуры, Comment: Температури внешнего воздуха и обратной воды];

«Графік опалення» [Add (Ctrl+A) Name: Heating Schedule, Comment: Планувальник темп. води залежно від темп. Зовн. повітря];

«ПІД-регулятор» [*Add (Ctrl+A) Name: PID-регулятор, Comment: Параметри ПІД-регулювання*].

Скласти список «Температури».

Відкрити комплексний ФБ «Tbackwater». Виділити ФБ «FILTER»:

Properties, Parameters Для виходу Y цього ФБ заповнити поля (*Name: Tbackwater, List: Температури, Precision: 1, Units: °C*).

Аналогічні дії проробимо в комплексному ФБ «Зовн.повітря» для ФБ «FILTER»:

Properties Parameters Для виходу Y цього ФБ заповнити поля (*Name: Tair, List: Температури, Precision: 1, Units: °C*).

Скласти список «Графік опалювання».

Права кнопка миші на ФБ «SP SHED»:

Properties Parameters Для входу X заповнити поля (*Name: Tair, List: Heating Shedule, Precision: 1, Units: °C*);

Properties Parameters Для виходу Y заповнити поля (*Name: Twater, List: Heating Shedule, Precision: 1, Units: °C*);

Properties Parameters Для входу X1 заповнити поля (*Name: X1, List: Heating Shedule, Precision: 0, Units: °C, Value: 26*);

Properties Parameters Для входу X2 заповнити поля (*Name: X2, List: Heating Shedule, Precision: 0, Units: °C, Value: 8*);

Properties Parameters Для входу X0 заповнити поля (*Name: X0, List: Heating Shedule, Precision: 0, Units: °C, Value: 4*);

Properties Parameters Для входу Y1 заповнити поля (*Name: Y1, List: Heating Shedule, Precision: 0, Units: °C, Value: 84*);

Properties Parameters Для входу Y2 заповнити поля (*Name: Y2, List: Heating Shedule, Precision: 0, Units: °C, Value: 37*);

Properties Parameters Для входу Y0 заповнити поля (*Name: Y0, List: Heating Shedule, Precision: 0, Units: °C, Value: 5*).

Усі параметри ФБ «SP SHED» уведені в список «Графік опалення», і всі вхідні параметри цього ФБ можуть бути змінені, або із програми Console, або зі SCADA-системи.

Скласти список «ПІД-регулятор».

Права кнопка миші на ФБ «DIFF»:

Properties Parameters Для змінної X1 (Subtrahend) заповнити поля (*Name: Tfb.backwater, List: PID-регулятор, Precision: 1, Units: °C*);

Properties Parameters Для змінної X2 (Subtractor) заповнити поля (*Name: Tset.backwater, List: PID-регулятор, Precision: 1, Units: °C*).

Права кнопка миші на ФБ «PID P»:

Properties Parameters Для змінної X заповнити поля (*Name: Terr, List: PID-регулятор, Precision: 1, Units: °C*);

Properties Parameters Для змінної Z1 заповнити поля (*Name: PIDP_Z1, List: PID-регулятор*);

Properties Parameters Для змінної Z2 заповнити поля (*Name: PIDP_Z2, List: PID-регулятор*);

Properties Parameters Для змінної MANUAL заповнити поля (*Name: PIDP_A/M, List: PID-регулятор*);

Properties Parameters Для змінної DZONE заповнити поля (*Name: DeadZone, List: PID-регулятор, Precision: 1, Units: °C*);

Properties Parameters Для змінної KP заповнити поля (*Name: KP, List: PID-регулятор, Precision: 1, Value: 1*);

Properties Parameters Для змінної TI заповнити поля (*Name: TI, List: PID-регулятор, Precision: 1, Units: sec, Value: 1*);

Properties Parameters Для змінної D заповнити поля (*Name: D, List: PID-регулятор, Precision: 1, Units: sec, Value: 0*);

Properties Parameters Для змінної B заповнити поля (*Name: B, List: PID-регулятор, Value: 0*).

Далі визначимо параметри, що входять у додатковий збудований список «ALARMS» (у список можуть входити тільки булеві змінні).

Відкрити комплексний ФБ «Звр.вода».

У ФБ «OR»: *Properties Parameters* Для виходу Z ФБ «OR» проставити галочку в поле *Alarms List* й увести назву змінної «*Tbw_is_out_of_range*» (у поле нижче уведеної галочки).

Відкрити комплексний ФБ «Зовн.повітря».

У ФБ «OR»: *Properties Parameters* Для виходу Z ФБ «OR» проставити галочку в поле *Alarms List* й увести назву змінної «*Tair_is_out_of_range*» (у поле нижче уведеної галочки).

Відкрити алгоблок модуля МС8.

У ФБ «OR»: *Properties Parameters* Для виходу Z ФБ «OR» проставити галочку в поле *Alarms List* й увести назву змінної «*Temperature Alarm*» (у поле нижче уведеної галочки).

Аналогічно, визначимо параметри, що входять у додатковий збудований список *Session List*.

Відкрити алгоблок модуля МС8.

У ФБ «OR»: *Properties Parameters* Для виходу Z ФБ «OR» проставити галочку в поле «*Session List*» й увести назву змінної «*Temperature Alarm*» (в поле нижче уведеної галочки).

Відкрити комплексний ФБ «Звр.вода».

У ФБ «OR»: *Properties Parameters* Для виходу Z ФБ «OR» проставити галочку в поле «*Session List*» й увести назву змінної «*tbw_is_out_of_range*» (у поле нижче уведеної галочки).

Відкрити комплексний ФБ «Зовн.повітря».

У ФБ «OR»: *Properties Parameters* Для виходу Z ФБ «OR» проставити галочку в поле «*Session List*» й увести назву змінної «*Tair_is_out_of_range*» (у поле нижче уведеної галочки).

Відкрити комплексний ФБ «Звр.вода». Виділити ФБ FILTER.

Properties Parameters Для виходу Y цього ФБ проставити галочку в поле «*Session List*». За замовчуванням у це поле автоматично вносяться дані з поля *Name*, тобто *Tbackwater*;

Аналогічні дії проробимо в комплексному ФБ «Зовн.повітря» для ФБ «FILTER».

Properties Parameters Для виходу *Y* цього ФБ проставити галочку в поле «*Session List*». За замовчуванням у це поле автоматично вносяться дані з поля *Name*, тобто *Tair*.

Права кнопка миші на ФБ «SP SHED»:

Properties Parameters Для виходу *Y* цього ФБ проставити галочку в поле «*Session List*». За замовчуванням у це поле автоматично вносяться дані з поля *Name*, тобто *Twater*;

Права кнопка миші на ФБ «PID P»:

Properties Parameters Для змінної *X* цього ФБ проставити галочку в поле «*Session List*». За замовчуванням у це поле автоматично вносяться дані з поля *Name*, тобто *Terr*;

Properties Parameters Для змінної *Z1* цього ФБ проставити галочку в поле «*Session List*». За замовчуванням у це поле автоматично вносяться дані з поля *Name*, тобто *PIDP_Z1*;

Properties Parameters Для змінної *Z2* цього ФБ проставити галочку в поле «*Session List*». За замовчуванням у це поле автоматично вносяться дані з поля *Name*, тобто *PIDP_Z2*;

Properties, Parameters. Для змінної *MANUAL* цього ФБ проставити галочку в поле «*Session List*». За замовчуванням у це поле автоматично вносяться дані з поля *Name*, тобто *PIDP_A/M*.

Зберегти проект. Закрити проект.

3.6.2.7 Зіставлення віртуальним входам і виходам функціональних блоків фізичних входів і виходів цих приладів

1. Виділити блок приладу МС8. Правою кнопкою миші вибрати <Подключения Вх/Вых> (*I/O Connections*).

З'явиться вікно, представлене на рис. 3.19.

У вікні <Подключения Вх/Вых> (*I/O Connections*), що відкрилося, зробити зіставлення фізичним входам контролера МС8 входів алгоритмічного блоку приладу МС8: АІ.1-А[1], АІ.2-А[2], АІ.3-А[3], АІ.4-А[4], ДІ.1-ДІ[1], а також фізичним виходам контролера виходів алгоритмічного блоку приладу МС8: ДО.3-ДО[3] (до цього виходу підключена лампочка, що сигналізує про вихід однієї з вимірюваних температур, зворотної води або зовнішнього повітря із заданого робочого діапазону).

2. Аналогічно, виділити алгоблок приладу MR8. Правою кнопкою миші вибрати <Подключения Вх/Вых> (*I/O Connections*). У вікні, що відкрилося, зробити зіставлення фізичним виходам блоку приладу MR8 виходів алгоритмічного блоку модуля MR8: ДО.1-ДО[1], ДО.2-ДО[2].

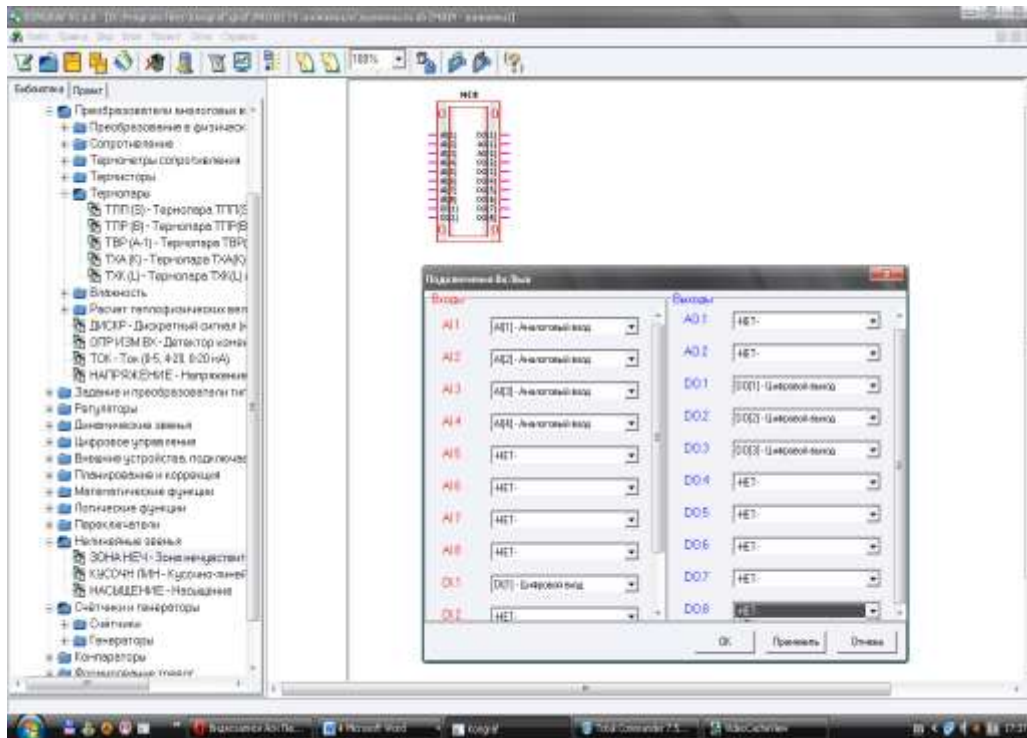


Рисунок 3.19 – Вікно <Подключения Вх/Вых> (I/O Connections) модуля MC8 у прикладі проекту

Після виконання цього кроку головне вікно проекту матиме вигляд, показаний на рис. 3.20.

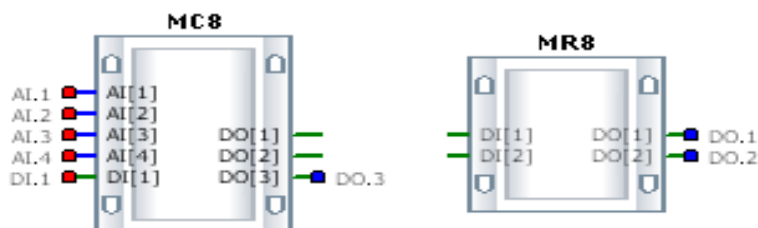


Рисунок 3.20 – Вікно проекту після зіставлення виводам алгоблоків фізичних виводів модулів

3.6.2.8 Створення «віртуальних» міжприладних з'єднань

З'єднаємо цифрові виходи DO[1] й DO[2] контролера MC8 із цифровими входами DI[1] й DI[2] модуля MR8. Це буде «віртуальне» з'єднання виводів приладів (реалізоване через мережу RS-485), оскільки виводи блоків приладів не з'єднані фізично (провідниками). Фізичні міжблочні з'єднання не відображаються в ІС, відображаються тільки з'єднання, реалізовані програмно («віртуальні» міжблочні зв'язки).

Результатом цього кроку буде наступна схема (рис. 3.21).

Зберегти проект. Закрити проект.

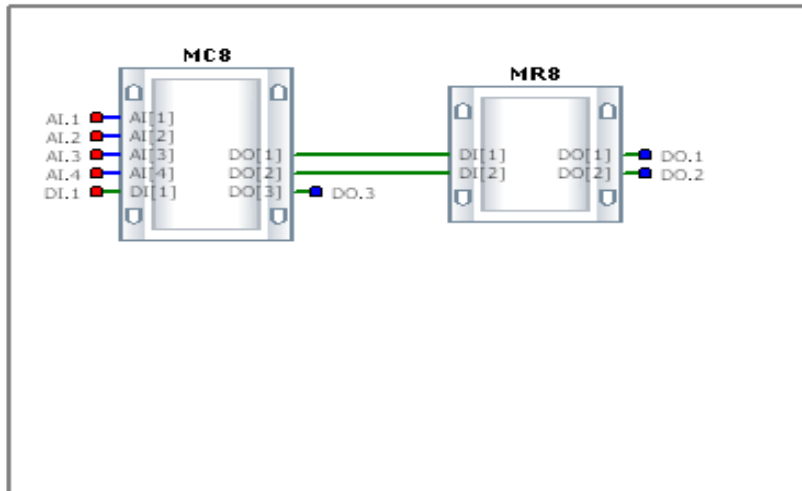


Рисунок 3.21 – Вікно проекту після створення міжприладних з'єднань

3.7 Контрольні запитання

1. Призначення інструментальної системи
2. Основні поняття інструментальної системи: алгоритмічний блок
3. Основні поняття інструментальної системи: змінна
4. Основні поняття інструментальної системи: зв'язок
5. Основні поняття інструментальної системи: параметр
6. Основні поняття інструментальної системи: список
7. Характеристики інструментальної системи: бібліотека функціональних блоків
8. Характеристики інструментальної системи: входи й виходи функціональних блоків
9. Характеристики інструментальної системи: циклічність виконання алгоритму проекту
10. Характеристики інструментальної системи: віртуальні входи й виходи
11. Характеристики інструментальної системи: використання списків у блоках приладів
12. Симуляція проекту
13. Мова програмування за міжнародною класифікацією
14. Принципи проектування у ІС
15. Визначення внутрішньої функціональності первинних блоків приладів: закладка Block
16. Визначення внутрішньої функціональності первинних блоків приладів: закладка Parameters
17. Визначення внутрішньої функціональності первинних блоків приладів: закладка Arrays
18. Визначення внутрішньої функціональності первинних блоків приладів: закладка Lists
19. Трансляція алгоритму в код, що виконується

4 ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ CONSOLE ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ І РОБОТИ З ПРИЛАДАМИ

4.1 Загальні дані

Код, що виконується, можна завантажити в контролери MC8 (MC5) і/або модулі релейні MR8 або за допомогою програми Console, або через мережу Internet (Intranet). У будь-якому варіанті завантаження програмний код завантажується (як правило) через Master-контролер в усі модулі сегмента мережі.

Програма Console є засобом для роботи з комплексом модулів – контролерами MC8 і MC5, релейними модулями MR8 і MR4 (настроювання параметрів, керування, контроль стану).

Програма дає можливість:

- контролювати усі вихідні й вхідні сигнали, використовувані функціональним алгоритмом контролера (релейного модуля);
- контролювати й встановлювати нові значення всіх параметрів настроювання, передбачених функціональним алгоритмом контролера (релейного модуля);
- переключати кожен з дискретних або аналогових виходів у режим ручного керування і впливати на нього вручну за допомогою клавіатури РС;
- програмувати дії контролера за допомогою планувальника, якщо він входить у функціональний алгоритм;
- контролювати виникнення відмовлень;
- контролювати поточний час і календарну дату;
- завантажувати в контролер (релейний модуль) новий функціональний алгоритм;
- при роботі з мережею приладів, що складається з одного master-контролера і до 31 slave-контролерів (MC8, MC5) або релейних модулів MR8, MR4, автоматично визначати склад мережі й контролювати роботу кожного з приладів, включених у мережу;
- витягати функціональний алгоритм і зберігати його у файлі для використання в інших контролерах (релейних модулях);
- зчитувати з контролера MC8 архів параметрів для його наступної обробки;
- спостерігати графіки зміни параметрів функціонального алгоритму у часі.

4.2 Робота з програмою CONSOLE

Відновлення складу мережі. Після запуску програми Консоль необхідно зробити відновлення мережі. Для цього потрібно виконати наступні дії: натиснути кнопку «Update Network» (Обновить состав сети). Натискання на кнопку відкриває додаткове вікно «Network Update» (Обновить сеть) (рис. 4.1). Натиснути кнопку «Refresh» (Обновить) у вікні «Обновление сети», що з'явилося. Через якийсь час виводиться результат пошуку: у правому верхньому куті вікна програми показується кількість знайдених приладів «devices in the network» (приборов в сети).

Контролер, підключений до комп'ютера, виконує функцію Master, інші прилади повинні бути Slave-приладами.



Рисунок 4.1 – Головне вікно програми до установки зв'язку з приладом

Завантаження функціональних алгоритмів у контролери. У кожен прилад мережі повинний бути завантажений його функціональний алгоритм відповідно до мережних номерів, закладених в проєкті. Для цього необхідно:

1. Установити зв'язок із приладом (у пам'яті якого функціональний алгоритм відсутній або вимагає заміни на новий).
2. Натиснути кнопку «*Downloader*» (*Загрузчик*). При натисканні кнопки внизу головного вікна програми з'являється поле «*File to Download*» (*Файл для загрузки*) (рис. 4.2).

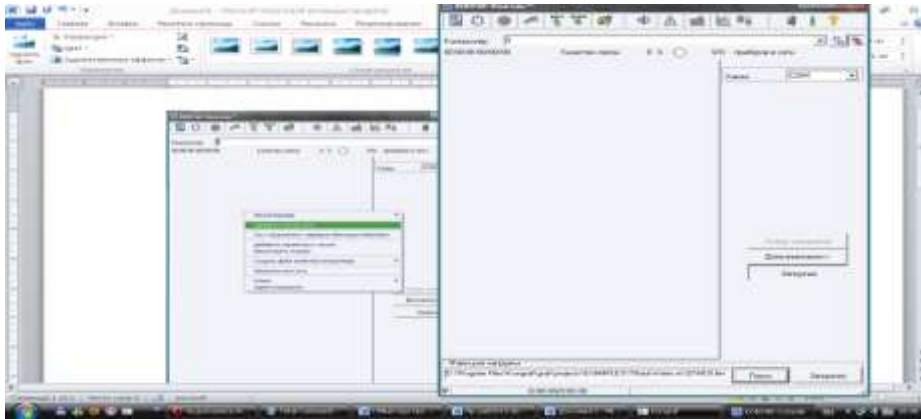


Рисунок 4.2 – Поле «Файл для завантаження»

3. Натиснути кнопку «*Browse*» (*Поиск*), знайти у вікні, що відкрилося, папку, де лежить призначений для завантаження файл функціонального алгоритму (рис. 4.3), і вибрати його, після чого натиснути кнопку «*Open*» (*Открыть*).

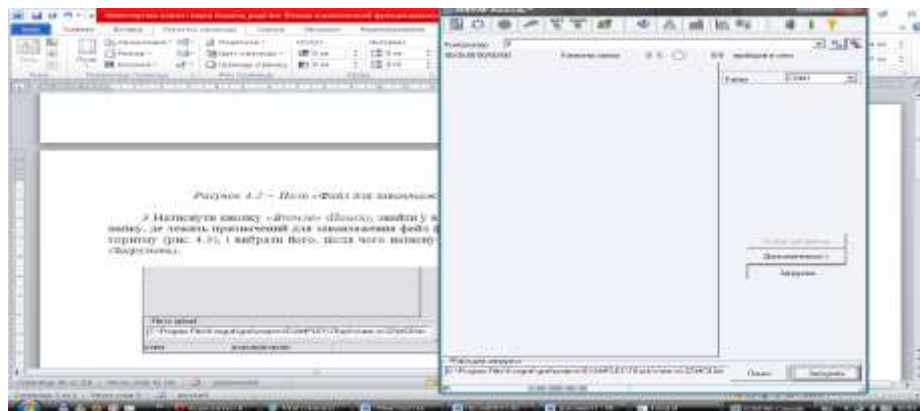


Рисунок 4.3 – Вікно вибору файлу функціонального алгоритму

4. Натиснути кнопку «*Download*» (*Загрузить*). Під час завантаження унизу віртуальної панелі з'являються дві шкали. Верхня шкала показує хід завантаження. Нижня шкала відображає процес контролю правильності завантаження (рис. 4.4).

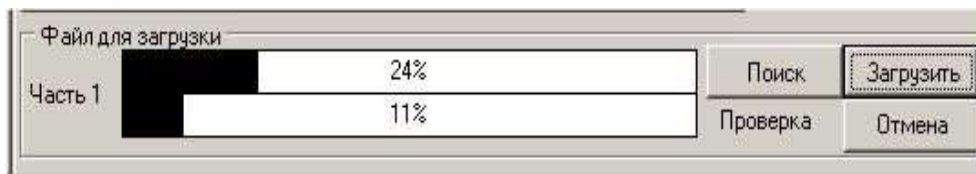


Рисунок 4.4 – Процес завантаження функціонально алгоритму

Новий алгоритм почне працювати тільки у випадку успішного завантаження. Якщо завантаження проходить невдало, то прилад не запускає алгоритм, і світлодіод статусу «Норма/Відмовлення» буде мигати.

Завантаження всієї мережі. Існує можливість одночасного завантаження функціональних алгоритмів одразу в усі прилади, що входять у мережу. Для цього необхідно:

1. Відкрити правою кнопкою «Accessories» > «Upload entire network» (Службовые функции > Загрузить всю сеть) (рис. 4.5).

2. Натиснути кнопку «Select Project Folder» (Вибір папки проекту) і знайти папку, де містяться підготовлені для завантаження файли.

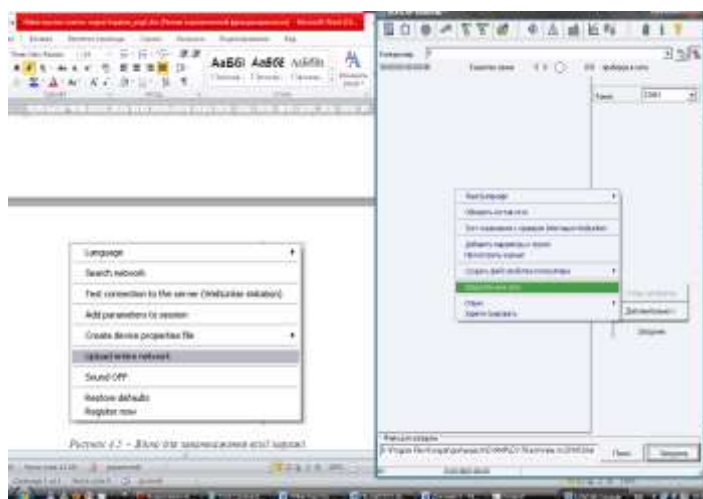


Рисунок 4.5 – Вікно для завантаження всієї мережі

3. Задати для кожного приладу мережі відповідний йому файл функціонального алгоритму.

4. Натиснути кнопку «Download» (Загрузить).

Настройка і контроль параметрів роботи системи керування. Усі виходи всіх приладів необхідно установити в автоматичний режим. Для цього вибираємо найменування кожного конкретного приладу і вибираємо пункт контекстного меню (щиглик правою кнопкою миші) «Все выходы – в автоматический режим» (рис. 4.6)

Далі, вибравши необхідний прилад, натискаємо кнопку «Подключить», у результаті чого одержуємо список усіх змінних (які ми занесли в цей список раніше) із зазначеними їх поточними значеннями (рис. 4.7).

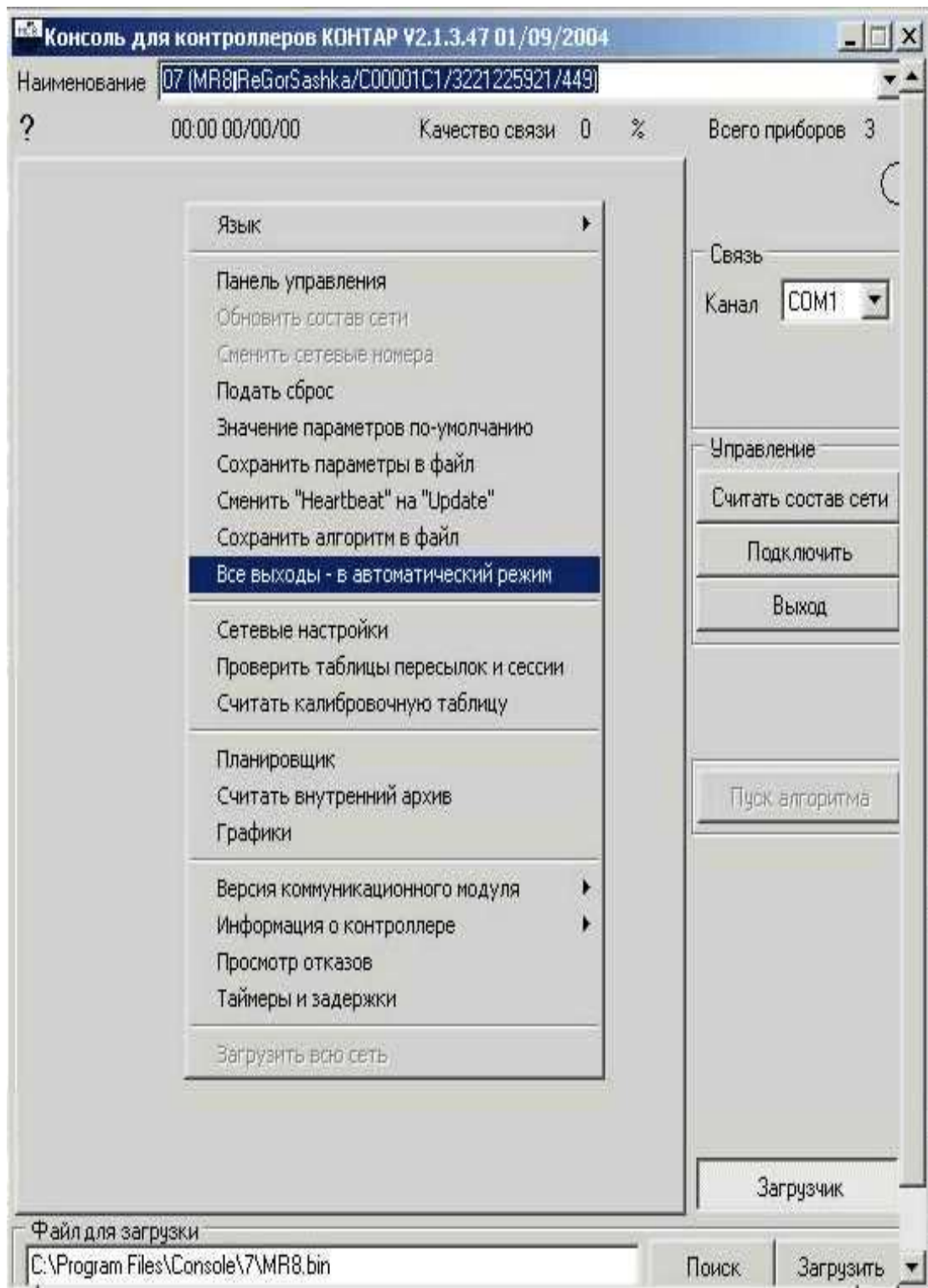


Рисунок 4.6 – Установка выходов в автоматический режим

Ті значення списку, що відображають вхідні параметри якого-небудь блоку, можна редагувати. Змінюючи значення різних параметрів, ми можемо спостерігати реакцію системи на ці дії (зміна вихідних параметрів).

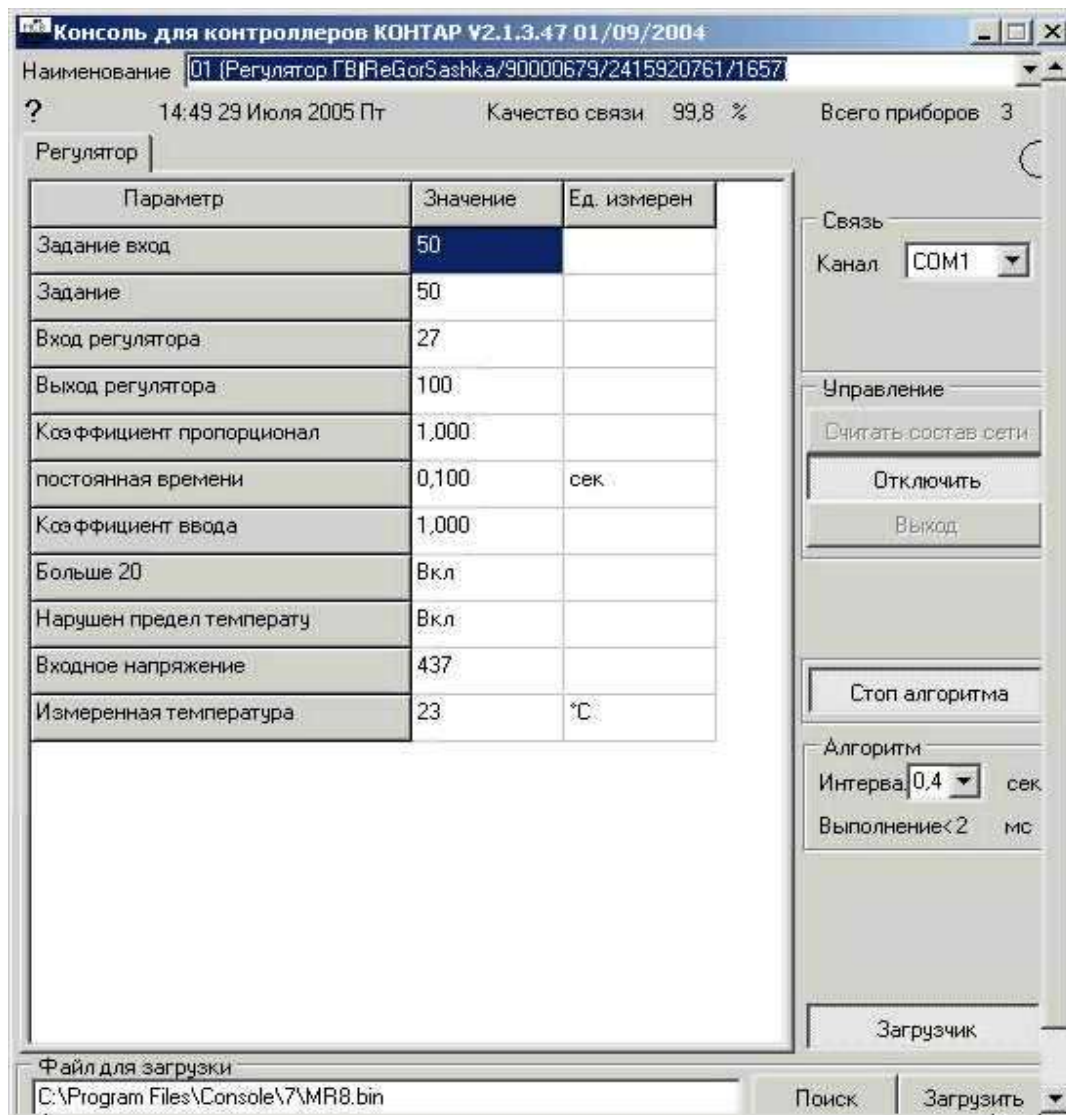


Рисунок 4.7 – Вікно контролера МС8

Перегляд і зміна параметрів. Робота системи контролюється із вікна «Консоль для контроллеров» (рис. 4.8). У головному вікні програми представлені вкладки зі списками параметрів. Для виклику певної вкладки варто натиснути її заголовок. При великій кількості вкладок у рядку з їхніми заголовками з'являються кнопки, що дозволяють робити їхнє прокручування. Кожен список має стовпці з найменуваннями параметрів, їхніми чисельними значеннями й одиницями виміру.

Зміна параметра. 1. Виберіть параметр, який необхідно змінити, зі списку, куди він входить, і натисніть у полі «Value» (Значение) у рядку, де він представлений (можливість зміни якого-небудь параметра закладена у функціональному алгоритмі).

2. Уведіть нове чисельне значення параметра й натисніть клавішу «Enter» або виберіть його зі списку (ON/OFF), якщо параметр має логічний тип.

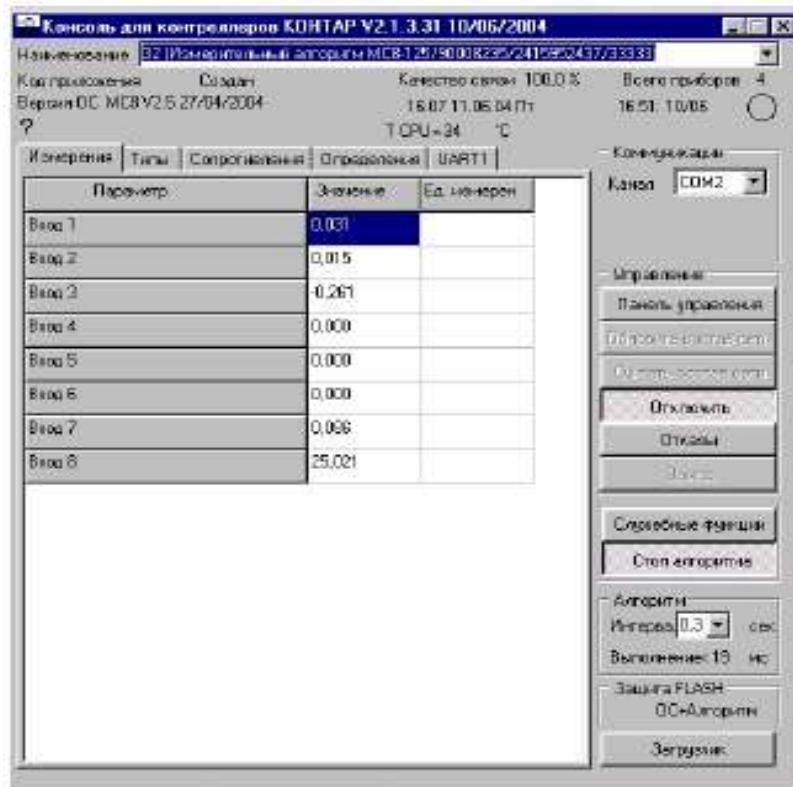


Рисунок 4.8 – Головне вікно програми

Панель керування. Перевірити роботу всіх приладів системи можна за допомогою панелі керування. Панель керування викликається з основної панелі кнопкою «Control Panel» (Панель управління).

Панель керування дозволяє переглянути поточний стан аналогових і цифрових входів і виходів, а також змінювати вручну стан виходів (рис. 4.9).

Панель керування розділена на чотири частини, де відображаються всі задіяні в алгоритмі входи й виходи:

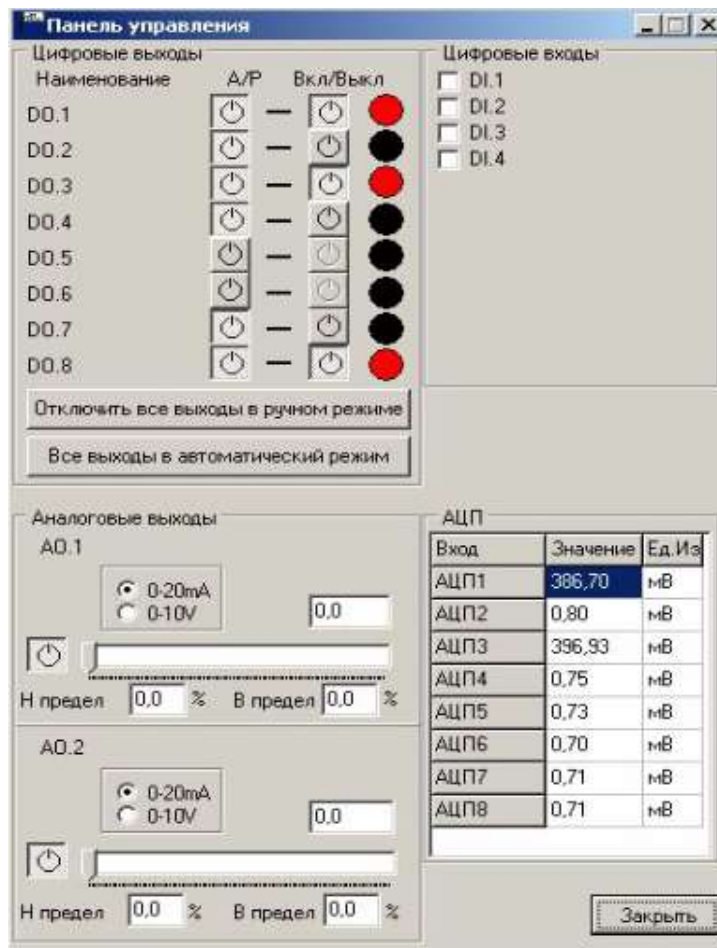
- цифрові виходи (Digital Outputs);
- аналогові виходи (Analog Outputs);
- цифрові входи (Digital Inputs);
- входи АЦП (ADC).

Цифрові виходи. Стан дискретних (цифрових) виходів характеризується зміною кольорів віртуальних індикаторів (червоний – увімкнутий, темний – вимкнутий).

Кожен дискретний вихід постачений кнопками «A/P» (A/M) – «автомат-ручне» та «Вкл./Выкл.» (ON/OFF) – «увімкнуто-вимкнуто».

Щоб перевести будь-який дискретний вихід у ручний або в автоматичний режим, натисніть кнопку «A/P», натиснутий стан відповідає ручному керуванню.

Якщо обрано ручне керування дискретним виходом, то, нажавши на кнопку «Вкл./Выкл.», можна увімкнути його, повторним впливом на ту ж кнопку – вимкнути.



Рисуннок 4.9 – Панель управління

Якщо функціональним алгоритмом передбачене об'єднання якої-небудь пари дискретних виходів в один імпульсний вихід (більше – менше), то ця пара має одну загальну кнопку «А/Р» і дві кнопки «Вкл./Выкл.».

Щоб відразу перевести всі дискретні й аналогові виходи в ручний або автоматичний режим роботи, натисніть кнопки «Отключить все выходы в ручном режиме» (*Switch All To Manual (OFF) Mode*) і «Все выходы в автоматический режим» (*Switch All To Automatic Mode*) відповідно.

Аналогові виходи. Величини аналогових виходів відображаються у відповідних полях чисельним значенням у відсотках. Використовуваний для кожного з виходів вид вихідного аналогового сигналу (ПР 0...10 В або 0...20 мА) відзначається у відповідному перемикачі.

Щоб перевести будь-який аналоговий вихід у ручний або в автоматичний режим, натисніть кнопку «А/Р» (А/М), натиснуте положення відповідає ручному керуванню.

При роботі з аналоговим виходом задайте межі зміни: «Нижний предел» (*Low Limit*) і «Верхний предел» (*High Limit*), у відсотках. Для ручного керування виходом передбачений повзунок, впливаючи на який можна змінювати величину сигналу в зазначених межах. При активному повзунку можна використати замість мишки клавіші клавіатури вліво й вправо, для зменшення й збільшення значення виходу відповідно.

Окрім того, потрібне значення сигналу можна безпосередньо задати і за допомогою уведення нового значення у відсотках. Для підтвердження уведення нового значення натисніть клавішу «Enter».

Якщо хоч один дискретний або аналоговий вихід працює в ручному режимі, то у верхньому правому куті віртуальної панелі світиться червоний індикатор.

Цифрові входи. Якщо навпроти позначення цифрового входу встановлений прапорець, то це говорить про те, що даний вхід замкнутий, у протилежному випадку – розімкнутий.

Аналогово-цифрові перетворювачі. Тут відображаються аналогові вхідні сигнали на входах аналого-цифрового перетворювача. Величини сигналів наведені в мілівольтах.

4.3 Приклади використання функціональних блоків

Приклад 1. Формування сигналу тривоги з використанням ФБ «Формирование тревог».

Як приклад використання ФБ «Формирование тревог» можна привести ланцюжок блоків, що виконує функцію не миттєвого формування сигналу тривоги при перевищенні температурою заданого порога, а формування сигналу тривоги тільки при перевищенні порога протягом кінцевого часу: ФБ «ТЕРМ 10К +С», «КОМПАР ВЕРХ», «ФИЛ ТРЕВОГ» (рис. 4.10).



Рисунок 4.10 – Формування сигналу тривоги з використанням ФБ «Формирование тревог»

Аналоговий сигнал обмірюваної температури з блоку «ТЕРМ 10К +С» надходить на компаратор верхнього рівня, що формує логічну одиницю при перевищенні температури порога спрацьовування компаратора. При цьому відбудеться інкремент внутрішнього лічильника в блоці «ФИЛ ТРЕВОГ» AI.1. Інкремент лічильника буде відбуватися доти, або поки температура не повернеться в нормальний діапазон (при цьому вміст лічильника буде зменшуватися), або поки не буде досягнута межа рахунку (при цьому на цифровому виході буде сформований сигнал тривоги).

Приклад 2. Використання аналогового ПІД-регулятора (рис. 4.11).

Як приклад використання ФБ «ПІД АН» можна привести ланцюжок блоків: ФБ «РАЗНОСТЬ», «ПІД АН», «ФИЛЬТР», «ЗДН АН», «ТЕРМ ЗК».

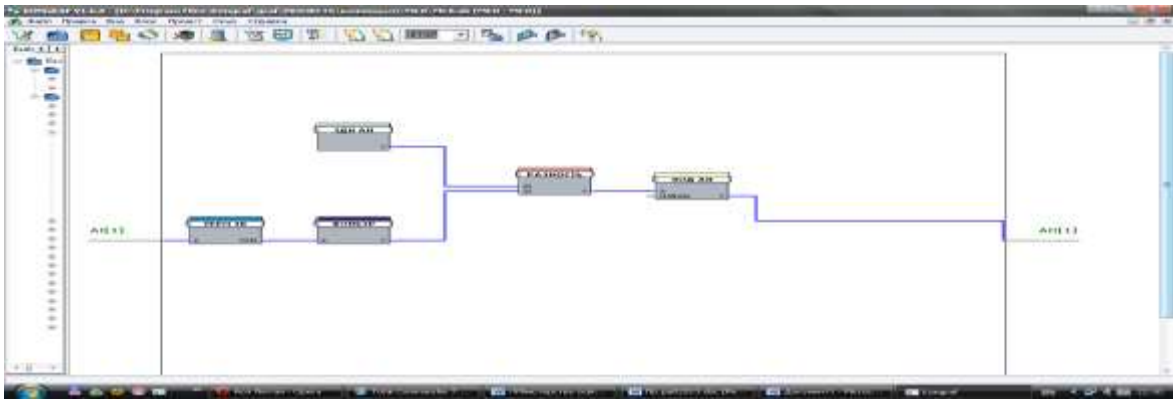


Рисунок 4.11 – Аналоговий ПІД-регулятор зі зворотним зв'язком

Цей приклад показує аналоговий регулятор зі зворотним зв'язком. Блок «ЗДН АН» формує завдання на одному із входів блоку визначення сигналу помилки «РАЗНОСТЬ». Аналоговий сигнал зворотного зв'язку від об'єкта керування подається на вхід AI[1] і далі через нормалізатор «ТЕРМ ЗК» і фільтр «ФИЛЬТР» (що згладжує викиди сигналу зворотного зв'язку) – на другий вхід блоку «РАЗНОСТЬ». Сигнал неузгодженості (різниця між завданням і сигналом зворотного зв'язку) подається на вхід аналогового ПІД-регулятора, вихід якого подається на об'єкт керування.

Приклад 3. Визначення факту виходу аналогового сигналу з заданого діапазону. Тут використовується такий ланцюжок блоків: ФБ «ТСМ 50 ЗПР», «ФИЛЬТР», «КОМПАР НИЖ», «КОМПАР ВЕРХ», «ИЛИ» (рис. 4.12).

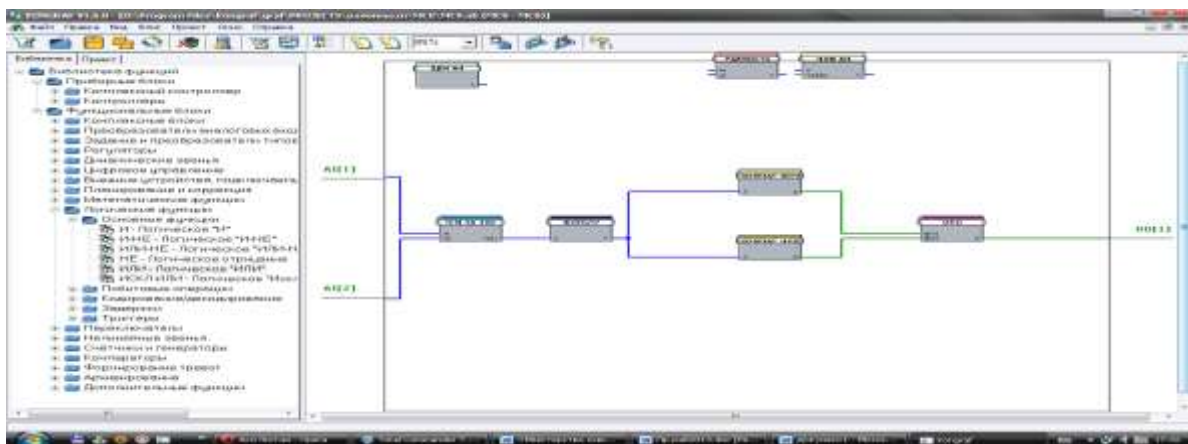


Рисунок 4.12 – Алгоритм визначення факту виходу аналогового сигналу із заданого діапазону з використанням ФБ компараторів «КОМПАР ВЕРХ» і «КОМПАР НИЖ»

Представлений комплексний алгоритмічний блок визначає, чи знаходиться сигнал від датчика температури (ТСМ 50 ЗПР), включеного за трьохпровідною схемою, у заданому діапазоні температур. Якщо обмірювана температура менше нижньої температурної межі або вище неї, то відповідні компаратори (*КОМПАР ВЕРХ* і *КОМПАР НИЖ*) формують значення TRUE (лог. одиниця) на своєму виході. Виходи компараторів подаються на входи елемента ІЛИ, на виході якого формується прапорець того, що обмірювана температура знаходиться поза заданим діапазоном. Верхня і нижня межі температурного діапазону задаються як параметри у первинних ФБ компараторів (*КОМПАР ВЕРХ* і *КОМПАР НИЖ* відповідно).

4.4 Контрольні запитання

1. Відновлення складу мережі
2. Завантаження коду, що виконується, у контролер
3. Завантаження всієї мережі
4. Налаштування параметрів керування із програми Консоль
5. Відображення входів-виходів на панелі керування

5 МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА БАЗІ ПРИЛАДІВ КОМПЛЕКСУ «КОНТАР» (КМ800)

5.1 Опис навчального стенда

5.1.1 Склад навчального стенда

Призначення й можливості стенда. Навчальний стенд призначений для навчання студентів, що займаються проектуванням і експлуатацією систем автоматичного регулювання й керування на базі приладів комплексу «КОНТАР».

Описуваний варіант стенда дозволяє підключити прилади, що входять до його складу, об'єднані в сегмент мережі через інтерфейс RS485, до послідовного порту персонального комп'ютера за допомогою субмодуля COM-Linker або до мережі Ethernet за допомогою субмодуля Web-Linker.

Апаратний склад навчального стенда. Схема підключення встаткування, що входить до складу моделі, показана на рис. 5.1.

Моделю містить у собі наступні прилади й вузли:

- контролер MC8 (MC8.2022112 – живлення (24 В постійного струму, симісторні виходи, інтерфейсні субмодулі RS232C, Ethernet, час-календар);
- контролер MC5 (MC5.100 – без пульта, без інтерфейсного субмодуля);
- модуль релейний MR8 (MR8.1232 або MR8.1222 – з пультом, два симісторних + два релейних виходи або чотири релейних виходи);
- термістор TM1 типу 10кОм-2;
- датчик АСІ/RH, що включає термістор TM2 типу 10 кОм-2 і датчик вологості з виходом 0-10 В;
- тумблери S1, S2;
- виконавчий механізм Velimo LM24SM (живлення 24 В, керування 2...10 В, датчик положення 2...10 В);
- індикаторні лампи HL1, HL2, HL3, HL4 (24 В);
- лампа накаливання HL5 (~220 В, 60 Вт);
- автомат живлення QF1 (6,3 А).

Прилади MC8, MC5, MR8 об'єднані в мережу через інтерфейс RS485 (клеми А, В, SG). MC8 виконує роль Master-контролера, MC5, MR8 є Slave-контролерами.

Master-контролер MC8 підключається через інтерфейс RS232C до послідовного порту комп'ютера для роботи із програмою Console, а також може підключатися до локальної мережі Ethernet з можливим виходом в Internet.

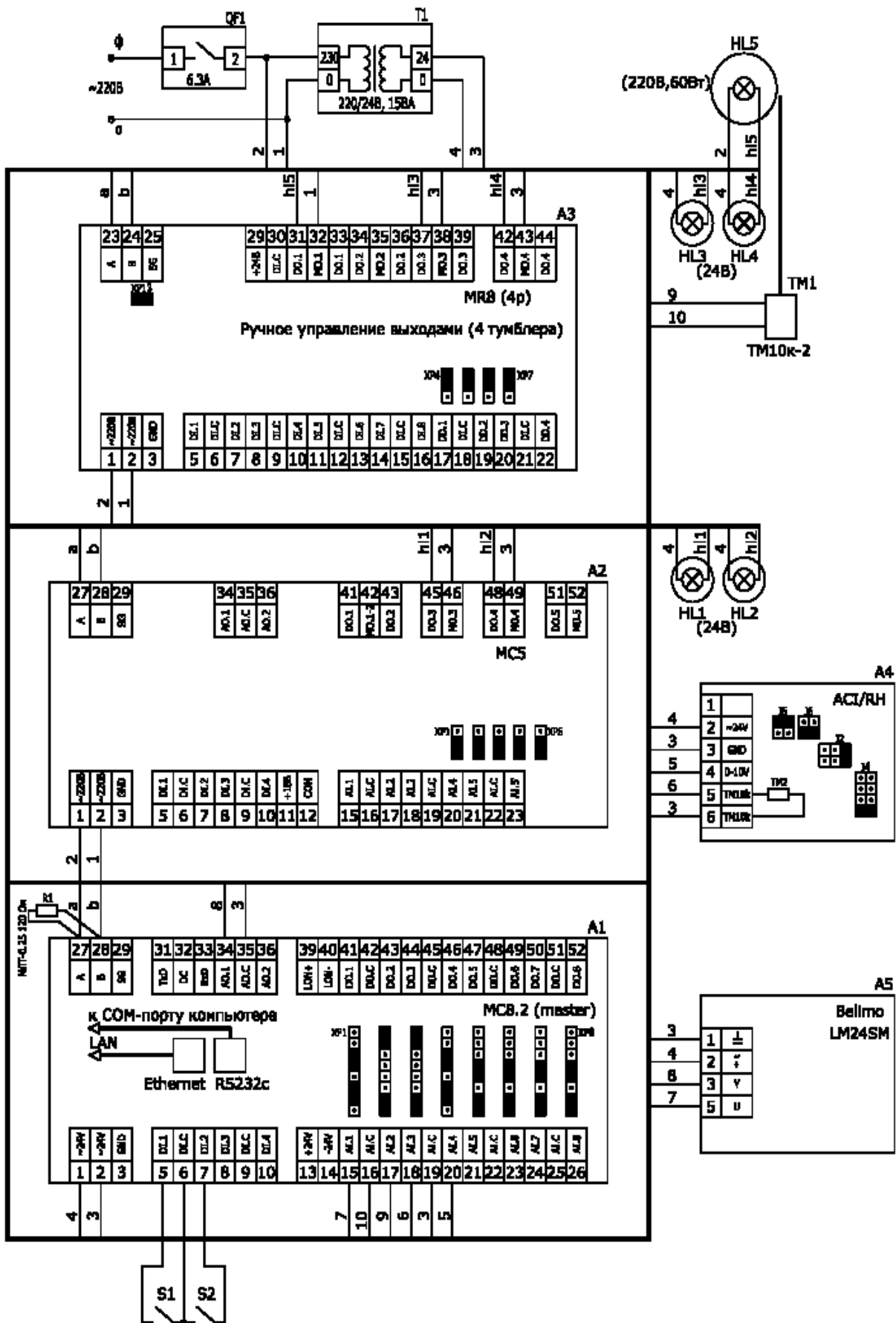


Рисунок 5.1 – Схема підключення устаткування на навчальному стенді

5.1.2 Функціональна схема проекту

Приклад функціональної схеми одного з варіантів проекту системи керування для можливої реалізації на моделі показаний на рис. 5.2.

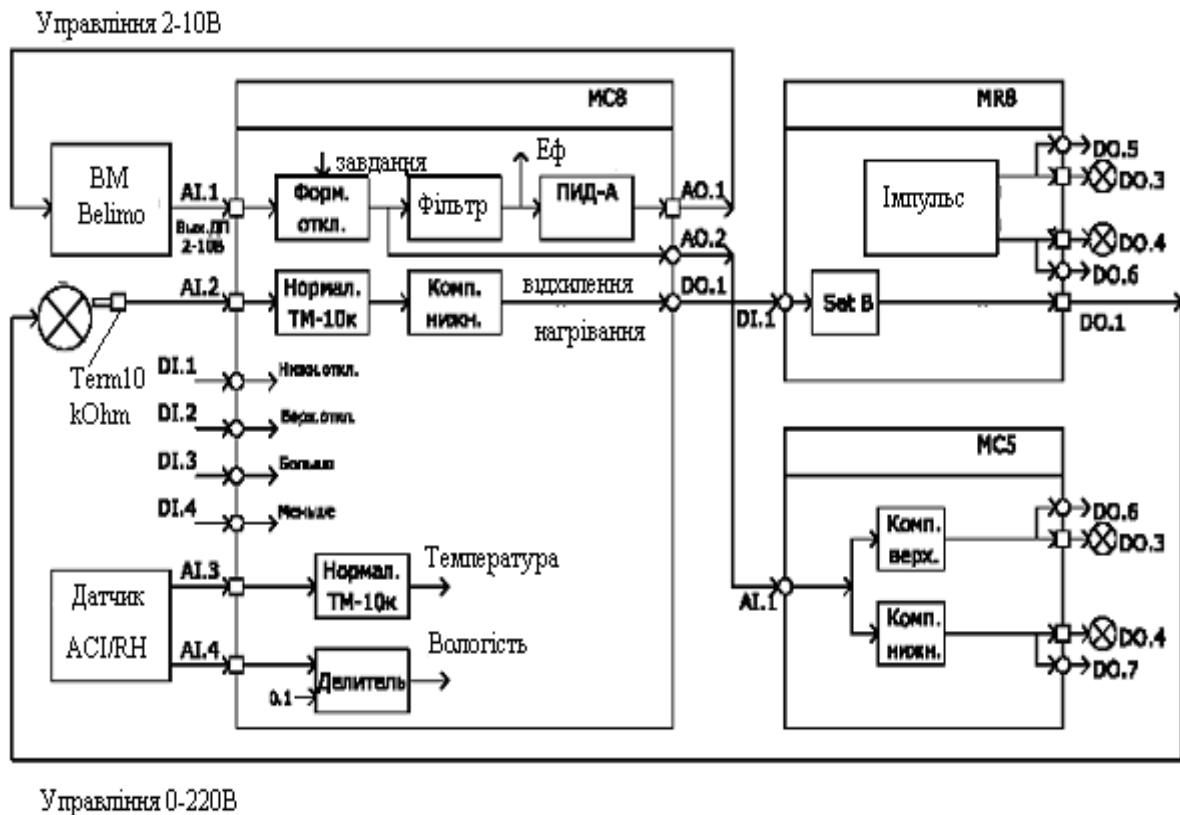


Рисунок 5.2 – Функціональна схема системи керування для реалізації на моделі

У схемі реалізовані два замкнуті контури регулювання:

- регулятор положення вихідного органа Belimo із сигналізацією граничних відхилень;
- регулятор температури поверхні лампи HL5 (терморегулятор).

Додатково реалізований контроль температури і вологості в приміщенні.

Крім того, у приладі MR8 реалізований імпульсатор, що керує індикаторами HL3, HL4. Стан індикаторів передається через інтерфейс RS485 у МС8 для контролю.

Регулятор положення. Вихідний сигнал датчика Belimo (датчик положення) надходить у МС8, де порівнюється із завданням і формується відхилення. Сигнал відхилення фільтрується фільтром, стала часу якого є параметром настроювання. З огляду на те, що Belimo має власну сталу часу 0,1с, отримуємо об'єкт регулювання другого порядку, одну зі сталих, яку можна довільно задавати. Відфільтроване відхилення Еф спрацьовується

аналоговим ПД-регулятором (ПД А), вихідний сигнал якого керує Velimo, забезпечуючи відповідність положення вихідного органа завданню.

Для сигналізації граничних відхилень сигнал відхилення із МС8 передається через інтерфейс RS485 у МС5, де порівнюється з уставками компараторів верхнього й нижнього рівнів. Компаратори керують індикаторами HL1, HL2. Стан індикаторів передається назад у МС8 для контролю.

Терморегулятор. Температура поверхні лампи HL5 вимірюється термістором ТМ1, сигнал якого надходить у МС8, де після нормалізації порівнюється із уставкою компаратора нижнього рівня.

Якщо температура лампи HL5 (*«температура 1»*) нижче уставки, компаратор включений, його сигнал через інтерфейс RS485 передається в MR8 й керує симісторним (релейним) виходом DO.1 останнього. Цей вихід вмикає живлення лампи (~220 В), забезпечуючи її нагрівання.

При досягненні заданого рівня температури вихід компаратора, а значить і вихід DO.1 MR8, відключаються, знімаючи живлення з лампи.

Таким чином, здійснюється двопозиційне регулювання температури. Параметром настроювання регулятора є зона повернення компаратора.

5.2 Порядок виконання роботи

У цьому розділі наведений опис прикладу проекту системи керування, розробленої за допомогою інструментальної системи програмування KONGRAF відповідно до описаної в п. 5.1.2 функціональної схеми.

5.2.1 Головний алгоритмічний блок навчального проекту

Головний алгоблок навчального проекту показаний на рис. 5.3.

На робочому полі головного алгоблоку проекту розміщені блоки всіх приладів, що входять у сегмент мережі (МС8, МС5, MR8).

У блоці кожного приладу передбачена необхідна кількість апаратних дискретних й аналогових входів-виходів для підключення зовнішніх з'єднань (у проекті відзначені квадратами) і віртуальних дискретних й аналогових входів-виходів для передачі інформації з інтерфейсу RS485.

Загальна кількість входів-виходів кожного блоку задається в ІС KONGRAF на закладці *«Входи/Виходи»* пункту *«Свойства»* (див. опис ІС KONGRAF).

Зв'язок необхідної кількості алгоритмічних входів-виходів з апаратними ресурсами блоку задається у пункті *«Подключення Вх/Вых»*.

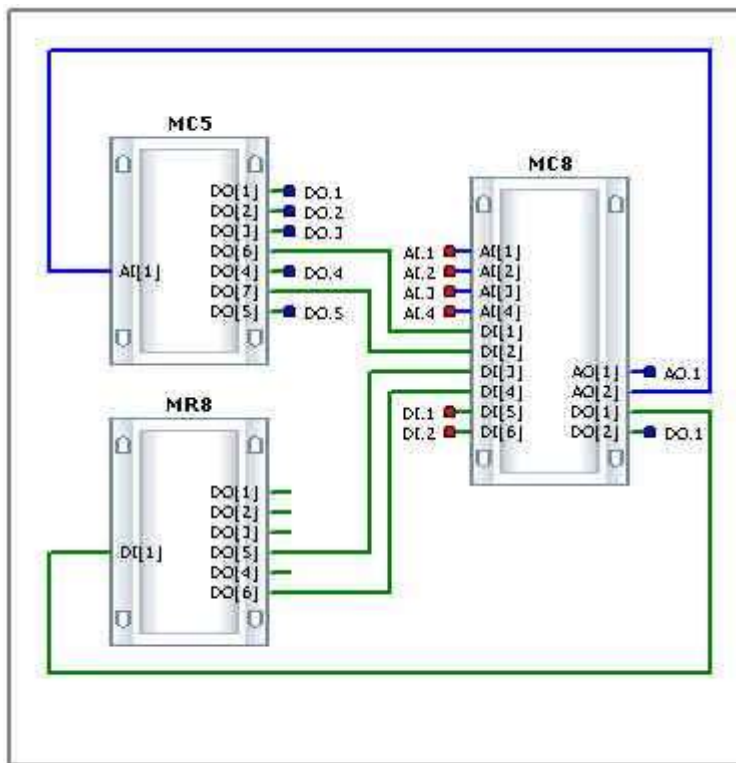


Рисунок 5.3 – Головний алгоритмічний блок проекту

Віртуальні виходи джерел інформації з'єднуються при розробці головного проекту лініями з віртуальними входами приймачів інформації відповідно до функціональної схеми.

5.2.2 Алгоритмічний блок MC8

Алгоритмічний блок Master-контролера навчального проекту показаний на рис. 5.4.

Регулятор положення. Регулятор положення побудований у такий спосіб. Сигнал датчика (2...10 В) регульованого параметра (датчик положення Velimo) з апаратного входу AI[1] надходить на нормалізатор (ФБ «НАПРЯЖЕНИЕ»), перетворюється у відсотки (ФБ «ФИЗ ВЕЛИЧ») і віднімається (ФБ «РАЗНОСТЬ») із сигналу задатчика (ФБ «ЗДН АНЛГ»).

Отриманий параметр «Отклонение» підключений до віртуального аналогового виходу AO[2] для передачі через RS485 – мережі в MC5 і до входу ФБ «Фільтр».

Відфільтрований сигнал E_{cp} поданий на вхід аналогового ПД-регулятора (ФБ «ПИД АНЛГ РУЧ»), що через апаратний вихід AO[1] керує Velimo. Цей тип ФБ ПД-регулятора (з ручним керуванням) обраний для організації можливості ручного керування виконавчим механізмом.

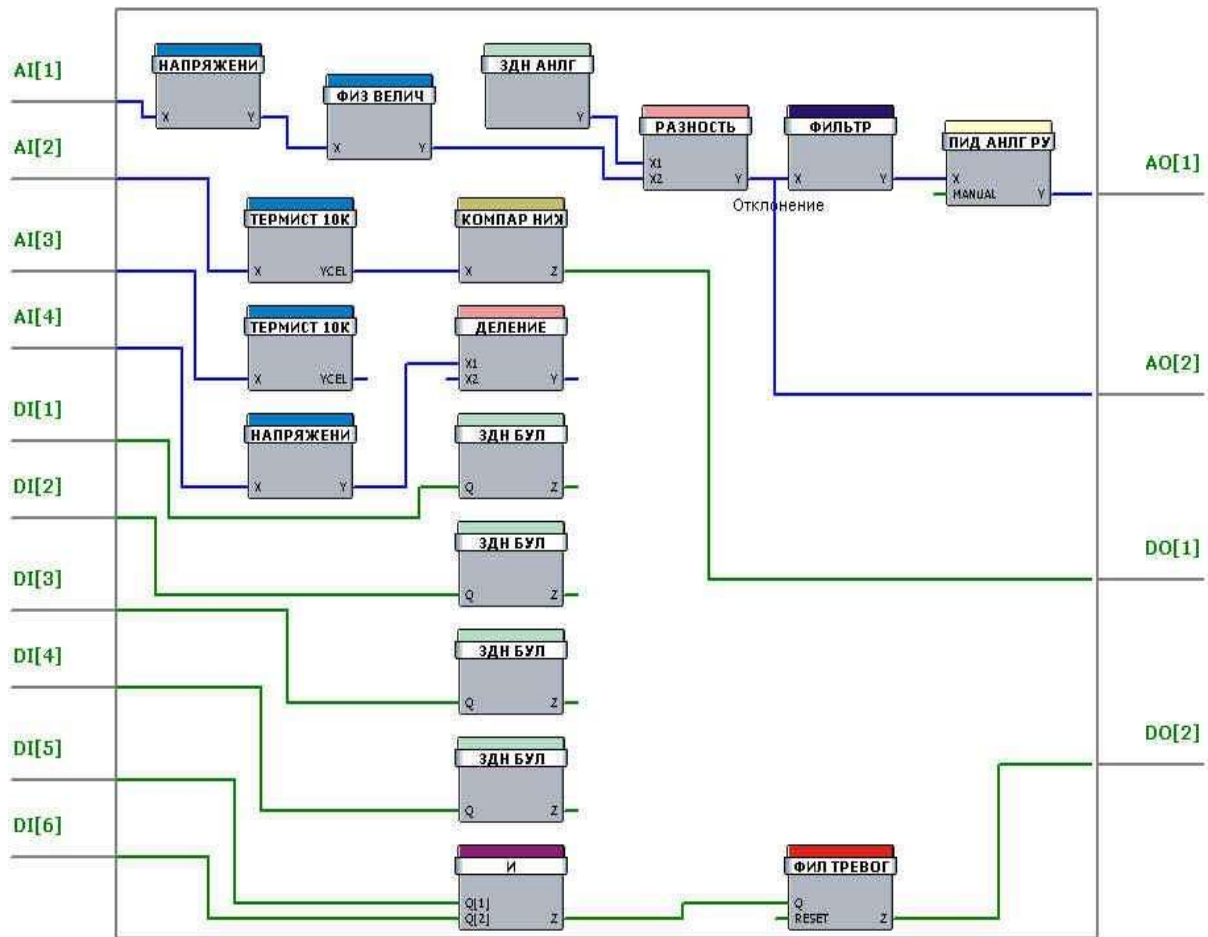


Рисунок 5.4 – Алгоблок модуля МС8

Терморегулятор. Терморегулятор сприймає сигнал термістора, що вимірює температуру лампи, з апаратного входу AI[2], що через нормалізатор (ФБ «ТЕРМИСТ 10К») керує компаратором (ФБ «КОМПАР НИЖ»), вихід якого підключений до віртуального виходу DO[1]. Останній через мережу RS485 і прилад MR8 керує нагріванням лампи.

Вимір параметрів повітря в приміщенні. Вимір параметрів повітря в приміщенні організовано у такий спосіб. Температура вимірюється термістором, підключеним до апаратного входу AI[3] і нормалізується ФБ «ТЕРМИСТ 10К».

Сигнал датчика вологості, підключеного до апаратного входу AI[4], перетворюється у відсотки шляхом розподілу на коефіцієнт $K = 0,1$ за допомогою ФБ «ДЕЛЕНИЕ».

Індикація роботи дискретних виходів модулів МС5 й MR8. Індикація роботи дискретних виходів МС5 й MR8 здійснюється шляхом передачі їх через RS485-мережу на віртуальні дискретні входи МС8 DI[1]-DI[4], після чого за допомогою ФБ «ЗДН БУЛ» кожний з них виводиться на індикацію.

Сигналізація відмов. Сигналізація відмов реалізована у такий спосіб. Дискретні віртуальні входи DI[5], DI[6] підключені відповідно до апаратних дискретних входів DI.1, DI.2 (див. рис. 5.1), на які подаються

сигнали від імітаторів відмов (тумблери S1, S2). Далі вони підсумовуються за схемою «И» (ФБ «И») і подаються на фільтр відмов (ФБ «ФИЛ ТРЕ-ВОГ»). Фільтр відмов відсіває випадкові короточасні відмови.

Якщо обоє імітатори замкнуті досить довгий час (кілька секунд), фільтр спрацьовує й вмикає віртуальний вихід DO[2], підключений до апаратного дискретного виходу DO.1.

Списки параметрів. У проекті передбачені наступні списки параметрів для індикації на Console.

Список «МС8» – для індикації параметрів об'єкта і параметрів настроювання ПД-регулятора положення; для перемикання в режим «ручне» і ручного управління виходом, у тому числі передбачена можливість «заморозити» вихід ПД-регулятора.

Список «МС5» – для індикації стану індикаторів граничних відхилень, що надходить із МС5.

Список «MR8» – для індикації стану виходів імпульсатора, що надходить із MR8.

Список «Измерения» – для індикації температури лампи терморегулятора, температури й вологості повітря в приміщенні.

Список «Терморегулятор» – для індикації температури лампи терморегулятора, стану виходу «Нагрівання», а також дозволяє установлювати завдання й зону повернення.

Список «Отказы» – для індикації спрацьовування кожного з імітаторів відмов, виникнення загальної відмови, дає можливість скинути відмову. Відмови можна контролювати також у списку «Отказы» Console.

5.2.3 Алгоритмічний блок модуля МС5

Алгоблок Slave-контролера МС5 показаний на рис. 5.5.

На віртуальний аналоговий вхід AI[1] через RS485 мережу подається сигнал відхилення з регулятора положення модуля МС8. Далі він подається на компаратори верхнього й нижнього рівнів (ФБ «КОМПАР ВЕРХ», «КОМПАР НИЖ»), які керують апаратними виходами DO[3], DO[4] і з'єднаними з ними віртуальними виходами DO[6] й DO[7] відповідно.

Апаратні виходи керують індикаторами HL1, HL2 (див. рис. 5.2), а віртуальні – передають інформацію в МС8.

У проекті передбачений список «Выходы», у якому здійснюється індикація стану сигналізаторів граничних відхилень і встановлюються величини уставок їхнього спрацьовування ($E_{\text{нижн}} > 0$, $E_{\text{верх}} < 0$).

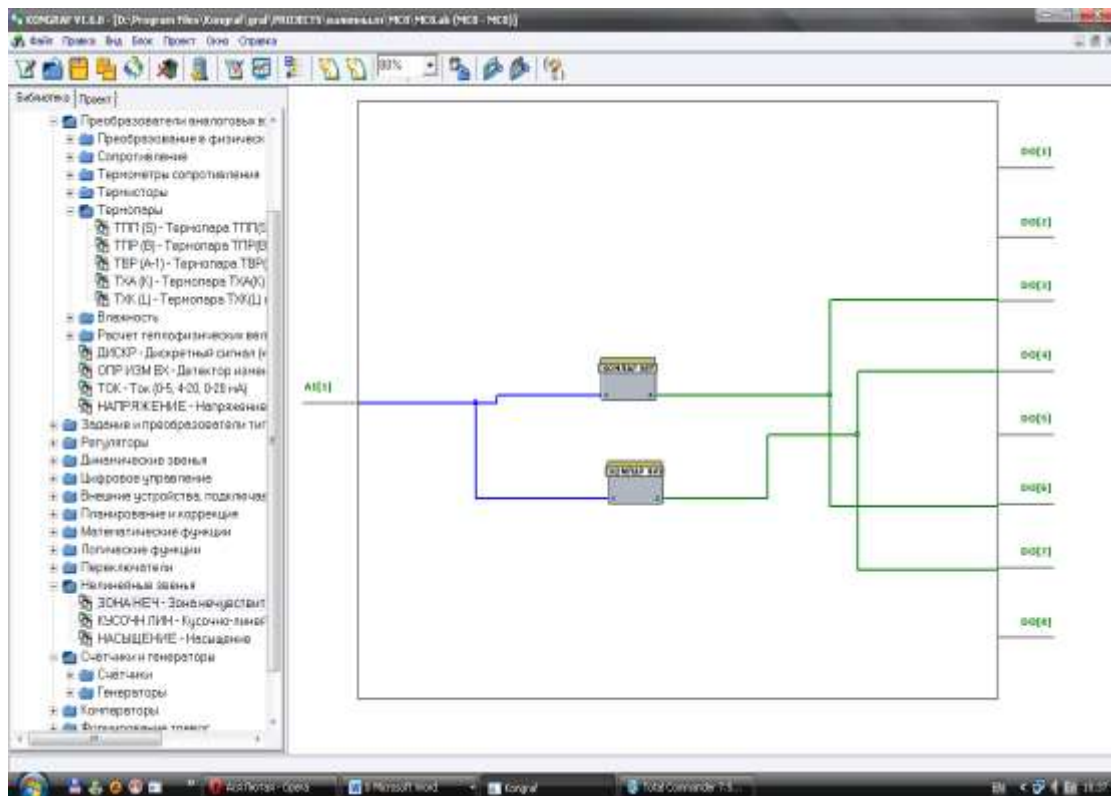


Рисунок 5.5 – Алгоритмічний блок модуля MC5

5.2.4 Алгоритмічний блок модуля MR8

Алгоблок Slavемодуля MR8 показаний на рис. 5.6.

На віртуальний вхід DI[1] через мережу надходить сигнал з виходу терморегулятора MC8, що далі через ФБ «Завдання значення булевої змінної» керує апаратним дискретним виходом DO[1], до якого підключена лампа HL5 регулятора температури (див. рис. 5.2).

У проекті передбачений імпульсатор для керування індикаторами HL3, HL4 (див. рис. 5.1 та 5.2). Імпульсатор включає ФБ «Генератор імпульсів», що здійснює імпульси із заданим періодом і шпаруватістю. У проекті передбачена шпаруватість 50 %, період 10 с. Таким чином, імпульс і пауза дорівнюють 5 с. Пуск імпульсатору здійснюється за допомогою ФБ «Завдання значення булевої змінної».

ФБ «Генератор імпульсів» через ФБ «Затримка включення (ціле, с)» керує апаратним дискретним виходом DO[03] і з'єднаним з ним віртуальним виходом DO[05].

Одночасно ФБ «Генератор імпульсів» через ФБ «Логічне заперечення» і другий ФБ «Затримка включення (ціле, с)» керує апаратним дискретним виходом DO[4] і з'єднаними з ним віртуальним виходом DO[6].

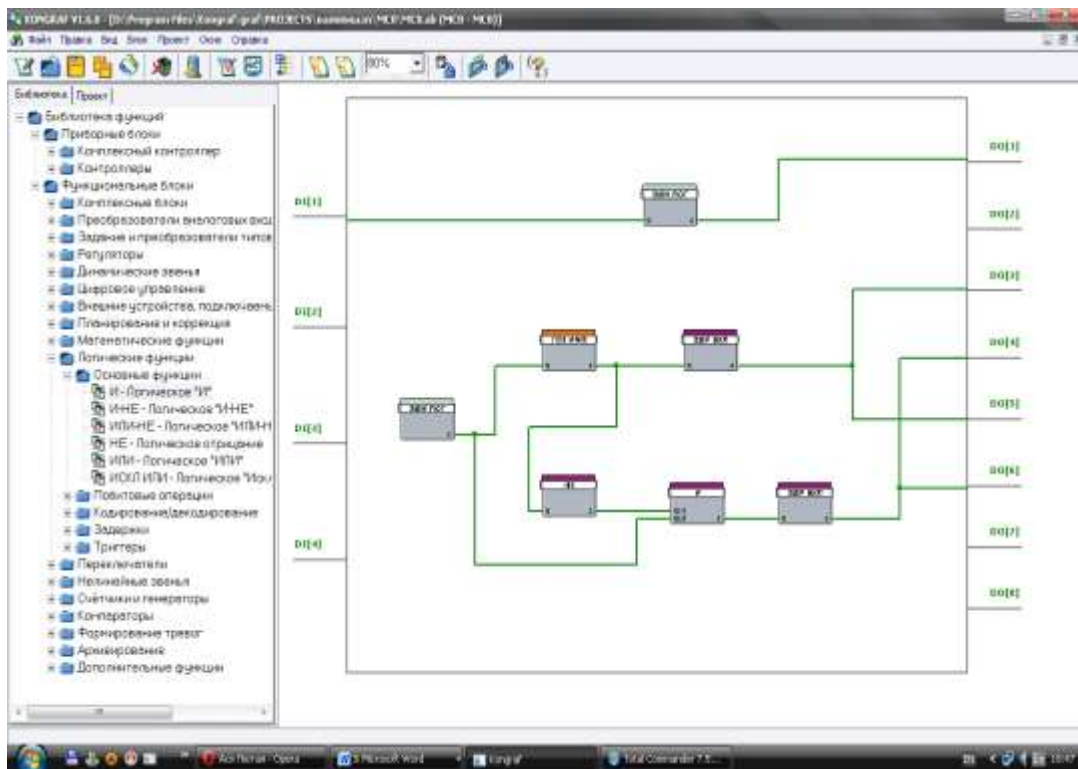


Рисунок 5.6 – Алгоблок модуля MR8

Таким чином, апаратні виходи DO[3], DO[4] вмикають/вимикають у протифазі (із затримкою 1 с) індикатори HL3, HL4 (див. рис. 5.2), а віртуальні виходи DO[5], DO[6] передають інформацію в MC8.

У проекті передбачений список «Выходы», у якому здійснюється індикація стану виходів імпульсатора, стану виходу «Нагрівання» терморегулятора, а також здійснюється пуск або останов імпульсатора.

5.3 Контрольні запитання

1. Алгоритм роботи регулятора положення
2. Алгоритм роботи терморегулятора
3. Алгоритм вимірювання параметрів повітря в приміщенні
4. Алгоритм роботи сигналізації відмов

6 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ ТА МЕТОДИКА ЇХ ВИКОНАННЯ

6.1 Індивідуальні завдання

Завдання 1. Спроектувати алгоритм керування регулятором температури води калорифера в залежності від температури зовнішнього повітря (рис. 6.1) на базі приборів комплексу КОНТАР. Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроектувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера (ів).

На рисунку 6.1 показано структурну схему алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту (див. додаток А «Бібліотека функціональних блоків»).

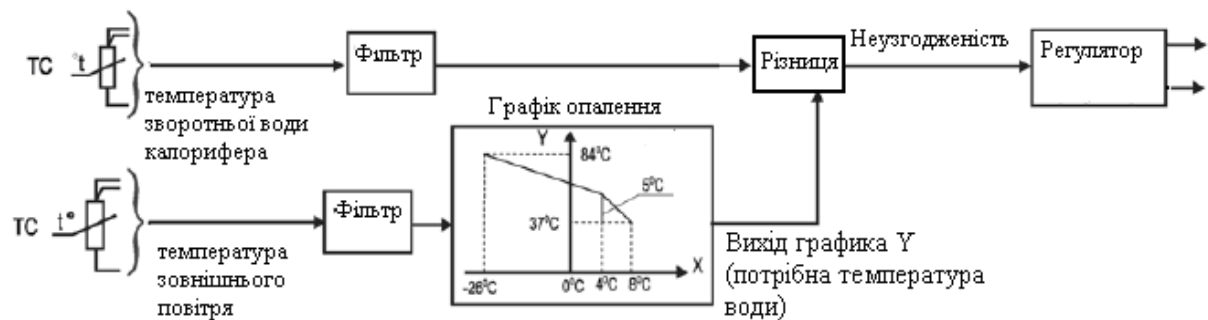


Рисунок 6.1 – Структурна схема алгоритму регулятора температури води калорифера залежно від температури зовнішнього повітря

Кожен студент виконує індивідуальне завдання відповідно до табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Варіанти індивідуальних завдань

№	Функціональні блоки (ФБ)				
	Регулятори	Датчик температури зворотної води	Датчик температури зовнішнього повітря	Фільтр температури зовнішнього повітря	Фільтр температури зворотної води
1	2	3	4	5	6
1	ПИД-регулятор	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ЗДР> Фільтр с задержкой включения	<ФИЛЬТР> - Фільтр

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5	6
2	ПИ-регулятор импульсный	<ТСП 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения
3	ПИД-регулятор импульсный	<ТСМ 50 3ПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 3ПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода
4	ПИ-регулятор импульсный	<ТСМ 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСП 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода
5	ПИД-регулятор импульсный	<ТСН 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Ni (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 3ПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения
6	ПИ-регулятор импульсный	<ТСМ 50 3ПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 3ПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения	<ФИЛЬТР> - Фильтр
7	ПИД-регулятор импульсный	<ТСП 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5	6
8	ПИ-регулятор імпульсний	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода
9	ПИД-регулятор імпульсний	<ТСМ 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСП 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода
10	ПИ-регулятор імпульсний	<ТСН 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Ni (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения

Завдання 2. Розробити алгоритм управління регулятором температури води калорифера за завданням (рис. 6.2) на базі контролера МС5 комплексу КОНТАР. Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму управління на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроектувати алгоритм управління у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера (ів).

На рисунку 6.2 показана структурна схема алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту (див. додаток А- Бібліотека функціональних блоків).

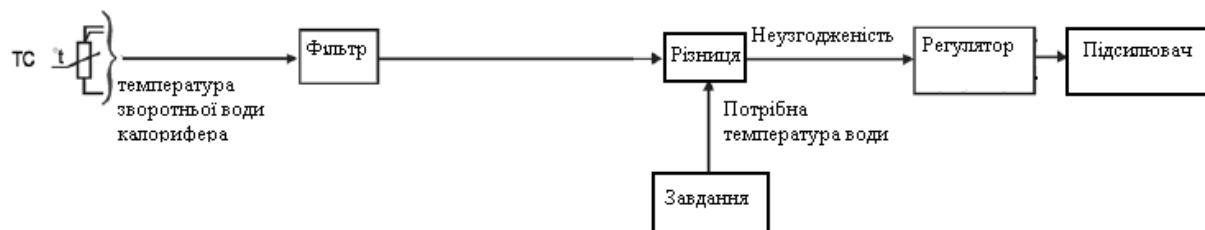


Рисунок 6.2 – Структурна схема алгоритму регулятора температури води калорифера залежно від завдання

Кожен студент виконує індивідуальне завдання відповідно до табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Варіанти контрольних завдань

№	Функціональні блоки (ФБ)				
	Регулятори	Датчик температури зворотної води	Фільтр температури зворотної води	Завдання	Підсилювач
1	2	3	4	5	6
1	<ПИД АН> ПИД-регулятор аналоговий	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<ЗДН АН> - Задание аналогового значения	<УСИЛЕНИЕ> - Коэффициент усиления
2	ПИД АН РУ - ПИД-регулятор аналоговый с ручным управлением выходом	<ТСП 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения	<ЗДН ЦЕЛОГО> - Задание целого значения	<УСИЛЕНИЕ> - Коэффициент усиления
3	И РЕГ АН - И-регулятор аналоговый	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода	<ЗДН АН> - Задание аналогового значения	<УСИЛЕНИЕ> - Коэффициент усиления
4	ПИ РЕГ АН - ПИ-регулятор аналоговый	<ТСМ 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода	<ЗДН ЦЕЛОГО> - Задание целого значения	<УСИЛЕНИЕ> - Коэффициент усиления
5	ПИД АН ОГР - ПИД-регулятор аналоговый с приоритетом внешнего ограничения	<ТСН 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Ni (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<ЗДН АН> - Задание аналогового значения	<УСИЛЕНИЕ> - Коэффициент усиления

Продовження табл. 6.2

1	2	3	4	5	6
6	<ПИ РЕГ АН> - ПИ-регулятор аналого-вый	<ТСМ 100> - Термометр 100 Ом, Cu (двухпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения	<ФИЛЬТ Р> - Фильтр
7	ПИД АН ОГР - ПИД-регулятор аналоговый с приоритетом внешнего ограничения	<ТСМ 50> - Термометр 50 Ом, Cu (двухпроводное подключение)	<ТСМ 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения
8	И РЕГ АН - И-регулятор аналого-вый	<ТСП 100> - Термометр 100 Ом, Pt RTD100 - RTD 100 Ohm, Pt (двухпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР > - Фильтр	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода
9	<ПИД АН> - ПИД-регулятор аналого-вый	<ТСП 500> - Термометр 500 Ом, Pt (двухпроводное подключение)	<ТСП 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР > - Фильтр	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода
10	ПИД АН РУ - ПИД-регулятор аналого-вый с ручным управлением выходом	<ТСП 50 - > - Термометр 50 Ом, Pt (двухпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения

Завдання 3. Спроектувати алгоритм формування сигналу тривоги на сигнальних лампочках відповідно їх підключенню на лабораторному стенді на базі приладів комплексу КОНТАР (див. рис. 5.1). Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроектувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера(ів).

На рисунку 6.3 показана структурна схема алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту (див. додаток А «Бібліотека функціональних блоків»).

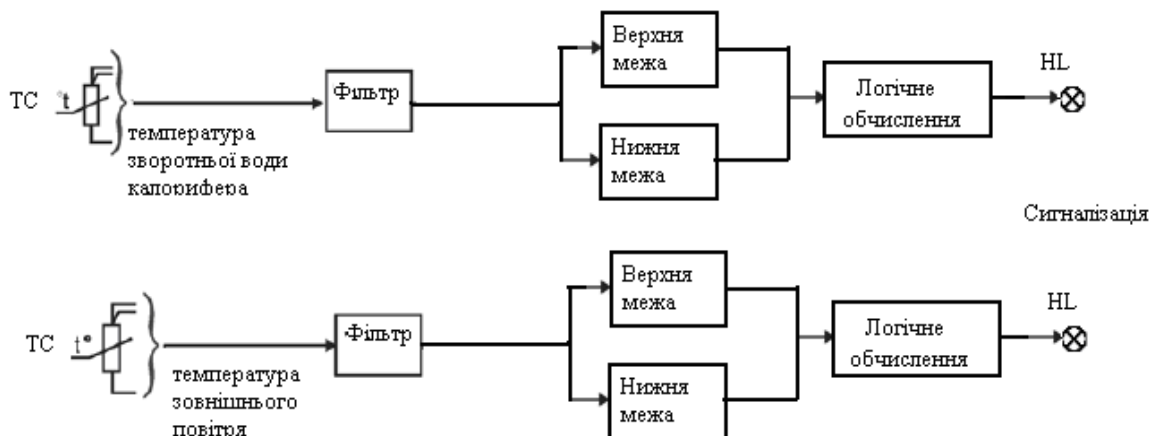


Рисунок 6.3 – Структурна схема алгоритму факту виходу сигналів температур із заданого діапазону

Кожен студент виконує індивідуальне завдання відповідно до табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Варіанти контрольних завдань

№	Функціональні блоки (ФБ)				
	Сигналізація	Датчик температури зворотної води	Датчик температури зовнішнього повітря	Фільтр температури зовнішнього повітря	Фільтр температури зворотної води
1	2	3	4	5	6
1	Индикаторные лампы HL1, HL2, HL3, HL4	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения	<ФИЛЬТР > - Фильтр
2	в различном сочетании	<ТСП 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения

Продовження табл. 6.3

1	2	3	4	5	6
3		<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода
4		<ТСМ 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСП 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода
5		<ТСН 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Ni (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения
6	Индикаторные лампы HL1, HL2 HL3, HL4 в различном сочетании	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения	<ФИЛЬТР > - Фильтр
7		<ТСП 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения
8		<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода

Продовження таблиці 6.3

1	2	3	4	5	6
9		<ТСМ 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСП 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода
10		<ТСН 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Ni (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 3ПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения
11	Индикаторные лампы – HL1, HL2 HL3, HL4	<ТСМ 50 3ПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 3ПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения	<ФИЛЬТР > - Фильтр
12		<ТСП 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения
13		<ТСМ 50 3ПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 3ПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода
14		<ТСМ 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСП 100 3ПР> - Термометр 100 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода

Продовження таблиці 6.3

1	2	3	4	5	6
15		<ТСН 100 ЗПР> - Термометр 100 Ом, Ni (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения

Завдання 4. Спроектувати регулятор положення виконавчого механізму Velimo. Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроектувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера (ів).

На рисунку 6.4 показано структурну схему алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту (див. додаток А «Бібліотека функціональних блоків»).



Рисунок 6.4 – Схема управління виконуючим механізмом Velimo

Кожен студент виконує індивідуальне завдання відповідно до таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 – Варіанти контрольних завдань

№	Функціональні блоки (ФБ)				
	Регулятор	Датчик положення	Фільтр	Завдання	Різниця
1	2	3	4	5	6
1	<ПИД АН> - ПИД-регулятор аналоговый	<НАПРЯЖЕНИЕ> - Напряжение (0...10 В)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<ЗДН АН> - Задание аналогового значения	<РАЗНОСТЬ> - Разность DIFF - Difference

Продовження таблиці 6.4

1	2	3	4	5	6
2	<ПИ РЕГ АН> - ПИ-регулятор аналоговый	<ТОК> - Ток (0...5, 4...20, 0...20 мА)	<ФИЛ С ЗДР> - Фильтр с задержкой включения	<ЗДН ЦЕ-ЛОГО> - Задание целого значения	<РАЗ-НОСТЬ> - Разность DIFF - Difference
3	И РЕГ АН – И - Регулятор аналоговый	<НАПРЯЖЕНИЕ> - Напряжение (0...10В)	<ФИЛ С ФИКС> - Фильтр с "замораживанием" выхода	<ЗДН АН> - Задание аналогового значения	<РАЗ-НОСТЬ> - Разность DIFF - Difference
4	ПИД АН РУ - ПИД-Регулятор аналоговый с ручным управлением выходом	<ТОК> - Ток (0...5, 4...20, 0...20 мА)	<Ф ЗДР ФИКС> - Фильтр с задержкой включения и "замораживанием" выхода	<ЗДН ЦЕ-ЛОГО> - Задание целого значения	<РАЗ-НОСТЬ> - Разность DIFF - Difference
5	ПИД АН ОГР - ПИД-Регулятор аналоговый с приоритетом внешнего ограничения	<НАПРЯЖЕНИЕ> - Напряжение (0...10В)	<ФИЛЬТР> - Фильтр	<ЗДН АН> - Задание аналогового значения	<РАЗ-НОСТЬ> - Разность DIFF - Difference

Завдання 5. Спроекувати алгоритм управління нагрівом лампи накаливання. Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроекувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера (ів).

На рисунку 6.5 показано структурну схему алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту (див. додаток А «Бібліотека функціональних блоків»).

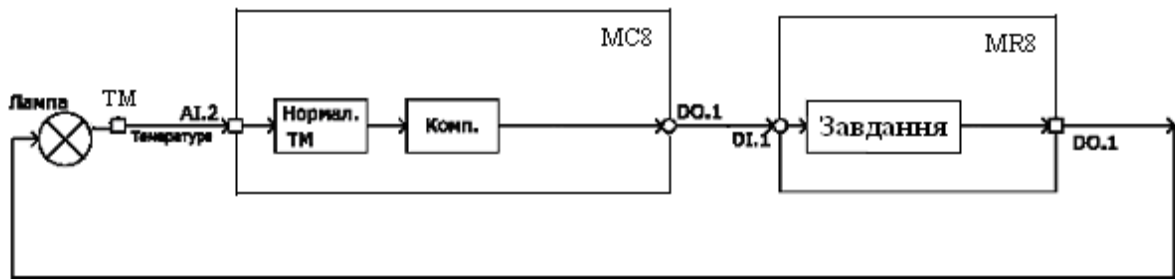


Рисунок 6.5 – Функціональна схема системи керування нагрівом лампи

Кожен студент виконує індивідуальне завдання відповідно до таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Варіанти контрольних завдань

Функціональні блоки (ФБ)		
Нормалізатор	Компаратор	Завдання
ТЕРМ 10К - Термистор 10 кОм	< КОМПАР НИЖ> - Компаратор нижнього рівня	ЗДН ЛОГ - Задание логического значения
ТЕРМ 10К +С - Термистор 10 кОм с сигнализацией обрыва/к.з.	< КОМПАР ВЕРХ> - Компаратор верхнього рівня	ЗДН ЛОГ - Задание логического значения
ТЕРМ 3К - Термистор 3 кОм	< КОМПАР НИЖ> - Компаратор нижнього рівня	ЗДН ЛОГ - Задание логического значения
ТЕРМ 3К +С - Термистор 3 кОм с сигнализацией обрыва/к.з.	< КОМПАР ВЕРХ> - Компаратор верхнього рівня	ЗДН ЛОГ - Задание логического значения
ТЕРМ 10К - Термистор 10 кОм	< КОМПАР ВЕРХ> - Компаратор верхнього рівня < КОМПАР НИЖ> - Компаратор нижнього рівня	Нет

Завдання 6. Спроекувати алгоритм управління електроприводом Velimo переміщення заслінки із сигналізацією граничних відхилень згідно з його підключенням на лабораторному стенді на базі приладів комплексу КОНТАР (див. монтажну схему на рис. 5.1). Для чого:

– обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;

– спроектувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера (ів).

На рисунку 6.6 показано структурну схему алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту.

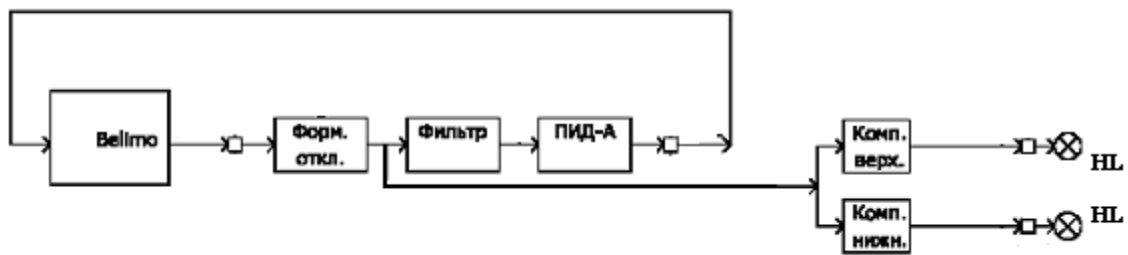


Рисунок 6.6 – Функціональна схема системи управління виконуючим механізмом

Кожен студент виконує індивідуальне завдання відповідно до таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Варіанти контрольних завдань

№	Функціональні блоки (ФБ)							
	Регулятор	Нормалізатор	Перетворювач	Фільтр	Компаратори	Завдання	Різниця	Сигналізація
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<ПИД АН> - ПИД-регулятор аналоговый	<НА-ПРЯЖЕ-НИЕ> Напряжение (0-10В)	ФИЗ ВЕЛИЧ - Преобразование в физические единицы по двум точкам	<ФИЛЬТР> - Фильтр	Компаратор верхнего уровня < Компаратор нижнего уровня	<ЗДН АН> - Задание аналогового значения	<РАЗНОСТЬ> - Разность	Індикаторні лампи HL1, HL2
2	Те ж саме	Те ж саме	Те ж саме	<ФИЛ ЗДР> - Фильтр с задержкой включения	Те ж саме	<ЗДН ЦЕЛОГО> - Задание целого значения	Те ж саме	Індикаторні лампи HL3, HL4
3	<ПИ РЕГ АН> - ПИД-регулятор аналоговый	Те ж саме	Те ж саме	<ФИЛ ЗДР> - Фильтр с задержкой включения	Те ж саме	<ЗДН ЦЕЛОГО> - Задание целого значения	Те ж саме	Індикаторні лампи HL1, HL2
4	Те ж саме	Те ж саме	Те ж саме	<ФИЛЬТР> - Фильтр	Те ж саме	<ЗДН АН> - Задание аналогового значения	Те ж саме	Індикаторні лампи HL3, HL4

Продовження таблиці 6.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	И РЕГ АН - И-регулятор аналоговый	Те ж саме	Те ж саме	<ФИЛ ФИКС> Фильтр с "замора- живанием" выхода	Те ж саме	<ЗДН АН> Задание аналогового значения	Те ж саме	Індикатор- ні лампи HL1, HL2
6	Те ж саме	Те ж саме	Те ж саме	<ФИЛЬТР> - Фильтр	Те ж саме	<ЗДН ЦЕ- ЛОГО> Задание целого зна- чения	Те ж саме	Індикатор- ні лампи HL3, HL4
7	ПИД АН РУ - ПИД- регулятор аналоговый с ручным управлением выходом	Те ж саме	Те ж саме	<Ф ЗДР ФИКС> Фильтр с задержкой включения и "замора- живанием" выхода	Те ж саме	<ЗДН ЦЕ- ЛОГО> Задание целого зна- чения	Те ж саме	Індикатор- ні лампи HL1, HL2
8	Те ж саме	Те ж саме	Те ж саме	<ФИЛЬТР> - Фильтр	Те ж саме	<ЗДН АН> Задание аналогового значения	Те ж саме	Індикатор- ні лампи HL3, HL4
9	ПИД АН ОГР - ПИД- регулятор аналоговый с приоритетом внешнего ограничения	Те ж саме	Те ж саме	<ФИЛЬТР> - Фильтр	Те ж саме	<ЗДН АН> Задание аналогового значения	Те ж саме	Індикатор- ні лампи HL1, HL2
10	Те ж саме	Те ж саме	Те ж саме	<ФИЛ ЗДР> Фильтр с задержкой включения	Те ж саме	<ЗДН ЦЕ- ЛОГО> Задание целого зна- чения	Те ж саме	Індикатор- ні лампи HL3, HL4

Завдання 7-10. Керування лампочками, встановленими на лабораторному стенді і підключеними до контролерів на базі приладів комплексу КОНТАР (див. монтажну схему на рисунку 5.1), за певним алгоритмом.

Завдання 7. Почергове «увімк.-вимк.» пари лампочок.

Для чого:

– обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі його призначення, основних функцій та схеми підключення;

– спроектувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера(ів).

Варіанти керування лампочками:

1-2;
1-3;
1-4;
2-3;
2-4;
3-4.

Завдання 8. Одночасне «увімк.-вимк.» пари лампочок.

Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі його призначення, основних функцій та схеми підключення;
- спроектувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера(ів).

Варіанти керування лампочками:

1-2;
1-3;
1-4;
2-3;
2-4;
3-4.

Завдання 9. Почергове «увімк.-вимк.» ряду лампочок у певній послідовності.

Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі його призначення, основних функцій та схеми підключення;
- спроектувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера(ів).

Варіанти керування лампочками:

1 + 2 + 3 + 4;
1 + 3 + 2 + 4;
1 + 4 + 2 + 3;
1 + 4 + 3 + 2.

Завдання 10. Почергове «увімк.-вимк.» пари лампочок у певній послідовності.

Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі його призначення, основних функцій та схеми підключення;
- спроектувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера(ів).

Варіанти керування лампочками:

1-2, 3-4;
1-3, 2-4;
1-4, 2-3.

6.2 Методика виконання індивідуальних завдань

Завдання 1. Спроекувати алгоритм керування регулятором температури води калорифера в залежності від температури зовнішнього повітря (див. рис. 6.1) на базі приборів комплексу КОНТАР. Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроекувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера(ів).

На рисунку 6.1 показана структурна схема алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту (див. додаток А «Бібліотека функціональних блоків»).

Приклад виконання. У табл. 6.7 наведено приклад варіанта завдання.

Таблиця 6.7 – Приклад варіанта завдання

Функціональні блоки (ФБ)				
Регулятори	Датчик температури зворотної води	Датчик температури зовнішнього повітря	Фільтр температури зовнішнього повітря	Фільтр температури зворотної води
<ПИД ИМ-ПУЛ> - ПИД-регулятор імпульсний	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Cu (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ЗДР> - Фільтр с задержкой включения	<ФИЛЬТР> - Фільтр

1. Робота починається з вибору контролера й опису його технічних характеристик.

Для рішення поставленої задачі необхідний Master-контролер МС8 (він здійснює зв'язок з комп'ютером через інтерфейс RS-232, де розташовані програмні засоби для роботи із контролерами) та MR8.

Контролери МС8 виконують наступні основні функції:

- вимірювання і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;
- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;
- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);

- виведення інформації на дисплей пульта оператора або на віртуальну панель на екрані монітора комп'ютера, Notebook, PDA або іншого засобу обчислювальної техніки, з'єднаного з контролером через канал інтерфейсного зв'язку RS232;

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями;

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS232 на основній платі контролерів з периферійними пристроями (модемами, тепло-, водо-, електролічильниками і т. п.);

- уведення/виведення інформації у/із контролера у SCADA-систему через submodule RS232 або через submodule Ethernet.

2. Потім кожен студент вибирає функціональні блоки відповідно до варіанта з бібліотеки функціональних блоків, прикладеної до завдання.

Далі буде алгоритм в алгоблоці вибраного контролера (рис. 6.7, 6.8) відповідно до структурної схеми (див. рис. 6.1) і правил програмування в інструментальному середовищі KONGRAF мовою функціональних блоків «FBD». Головний блок проекту наведено на рис. 6.9.

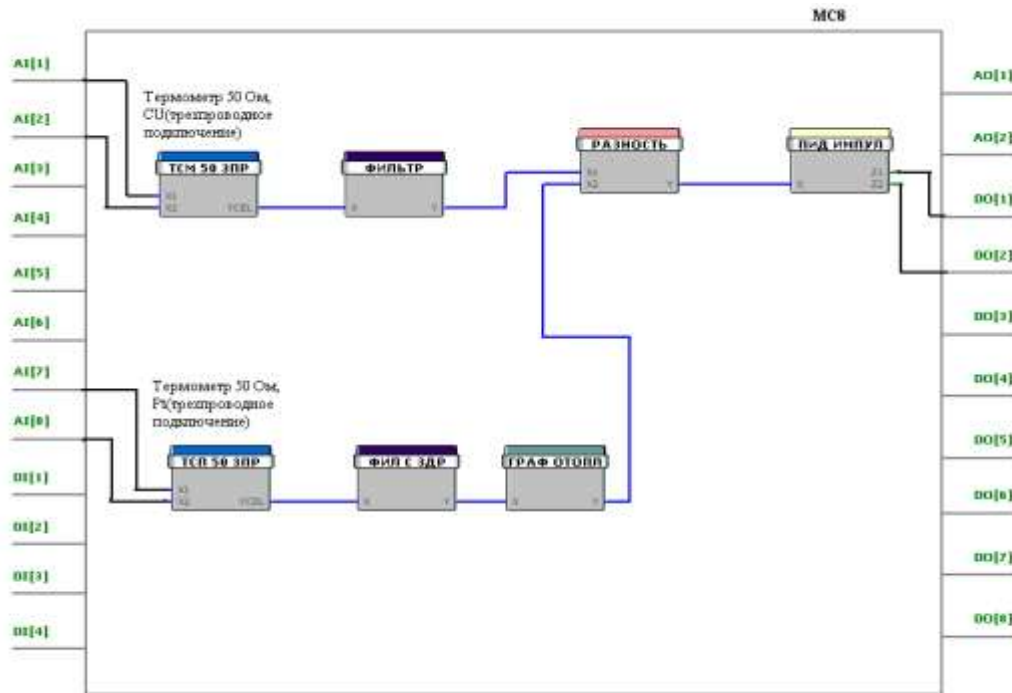


Рисунок 6.7 – Алгоритму регулювання температури води калорифера в залежності від температури зовнішнього повітря



Рисунок 6.8 – Алгоритм роботи MR8

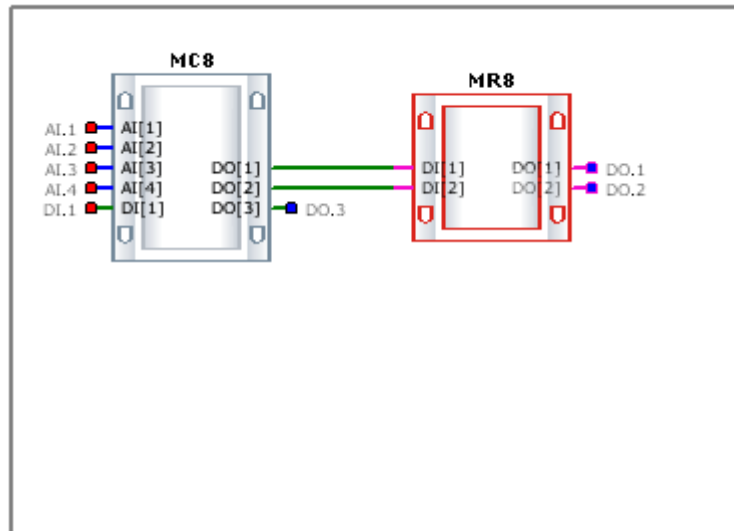


Рисунок 6.9 – Головний блок проекту

3. *Алгоритм керування.* Сигнали від датчиків температур зворотної води (ФБ <ТСМ 50 ЗПР> – Термометр 50 Ом, Cu (трипровідне підключення)) і зовнішнього повітря (ФБ <ТСМ 50 ЗПР> – Термометр 50 Ом, Pt (трипровідне підключення)) надходять на відповідні фільтри: фільтр температури зворотної води (ФБ <ФИЛЬТР> – Фільтр) і фільтр температури зовнішнього повітря (ФБ <ФИЛ С ЗДР> – Фільтр із затримкою включення). Далі сигнал від датчика зовнішнього повітря подається на вхід блоку формування завдання необхідної температури води в залежності від температури зовнішнього повітря (ФБ "ГРАФ ОТОПЛ"). Вихідний сигнал цього блоку задає необхідну температуру (завдання) води на одному із входів блоку визначення сигналу неузгодженості (ФБ "РАЗНОСТЬ"). На інший вхід цього блоку надходить значення результату вимірювання датчиком температури зворотної води калорифера. Сигнал помилки (неузгодженості) з виходу блоку "РАЗНОСТЬ" надходить на регулятор (ФБ <ПИД ИМПУЛ>), що на своїх виходах формує сигнали керування запірно-регулюючим клапаном (КЗР), що коштує в контурі зворотної води і регулюючи подачу зворотної води.

Завдання 2. Розробити алгоритм керування регулятором температури води калорифера за завданням (див. рис. 6.2) на базі контролера МС5 комплексу КОНТАР. Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроектувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера (ів).

На рисунку 6.2 показана структурна схема алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту.

Приклад виконання. У табл. 6.8 наведено приклад варіанта завдання.

Таблиця 6.8 – Приклад варіанта завдання

Функціональні блоки (ФБ)				
Регулятори	Датчик температури зворотної води	Фільтр температури зворотної води	Завдання	Підсилювач
<ПІД АН> - ПІД-регулятор аналоговий	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Си (трёхпроводное подключение)	<ФИЛЬТР> - Фільтр	<ЗДН АН> - Задание аналогового значения	<УСИЛЕНИЕ> - Коэффициент усиления

1. Робота починається з вибору контролера й опису його технічних характеристик.

Для реалізації поставленого завдання необхідні два контролера: Master-контролер МС8, який здійснює зв'язок з комп'ютером через інтерфейс RS-232, та Slave-контролер МС5, який реалізує алгоритм керування.

Контролери МС8 виконують наступні основні функції:

- вимірювання і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;

- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;

- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);

- вивід інформації на дисплей пульта оператора або на віртуальну панель на екрані монітора комп'ютера, Notebook, PDA або іншого засобу обчислювальної техніки, з'єднаного з контролером через канал інтерфейсного зв'язку RS232;

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями;

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS232 на основній платі контролерів з периферійними пристроями (модемами, тепло-, водо-, електролічильниками і т. п.);

- уведення/виведення інформації у/із контролера у SCADA-систему через субмодуль RS232 або через субмодуль Ethernet.

Контролер МС5 є спрощеною версією контролера МС8.

Контролери МС5 виконують наступні основні функції:

- вимірювання і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;

- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;

– виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);

– забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями.

2. Потім кожен студент вибирає функціональні блоки відповідно до варіанта з бібліотеки функціональних блоків, прикладеної до завдання. Далі будує алгоритм в алгоблоці вибраного контролера (рис. 6.10) відповідно до структурної схеми (див. рис. 6.2) і правил програмування в інструментальній середовищі KONGRAF мовою функціональних блоків «FBD» (рис. 6.10, 6.11).

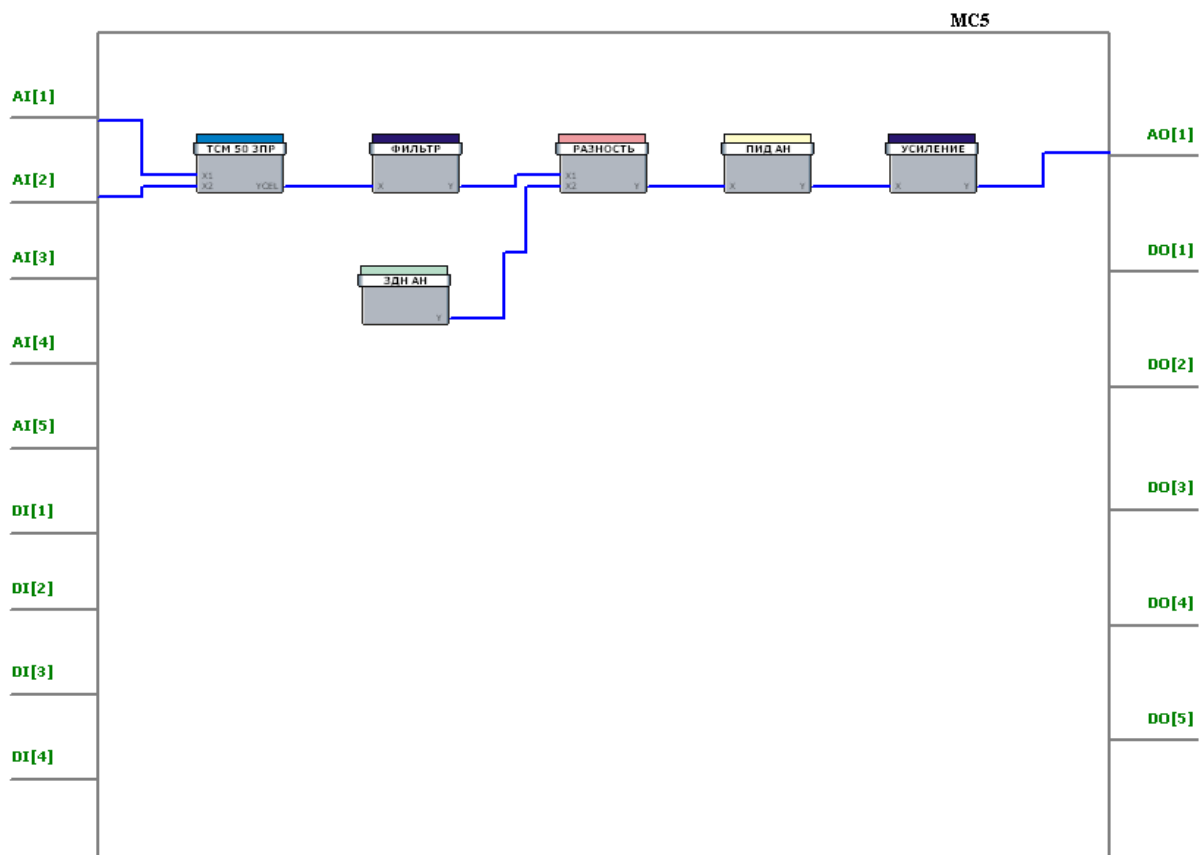


Рисунок 6.10 – Алгоритм керування регулятором температури води калорифера за завданням

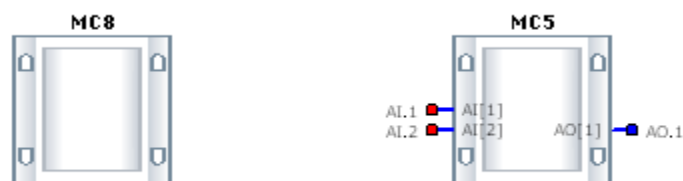


Рисунок 6.11 – Головний блок проекту

3. *Алгоритм керування.* Схема на рисунку 6.2 показує аналоговий регулятор зі зворотним зв'язком. Блок <ЗДН АН> формує завдання на одному з входів блоку визначення сигналу помилки (ФБ "РАЗНОСТЬ"). Аналоговий сигнал зворотного зв'язку від об'єкта керування подається на вхід AI[1] і далі через нормалізатор <ТСМ 50 ЗПР> і фільтр (ФБ <ФИЛЬТР>) на другий вхід блоку "РАЗНОСТЬ". Сигнал неузгодженості (різниця між завданням і сигналом зворотного зв'язку) подається на вхід регулятора (ФБ <ПИД АН>), вихід якого через підсилювач (ФБ <УСИЛЕНИЕ>) подається на привід керування заслінки.

МС8 через мережу RS232 здійснює зв'язок із верхнім рівнем керування, а через мережу RS485 здійснює зв'язок із МС5.

Завдання 3. Спроекувати алгоритм формування сигналу тривоги на сигнальних лампочках НЛ відповідно до їх підключення на лабораторному стенді на базі приладів комплексу КОНТАР (див. монтажну схему на рисунку 5.1). Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроекувати алгоритм управління у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера (ів).

На рисунку 6.3 показана структурна схема алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту.

Приклад виконання. У табл. 6.9 наведено приклад варіанта завдання.

Таблиця 6.9 – Приклад варіанта завдання

Функціональні блоки (ФБ)				
Сигналізація	Датчик температури зворотної води	Датчик температури зовнішнього повітря	Фільтр температури зовнішнього повітря	Фільтр температури зворотної води
Индикаторные лампы НЛ1, НЛ2	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Си (трёхпроводное подключение)	<ТСМ 50 ЗПР> - Термометр 50 Ом, Pt (трёхпроводное подключение)	<ФИЛ С ЗДР> Фільтр с задержкой включения	<ФИЛЬТР> - Фільтр

Робота починається з вибору контролера й опису його технічних характеристик).

Для реалізації поставленого завдання необхідні два контролера: Master-контролер МС8, який здійснює зв'язок з комп'ютером через інтерфейс RS-232, та Slave-контролер МС5, який реалізує алгоритм керування і до якого підключені сигнальні лампочки 1 і 2 відповідно до монтажною схемою.

Контролери MC8 виконують наступні основні функції:

- вимірювання і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;
- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;
- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);
- виведення інформації на дисплей пульта оператора або на віртуальну панель на екрані монітора комп'ютера, Notebook, PDA або іншого засобу обчислювальної техніки, з'єднаного з контролером через канал інтерфейсного зв'язку RS232;
- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями;
- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS232 на основній платі контролерів з периферійними пристроями (модемами, тепло-, водо-, електролічильниками і т. п.);
- уведення/виведення інформації у/із контролера у SCADA-систему через субмодуль RS232 або через субмодуль Ethernet.

Контролер MC5 є спрощеною версією контролера MC8.

Контролери MC5 виконують наступні основні функції:

- вимір і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;
- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;
- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);
- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями.

2. Потім кожен студент вибирає функціональні блоки відповідно до варіанта з бібліотеки функціональних блоків, прикладеної до завдання.

Далі будує алгоритм в алгоблоці вибраного контролера відповідно до структурної схеми і правил програмування в інструментальному середовищі KONGRAF мовою функціональних блоків «FBD» (рис. 6.12...6.14).

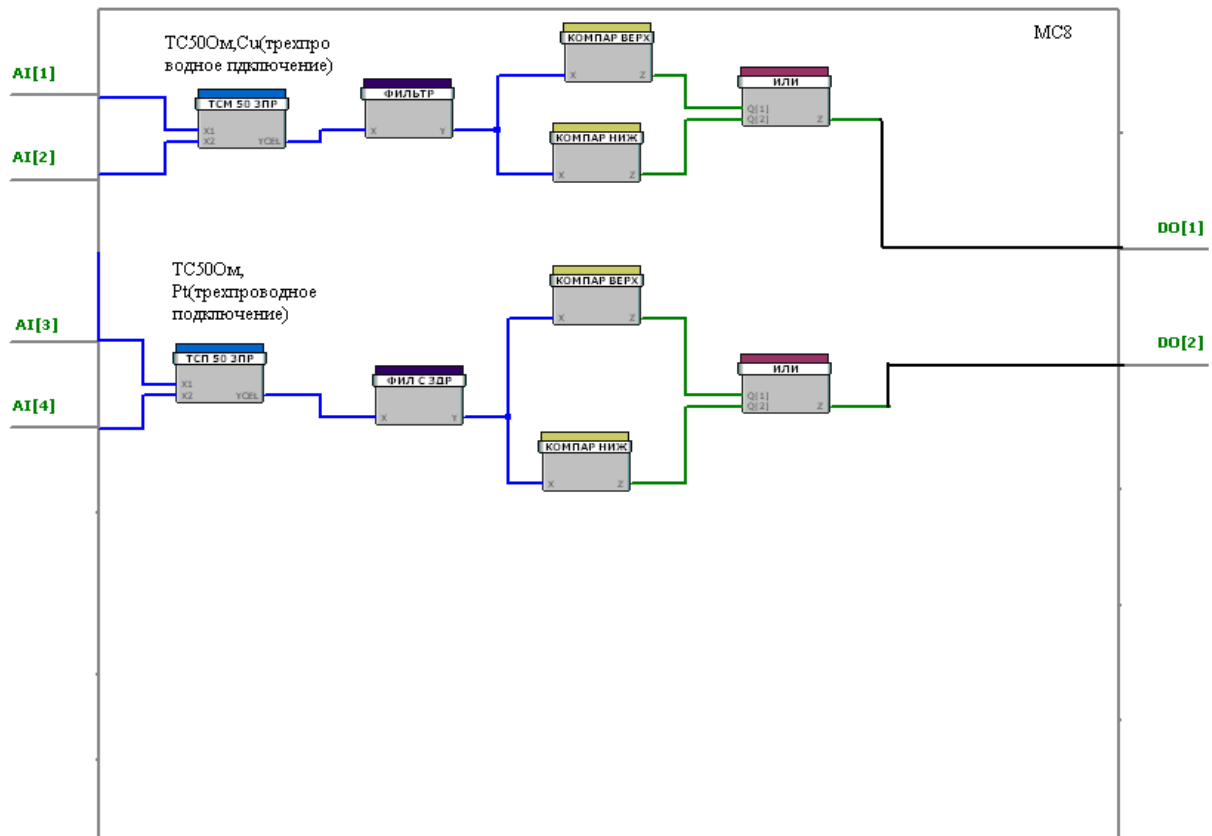


Рисунок 6.12 – Алгоритм формування сигналу тривоги

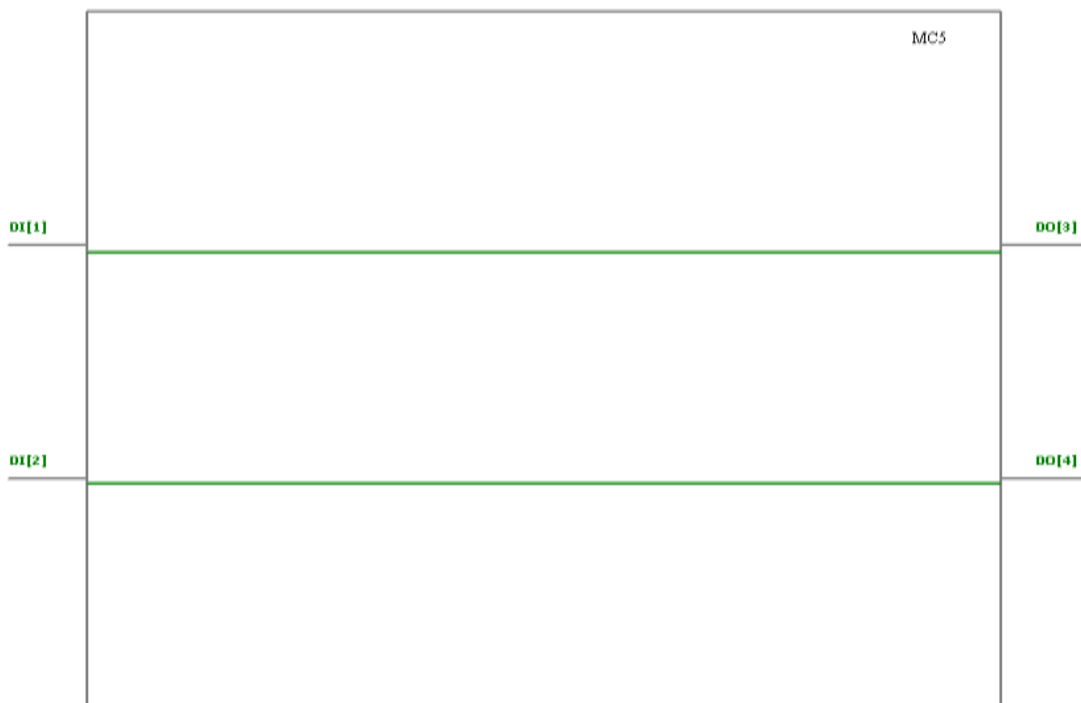


Рисунок 6.13 – Вікно підключення індикаторних ламп

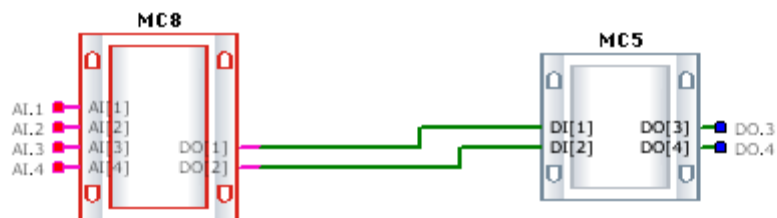


Рисунок 6.14 – Головний блок проекту

3. *Алгоритм регулювання.* Система регулювання відслідковує температури зворотної води (ФБ <ТСМ 50 ЗПР>) і приточного повітря (ФБ <ТСМ 50 ЗПР>). При виході кожної з цих температур із заданого діапазону система регулювання на цифровому виході формує прапор того, що температура вийшла за припустимі межі, що служить для формування сигналу тривоги. Для цього вихідні аналогові сигнали фільтрів (ФБ <ФИЛЬТР>) і (ФБ <ФИЛ С ЗДР>) відповідно подаються на компаратори верхнього і нижнього рівнів (ФБ <КОМПАР ВЕРХ> і <КОМПАР НИЖ>). У випадку значень, що перевищують верхній температурний поріг або менших нижнього порога, за допомогою ФБ <ИЛИ> формуються логічні сигнали (прапори) про вихід робочих температур за межі припустимого діапазону на виходах DO1, DO2 контролера MC8. Далі ці сигнали передаються на контролер MC5, який управляє індикаторними лампами HL1 та HL2, що підключені до його апаратних виходів DO3 та DO4.

Завдання 4. Спроекувати регулятор положення виконавчого механізму Velimo. Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроекувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера (ів).

На рисунку 6.4 показано структурну схему алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту.

Приклад виконання. У табл. 6.10 наведено приклад варіанта завдання.

Таблиця 6.10 – Приклад варіанта завдання

Функціональні блоки (ФБ)				
Регулятор	Датчик положення	Фільтр	Завдання	Різниця
<ПИД АН> - ПИД-регулятор аналоговий	<НАПРЯЖЕНИЕ> - Напряжение (0...10 В)	<ФИЛЬТР> - > - Фільтр	<ЗДН АН> - Задание аналогового значення	<РАЗНОСТЬ> - Разность DIFF - Difference

1. Робота починається з вибору контролера й описання його технічних характеристик.

Для вирішення поставленої задачі необхідний та достатній Master-контролер MC8. Він здійснює зв'язок з комп'ютером через інтерфейс RS-232, де розташовані програмні засоби для роботи із контролерами, а також до нього підключений електропривод LM24SR (Belimo, Швейцарія), призначений для керування повітряними заслінками у системах вентиляції та кондиціонування.

Контролери MC8 виконують наступні основні функції:

- вимірювання і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;

- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;

- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для управління конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);

- вивід інформації на дисплей пульта оператора або на віртуальну панель на екрані монітора комп'ютера, Notebook, PDA або іншого засобу обчислювальної техніки, з'єднаного з контролером через канал інтерфейсного зв'язку RS232;

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями;

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS232 на основній платі контролерів з периферійними пристроями (модемами, тепло-, водо-, електролічильниками і т. п.);

- уведення/виведення інформації у/із контролера у SCADA-систему через submodule RS232 або через submodule Ethernet.

Нижче коротко наведені основні характеристики контролера MC8.

Контролери живляться від напруги змінного струму 220 В або 24 В.

Входи контролера. Дискретні входи: кількість входів – 4; вид сигналу – “сухий” ключ; напруга на ключі – 30 В постійного струму; струм, що комутується, – 0,15 А постійного струму.

Аналогові входи: кількість входів – 8. На аналогові входи можуть подаватися сигнали від різних типів датчиків (табл. 6.11).

Виходи контролера. Дискретні виходи: кількість виходів – 8; тип виходу – “сухий” транзисторний або симісторний ключ. Аналогові виходи: кількість виходів – 2.

Інтерфейси контролера. Контролер MC8 поставляється з наступними інтерфейсами на основній платі:

RS-232C на частоті до 115 200 Бод;

RS-485 на частоті 57 600 Бод.

Для одержання більш повної інформації див. «Контролери вимірвальні МС8. Посібник з експлуатації. (ГЕЗ.035.040 РЕ)» [2].

Таблиця 6.11 – Характеристики датчиків, що підключаються до контролера

Типи датчиків		Діапазон зміни сигналу
Датчики постійної напруги		0 до 2 400 мВ
		від 0 до 10 В
Датчики постійного струму		від 0 до 5 мА
		від 0(4) до 20 мА
Термометри опору	50П, 100П, 500П	від -50 до 270 °С
	50М, 100М	від -50 до 200 °С
	100Н	від -50 до 100 °С
Термістори: 10 кОм, 3 кОм (при 25 °С)		від 0 до 100 °С
Реостатні датчики: 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм		від 0 до 100 %

2. Потім кожен студент вибирає функціональні блоки відповідно до варіанта з бібліотеки функціональних блоків, прикладеної до завдання. Далі будує алгоритм в алгоблоці заданого контролера (рис. 6.15) відповідно до структурної схеми (див. рис. 6.4) і правил програмування в інструментальному середовищі KONGRAPH мовою функціональних блоків «FBD» (рис. 6.16).

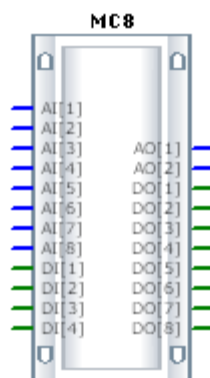


Рисунок 6.15 – Алгоблок контролера МС8

3. Алгоритм керування. Регулятор положення побудований у такий спосіб. Сигнал датчика положення виконавчого механізму Velimo з апаратного входу AI[1] надходить на нормалізатор (ФБ "Напруга"), перетворюється у фізичну величину (ФБ ФИЗ ВЕЛИЧ) і віднімається (ФБ "Різниця") із сигналу задатчика (ФБ "Завдання аналогової величини"). Отриманий параметр "Відхилення" підключений до входу ФБ "Фільтр". Відфільтрований сигнал Еср подається на вхід аналогового ПІД-регулятора (ФБ "ПІД-регулятор з аналоговим виходом і ручною установкою виходу"), що через апаратний вихід AO[1] керує виконавчим механізмом Velimo.

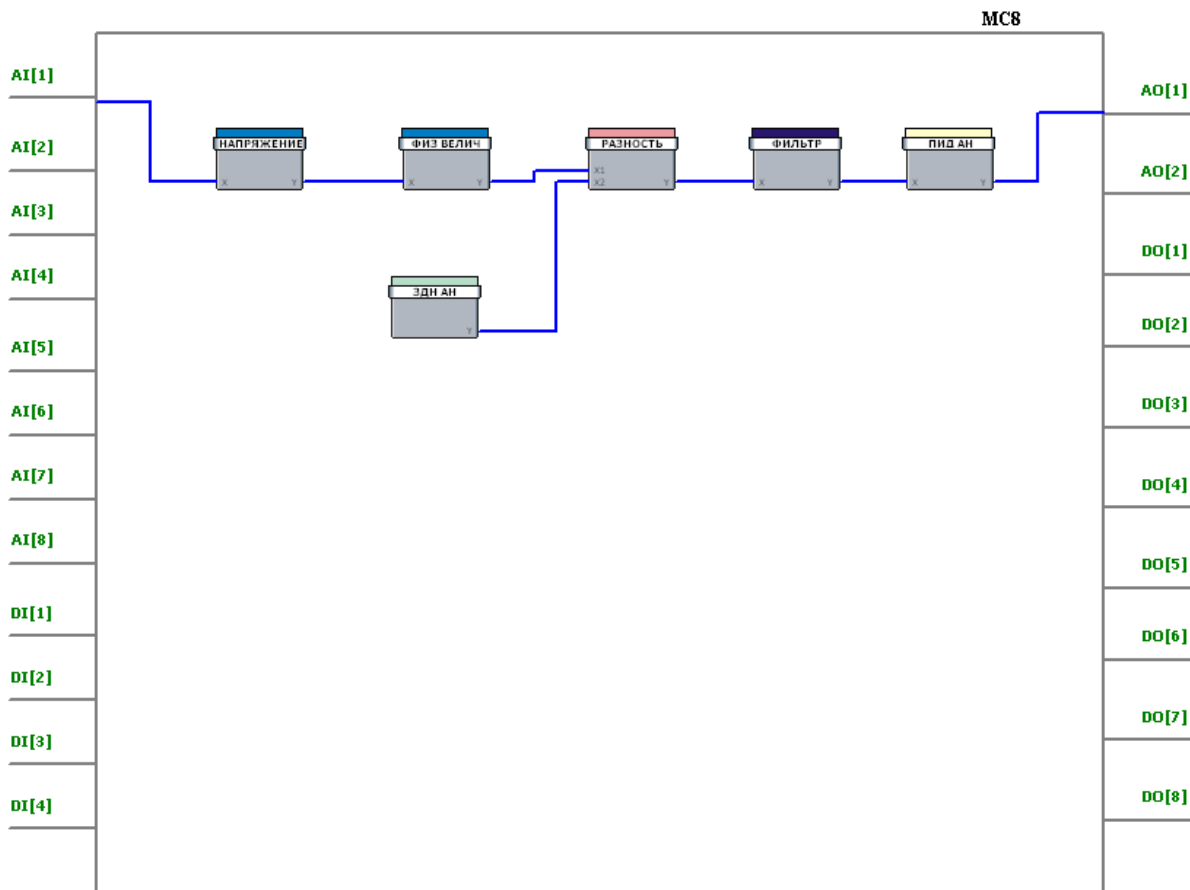


Рисунок 6.16 – Приклад алгоритму керування виконавчим механізмом Belimo

Завдання 5. Спроекувати алгоритм управління нагрівом лампи накаливання. Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму управління на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроекувати алгоритм управління у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера(ів).

На рисунку 6.5 показано структурну схему алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту (див. додаток А «Бібліотека функціональних блоків»).

Приклад виконання. У табл. 6.12 наведено приклад варіанта завдання.

Таблиця 6.12 – Приклад варіанта завдання

Функціональні блоки (ФБ)		
Нормалізатор	Компаратор	Завдання
ТЕРМ 10К - Термистор 10 кОм	< КОМПАР НИЖ> - Компаратор нижнього рівня	ЗДН ЛОГ - Задание логического значения

1. Робота починається з вибору контролера й описання його технічних характеристик).

Для вирішення поставленої задачі необхідний Master-контролер MC8. Він здійснює зв'язок з комп'ютером через інтерфейс RS-232, де розташовані програмні засоби для роботи із контролерами, та Slave-контролер MR8, який реалізує алгоритм управління.

Основні функції та характеристики MC8. Контролери MC8 виконують наступні основні функції:

- вимірювання і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;

- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;

- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);

- вивід інформації на дисплей пульта оператора або на віртуальну панель на екрані монітора комп'ютера, Notebook, PDA або іншого засобу обчислювальної техніки, з'єднаного з контролером через канал інтерфейсного зв'язку RS232;

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями;

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS232 на основній платі контролерів з периферійними пристроями (модемами, тепло-, водо-, електролічильниками і т. п.);

- уведення/виведення інформації у/із контролера у SCADA-систему через субмодуль RS232 або через субмодуль Ethernet.

Модуль релейний MR8. Модуль релейний здійснює керування виконавчими механізмами, насосами, пускачами вентиляторів та іншим устаткуванням, керуючись сигналами, що надходять від контролера MC8 (MC5). Керуючі сигнали від контролера можуть надходити як у вигляді дискретних сигналів для прямого керування вихідними ключами модуля, так і через інтерфейсний зв'язок RS485.

Модулі релейні виконують наступні основні функції:

- керування електричними виконавчими механізмами, пусковими пристроями насосів, вентиляторів та іншого устаткування;

- прийом дискретних сигналів від контролера MC8 або інших пристроїв для безпосереднього (прямого) керування вихідними силовими ключами;

- прийом через інтерфейсний зв'язок RS485 від контролерів MC8 (MC5) або інших пристроїв сигналів, що керують вихідними силовими ключами;

- передача через інтерфейсний зв'язок RS485 на верхній рівень керування інформації про стан вхідних дискретних сигналів і(або) органів ручного управління модуля;
- перемикання режимів керування і ручне керування електричними виконавчими механізмами і пусковими пристроями за допомогою механічних перемикачів (тумблерів);
- формування напруги 24 В постійного струму для живлення зовнішніх ланцюгів.

Модуль MR8 випускається в різних виконаннях, що відрізняються напругою живлення, конструкцією, типом і кількістю вихідних силових елементів, типом і кількістю дискретних входів, властивостями інтерфейсу.

2. Потім кожен студент вибирає функціональні блоки відповідно до варіанта з бібліотеки функціональних блоків, яка є додатком до завдання.

Далі будує алгоритм в алгоблоці заданого контролера відповідно до структурної схеми (див. рис. 6.5) і правил програмування в інструментальному середовищі KONGRAF мовою функціональних блоків «FBD» (рис. 6.17...6.19).

Приклад виконання проекту. Терморегулятор сприймає сигнал термістора, що вимірює температуру лампи, з апаратного входу AI [2], що через нормалізатор (ФБ "Термістор 10 кОм") керує компаратором (ФБ "Компаратор нижнього рівня"), вихід якого підключений до віртуального виходу DO[1]. Останній через мережу RS485 і прилад MR8 керує нагріванням лампи.

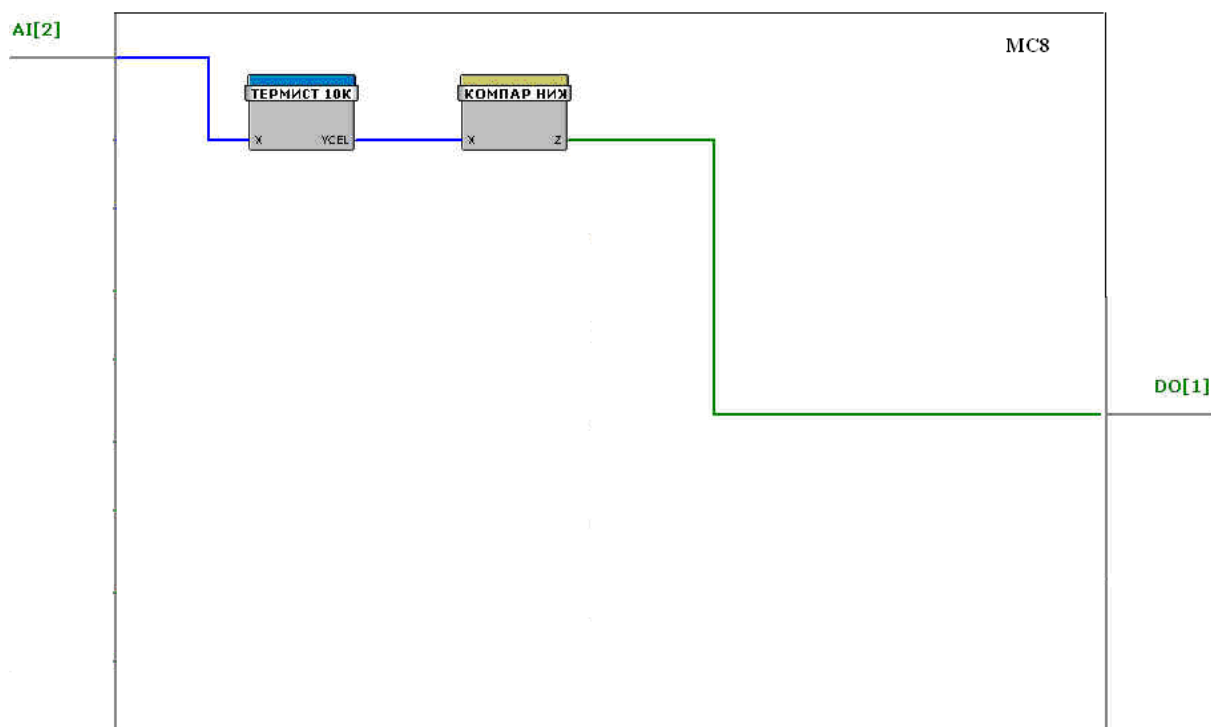


Рисунок 6.17 – Алгоритмічний блок модуля МС8

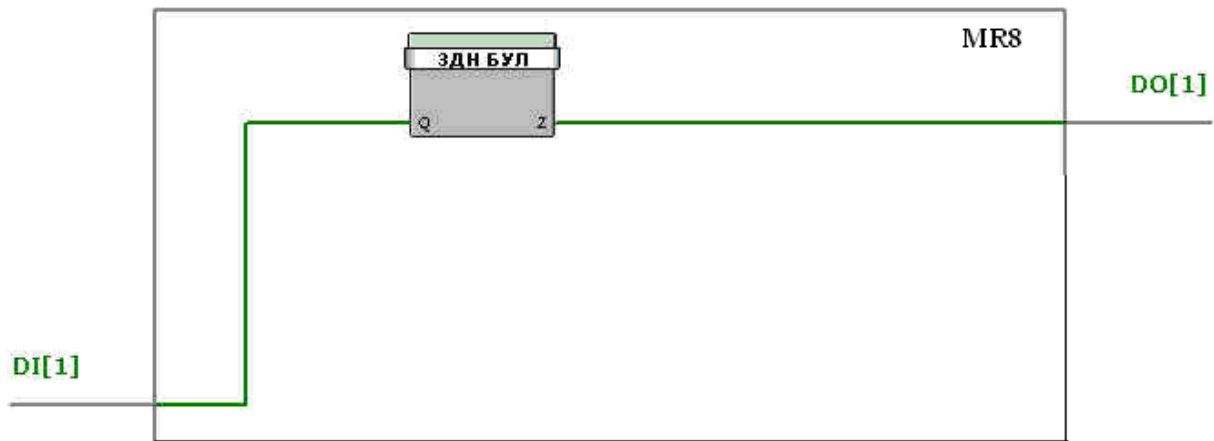


Рисунок 6.18 – Алгоритмічний блок модуля MR8

Вікно головного блока проекту показано на рисунку 6.19.



Рисунок 6.19 – Головний блок проекту

Алгоритм. Температура поверхні лампи HL5 вимірюється термістором ТМ1, сигнал якого надходить у MC8, де після нормалізації порівнюється з уставкою компаратора нижнього рівня.

Якщо температура лампи HL5 ("температура 1") нижче уставки, компаратор включений, його сигнал через інтерфейс RS485 передається до MR8 і керує симісторним (релейним) виходом DO.1 останнього. Цей вихід умикає живлення лампи (~220 В), забезпечуючи її нагрів.

При досягненні заданого рівня температури вихід компаратора, а значить і вихід DO.1 MR8, відключаються, знімаючи живлення з лампи.

Таким чином, здійснюється двохпозиційне регулювання температури. Параметром настроювання регулятора є зона повернення компаратора.

Завдання 6. Спроекувати алгоритм управління електроприводом переміщення заслінки із сигналізацією граничних відхилень згідно з його підключенням на лабораторному стенді на базі приладів комплексу КОНТАР (див. монтажну схему на рисунку 5.1). Для чого:

- обґрунтувати вибір контролера(ів) для реалізації алгоритму керування на основі призначення, основних функцій та характеристик контролера;
- спроектувати алгоритм керування у первинному або комплексному блоці(ах) приладу(ів) контролера(ів).

На рисунку 6.6 показано структурну схему алгоритму проекту, яку варто перевести в мову функціональних блоків алгоритму проекту.

Вихідний сигнал датчика положення Belimo надходить у МС8, де порівнюється з завданням, формуючи відхилення. Сигнал відхилення фільтрується фільтром, стала часу якого є параметром настроювання. Відфільтроване відхилення Еф відпрацьовується аналоговим ПІД-регулятором (ПІД А), вихідний сигнал якого керує Belimo, забезпечуючи відповідність положення вихідного органа завданню.

Для сигналізації граничних відхилень сигнал відхилення з МС8 передається через інтерфейс RS485 у МС5, де порівнюється з уставками компараторів верхнього і нижнього рівнів. Компаратори керують індикаторами HL1, HL2. Стан індикаторів передається назад у МС8 для контролю.

Приклад виконання. У таблиці 6.13 наведено приклад варіанта завдання.

Таблиця 6.13 – Приклад варіанта завдання

Функціональні блоки (ФБ)						
Регулятор	Нормалізатор	Перетворювач	Фільтр	Компаратори	Завдання	Різниця
<ПІД АН> - ПІД-регулятор аналоговий	<НА-ПРЯЖЕНІЕ> - Напряження (0...10В)	ФИЗ ВЕЛИЧ - Преобразование в физические единицы по двум точкам	<ФИЛЬТР> - Фільтр	< КОМ-ПАР ВЕРХ> - Компаратор верхнего уровня < КОМ-ПАР НИЖ> - Компаратор нижнего уровня	<ЗДН АН> - Задание аналогового значения	<РАЗНОСТЬ> - Разность

1. Робота починається з вибору контролера й опису його технічних характеристик.

Для вирішення поставленої задачі необхідний та достатній Master-контролер МС8. Він здійснює зв'язок з комп'ютером через інтерфейс RS-232, де розташовані програмні засоби для роботи із контролерами, а також до нього підключені електропривод LM24SR (Belimo) та Slave-контролер МС5, який реалізує алгоритм стеження та сигналізації граничних положень виконавчого механізму.

Контролери MC8 виконують наступні основні функції:

- вимірювання і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;
- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;
- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);
- виведення інформації на дисплей пульта оператора або на віртуальну панель на екрані монітора комп'ютера, Notebook, PDA або іншого засобу обчислювальної техніки, з'єднаного з контролером через канал інтерфейсного зв'язку RS232;
- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями;
- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS232 на основній платі контролерів з периферійними пристроями (модемами, тепло-, водо-, електролічильниками і т. п.);
- уведення /виведення інформації у/із контролера у SCADA-систему через субмодуль RS232 або через субмодуль Ethernet.

Контролер MC5 є спрощеною версією контролера MC8.

Контролери MC5 виконують наступні основні функції:

- вимірювання і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;
- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;
- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);
- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями.

2. Потім кожен студент вибирає функціональні блоки відповідно до варіанта з бібліотеки функціональних блоків, прикладеної до завдання. Далі будує алгоритм в алгоблоці заданого контролера відповідно до структурної схеми і правил програмування в інструментальному середовищі KONGRAF мовою функціональних блоків «FBD» (рис. 6.20...6.22).

Регулятор положення побудований у такий спосіб (рис. 6.20).

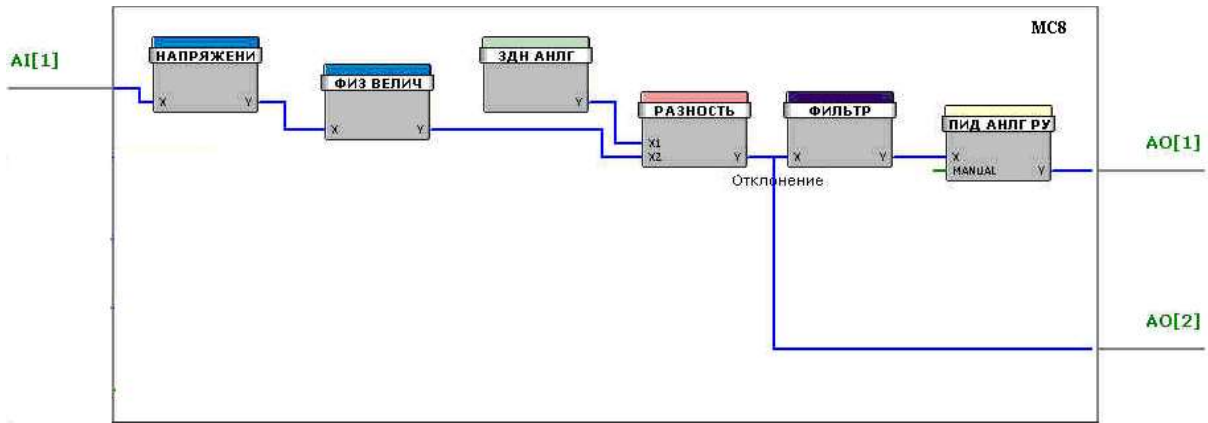


Рисунок 6.20 – Алгоритмічний блок модуля MC8

Сигнал датчика (2...10 В) регульованого параметра (датчик положення Belimo) з апаратного входу AI[1] надходить на нормалізатор (ФБ "Напруга"), перетворюється у відсотки (ФБ "Перетворення у фізичну величину") і віднімається (ФБ "Різниця") із сигналу задатчика (ФБ "Завдання аналогової величини").

Отриманий параметр "Відхилення" підключений до входу ФБ "Фільтр". Відфільтрований сигнал Еф подається на вхід аналогового ПД-регулятора (ФБ "ПД регулятор з аналоговим виходом і ручною установкою виходу"), що через апаратний вихід AO[1] керує Belimo. Цей тип ФБ ПД-регулятора (з ручним керуванням) обраний для організації можливості ручного керування виконавчим механізмом.

Параметр "Відхилення" підключений також до віртуального аналогового виходу AO[2] для передачі по RS485 у MC5 та індикації граничних положень виконавчого механізму Belimo.

Алгоблок Slave контролера MC5 проекту показаний на рисунку 6.21.

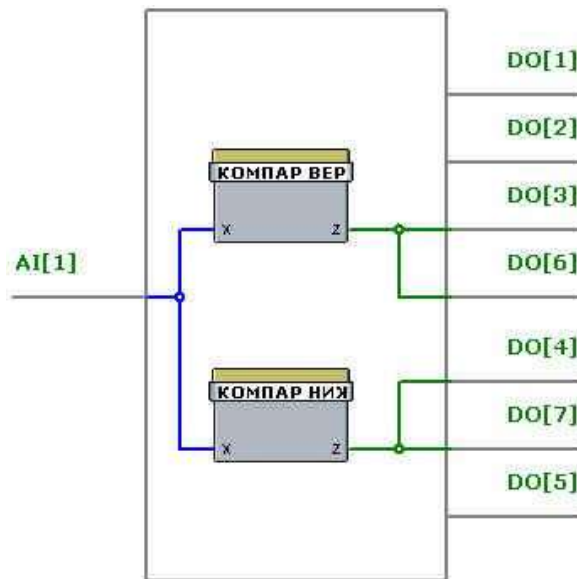


Рисунок 6.21 – Алгоритмічний блок модуля MC5

На віртуальний аналоговий вхід AI[1] мережею RS485 подається сигнал відхилення з регулятора положення модуля МС8. Далі він подається на компаратори верхнього і нижнього рівнів (ФБ "Компаратор верхнього рівня", "Компаратор нижнього рівня"), що керують апаратними виходами DO[3], DO[4] і з'єднаними з ними віртуальними виходами DO[6] і DO[7] відповідно.

Апаратні виходи керують індикаторними лампочками HL1, HL2 (рис. 1), а віртуальні – передають інформацію в МС5.

Вікно головного блоку проекту показане на рисунку 6.22.

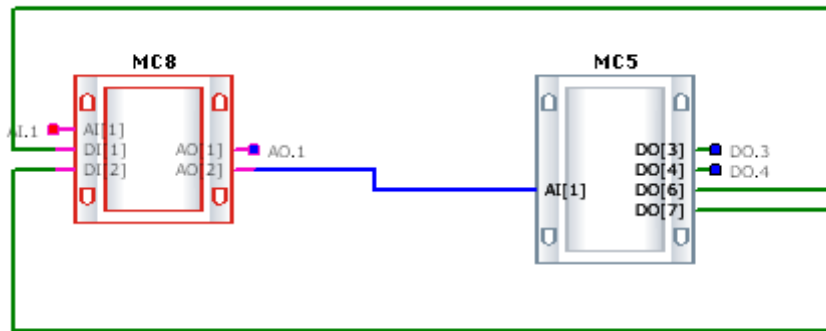


Рисунок 6.22 – Головний блок проекту

Завдання 7-10. Управління лампочками, встановленими на лабораторному стенді і підключеними до контролерів (див. монтажну схему на рис. 5.1), за певним алгоритмом.

Приклад виконання завдання: почергове «увімкн.-вимкн.» пари лампочок.

Варіант – лампочки № 2-4.

На монтажній схемі лабораторного стенду (показана на рисунку 1) варто визначити, які контролери управляють лампочками та до яких входів/виходів контролера лампочки підключені. А далі скласти алгоритм проекту мовою функціональних блоків (див. додаток А «Бібліотека функціональних блоків»).

Робота починається з вибору контролера й опису його технічних характеристик.

Відповідно до монтажної схеми лампочки 2 і 4 управляються контролерами МС5 та МС8. Контролер МС8 потрібний у проекті як Master-контролер (для зв'язку із програмою CONSOLE, встановленою на комп'ютері).

Контролери МС8 виконують наступні основні функції:

- вимірювання і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;
- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;

- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);

- виведення інформації на дисплей пульта оператора або на віртуальну панель на екрані монітора комп'ютера, Notebook, PDA або іншого засобу обчислювальної техніки, з'єданого з контролером через канал інтерфейсного зв'язку RS232;

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями;

- уведення /виведення інформації у/із контролера у SCADA-систему через субмодуль RS232 або через субмодуль Ethernet;

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS232 на основній платі контролерів з периферійними пристроями (модемами, тепло-, водо, електролічильниками і т. п.).

Контролери MC5 виконують наступні основні функції:

- вимірювання і перетворення в цифрову форму сигналів, що надходять від аналогових і дискретних датчиків технологічних параметрів;

- формування дискретних і аналогових вихідних сигналів для впливу на технологічний процес;

- виконання сформованих у ІС алгоритмів функціонування, необхідних для керування конкретними технологічними процесами (наприклад, аналогове або імпульсне ПІД-регулювання, різні види формування завдання, у тому числі з можливістю зміни завдання в реальному масштабі часу, програмно-логічне керування, автоматичне включення резервного устаткування і т. д.);

- забезпечення зв'язку через інтерфейс RS485 між контролерами та іншими модулями.

Контролер MC5 є спрощеною версією контролера MC8.

Модуль релейний MR8 здійснює керування виконавчими механізмами, насосами, пускачами вентиляторів та іншим устаткуванням за сигналами, що надходять від контролера MC8 (MC5). Керуючі сигнали від контролера можуть надходити як у вигляді дискретних сигналів для прямого керування вихідними ключами модуля, так і через інтерфейсний зв'язок RS485.

Модулі релейні виконують наступні основні функції:

- керування електричними виконавчими механізмами, пусковими пристроями насосів, вентиляторів та іншого устаткування;

- прийом дискретних сигналів від контролера MC8 або інших пристроїв для безпосереднього (прямого) керування вихідними силовими ключами;

- прийом через інтерфейсний зв'язок RS485 від контролерів МС8 (МС5) або інших пристроїв сигналів, керуючих вихідними силовими ключами;
- передача через інтерфейсний зв'язок RS485 на верхній рівень керування інформації про стан вхідних дискретних сигналів і(або) органів ручного керування модуля;
- перемикання режимів керування і ручне керування електричними виконавчими механізмами і пусковими пристроями за допомогою механічних перемикачів (тумблерів);
- формування напруги 24 В постійного струму для живлення зовнішніх ланцюгів.

2. Потім кожен студент вибирає функціональні блоки відповідно до варіанта з бібліотеки функціональних блоків, прикладеної до завдання.

Лампочка 2 (HL2) підключена до виходу DO4 контролера МС5, а лампочка 4 (HL4) підключена до виходу DO4 контролера MR8. Таким чином, головний алгоритмічний блок проекту буде мати наступний вигляд (рис. 6.23).

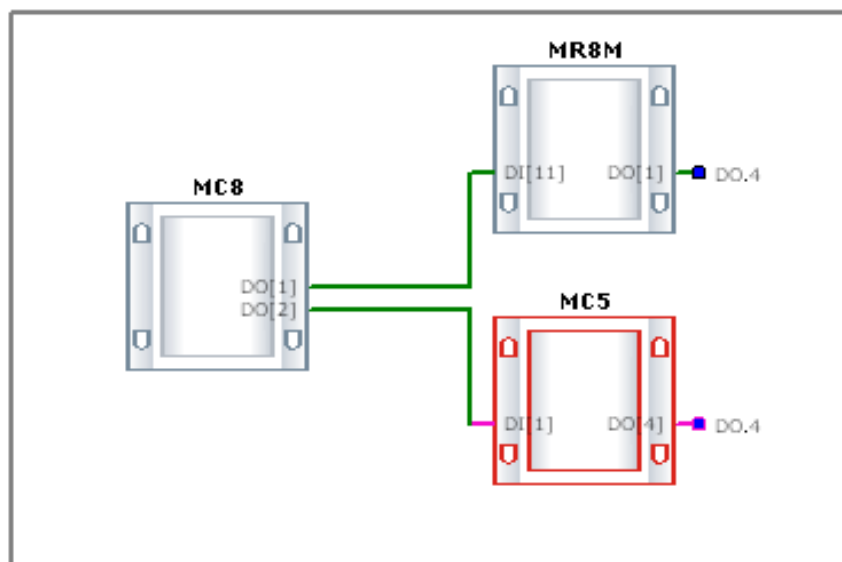


Рисунок 6.23 – Головний алгоритмічний блок проекту

Далі розробляємо алгоритм управління «увімкн.-вимкн.» пари лампочок № 2-4. Для автоматичного увімкнення-вимкнення лампочок використовуємо алгоритмічний блок < ГЕН ИМП Ц > – Генератор імпульсів (період – ціле число).



Параметри:

Ім'я	Вх./Вих.	Тип	Коментар
Q	Вхід	логіч.	Вхід
X	Вхід	целоч.	Коефіцієнт заповнення, %
T	Вхід	целоч.	Період, с
Z	Вихід	логіч.	Вихід

Інформація для використання: алгоблок призначений для формування імпульсів (період – ціле число). При $Q = 1$ на виході формуються імпульси з періодом T і шпаруватістю $100/X$.

Для забезпечення послідовності перемикання лампочок використано алгоритмічний блок < НЕ > – Логічне НІ.



Параметри:

Ім'я	Вх./Вих.	Тип	Коментар
Q	Вхід Input	логіч. Boolean	Вхід Input
Z	Вихід Output	логіч. Boolean	Вихід Output

Інформація для використання: алгоблок виконує функцію логічного заперечення. У кожному циклі роботи алгоритму виконується співвідношення: $Z(t) = \text{NOT}(Q(t))$.

Якщо $Q = 1$, то $Z = 0$, і навпаки: якщо $Q = 0$, тоді $Z = 1$.

Таблиця істинності для операції «НІ»:

Q	Z
0	1
1	0

Робочий алгоритм проекту розташований у контролері МС8 (рис. 6.24).

Робочі алгоритми контролерів МС5 і MR8 показані на рисунках 6.25 і 6.26.

3. *Алгоритм керування.* Контролер МС8, як Master-контролер, здійснює зв'язок із програмою CONSOLE, установленою на комп'ютері, через інтерфейс RS-232C на частоті до 115 200 Бод. Також через інтерфейс RS-485 на частоті 57 600 Бод контролер МС8 управляє підлеглими Slave-контролерами МС5 і MR8. У свою чергу, ці контролери за алгоритмом із Master-контролера керують почерговим включенням-виключенням відповідних лампочок 2 і 4.

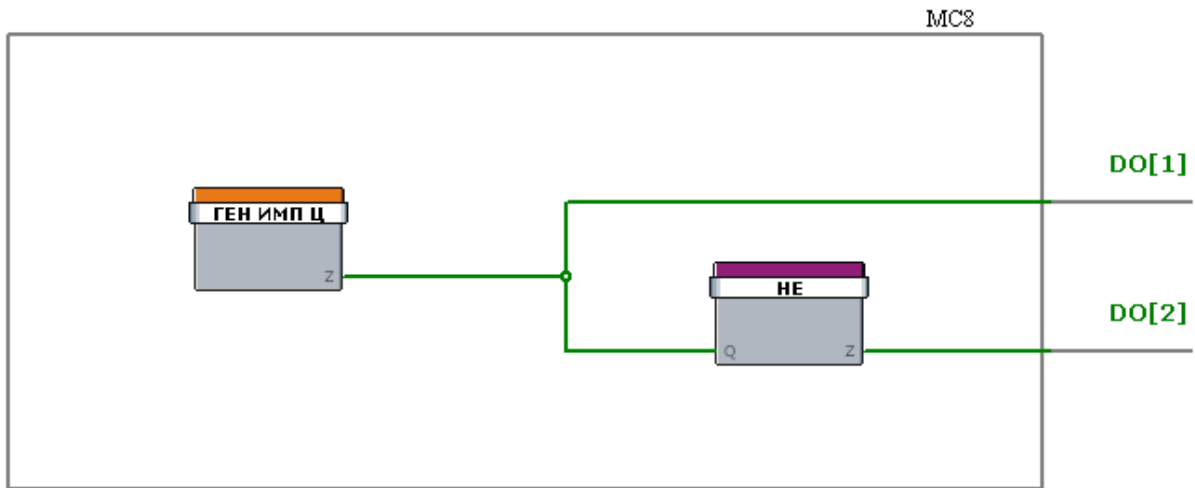


Рисунок 6.24 – Вікно робочого алгоритму контролера MC8

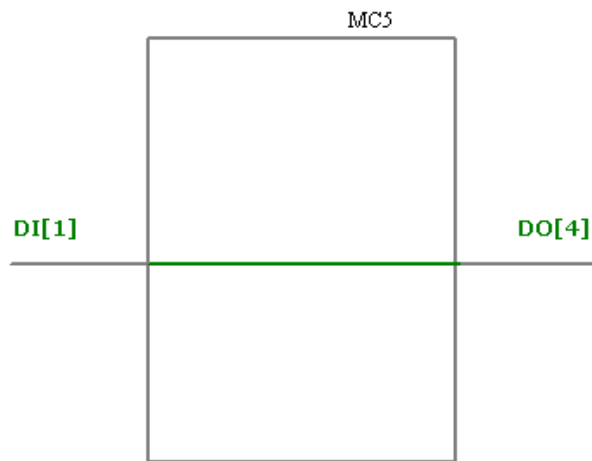


Рисунок 6.25 – Вікно робочого алгоритму контролера MC5

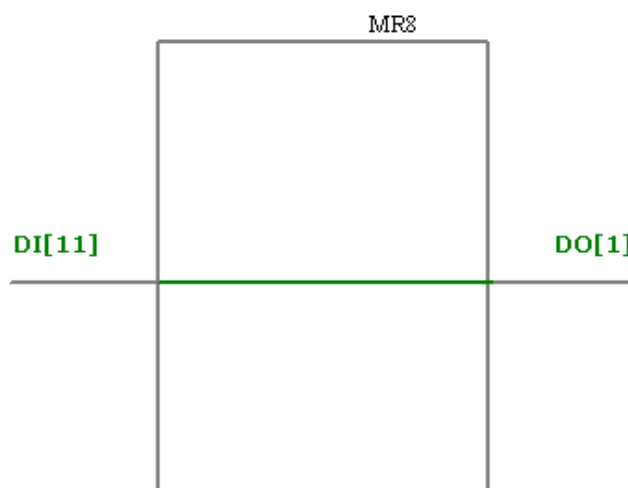


Рисунок 6.26 – Вікно робочого алгоритму контролера MR8

7 ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ ТА МОНІТОРИНГ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ

7.1 Способи диспетчеризації

Віддалена диспетчеризація – це коли багато автоматизованих об'єктів можуть працювати цілком автономно і не вимагають постійної присутності персоналу. При цьому виникає необхідність одержувати дані про стан об'єкта, щоб мати можливість оперативно відреагувати на виникнення позаштатних ситуацій.

Локальна диспетчеризація – диспетчер знаходиться в безпосередній близькості від об'єкта.

7.1.1 Віддалена диспетчеризація у ПТК «КОНТАР»

Для диспетчеризації віддалених об'єктів у ПТК «КОНТАР» застосовується мережа Інтернет. Переваги даного способу зв'язку: готова, добре розвинута інфраструктура, висока надійність, різноманітність каналів передачі даних, відсутність обмежень на відстані, низька вартість трафіка, доступність без яких-небудь ліцензій.

Контролери, розташовані на об'єктах, через Інтернет передають дані на сервер, на якому працює спеціально розроблена SCADA-система. Для кожного об'єкта в SCADA-системі існує окрема сторінка, на якій інформація про об'єкт відображається в зручній формі. Сторінки можуть поєднуватися в ієрархічну структуру, що зручно для корпоративних користувачів. Для перегляду інформації про об'єкт немає необхідності підключатися безпосередньо до контролерів. Досить за допомогою звичайного інтернет-браузера, маючи необхідні права доступу, зайти на сторінку, що відповідає об'єктові (рис. 7.1).

Можливості системи:

- оповіщення про виникнення на об'єкті аварійних ситуацій;
- періодичний збір даних і запис їх в архів;
- спостереження в реальному часі в зручній формі;
- керування об'єктом;
- отримання звітів у заданій формі;
- обмін даними з іншими службами.

Варто підкреслити, що інформація від контролерів приймається не послідовним опитуванням, а від всіх об'єктів одночасно, що робить систему практично системою реального часу. Таку диспетчеризацію, коли об'єкти і ті, хто спостерігає за їхньою роботою, можуть знаходитися в будь-якій точці світу, цілком можна назвати глобальною.

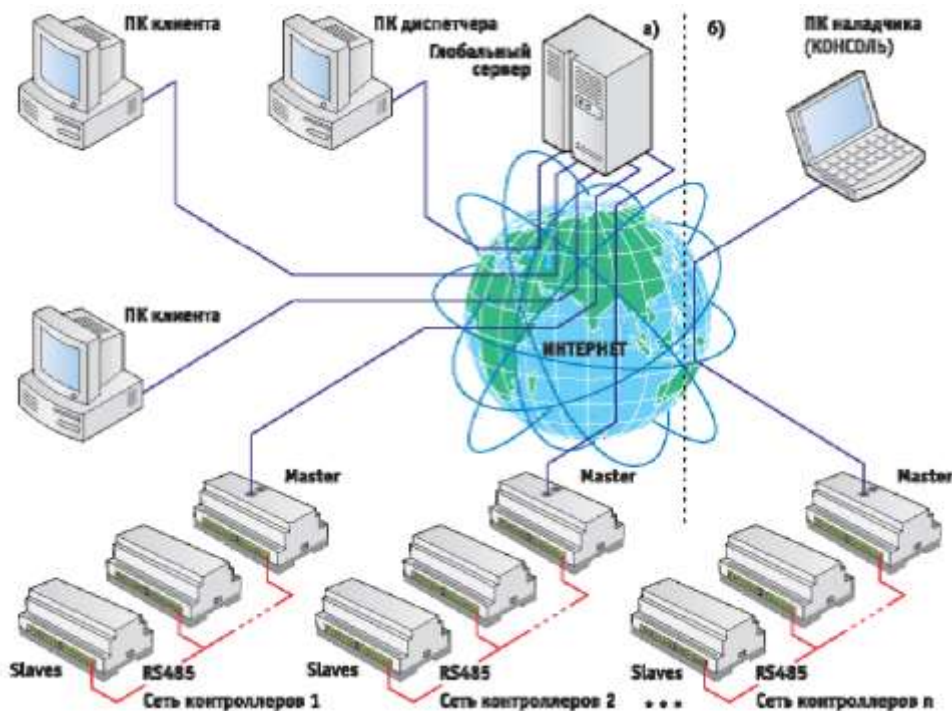


Рисунок 7.1 – Принцип організації диспетчеризації територіально розподілених об'єктів

Набір функцій, реалізованих «КОНТАР»-SCADA, забезпечує достатній сервіс споживачам і в той же час не перевантажений надмірностями. Кожен споживач отримує доступ тільки до свого об'єкта або групи об'єктів і ніяк не впливає на роботу інших споживачів. Розсилання звітів і архівів періодично або за запитом, різноманітні види оповіщення про аварійні ситуації (електронною поштою, SMS, факсом, голосовим повідомленням телефоном) роблять систему надзвичайно ефективною. Зовнішній вигляд сторінки споживач може настроїти самостійно за допомогою убудованого конструктора з великою бібліотекою компонентів.

7.1.2 Локальна диспетчеризація в ПТК «КОНТАР»

Наявність у Master-контролера каналу Ethernet дозволяє організувати диспетчеризацію і у локальних мережах, увімкнувши контролери і диспетчерський комп'ютер у вже існуючу комп'ютерну мережу або просто з'єднавши їх кабелем безпосередньо. Для цих цілей розроблена програма «КОНТАР-АРМ». Ядро, що забезпечує обмін даними з контролерами в «КОНТАР-АРМ», таке ж, як у «КОНТАР-SCADA». Тому «КОНТАР-АРМ» може одержувати дані від об'єктів також і через Інтернет. Основна відмінність «КОНТАР-АРМ» від «КОНТАР-SCADA» полягає в тому, що вона дозволяє спостерігати за роботою об'єктів тільки на екрані того комп'ютера, на якому вона встановлена. Функціональний же набір, як у «КОНТАР-SCADA», так і в «КОНТАР»-АРМ, приблизно однаковий.

7.1.3 SMS-диспетчеризація

У комплексі передбачена також і додаткова диспетчеризація – розсилання SMS на телефон відповідального персоналу безпосередньо контролером через стільниковий модем, який підключений до клем RS232.

SMS (англ. Short Message Service – служба коротких повідомлень) – технологія, що дозволяє здійснювати прийом і передачу коротких текстових повідомлень стільниковим телефоном. До теперішнього часу входить у стандарти стільникового зв'язку.

SMS можуть бути двох видів – тривоги і значення параметрів. SMS із тривогами передається з ініціативи контролера або на запит вхідної SMS з паролем, значення параметрів – тільки на запит.

7.1.4 Диспетчеризація з використанням OPC-сервера

Крім програмних пакетів «КОНТАР-SCADA» і «КОНТАР-АРМ», МЗТА надає OPC-сервер, що дозволяє інтегрувати мережу контролерів «КОНТАР» у SCADA-системи інших виробників. У якості програмного забезпечення для керування і диспетчеризації можуть бути використані також різні сучасні SCADA-системи, що підтримують OPC-протокол. Для обміну даними між контролерами комплексу «КОНТАР» з широким набором SCADA-систем пропонується OPC-сервер, як уніфікований міжнародний стандарт взаємодії між програмними компонентами SCADA-системи, заснований на об'єктній моделі COM фірми Microsoft.

OPC (OLE for Process Control) — сімейство програмних технологій, що надають єдиний інтерфейс для керування об'єктами автоматизації і технологічних процесів. Багато OPC-протоколів базуються на Windows-технологіях: OLE, ActiveX, COM/DCOM. Такі OPC-протоколи, як OPC XML DA и OPC UA, є платформи-незалежними. Суть OPC проста – надати розроблювачам промислових програм універсальний фіксований інтерфейс (тобто набір функцій) обміну даними з будь-якими пристроями. У той же час розроблювачі пристроїв надають програму, що реалізує цей інтерфейс (набір функцій).

Для організації OPC-сервера необхідно встановити MCServer (базовий компонент доступу до даних мереж «КОНТАР») і MCOpcServer. MCServer входить у встановлювальний пакет «КОНТАР-АРМ». У залежності від обраного варіанта MCServer буде мати можливість працювати з мережами контролерів «КОНТАР» за протоколом TCP через мережі Ethernet або інтерфейсові RS232 через COM-порт.

7.1.5 Настроювання ПТК «КОНТАР» програмою CONSOLE

Крім безпосередньої диспетчеризації є можливість через Інтернет (або в локальній мережі) підключитися до контролерів універсальним інструментом наладчика – програмою CONSOLE, що дає необмежені можливості дистанційного керування об'єктом. Програма дозволяє отримати повний доступ до будь-якого контролера на об'єкті – завантажити в нього алгоритм, змінювати параметри, контролювати усі входи, як у фізичних величинах, так і в напругах, у ручному режимі керувати виходами і т. д. За допомогою цього інструменту досвідчений наладчик може виконувати пусконаладжувальні та регламентні роботи на об'єкті, що знаходиться на великій відстані від нього, не виходячи зі свого кабінету, що приносить відчутну економію тимчасових і транспортних витрат.

7.1.6 Програма для настроювання мережного обміну MC8NET-КОНФІГУРАТОР

Програма MC8Net-Конфігуратор призначена для настроювання обміну параметрами між мережами контролерів (міжмайстерний обмін).

MC8Net-Конфігуратор забезпечує:

- зчитування складу мереж приладів, зареєстрованих на сервері «КОНТАР»;
- зчитування параметрів функціональних алгоритмів приладів;
- настроювання пересилання: вибір параметра як джерела в одній мережі і відповідного йому параметра як приймача інформації в іншій мережі;
- створення таблиці обміну параметрами і завантаження їх у контролери.

7.2 Система диспетчеризації «КОНТАР-SCADA»

7.2.1 Призначення та можливості програми

«КОНТАР-SCADA» – програма, орієнтована на Інтернет і встановлена на глобальному сервері (<http://scada.kontar.ru>). Будь-який комп'ютер, що має доступ у глобальну мережу, можна зробити диспетчерським, використовуючи тільки стандартне програмне забезпечення для ІНТЕРНЕТ-браузера (наприклад, Internet Explorer). Один ІНТЕРНЕТ-сервер може обслуговувати безліч комп'ютерів і локальних мереж, довільно розташованих у світі.

«КОНТАР-SCADA» забезпечує наступні основні можливості:

- адміністрування користувачів;
- спостереження в реальному часі мнемосхем об'єктів керування з параметрами, що динамічно змінюються, й анимованими компонентами.
- керування обладнанням шляхом зміни параметрів і режимів його роботи з підтвердженням результатів внесених змін (ці дії архівуються у базі даних із указівкою того, хто і коли вніс зміни);
- перегляд графіків зміни заданих змінних;
- зміна параметрів у заданий час за допомогою планувальника;
- організацію оповіщення (через SMS, e-mail) при виникненні тривожних ситуацій;
- архівацію тривожних повідомлень і їхнє підтвердження;
- збір даних про протікання процесів (тренди) у вигляді графіків і таблиць;
- можливість перегляду внутрішніх архівів контролерів.

Вікно проекту дає можливість спостерігати за станом обраного об'єкта керування і змінювати доступні параметри за допомогою створеної у режимі <Конструктор> мнемосхеми проекту (рис. 7.2).

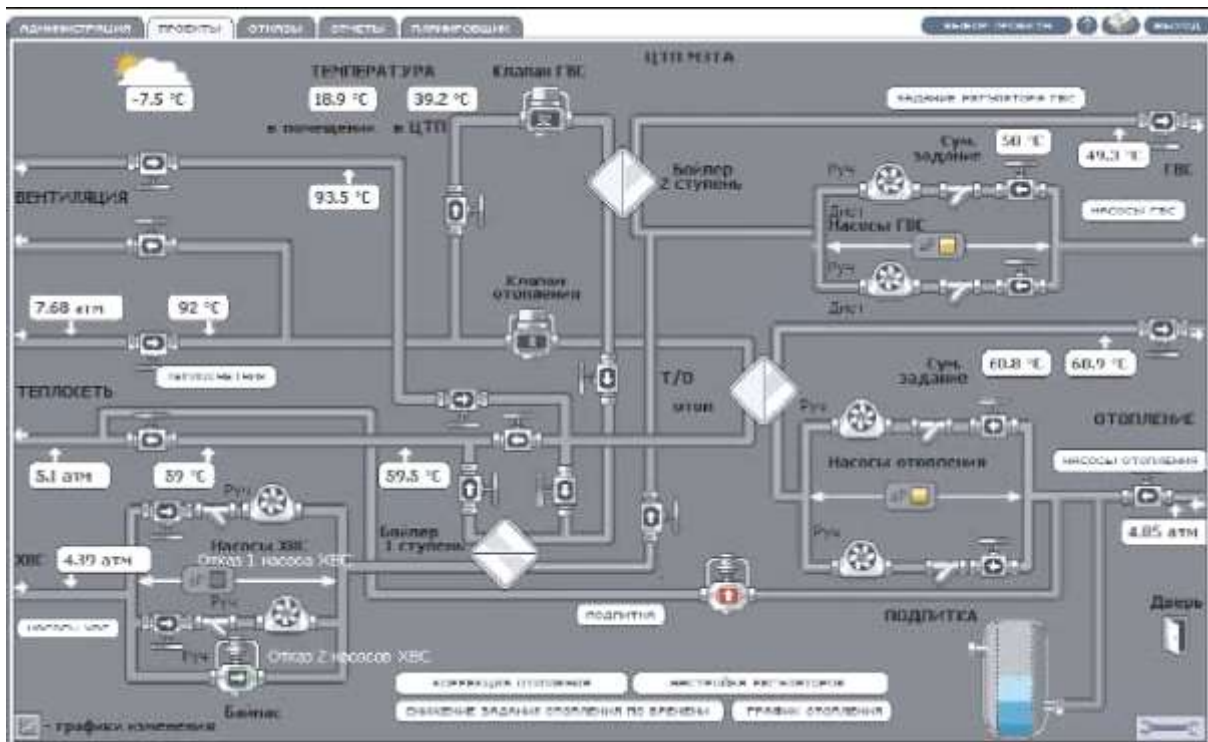


Рисунок 7.2 – Вікно мнемосхеми проекту

Вікно графіків (рис. 7.3) дає можливість спостереження будь-яких параметрів у вигляді графіків перехідних процесів у режимі самописа.



Рисунок 7.3 – Вікно графіків

Вікно відмовлень дає можливість перегляду виниклих неполадок (рис. 7.4).

ІНФОРМАЦІЯ ПРО СТАВКУ	ВАЖКОСТЬ	ВРЯТІ ПЕРІОДИ	ПОДТВЕРДЖЕННЯ	КІЛЬКІСТЬ ПОДТВЕРДЖЕНЬ
ВЫХОД ИЗ ТРИГГЕРА НАСТР		04.10.2004 10:35:40		
РАССОЛ ПРС БОЛШЕ 20		04.10.2004 10:37:12		
МЯГКОЯ ЗАПОРКА ТРЕХТ		04.10.2004 9:56:19		
ОТКАЗ СЛАМЕ		04.10.2004 3:42:31		
ОТКАЗ НАСТР		04.10.2004 0:22:22		
РАССОЛ ПРС БОЛШЕ 20		04.10.2004 9:14:59		

Рисунок 7.4 – Вікно відмовлень

Вікно планувальника дає доступ до програми налаштування розпорядку роботи устаткування на будні, вихідні і святкові дні (рис. 7.5).

Рисунок 7.5 – Вікно планувальника

Вікно звітів дає можливість перегляду архівів обраних змінних за тривалі проміжки часу (рис. 7.6).

Конструктор мнемосхем, убудований у «КОНТАР-SCADA», містить велику бібліотеку графічних об'єктів, пов'язаних з обраними областями застосування, дозволяє швидко сконструювати мнемосхему і прив'язати до неї параметри контролерів.



Рисунок 7.6 – Вікно звітів

7.2.2 Робота у програмі «КОНТАР-SCADA»

Програмне забезпечення «КОНТАР-SCADA» призначене для вирішення задач диспетчеризації і моніторингу об'єктів, автоматизованих за допомогою ПТК «КОНТАР».

«КОНТАР-SCADA» виконана в клієнт-серверній архітектурі. Важливими особливостями реалізації програми є такі:

- не потрібна установка спеціалізованого програмного забезпечення на клієнтській машині – можна використовувати стандартні браузері типу Internet Explorer (Netscape Navigator, Opera);

- додатково до браузера повинний бути встановлений плагін Macromedia Flash Player;

- відстані, на які рознесені клієнт, сервер і диспетчерський комп'ютер, можуть бути будь-якими за умови того, що обмін даними здійснюється за IP-протоколом;

- у випадку диспетчеризації одного об'єкта допускається об'єднання клієнтської машини і сервера.

Програма забезпечує:

- спостереження за станом об'єктів і значенням параметрів цих об'єктів (у тому числі через Internet);
- віддалене керування об'єктом з веденням протоколу (хто, коли і що зробив на об'єкті);
- збирання й архівацію відібраних параметрів з можливістю побудови графіків;
- керування правами доступу (можливість завдання для окремих людей або їхніх груп прав тільки на перегляд мнемосхеми, перегляд і керування, редагування мнемосхеми (робота в конструкторі));
- швидкої розробки (у конструкторі) графічного інтерфейсу користувача за допомогою бібліотеки графічних примітивів.

Алгоритми, розроблені в KONGRAF, можуть бути використані без змін, як у «КОНТАР-SCADA», так і в «КОНТАР-АРМ».

При використанні системи «КОНТАР-SCADA» прив'язка контролера до мнемосхеми і моніторинг об'єкта здійснюються через Інтернет-сервер.

7.2.2.1 «Прив'язка» мнемосхеми до апаратури

Мнемосхема, точніше, її графічні примітиви, повинна бути пов'язана з апаратними ресурсами (параметрами в пам'яті модулів ПТК «КОНТАР») для правильного відображення на ній значень параметрів (у тому або іншому вигляді) керованого процесу.

«Прив'язка» здійснюється на закладці <Администрация> «КОНТАР-SCADA». Після входу на цю закладку необхідно вибрати проект, що буде «прив'язуватися» до ПТК «КОНТАР» (якщо користувач може працювати тільки з одним проектом, то при вході в «КОНТАР-SCADA» він автоматично потрапляє у цей проект). Після вибору необхідного проекту з'явиться вікно, частина якого представлена на рис. 7.7.

Далі, після натискання на кнопку <Добавить/Редактировать устройство>, з'являється вікно, показане на рисунку 7.8. У полі <Новый серийный номер> необхідно ввести серійний номер контролера, який можна взяти, наприклад, із програми CONSOLE, підключившись з її допомогою до цього контролера. Серійний номер – це цифри між двома крайніми праворуч символами «/».

Потрібно скопіювати ці цифри з програми CONSOLE у «КОНТАР-SCADA» (у поле <Новый серийный номер>), після чого послідовно натиснути на кнопки «+» (додати серійний номер) і <Ввод>.

Як видно з рисунку 7.8, проект у «КОНТАР-SCADA» може отримувати дані і, відповідно, відправляти дані від/у більш ніж одного контролера.

ИНФОРМАЦИЯ О ГРУППЕ:

ИМЯ: MZTA STUDY
НОМЕР: 2
ТЕЛЕФОН: NULL
ФАКС:
СТАТУС: АКТИВЕН
ИСТЕКАЕТ: НИКОГДА

ИНФОРМАЦИЯ О СЧЕТЕ:

АДРЕС: NULL
ГОРОД: NULL
ОБЛАСТЬ: NULL
ИНДЕКС: NULL
СТРАНА: NULL

ИНФОРМАЦИЯ О ДОСТАВКЕ:

ТО ЖЕ САМОЕ, ЧТО И В ИНФОРМАЦИИ О СЧЕТЕ

ДОБАВИТЬ/РЕДАКТИРОВАТЬ УСТРОЙСТВО

Рисунок 7.7 – Вікно обраного проекту

НОВЫЙ СЕРИЙНЫЙ НОМЕР:

СПИСОК НОМЕРОВ: 2415919742

- +

ВВОД

Рисунок 7.8 – Вікно «прив'язки» контролера до мнемосхеми у «КОНТАР-SCADA»

Це варіант побудови великої АСК на основі декількох мережних сегментів ПТК «КОНТАР» (наприклад, АСК будинком, де на кожному поверсі встановлено по «своєму» сегменту ПТК «КОНТАР»). Суть «прив'язки» полягає в тому, що «КОНТАР-SCADA» з конкретним проектом після її проведення «знає», у який контролер їй потрібно посилати інформацію і з якого контролера приходять дані у SCADA-проект (у мнемосхему).

7.2.2.2 Створення мнемосхеми

Мнемосхема створюється у <Конструкторе> із графічних примітивів, що входять до його складу (рис. 7.9). Проектування мнемосхеми аналогічне проектуванню алгоритму системи керування в інструментальній системі KONGRAF. Тільки в ІС KONGRAF на робоче поле перетаскуються алгоритмічні блоки з бібліотеки алгоритмічних блоків, а в «КОНТАРSCADA» – графічні примітиви з бібліотеки компонентів, що відображають ту або іншу частину реального об'єкта керування.

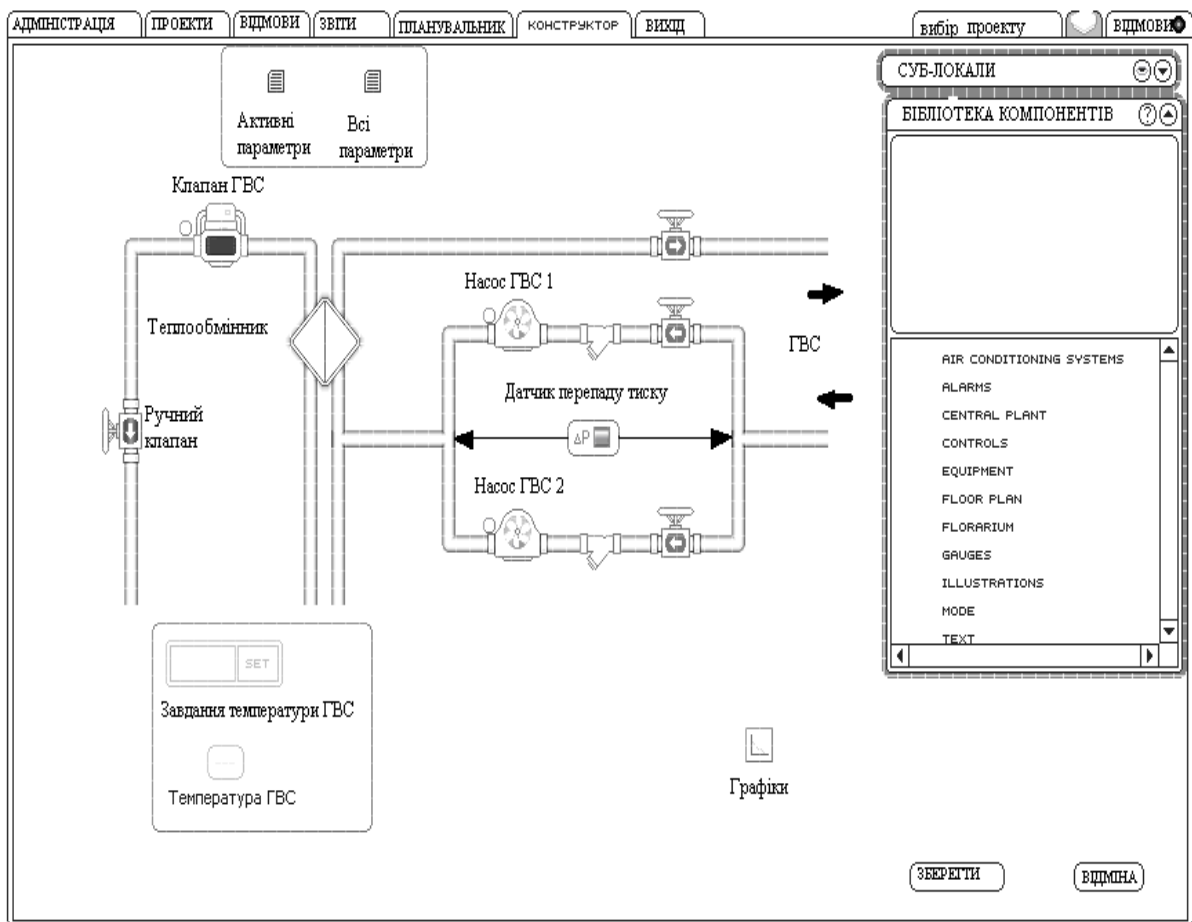


Рисунок 7.9 – Закладка «Конструктор» у «КОНТАР-SCADA»

Бібліотека компонентів (графічних примітивів) постійно поповнюється новими примітивами. І якщо розроблювач мнемосхеми не підібрав в існуючій бібліотеці потрібного йому примітива, то він може замовити його фірмі-розроблювачеві або зробити його самостійно (опис розробки примітивів не є метою даного документа, але це досить просте завдання, з яким легко може впоратися програміст, що володіє технологією написання скриптів і Flash-технологією).

Після натискання на кнопку *<Сохранить>* нарисована мнемосхема буде збережена на сервері з «КОНТАР-SCADA».

7.2.2.3 «Прив'язка» примітивів мнемосхеми до параметрів проекту

Кожний з активних примітивів збудованої мнемосхеми, для того, щоб він відображав на ній потрібні дані (числом, кольором, анімацією і т. п.), необхідно пов'язати з відповідним параметром того або іншого контролера в проекті. Для «прив'язки» примітива потрібно виділити його мишею на мнемосхемі, при цьому з'явиться відповідне цьому примітивові віконце *<Управление>* (рис. 7.10).

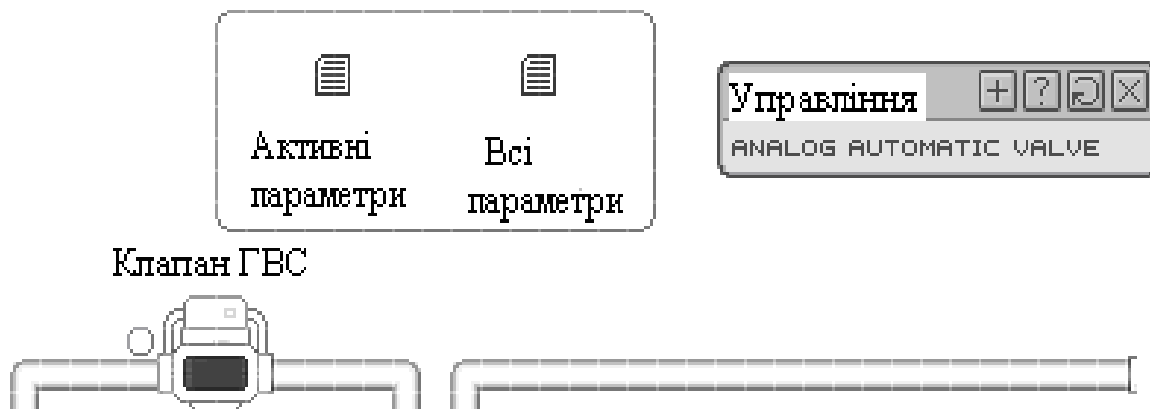


Рисунок 7.10 – Виділення примітива для його «прив'язки» до параметра в контролері

Після натискання на кнопку «+» у цьому віконці відкривається вікно *<Выбор переменных>*, у якому потрібно вибрати потрібний контролер у мережному сегменті за його мережним номером й ім'ям параметра в цьому контролері (рис. 7.11).

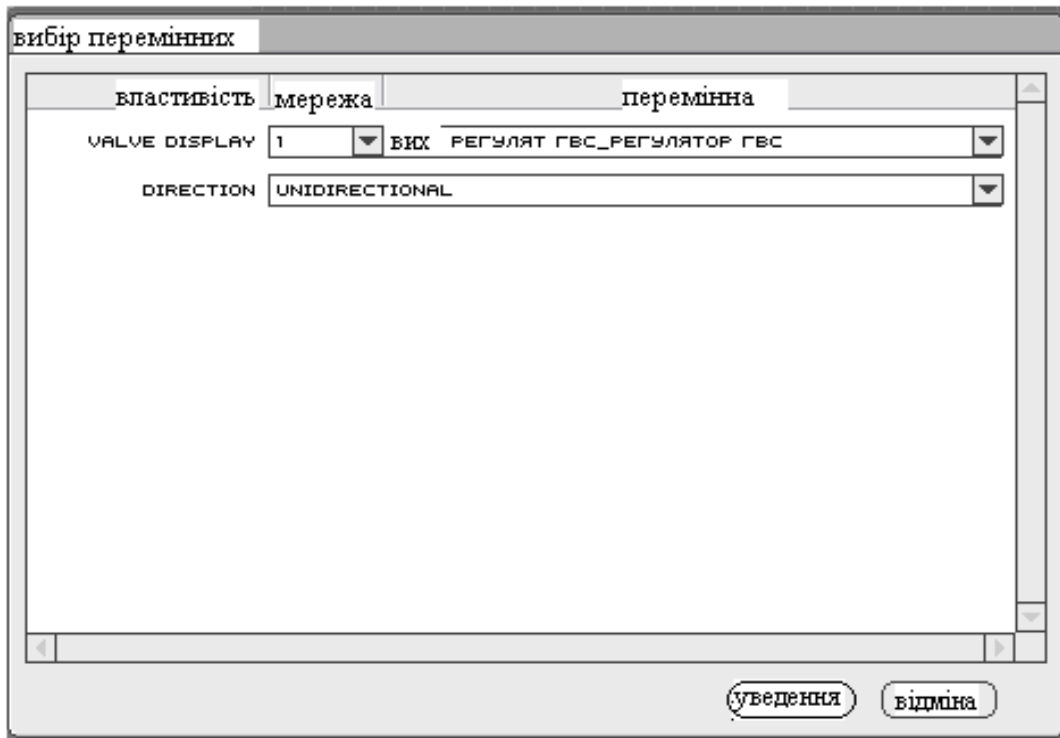


Рисунок 7.11 – «Прив'язка» активного примітива в «КОНТАР-SCADA» до параметра в контролері

Після «прив'язки» всіх активних примітивів мнемосхеми її потрібно зберегти і перейти на закладку <Проекты> для спостереження за роботою АСК (диспетчеризації) (рис. 7.12).

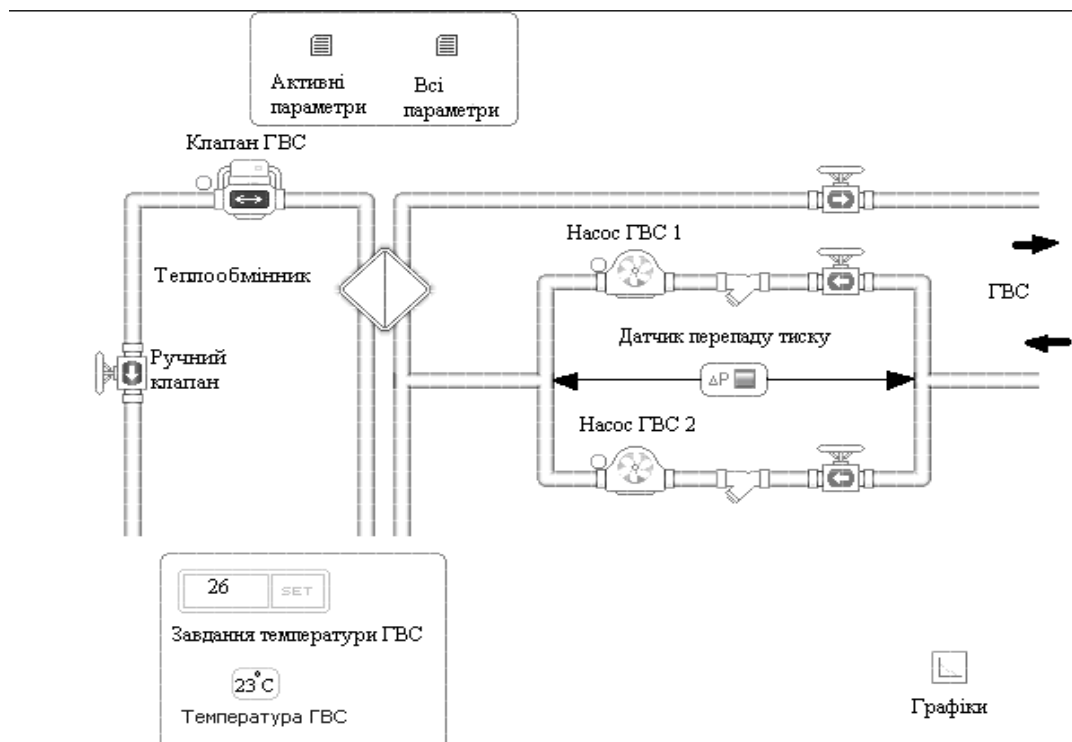


Рисунок 7.12 – Мнемосхема АСК РЕГОР

7.3 Система диспетчеризації «КОНТАР-АРМ»

«КОНТАР-АРМ» (Автоматизоване Робоче Місце диспетчера) являє собою інструментальний засіб, що дає можливість користувачеві (інженерові по автоматизації, інтеграторові, наладчику) розробляти, а диспетчерові – експлуатувати автоматизоване робоче місце.

Програмне забезпечення містить у собі базу даних, сервіс архіву, сервіс взаємодії з контролерами і користувальницький інтерфейс.

Можливості системи «КОНТАР-АРМ»:

- робота як на одному персональному комп'ютері, так і в зв'язуванні сервер + робочі станції;
- одночасна робота з декількома мережами в рамках одного проекту;
- редагування складу контролерів проекту;
- підтримка зв'язку з вилученими об'єктами по захищеному протоколу через Інтернет;
- підтримка зв'язку із сервером АРМ по Інтернету через VPN-з'єднання;
- облік трафіка з'єднання;
- завантаження функціональних алгоритмів у прилади;
- ведення журналу дій оператора;
- створення і редагування мнемосхем проекту (конструктор мнемосхем);
- обмеження прав доступу для різних користувачів (на доступ до проекту, мнемосхем, елементів мнемосхеми);
- перегляд на мнемосхемі даних, отримуваних від контролерів;
- ведення архіву по обраним користувачем параметрам з побудовою графіка за визначений період часу, створення групового звіту (у форматі CVS, HTML) за обраними параметрами внутрішнього архіву контролера;
- перегляд архіву відмовлень з можливістю підтвердження;
- організація оповіщення (візуальне, звукове, по SMS і e-mail) при виникненні тривожних ситуацій;
- настроювання планувальника контролерів (зміна параметрів у заданий час);
- синхронізація часу контролерів із сервером.

У випадку установки «КОНТАР-АРМ» на комп'ютері типу TabletPC (з технологією введення/керування за допомогою сенсорного екрана) виходить своєрідний пульт керування з повноекранним режимом роботи (можна розгорнути основне поле програми у весь екран).

Конструктор «КОНТАР-АРМ» характеризується:

- простотою у використанні бібліотеки статичних і динамічних компонентів з можливістю настроювання їхніх властивостей в окремому діалоговому вікні (прив'язка до параметрів контролерів, алгоритмів, посилання на іншу мнемосхему, файл, веб-сторінку, зміну кольору, шрифту, прозорості);

- можливістю використання графічних примітивів – ліній, прямокутників, еліпсів, полігонів, а також комплексних компонентів;
- можливістю створення і застосування власної бібліотеки компонентів;
- можливістю імпорту графічних зображень, у тому числі анімованих;
- угрупованням елементів мнемосхем, їх масштабуванням, вирівнюванням, зміною властивостей, використанням буфера обміну і т. д (рис. 7.13).

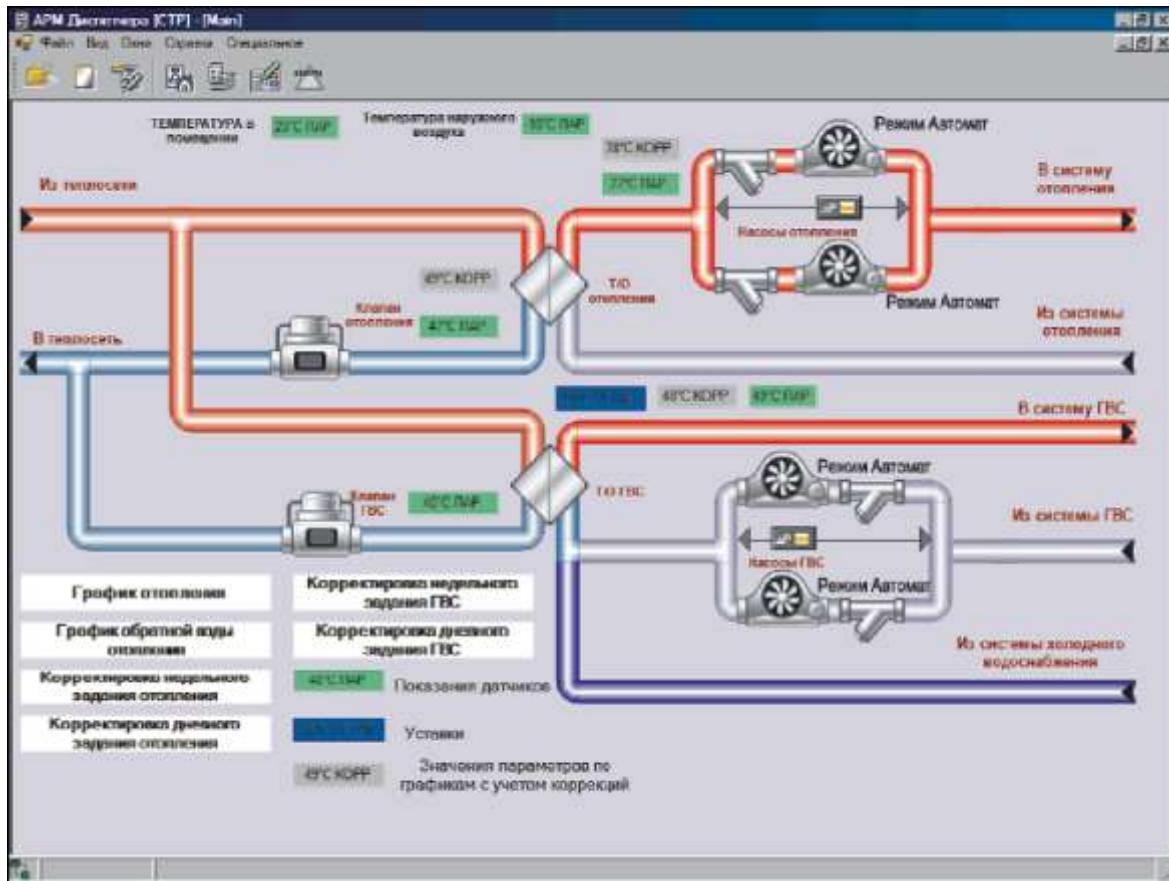


Рисунок 7.13 – Приклад вікна конструктора системи «КОНТАР-АРМ»

Архів «КОНТАР-АРМ» має наступні можливості:

- перегляд даних, прочитаних сервером АРМ із внутрішніх архівів контролерів;
- формування списку параметрів, значення яких необхідно архівувати із завданням властивостей архівації для кожного параметра;
- вибір періоду для виводу архівних даних;
- представлення наявних архівних даних у графічному вигляді (тренди) (рис. 7.14) з можливістю автоматичного або ручного масштабування;
- представлення архівних даних у табличному вигляді;
- печатання даних;
- експорт даних у формат MS Excel, HTML;
- створення безлічі різних трендів, кожний з яких розбудовується для відображення визначеного набору графіків параметрів, що архівуються.

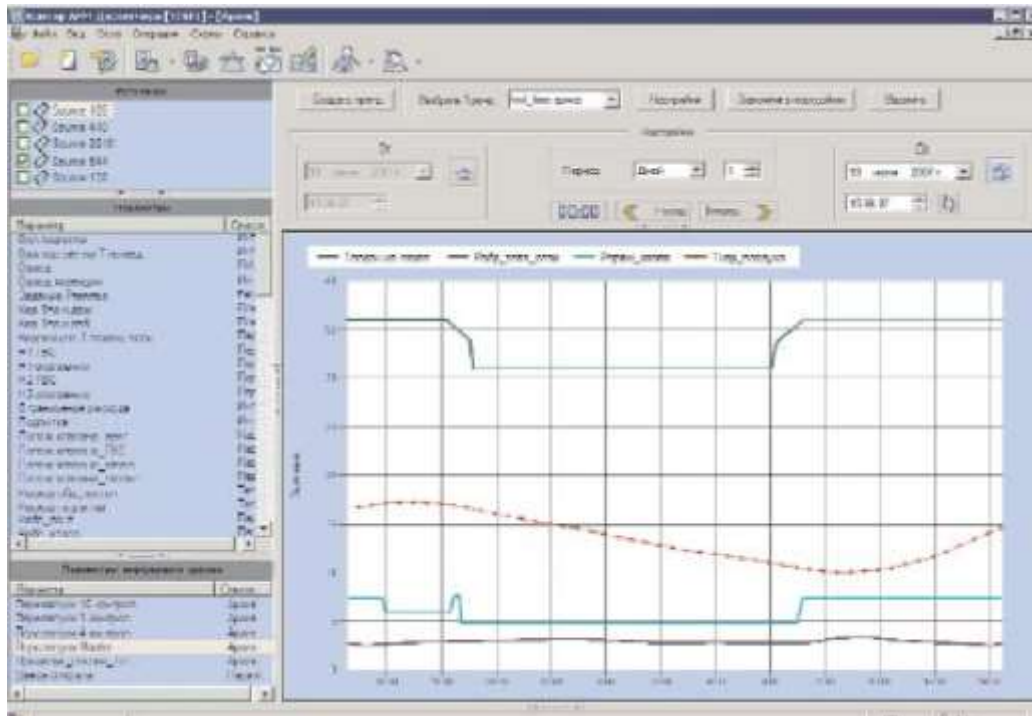


Рисунок 7.14 – Вікно трендів «КОНТАР-АРМ» – збирання даних про протікання процесу в графічному вигляді

Архів тривог «КОНТАР-АРМ» має наступні можливості (рис. 7.15):

- цілодобове ведення архіву тривог;
- збереження історії тривог;
- фільтрація списку тривог (вибірка тривог за назвою параметра, дати виникнення тривоги або за період);
- підтвердження тривог.

Назва	Статус	Підтвер.
02_Дат на 1 номіналі ном	Active	
02_Обсяг ДТ отрим	Active	
02_Обсяг Слань	Active	
02_Висота РЗ графітери Сіа	Active	
03_Висота РЗ МР 3	Active	
04_Висота РЗ МР 4	Active	
05_Висота РЗ МР 5	Active	
Отрим Мовля	0	
Повідомлення Надій	Active	
Сигнал надійності о МР 6	0	
02_Дат на 1 номіналі ном	0	
02_Обсяг ДТ отрим	0	
02_Обсяг Слань	0	
02_Висота РЗ графітери Сіа	0	
03_Висота РЗ МР 3	0	
04_Висота РЗ МР 4	0	
05_Висота РЗ МР 5	0	
Отрим Мовля	Active	
Повідомлення Надій	0	
Сигнал надійності о МР 6	Active	
02_Дат на 1 номіналі ном	Active	
02_Обсяг ДТ отрим	Active	
02_Обсяг Слань	Active	
02_Висота РЗ графітери Сіа	Active	

Рисунок 7.15 – Приклад вікна архіву тривог системи «КОНТАР-АРМ»

Планувальник «КОНТАР-АРМ» має наступні можливості (рис. 7.16):

- перегляд розкладу зміни параметрів проекту;
- редагування розкладу;
- завдання розкладу на тривалий період часу: щотижнєве, щорічне;
- вибір точності завдання зміни параметра;
- копіювання розкладу для одного параметра в розклад іншого.

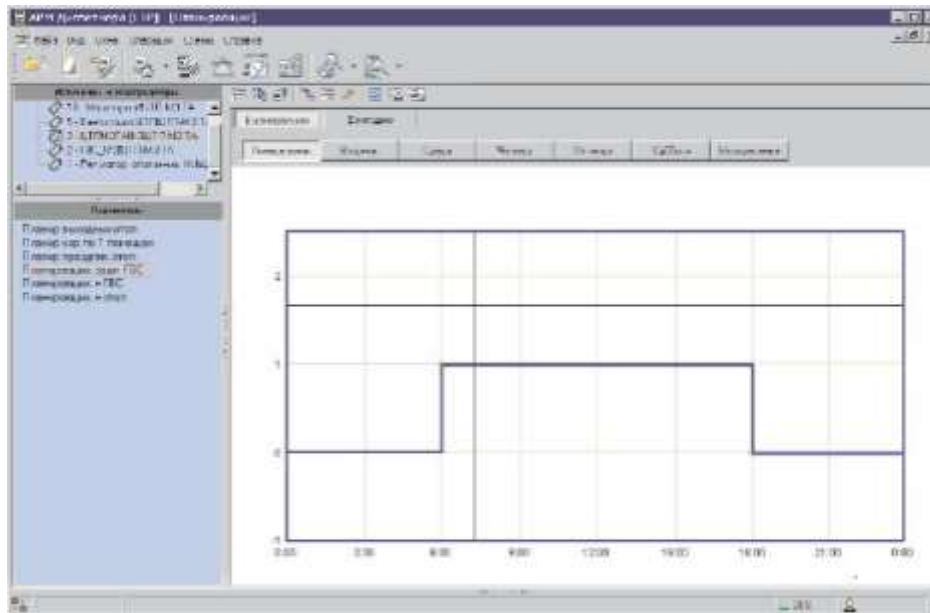


Рисунок 7.16 – Приклад вікна планувальника системи «КОНТАР-АРМ»

7.4 Робота з програмою «КОНТАР-АРМ»

7.4.1 Призначення програми

Програма «КОНТАР-АРМ» входить до складу програмно-технічного комплексу «КОНТАР» і призначена для роботи з контролерами і модулями «КОНТАР» (виробництво МЗТА).

«КОНТАР-АРМ» являє собою інструментальний засіб, що дає можливість користувачеві (інженерові по автоматизації, інтеграторові, наладчикові) розробляти й експлуатувати автоматизоване робоче місце диспетчера.

«КОНТАР-АРМ» є гнучкою автоматизованою робочою станцією оператора, призначеною для рішення широкого кола задач диспетчеризації. Вона дозволяє працювати з досить складними задачами, включаючи керування технологічним процесом, побудову трендів, оповіщення про відмовлення систем і збереження їхньої історії.

Типовими об'єктами для диспетчеризації «КОНТАР-АРМ» є інженерне устаткування будинків, різні технологічні процеси, теплові пункти, вентиляційні установки, котлоагрегати, котельні і багато чого іншого.

Особливості системи:

- простота використання;
- гнучка архітектура, що дозволяє нарощувати сервіси системи;
- можливість роботи як на одному персональному комп'ютері, так і у зв'язці сервер + робочі станції;
- можливість зв'язку з віддаленими об'єктами по захищеному протоколу через Інтернет;
- наявність системи збереження зміни параметрів у базі даних із можливістю виведення їх на друк і побудови графіків;
- отримання інформації про тривожні події, що відбулися на об'єкті керування;
- простота доповнення системи графічними елементами користувача.

Програма складається з двох основних частин – серверної і клієнтської. Серверна частина відповідає за обмін інформацією з контролерами, клієнтська – за складання проекту і його візуалізацію. Обидві частини, як правило, встановлюються на одному комп'ютері, але можуть бути встановлені і на різних, причому клієнтських частин може бути встановлене декілька для організації робочих місць на різних рівнях. Єдина вимога – обидві частини повинні знаходитися в межах однієї локальної мережі.

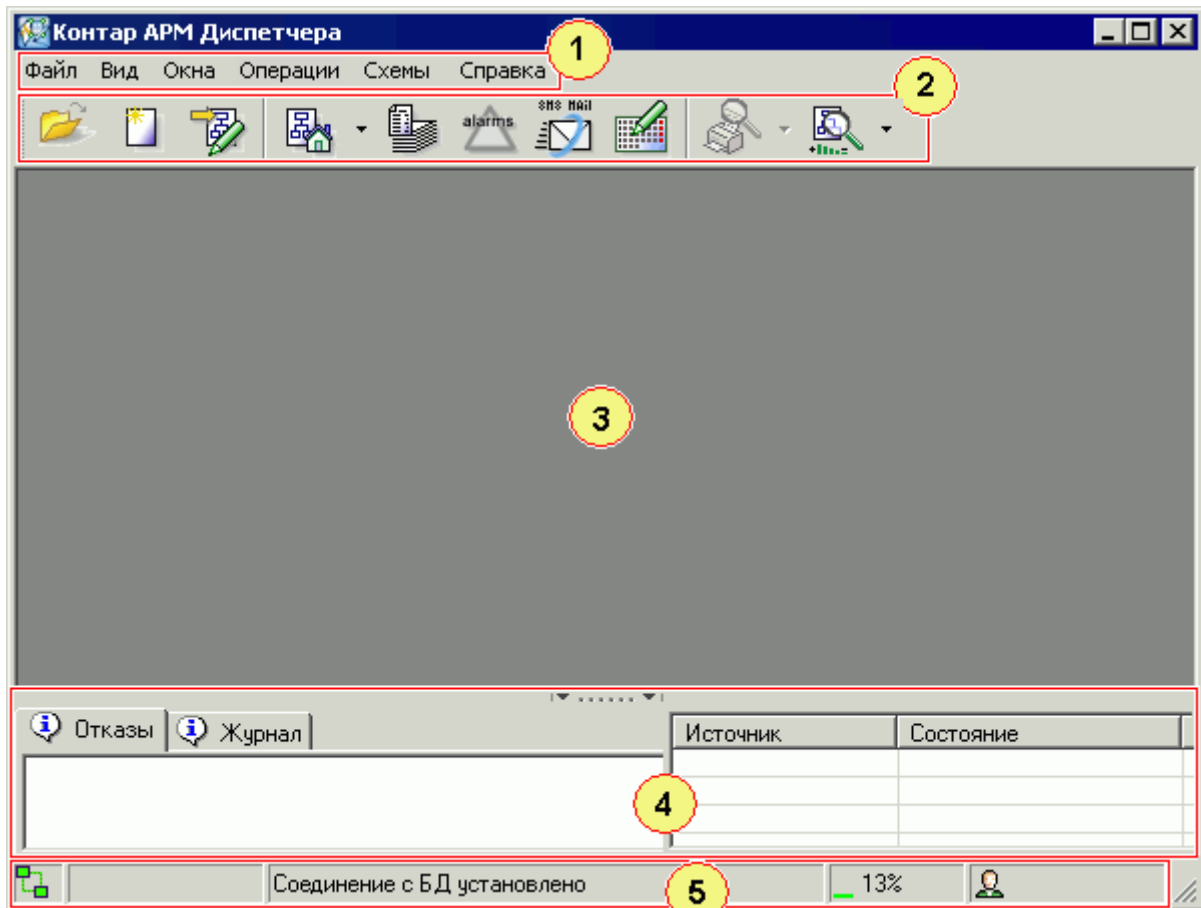
Один сервер може обслуговувати практично необмежену кількість об'єктів.

7.4.2 Створення проекту

Створення проекту здійснюється у режимі конструктора (рис. 7.17). У проекті створюються схеми, на яких розміщують елементи. Елементи прив'язуються до параметрів функціональних алгоритмів приладів.


Функціональність складових частин інтерфейсу:

- 1) головне меню – рядок для виклику випадних меню з командами;
- 2) панель інструментів – кнопки для виклику команд;
- 3) основне поле програми – місце для розміщення секцій розділу, можливе одночасне відображення декількох секцій, зміна розмірів секцій щодо вікна програми, будь-яку секцію можна згорнути, розгорнути, розгорнути на усе вікно;
- 4) інформаційна панель – відображення інформації тривоги, журналу роботи програми, стану джерел. Журнал роботи програми (вкладка *Журнал*) включає інформацію про зміну параметрів контролерів, наявність з'єднання з мережею, авторизацію користувача, початок і завершення редагування проекту;
- 5) рядок стану – відображення стану бази даних, поточного користувача та ін.



1 – головне меню; 2 – панель інструментів; 3 – основне поле програми;
 4 – інформаційна панель; 5 – рядок стану
 Рисунок 7.17 – Зовнішній вигляд інтерфейсу (розділ керування проектом)

Щоб сховати або відобразити інформаційну панель, треба натиснути на кнопку ▲.....▲.

Щоб створити новий проект, виберіть меню <Файл – Новый проект> або натисніть кнопку  на панелі інструментів. При цьому відкриється наступне діалогове вікно (рис. 7.18).

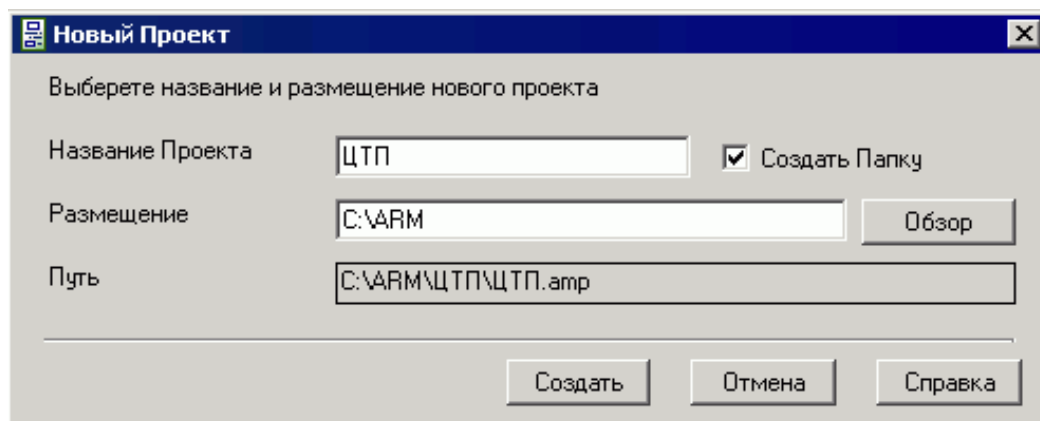


Рисунок 7.18 – Вікно нового проекту

Задайте назву проекту.

Укажіть розміщення папки, де буде збережений проект.

За замовчуванням файли проекту розміщуються в додатковій вкладеній папці з тим же ім'ям, що і назва проекту. Якщо зняти прапорець <Создать Папку>, то така папка створюватися не буде і файли проекту будуть розміщатися в корені папки, зазначеної в полі <Размещение>. Місце, де буде створений головний файл проекту, відображається у полі <Путь>.

Натисніть кнопку <Создать>. Якщо в даному місці вже існує проект із зазначеною назвою, то з'явиться напис про помилку, у цьому випадку необхідно змінити назву проекту або його розміщення. При створенні проекту програма автоматично переходить у розділ редактора схем.

7.4.3 Редактор схем

7.4.3.1 Можливості розділу

Основні функції:

– розробка графічного інтерфейсу проекту на базі бібліотеки стандартних статичних і динамічних елементів, а також графічних примітивів (лінії, прямокутники, полігони, еліпси). Графічний інтерфейс може бути розбитий на кілька частин (головна мнемосхема і додаткові мнемосхеми);

– формування джерел для прив'язки елементів до параметрів приладів (можлива прив'язка без використання підключених приладів);

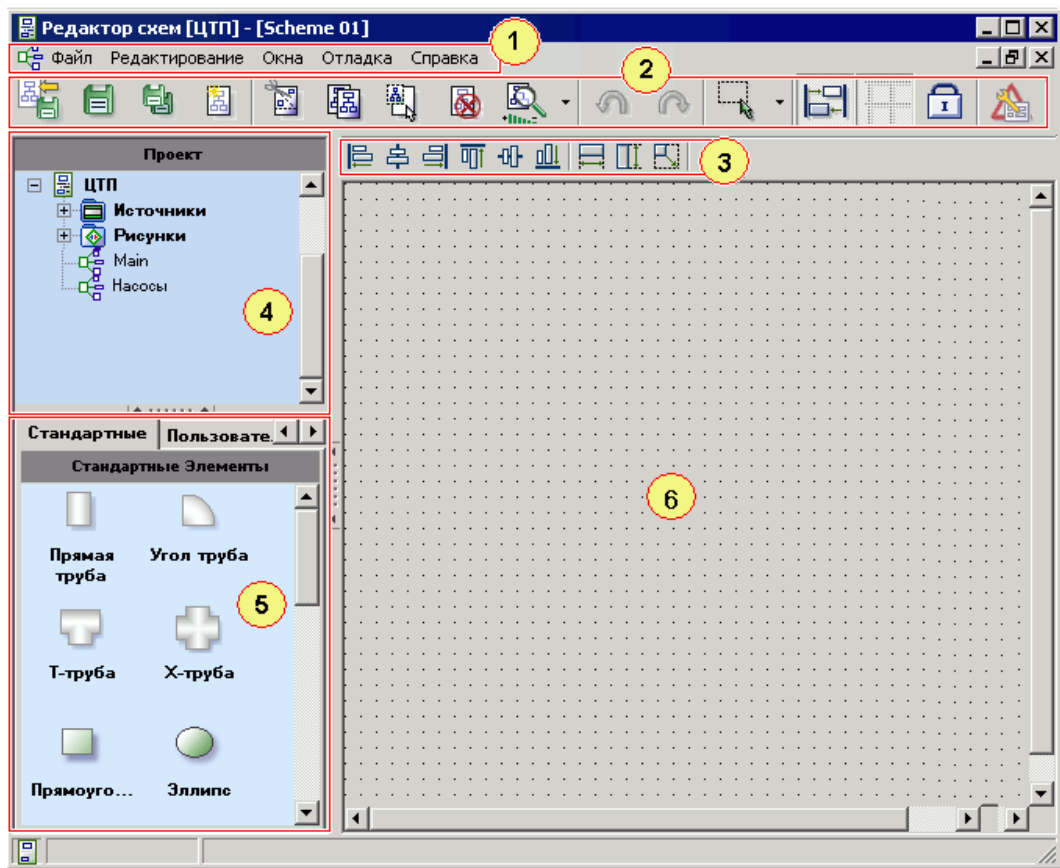
– детальне настроювання кожного використовуваного на мнемосхемі елемента здійснюються в окремому діалоговому вікні, із завданням кольору, прозорості, шрифту, графічного зображення, параметра для прив'язки, гіперпосилання. Можливість установки загальних властивостей для виділеної групи елементів;

– формування власної бібліотеки на базі згрупованих і набудованих стандартних елементів для наступного використання при розробці мнемосхеми;

– робота з розміщеними елементами: зміна розміру, поворот, вирівнювання, завдання порядку накладення один на одного, робота з буфером обміну, блокування.

Щоб перейти в розділ <Редактор схем>, виберіть меню <Файл - Редактор схем> або натисніть кнопку  на панелі інструментів.

Зовнішній вигляд інтерфейсу розділу <Редактор схем> показаний на рисунку 7.19.



1 – головне меню; 2 – панель інструментів; 3 – панель вирівнювання;
 4 – панель <Проект>; 5 – панель бібліотеки елементів;
 6 – робоча область

Рисунок 7.19 – Зовнішній вигляд інтерфейсу розділу редактора схем

Функціональність складових частин інтерфейсу:

- 1) головне меню – рядок для виклику випадних меню з командами;
- 2) панель інструментів – містить кнопки для виклику основних команд;
- 3) панель вирівнювання – кнопки для виклику команд, призначених для вирівнювання обраних елементів. Ця панель може бути схована;
- 4) панель <Проект> (відображення деревоподібного списку, що складає з джерел проекту, використовуваних у проекті малюнків і переліку створених схем. Служить для створення джерел і схем, відкриття схем і ін.);
- 5) панель бібліотеки елементів розділена на дві частини:
 - вкладка <Стандартная> містить стандартні елементи для використання у проекті
 - вкладка <Пользовательские> містить елементи, що були згруповані на базі стандартних і вже побудовані певним чином, для використання в проекті;
- 6) робоча область – місце для розміщення елементів обраної схеми.

7.4.3.2 Робота зі схемами в редакторі схем

Щоб створити нову схему, відкрийте контекстне меню на кореновому елементі у деревоподібному списку панелі <Проект> і оберіть команду <Создать Схему> (рис. 7.20).

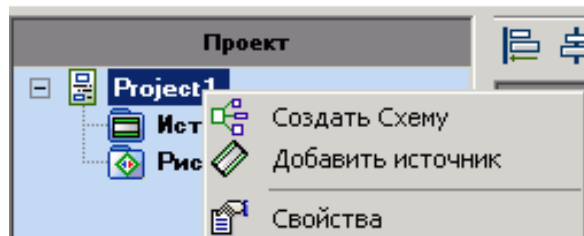




Рисунок 7.20 – Створення схеми

При необхідності повторіть цю дію для створення потрібної кількості схем. При створенні схеми в деревоподібному списку панелі <Проект> з'являється заголовок з її назвою. За замовчуванням нова схема отримує ім'я «Scheme 00», наступна «Scheme 01» і т. д.

Рекомендується перейменувати створені схеми, для цього виділіть заголовок схеми, відкрийте на ньому контекстне меню і виберіть команду <Переименовать>.

Заголовки схем розташовуються в порядку їхнього створення. За замовчуванням перша створена схема є головною і позначається значком . Інші схеми є додатковими і позначаються значком .

Щоб зробити іншу схему головною, виділіть її, відкрийте на її заголовку контекстне меню і виберіть команду <Сделать стартовой>.

Перехід між схемами

Щоб відкрити будь-яку схему, клацніть два рази лівою кнопкою миші на її заголовку в деревоподібному списку панелі <Проект>.

Перехід по уже відкритих схемах можна зробити також через меню <Окна>. Поточна відкрита схема виділена у випадному підменю галочкою напроти її імені (рис. 7.21).

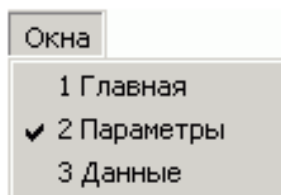


Рисунок 7.21 – Вікно переходу між схемами

Перегляд і редагування властивостей схеми

Для перегляду і редагування властивостей схеми, виділіть її заголовком у деревоподібному списку панелі <Проект>, відкрийте контекстне меню і виберіть команду <Свойства> (рис. 7.22).

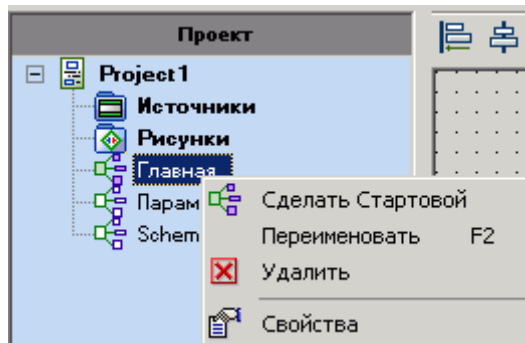


Рисунок 7.22 – Перехід у властивості схеми

При цьому відкриється наступне діалогове вікно (рис. 7.23).

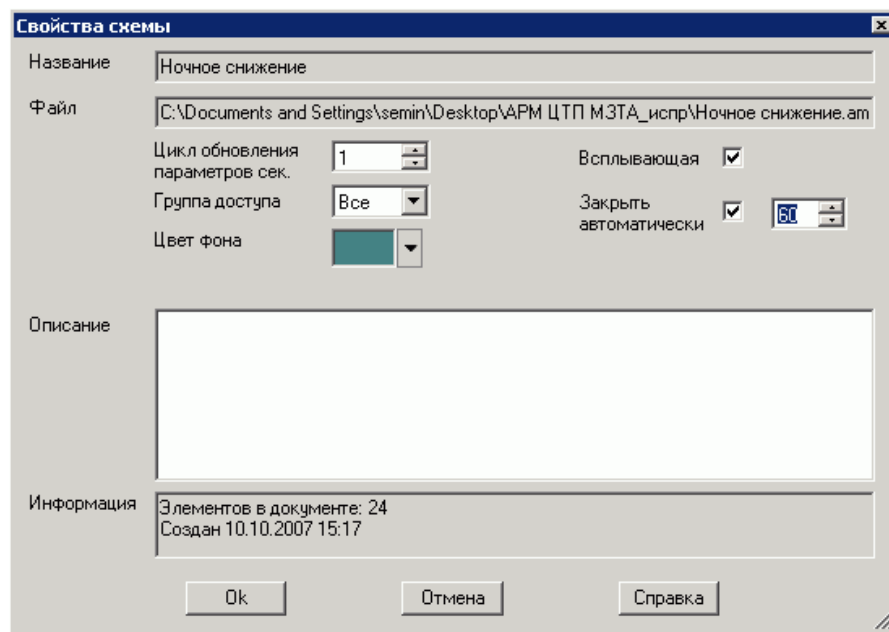


Рисунок 7.23 – Перегляд і редагування властивостей схеми

Функціональність вікон така:

- <Название> – ім'я обраної схеми;
- <Файл> – розташування файлу схеми (з розширенням .ams) на диску;
- <Цикл> відновлення параметрів – завдання проміжку часу в секундах між відновленнями значень параметрів, виведених на схемі;
- <Группа доступа> – установка (вибір від А до Н) або зняття (вибір <Все>) обмеження на відкриття обраної схеми. Для кожного користувача існує можливість задати групи доступу (розділ <Управление проектом>),

меню <Файл> – <Безопасность>, команди <Добавить пользователя> / <Изменение записи>). Якщо обрана в списку група доступу в підключеного користувача виключена, то дана схема буде закрита для перегляду.

– <Цвет фона> – відображення поточного кольору фона схеми і зміна кольору фона схеми;

– <Всплывающая> – при установці даного прапорця схема буде відкриватися у спливаючому вікні (у режимі керування проектом, у секції <Схема>). Для головної схеми установка даного прапорця не допускається. Якщо прапорець знятий, обрана схема буде відкриватися в тім же вікні, заміщаючи попередню схему;

– <Закрывать автоматически> – при установці даного прапорця відкрита в спливаючому вікні схема буде автоматично закриватися через зазначену кількість секунд;

– <Описание> – поле для введення коментарю до схеми;


– <Информация> – відображення інформації про кількість елементів на обраній схемі.

Для видалення схеми виділіть її заголовок у деревоподібному списку панелі Проект, відкрийте контекстне меню і виберіть команду <Удалить>.

Призначення схем тривогам





Програма надає можливість організувати спливаючі вікна зі схемами, на яких буде відображатися інформація про виникнення якої-небудь тривоги.


Для цього потрібно створити нову схему, у властивостях схеми установити прапорець <Всплывающая>. Розмістити на схемі відповідну інформацію про тривогу. Прив'язати схему до тривоги. У випадку, коли статус тривоги стане активним, прив'язана до неї схема відобразиться у спливаючому вікні.

Щоб прив'язати схему до тривоги, натисніть кнопку  на панелі інструментів. При цьому відкриється наступне діалогове вікно (рис. 7.24).

За допомогою кнопки  додайте новий рядок.

Заповніть кожен осередок рядка (шпальти <Источник>, <Тревога> і <Схема>).

Для переходу на інші рядки можна використовувати кнопки    .

Для видалення обраного рядка натисніть кнопку .

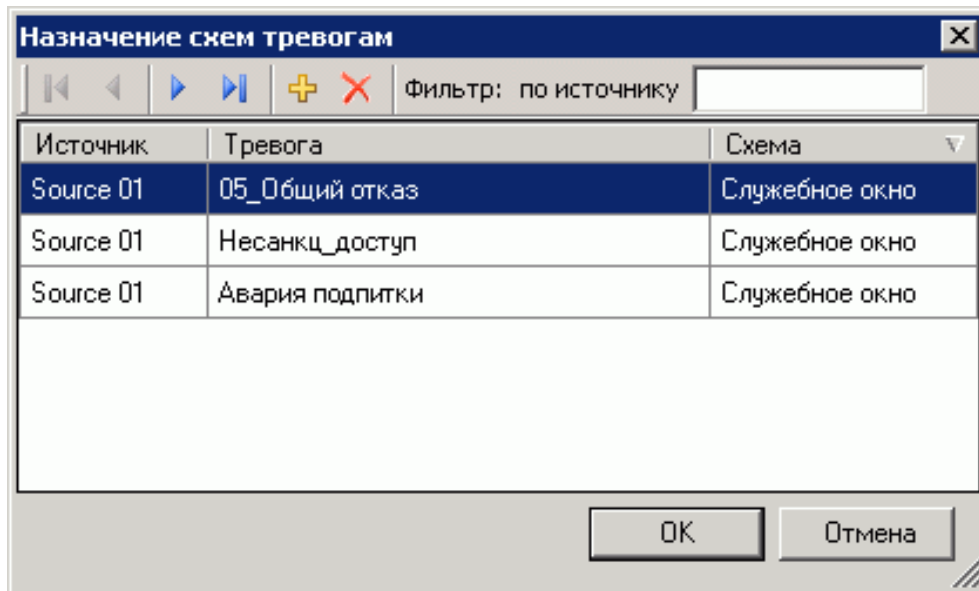


Рисунок 7.24 – Вікно призначення схем тривогам

7.4.3.3 Работа с библиотекой в редакторе схем

Панель библиотеки элементов поделена на две части: библиотеку стандартных элементов – вкладка <Стандартные> и библиотеку пользовательских элементов – вкладка <Пользовательские> (рис. 7.25).

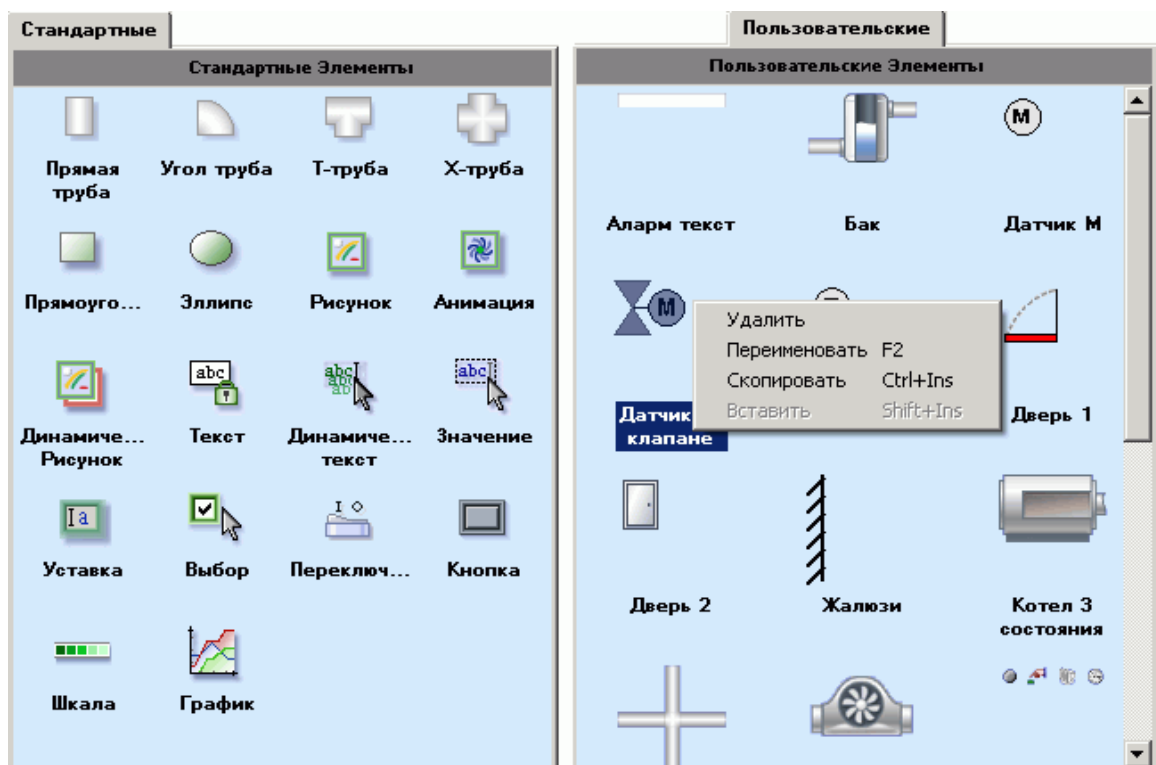


Рисунок 7.25 – Вікно бібліотеки елементів

Для використання будь-якого елемента з бібліотеки виберіть необхідний елемент і перетягніть його на схему, утримуючи натиснутою ліву кнопку миші.

Базовою структурною одиницею створюваних схем є стандартні елементи. Група стандартних елементів після зміни розмірів, кутів повороту, положення відносно один одного і налагодження властивостей, може поєднуватися в користувацький елемент. Користувальницькі елементи спрощують і прискорюють процес розробки схеми: готові і сформовані фрагменти схеми можуть бути збережені в бібліотеці для наступного використання в інших проектах, а часто повторювані фрагменти – зручним способом розмножені.

Щоб створити користувацький елемент, виділіть групу стандартних елементів і помістіть її (за допомогою перетаскування, утримуючи натиснутою ліву кнопку миші, або з використанням буфера обміну) у бібліотеку користувацьких блоків. При цьому в бібліотеці користувацьких елементів створюється новий елемент, що рекомендується перейменувати (команда <Переименовать> з контекстного меню, відкритого на цьому елементі).

В окремому випадку користувацький елемент може складатися тільки з одного вже налагодженого стандартного елемента.

За замовчуванням у бібліотеці користувацьких елементів вже утримуються приклади різних користувацьких елементів.

Щоб видалити непотрібний елемент із користувацької бібліотеки, виділіть його, відкрийте на ньому контекстне меню і виберіть команду <Удалить>.

7.4.3.4 Робота з елементами в редакторі схем

Розміщення елемента

На панелі бібліотеки елементів виберіть необхідний елемент, натисніть на ньому ліву кнопку миші і, утримуючи її натиснутою, перемістіть елемент на робоче поле в зручне для розміщення місце. Елемент прив'язується до вузла сітки (рис. 7.26).



Рисунок 7.26 – Вікно роботи з елементами

Виділення

Усі дії над елементами здійснюються після їхнього виділення. Для виділення елемента на схемі використовуйте ліву кнопку мишки. Для виділення групи елементів, натисніть ліву кнопку мишки поза границями елементів, простягніть рамку на всі елементи, що хочете виділити. Для додавання в групу виділених об'єктів використовується клавіша Shift+ліва кнопка миші, або клавіша Ctrl+ліва кнопка миші (у випадку із клавішею Ctrl елемент може бути як включений у групу, так і виключений з неї повторним натисканням).

Виділений елемент обводиться зелено-чорною рамкою (рис. 7.27).

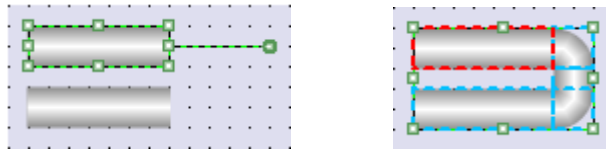


Рисунок 7.27 – Виділення елементів

У випадку виділення групи елементів, група обводиться зелено-чорною рамкою (рамка виділення), базовий елемент – червоною, всі інші елементи групи – синьою.

Зміна положення на схемі

При необхідності пересуньте виділений елемент або групу виділених елементів в інше місце робочого поля, утримуючи на виділенні ліву кнопку миші. Для пересування можна використовувати курсорні клавіші на клавіатурі, при цьому кожне натискання клавіші буде пересувати елемент у відповідну сторону на один крок сітки, а при одночасному утриманні клавіші Shift – на одну точку.

Зміна розміру

Зміна розмірів виконується за допомогою ручок, розташованих на рамці виділення. Для пропорційної зміни розміру задіється ручка, розташована в куті елемента. Для зміни по висоті – нижня або верхня ручка, для зміни по ширині – ліва або права ручка. Утримуючи ліву кнопку мишки на обраній ручці, розтягніть до потрібного розміру.

Поворот

Для повороту виділеного елемента застосовується ручка, пов'язана з елементом лінією. Поворот здійснюється на кут, кратний 45°. Більш точний поворот здійснюється при утриманні клавіші Shft. Поворот групи

виділених елементів здійснюється через відповідні команди контекстного меню. Поворот елемента (групи елементів) здійснюється щодо центра (рис. 7.28).

Для елементів <Прямоугольник> і <Эллипс> поворот неможливий.

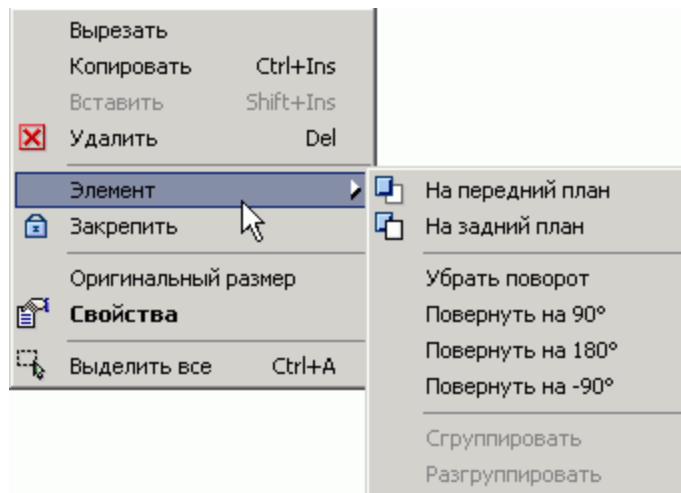


Рисунок 7.28 – Вікно повороту елемента

Використання буфера обміну

При роботі з елементами доступні стандартні дії з буфером обміну – <Вырезать>, <Копировать> і <Вставить>. Це дозволяє розмножити на схемі повторювані місця з елементами або перенести елементи з однієї схеми на іншу. Відповідні команди викликаються з контекстного меню.

Зміна порядку накладення

Щоб змінити порядок накладення елементів, що перекриваються, відкрийте на одному з таких елементів контекстне меню і виберіть команду <На передний план> або <На задний план>.

Перегляд і зміна властивостей

Для зміни властивостей елемента виділіть його, відкрийте на ньому контекстне меню і виберіть команду <Свойства>. У діалоговому вікні властивостей елемента, що відкрилося, задайте назву елемента, на вкладці <Параметры> установіть або уведіть відповідні значення параметрів, виберіть колір, шрифт та інше (рис. 7.29). Склад параметрів визначається типом елемента.

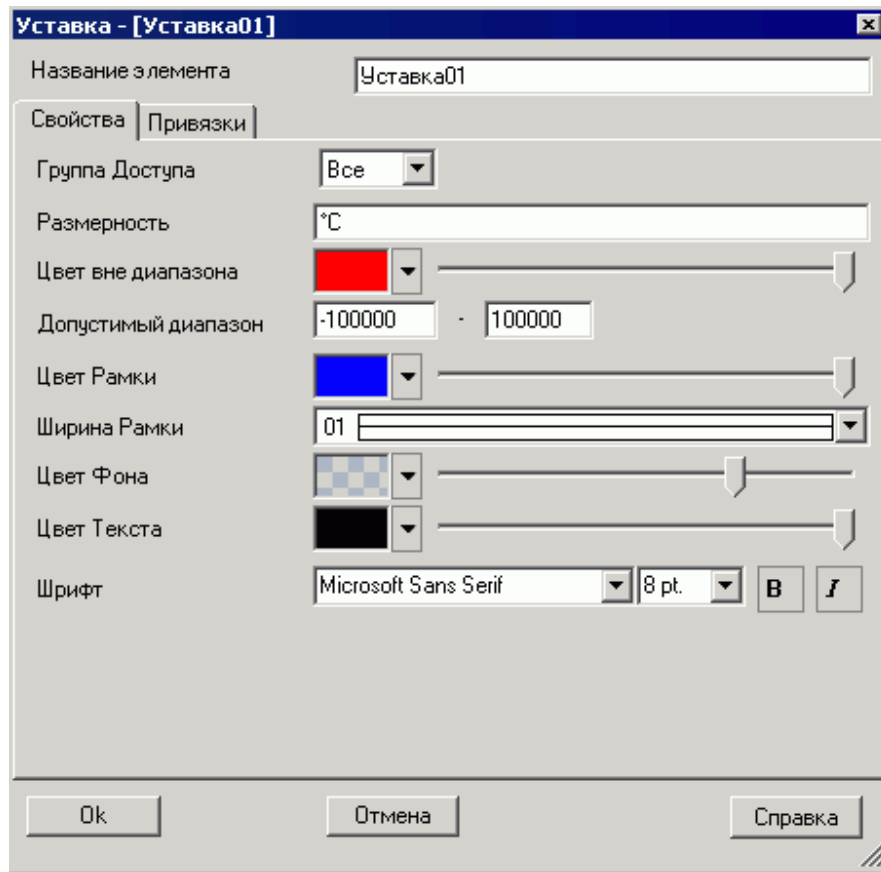




Рисунок 7.29 – Вікно завдання властивостей елементові


При виклику команди <Свойства> для групи виділених елементів на вкладках будуть відображені тільки властивості, загальні для всіх елементів. Назва властивості відображається чорним кольором, якщо значення властивості у всіх елементів однакове або воно було змінене, і сірим – у протилежному випадку. Значення, відображувані сірим кольором, не будуть привласнені. Таким чином, можна поміняти, наприклад, одну властивість у групи однорідних елементів, не торкаючи інші властивості.

Блокування елементів

Після розміщення і настроювання властивостей елемент можна заблокувати (команда <Закрепить> в контекстному меню). Фіксація елементів дозволяє вимкнути вже цілком сформовані елементи і ділянки схеми для редагування. Також дозволяє зручно працювати з фоновими зображеннями, крім випадкового виділення заблокованих елементів. Щоб розблокувати елемент, відкрийте для нього контекстне меню і виберіть команду <Отменить закрепление>.

Щоб мати можливість внести зміни в заблоковані елементи, натисніть кнопку  (Дозволити редагування закріплених елементів) на панелі інструментів. Заблоковані елементи при цьому стануть позначені значком .

Вирівнювання

За допомогою панелі вирівнювання  можна вирівняти виділені елементи. Вирівнювання відбувається щодо базового елемента.

Елемент, виділений останнім, стає базовим, він позначається червоною рамкою, при вирівнюванні його положення залишається незмінним (рис. 7.30).

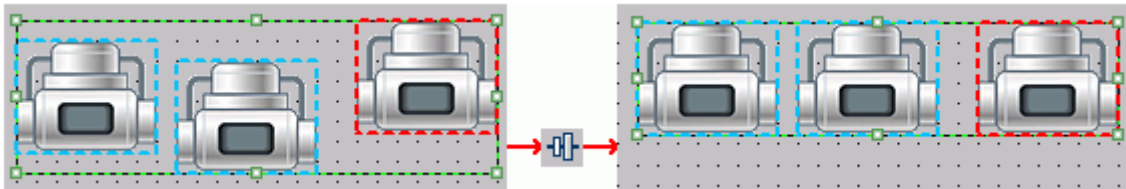


Рисунок 7.30 – Вирівнювання елементів

Рисуння ліній і багатокутників

На панелі інструментів знаходиться кнопка з вибором інструментів для можливості рисування ліній і багатокутників (рис. 7.31).

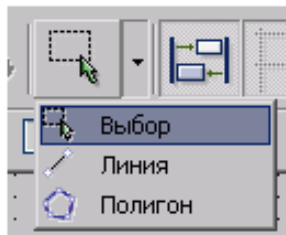


Рисунок 7.31 – Вікно рисування ліній і багатокутників

Для рисування ліній виберіть команду <Линия>. Натисканням лівої кнопки миші задайте першу точку лінії, наступним натисканням – другу точку (рисується лінія). При указуванні третьої точки рисується лінія з початком у другій точці і т. д. У підсумку виходить ламана лінія. По закінченні рисування ліній виберіть команду <Выбор> або натисніть клавішу <Enter>.

Для рисування зафарбованого багатокутника виберіть команду <Полигон>. При кожному натисканні лівої кнопки миші задається нова вершина багатокутника. По закінченні рисування багатокутників виберіть команду <Выбор> або натисніть клавішу <Enter>.

Редагування ліній і багатокутників здійснюється аналогічно редагуванню елементів з бібліотеки.

7.4.3.5 Стандартні елементи в редакторі схем труби

Елементи <Трубы> застосовуються для створення трубопроводів. При цьому використовуються різні підвиди даних елементів: пряма труба створення прямої труби необхідної довжини; кутова труба створення повороту трубопроводу; Т-подібна труба і Х-подібна труба створення перетинань трубопроводів (рис. 7.32). Колір кожного елемента (задається на вкладці <Свойства>) може бути статичним або змінюватися в залежності від поточного значення параметра (ім'я параметра задається на вкладці <Привязки>). Елементи <Трубы> можуть бути пов'язані з гіперпосиланням (задається на вкладці <Гиперссылка>) для організації переходу на іншу схему проекту або відкриття обраного файлу або Веб-сторінки.

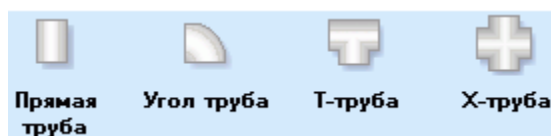


Рисунок 7.32 – Види труб

Настроювання кольору може бути виконане так, як наведено на рис. 7.33.

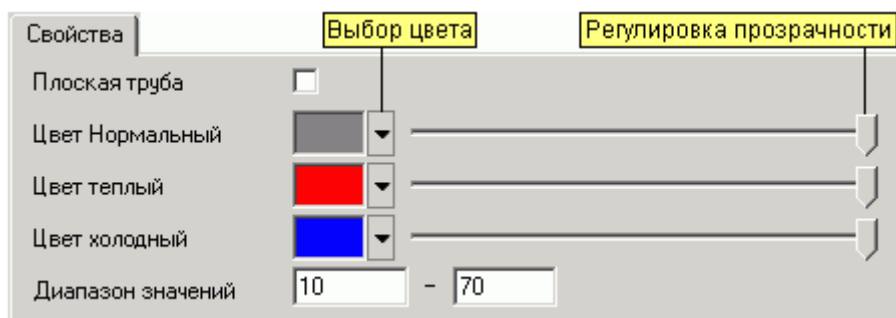


Рисунок 7.33 – Вкладка <Свойства элемента «Трубы»>

Функціональність цієї вкладки наступна:

- <Плоская труба> – за замовчуванням елемент, розфарбований за допомогою градієнтного заливання, що створює ефект «опуклості» труби. При установці цього прапорця елемент зафарбовується однотонним кольором;
- <Цвет Нормальный> (1) – завдання кольору елемента, якого він набуде, якщо поточне значення параметра дорівнює середньому арифметичному (2) між нижньою (3) і верхньою (4) межами. Також колір елемента при відсутності прив'язки до параметра;
- <Цвет теплый> (5) – завдання кольору елемента, якого він набуде, якщо поточне значення параметра – не нижче верхньої (4) межі;
- <Цвет холодный> (6) – завдання кольору елемента, якого він набуде, якщо поточне значення параметра – не вище нижньої (3) межі;
- <Диапазон значений> – завдання нижньої (3) і верхньої (4) межі.

Якщо поточне значення параметра знаходиться у встановлених межах, то колір елемента інтерполюється відповідним чином (рис. 7.34).

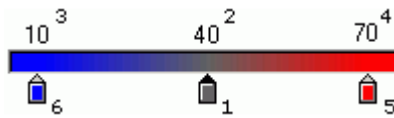


Рисунок 7.34 – Інтерполяція кольору елемента

Прив'язка до параметра

1. Виберіть джерело (рис. 7.35).
2. Виберіть мережний номер приладу, у функціональній алгоритм якого входить необхідний параметр.
3. Виберіть параметр (аналоговий тип).

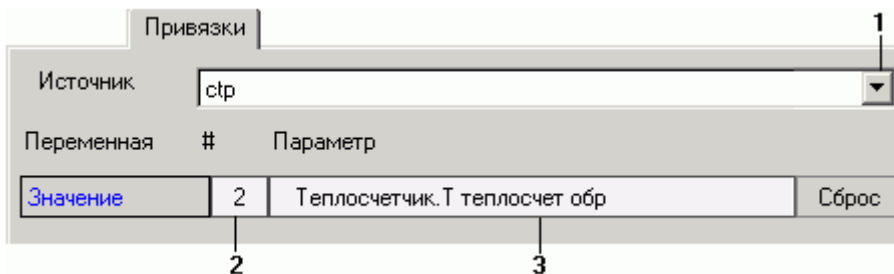


Рисунок 7.35 Вікно прив'язки до параметра

Прив'язка до гіперпосилання

При необхідності елементи проекту можна супроводжувати гіперпосиланнями (рис. 7.36).

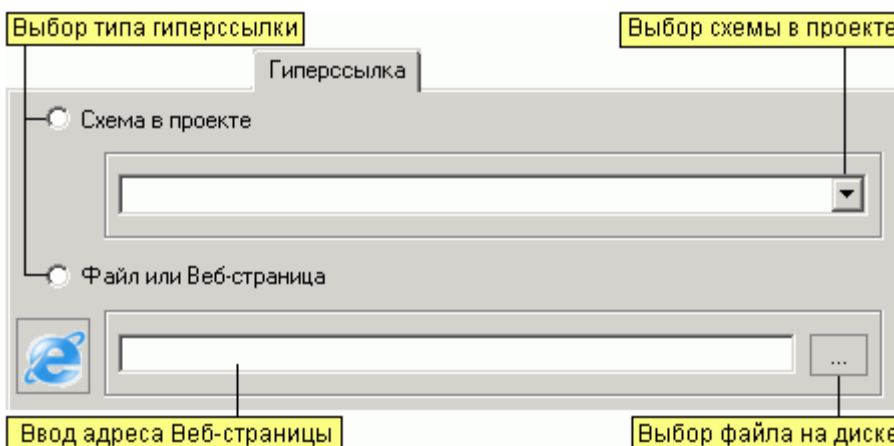


Рисунок 7.36 – Прив'язка до гіперпосилання

7.4.3.6 Стандартні елементи в редакторі схем фігури

Елементи фігур застосовуються для створення графічних примітивів: прямокутників, еліпсів, ліній і полігонів (рис. 7.37).



Рисунок 7.37 – Вибір фігур

Настроювання кольору і границь фігур

Можливість змінити колір кожного елемента задається на вкладці <Свойства> (рис. 7.38).

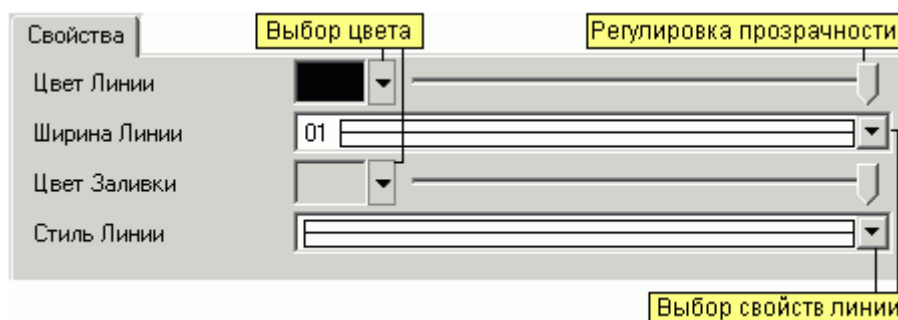


Рисунок 7.38 – Настроювання кольору і границь фігур

Функціональність цієї вкладки:

- <Цвет линии> – вибір кольору границі фігури;
- <Ширина линии> – вибір ширини границі фігури;
- <Цвет заливки> – колір внутрішньої частини фігури (крім ліній);
- <Стиль линии> – вибір накреслення лінії (пунктир, суцільна).

Прив'язка до гіперпосилання

Елементи фігур можуть бути пов'язані з гіперпосиланням (задається на вкладці <Гиперссылка>) для організації переходу на іншу схему проекту або відкриття обраного файлу або Веб-сторінки (рис. 7.39).

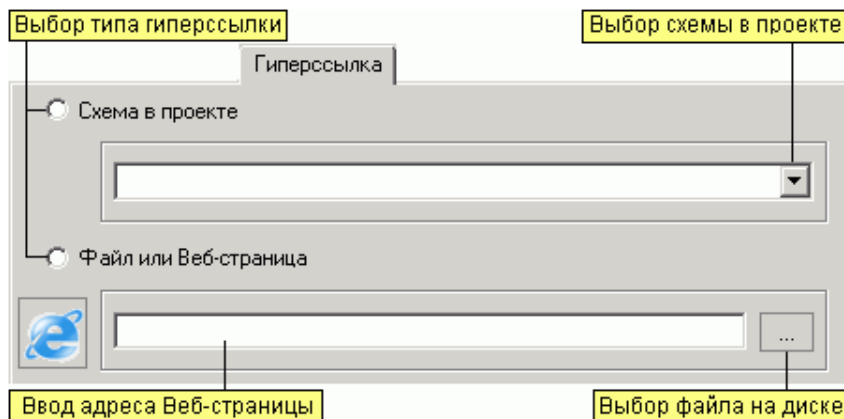


Рисунок 7.39 – Вікно прив'язки до гіперпосилання

7.4.3.7 Стандартні елементи в редакторі схем – уставка



Елемент <Уставка> застосовується для відображення поточного значення параметра і можливості його зміни (ім'я параметра задається на вкладці <Привязки>). Разом зі значенням параметра виводиться його розмірність і задається на вкладці <Свойства> (рис. 7.40).

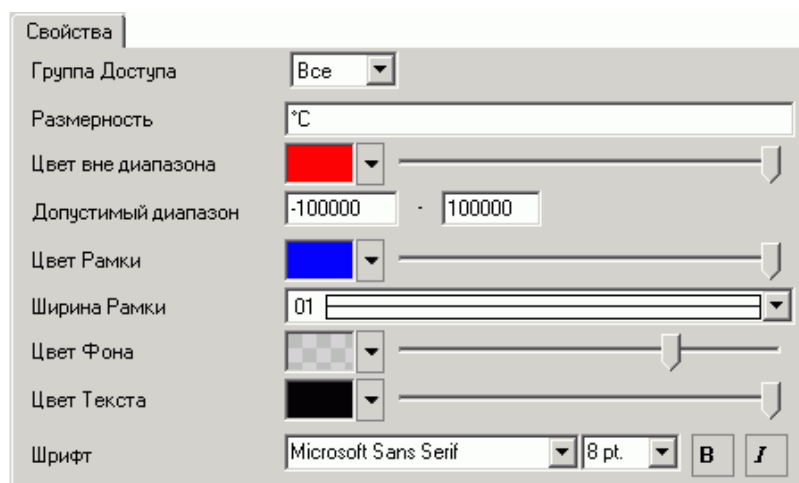


Рисунок 7.40 – Вікно властивостей елемента <Уставка>

Завдання кольору і розмірності:

– <Свойства> – установка (вибір від А до Н) або зняття (вибір <Все>) обмеження на роботу з елементом. Для кожного користувача існує можливість задати групи доступу (Розділ <Управление проектом>, меню <Файл-Безопасность>, команди <Добавить пользователя / Изменение записи>). Якщо обрана в списку група доступу у підключеного користувача вимкнена, то даний елемент буде недоступний для зміни значення параметра;

– <Размерность> – завдання розмірності параметра, виводиться після значення параметра;

- <Цвет вне диапазона> – вибір кольору для виводу величини уставки, коли зчитана з приладу величина уставки менша або більша встановленого (див. нижче) діапазону. За замовчуванням установлений червоний колір;
- <Допустимый диапазон> – установка мінімальної і максимальної меж для зміни уставки;
- <Цвет рамки> – вибір кольору рамки навколо величини уставки. За замовчуванням встановлена прозора рамка (крайне ліве положення регулятора прозорості);
- <Ширина рамки> – вибір ширини рамки;
- <Цвет фона> – вибір кольору тла для виводу величини уставки. За замовчуванням встановлене прозоре тло (крайне ліве положення регулятора прозорості);
- <Цвет текста> – вибір кольору для відображення величини уставки, коли зчитана з приладу величина значення знаходиться у встановленому (див. вище) діапазоні;
- <Шрифт> – вибір назви шрифту, розміру шрифту і написання (<нормальный, курсив, полужирный или полужирный курсив>).

Прив'язка до параметра

1. Виберіть джерело (рис. 7.41).
2. Виберіть мережний номер приладу, у функціональний алгоритм якого входить необхідний параметр.
3. Виберіть параметр (тип: аналоговий, цілочисловий, час або дата).

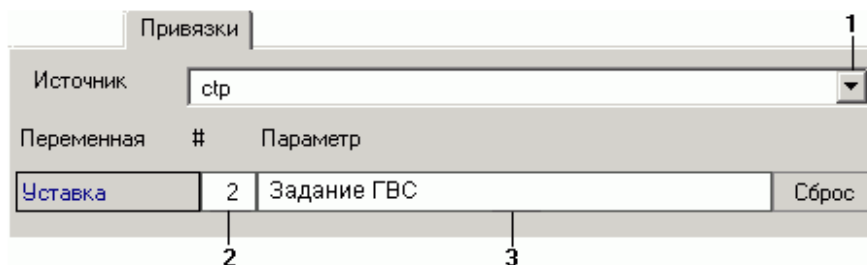


Рисунок 7.41 – Вікно прив'язки до параметра

7.4.3.8 Стандартні елементи в редакторі схем – рисунок



Елемент <Рисунок> застосовується для вставки картинки із зовнішнього файлу. Такий файл повинен мати розширення GIF, JPG, BMP, PNG, EMF або WMF. Файл може бути обраний (на вкладці <Свойства>) з убудованої бібліотеки картинок (рис. 7.42), а також із уже наявних у проекті картинок або імпортований з диска (програма запропонує <скопировать файл в проект>).



Рисунок 7.42 – Вибір файлу із графічним зображенням

Прив'язка до гіперпосилання

Елемент <Рисунок> може бути пов'язаний із гіперпосиланням (задається на вкладці <Гіперссылка>) для організації переходу на іншу схему проекту або відкриття обраного файлу або Веб-сторінки (рис. 7.43).

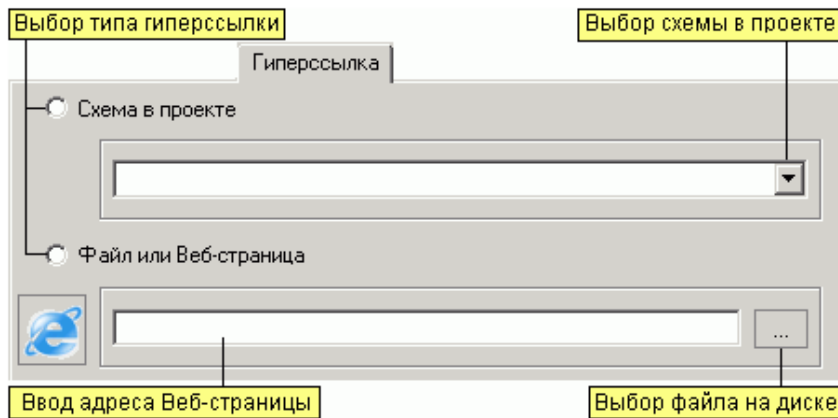


Рисунок 7.43 – Вікно прив'язки до гіперпосилання

7.4.3.9 Стандартні елементи в редакторі схем – текст



Елемент <Текст> застосовується для відображення тексту. Доступні зміни кольору і шрифту елемента задаються на вкладці <Свойства> (рис. 7.44).

Настройка кольору и шрифту:

- <Текст> – поле для введення тексту, що повинен бути відображений;
- <Цвет рамки> – вибір кольору рамки навколо тексту;
- <Ширина рамки> – вибір ширини рамки навколо тексту;
- <Цвет фона> – вибір кольору тла тексту. За замовчуванням встановлене прозоре тло (крайне ліве положення регулятора прозорості);
- <Цвет текста> – вибір кольору тексту;
- <Шрифт> – вибір назви шрифту, розміру шрифту і написання (<нормальный, курсив, полужирный или полужирный курсив>).

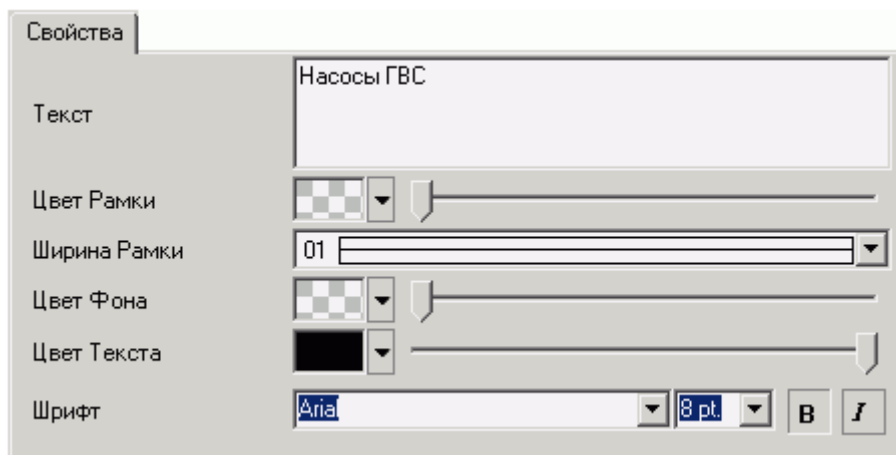


Рисунок 7.44 – Вікно завдання властивостей текстові

Прив'язка до гіперпосилання

Елемент <Текст> може бути пов'язаний із гіперпосиланням (задається на вкладці <Гиперссылка>) для організації переходу на іншу схему проекту або відкриття обраного файлу або Веб-сторінки (рис. 7.45).

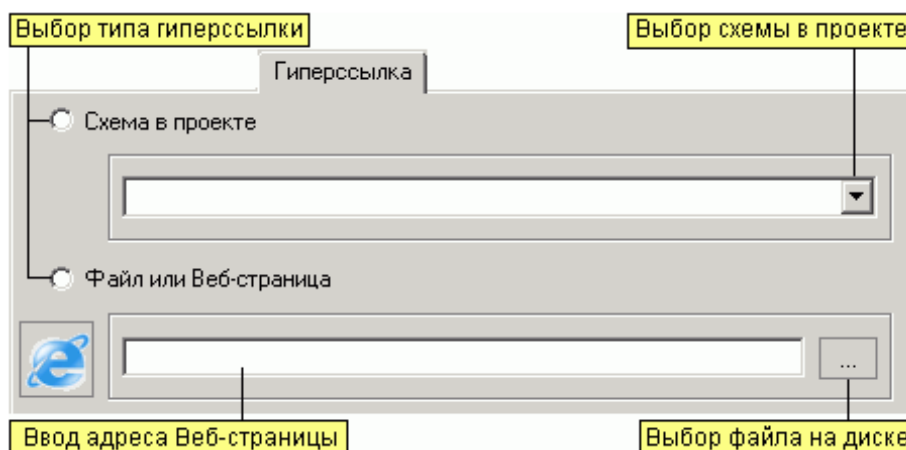


Рисунок 7.45 – Прив'язка тексту до гіперпосилання

7.4.3.10 Робота з комплексними елементами в редакторі схем

Групу однотипних елементів, розташованих на схемі, можна об'єднати в один елемент. Такий елемент називається комплексним.

При великій кількості елементів на схемі настроювання їхніх властивостей і різні дії над ними забирають багато часу. Наприклад, для настроювання властивостей кожного елемента доводиться відкривати окреме вікно. Якщо необхідно переміщати на схемі групу елементів в інше місце, то доводиться робити групове виділення всіх цих елементів

і зрушувати в потрібне місце. Іноді приходится повторювати цю операцію, щоб перемістити цю групу елементів ще далі, тому переважно поєднувати кілька елементів в один і працювати з ними як з одним елементом.

Щоб об'єднати групу елементів у комплексний елемент, виділіть групу елементів, відкрийте на них контекстне меню і виберіть команду <Элементы – Сгруппировать> (рис.7.46).

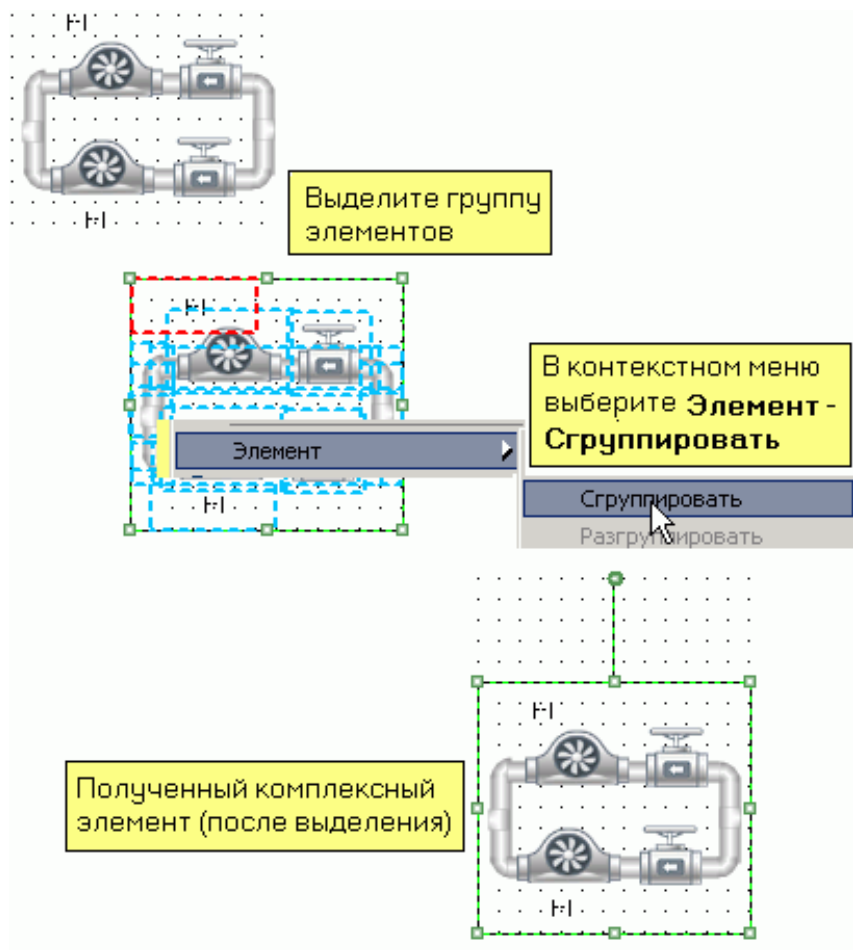


Рисунок 7.46 – Створення комплексного елемента

Щоб розбити комплексний елемент на групу його складових елементів, виділіть комплексний елемент, відкрийте на ньому контекстне меню і виберіть команду <Элементы-Разгруппировать>.

Формування складу властивостей і прив'язок комплексного елемента

Ця операція дозволяє зробити комплексний блок з мінімальним набором необхідних налаштувань, що дозволить максимальним образом спростити його застосування. Ця операція є такою, що рекомендується, але не обов'язковою.

Відкрийте у виділеному комплексному елементі контекстне меню і виберіть команду <Настройка>. При цьому відкриється діалогове вікно <Настройка комплексного елемента> (рис. 7.47).

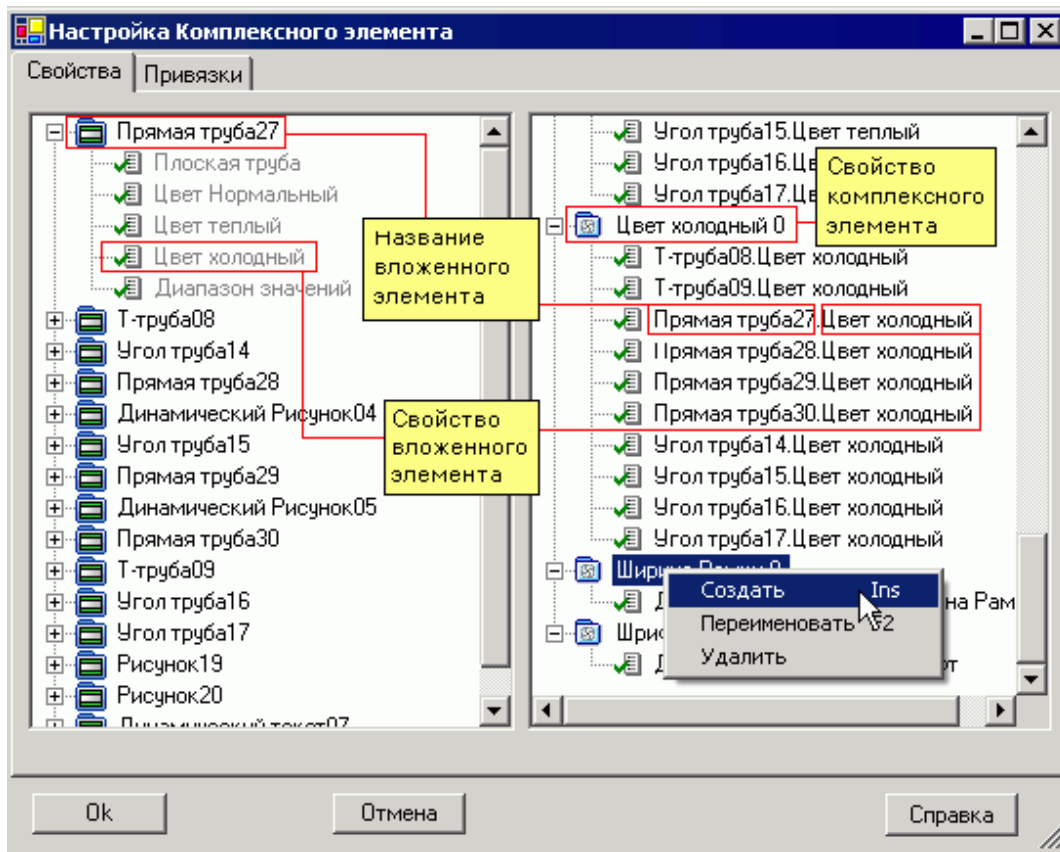


Рисунок 7.47 – Настроювання комплексного елемента

На вкладці <Свойства> можна змінити список властивостей комплексного елемента. У лівій панелі відображаються властивості, що входять до складу кожного вкладеного елемента. У правій панелі відображається список властивостей комплексного елемента (комплексні властивості). За замовчуванням кожна така властивість поєднує однотипні властивості вкладених елементів. Тут же можна сформуванати свою структуру комплексних властивостей.

Можливості при роботі з комплексними властивостями:

1. Зміна назв комплексних властивостей.

За замовчуванням назва комплексної властивості збігається з назвою властивостей вкладених елементів, для яких воно поширюється. Додатково комплексна властивість містить порядковий індекс 0, 1 і т. д.

При створенні нової комплексної властивості воно одержує назву «Свойство 0», те, що впливає – «Свойство 1» і т. д.

Для зручності наступного настроювання комплексного елемента рекомендується перейменувати назви комплексних властивостей. Для цього відкрийте на комплексній властивості контекстне меню і виберіть команду <Переименовать>.

2. Формування складу комплексних властивостей.


За замовчуванням більшість однотипних властивостей вкладених елементів об'єднані між собою у відповідні комплексні властивості.

При необхідності можна виділити групу вкладених елементів і їхні однотипні властивості об'єднати в окрему комплексну властивість.

Частину властивостей вкладених елементів можна видалити зі складу комплексної властивості. У цьому випадку такі властивості будуть недоступними для зміни.

Можна видалити всі комплексні властивості і створити нові, сформувавши їх на базі властивостей вкладених елементів, які передбачається змінювати. Таким чином, можна спростити настроювання властивостей комплексного елемента, звівши список його властивостей до мінімуму.

Для створення нової комплексної властивості відкрийте контекстне меню і виберіть команду <Создать>.

Для видалення обраної комплексної властивості або властивості вкладеного елемента відкрийте на ньому контекстне меню і виберіть команду <Удалить>. При видаленні комплексної властивості видаляються усі її властивості вкладених елементів. При видаленні властивість вкладеного елемента зникає з правої панелі, а в лівій воно позначається значком .

Властивість вкладеного елемента може переходити зі складу однієї комплексної властивості до складу іншої комплексної властивості. Властивість вкладеного елемента, що вважається вилученою, може відновлюватися і переходити в комплексну властивість. У порожню комплексну властивість можна помістити будь-яку властивість вкладеного елемента. Якщо комплексна властивість містить уже властивості вкладених елементів, то до неї можна помістити тільки однотипні властивості інших вкладених елементів. Переклад властивості вкладеного елемента з одного місця в інше здійснюється за допомогою лівої кнопки миші, при її утриманні на переміщуваній властивості.

На вкладці <Привязки> формується склад значень комплексного елемента, що будуть прив'язані до параметрів функціональних алгоритмів (рис. 7.48).

У лівій панелі представлені вкладені елементи, що повинні бути прив'язані до параметрів функціональних алгоритмів. У середині них утримуються значення, що входять до складу відповідного вкладеного елемента. У правій панелі відображається список значень комплексного елемента (комплексні значення). За замовчуванням кожне комплексне значення використовує значення з кожного вкладеного елемента. Тут же можна сформулювати свою структуру комплексних значень.

Робота с вкладкою <Привязки> аналогічна роботі с вкладкою <Свойства>.

Рекомендуються всі значення вкладених елементів, що повинні бути прив'язані до одного й того самого параметра, об'єднати в одне комплексне значення. Рекомендується також перейменувати кожне комплексне значення відповідно до його призначення.

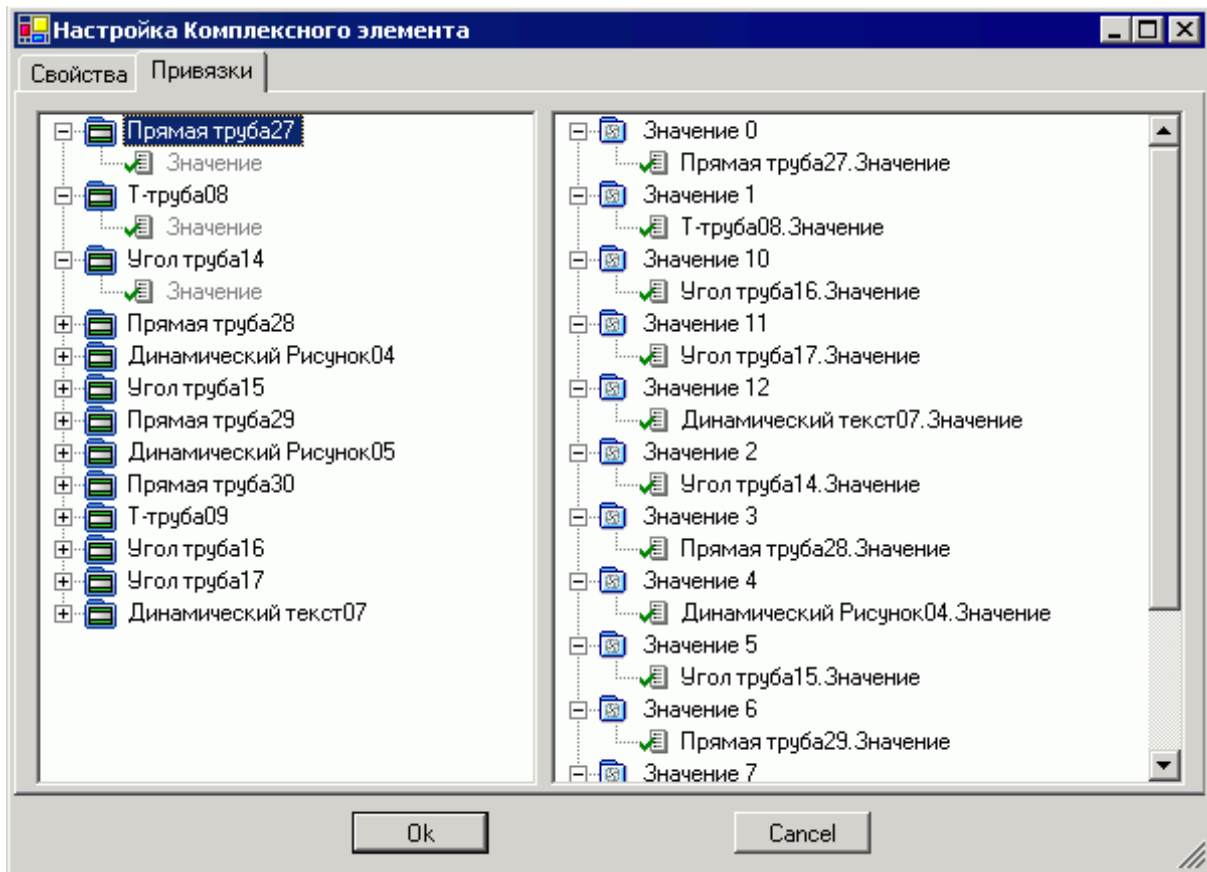


Рисунок 7.48 – Прив'язка комплексного елемента

Настроювання комплексного елемента

Щоб настроїти властивості і прив'язки комплексного елемента, виділіть комплексний блок, відкрийте на ньому контекстне меню і виберіть команду <Свойства>. Настроювання властивостей і прив'язок здійснюється аналогічно настроюванню звичайних елементів.

7.4.3.11 Налаштування елементів на схемі редактора схем

Для пошуку помилок у настроюваннях елементів на схемах проекту виберіть меню <Отладка – Поиск ошибок> (рис. 7.49).

Встановіть галочки напроти необхідних типів перевірок: <Наличие привязок>, <Корректность привязок>, <Размер элементов> і(або) <Корректность фигур>.

За допомогою кнопок зі стрільцями здійснюється перехід по елементах, у яких виявлені відповідні недоліки. При цьому висвітлюється порядковий номер елемента, його тип і зовнішній вигляд. У нижній частині діалогового вікна відображається опис знайденого недоліку.

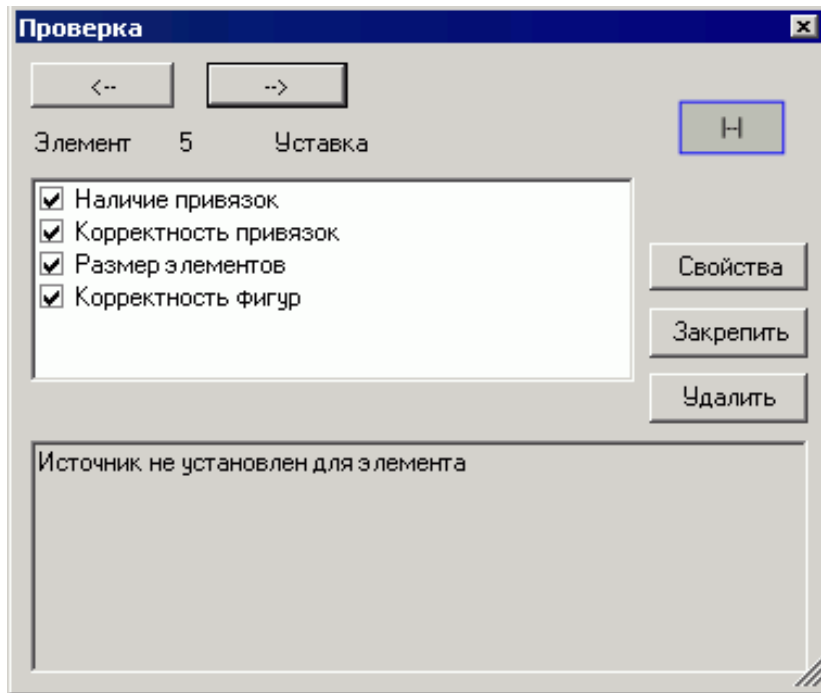



Рисунок 7.49 – Налagodження елементів

Якщо перегортання елементів недоступне, то відзначені недоліки не виявлені.

Щоб внести виправлення (виправити недоліки) у поточний обраний елемент, натисніть кнопку <Свойства> й установіть правильні параметри в діалоговому вікні, що відкрилося.

Щоб закріпити поточний обраний елемент, натисніть кнопку <Закрепить>. Закріплені елементи перевіряються, тільки якщо включено режим редагування закріплених елементів (цей режим вмикається кнопкою  на панелі інструментів, включений режим відповідає натиснутій кнопці).

Щоб видалити поточний обраний елемент, натисніть кнопку <Удалить>.

Щоб зчитати значення параметрів, що прив'язані до елементів схеми, і відобразити динамічні елементи проекту в «робочому» стані, виберіть меню <Отладка – Заполнить данными>. Це можна зробити за умови, якщо джерела, з яких будуть зчитуватися значення параметрів, доступні.

7.4.3.12 Використання картинок у редакторі схем

Весь перелік рисунків, задіяних на схемі, розміщується в деревоподібному списку (усередині папки <Рисунки>) на панелі <Проект>. Перелік складається з імен файлів рисунків, що були обрані у властивостях елементів.

Картинки для елементів можуть бути стандартними (вибираються з убудованої в програму бібліотеки картинок) або користувальницькими (вибираються з будь-якої папки на диску). При використанні

користувальницької картинки програма запропонує скопіювати файл у папку з проектом або використувувати існуючу картинку (якщо є файл картинки з таким же ім'ям). Поміщення користувальницьких картинок у папку з проектом дозволяє перенести проект разом з такими картинками і на інший комп'ютер.

Будь-яку обрану в переліку картинку можна перенести, утримуючи ліву кнопку миші, на схему аналогічно розміщенню елемента <Рисунок> з бібліотеки елементів і наступної прив'язки цього елемента до даного файлу картинки (рис. 7.50).

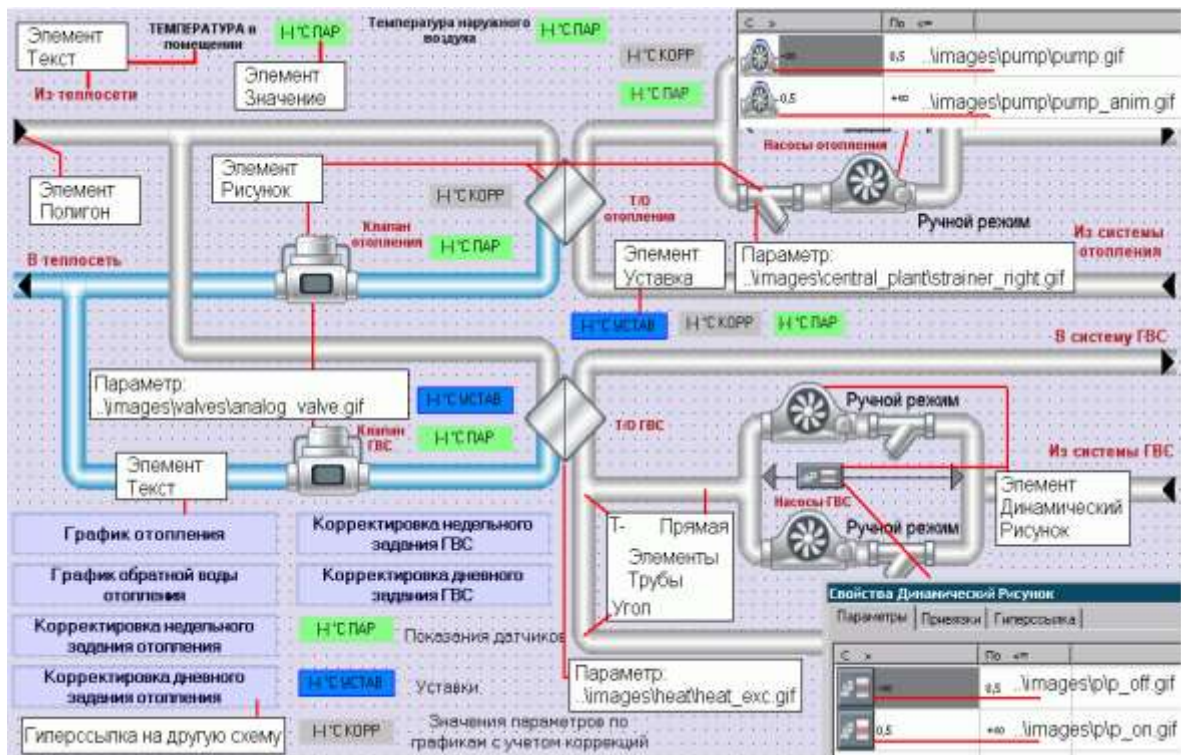


Рисунок 7.50 – Приклад розміщення елементів на картинці

7.4.3.13 Робота з джерелами в редакторі схем

Підключення джерел

Джерело – це мережа контролерів «КОНТАР» на чолі з Master-контролером. Master-контролер має свій унікальний серійний номер. Якщо до сервера «КОНТАР-АРМ» підключено кілька мереж контролерів, то за серійним номером можна вибрати ту мережу, яку необхідно прив'язати до створюваного проекту. До одного проекту можна прив'язати кілька джерел. Кожному джерелу, що підключається, привласнюється назва, що фігурує в проекті. Якщо прилади ще не підключені до сервера, то в процесі створення проекту можна використувувати bin-файли функціональних алгоритмів, що завантажуються у контролери.

Додавання джерела

Щоб додати джерело, відкрийте контекстне меню на кореневому елементі в деревоподібному списку панелі <Проект> і виберіть команду <Добавить источник> (рис. 7.51).

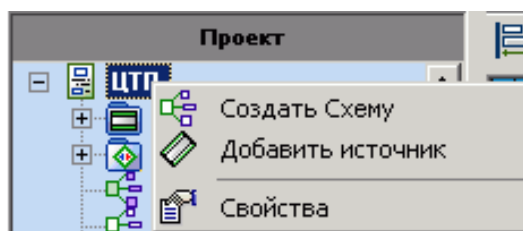


Рисунок 7.51 – Додавання джерела

При цьому відкриється наступне діалогове вікно (рис. 7.52).

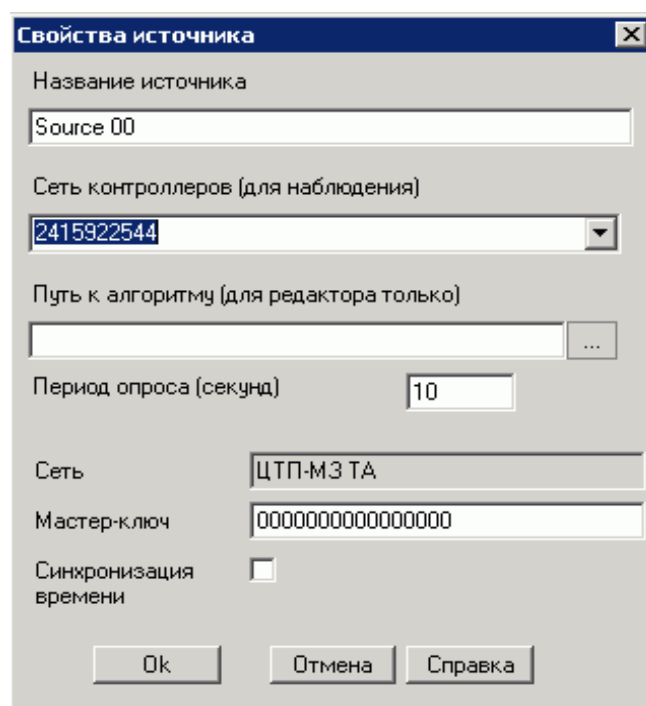


Рисунок 7.52 – Вікно властивостей джерела

Функціональність цього вікна наступна:

– <Название источника> – поле для зміни назви джерела. За замовчуванням перше додане джерело отримує назву «Source 00», наступне – «Source 01» і т. д. Якщо передбачається використовувати багато джерел, то рекомендується їх перейменувати;

– <Сеть контроллеров> – список, що випадає, для вибору серійного номера Master-контролера відповідної мережі приладів. Вибір необхідної мережі приладів можливий у випадку, якщо така мережа підключена до сервера АРМ;

– <Путь к алгоритму> – поле для задания шляху до алгоритму. Пошук папки з файлами функціональних алгоритмів здійснюється за допомогою розташованої напроти кнопки. Така папка повинна містити вкладені папки, імена яких відповідають мережним номерам приладів, що входять у мережу. Усередині кожної такої папки повинний розташовуватися bin-файл функціонального алгоритму відповідного приладу. Папки з файлами функціональних алгоритмів створюються при компіляції в програмі КОНГРАФ (див. довідку до програми). Вибір папки з алгоритмом необхідно зробити при відсутності підключеної мережі приладів. Це дозволить прив'язати параметри елементів до параметрів функціонального алгоритму;

– <Период опроса> – поле для задания паузи (у секундах) між періодичними операціями читання-запису значень параметрів між програмою і мережею контролерів. Мінімальне значення дорівнює 1 секунді. Період опитування і кількість джерел прямо впливають на продуктивність комп'ютера. Період опитування не впливає на передачу тривоги (тривоги передаються спеціальними оповіщеннями);

– <Сеть> – назва проекту, створеного в програмі КОНГРАФ, транльованого і завантаженого в обрану вище мережу приладів;

– <Мастер-ключ> – поле для вказівки спеціального шифрувального ключа, що дозволяє захистити з'єднання між мережею контролерів і сервером. Ключ генерується в програмі КОНСОЛЬ (див. довідку до програми, розділ <Сетевые настройки>) і записується в пам'ять Master-контролера. Одночасно з цим створюється файл із розширенням key, ім'я якого збігається із серійним номером Master-контролера. У цьому файлі зберігається ключ. За замовчуванням майстер-ключ не використовується;

– <Синхронизация времени> – при установці прапорця програма періодично (при розбіжності в 2–3 секунди) буде робити синхронізацію поточного часу в контролері з поточним часом на сервері. Синхронізація також буде відбуватися при одержанні часу від контролера (наприклад, при виникненні тривоги).

Перегляд і редагування властивостей джерела

Для перегляду і редагування властивостей джерела виділіть його заголовок у деревоподібному списку панелі <Проект>, відкрийте контекстне меню і виберіть команду <Свойства> (рис. 7.53).

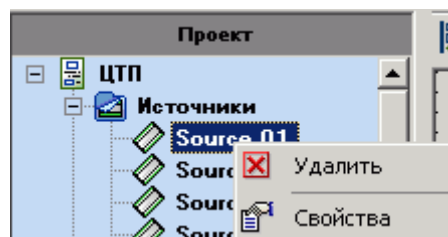


Рисунок 7.53 – Редагування джерела

При цьому відкриється діалогове вікно, представлене вище.

При зміні назви джерела необхідно заново зробити прив'язку параметрів елементів, що використовують обране джерело.

Видалення джерела

Для видалення джерела виділіть його заголовок у деревоподібному списку панелі <Проект>, відкрийте контекстне меню і виберіть команду <Удалить>.

7.5 Контрольні запитання

1. Призначення програмного забезпечення «КОНТАР-SCADA»
2. Особливості «КОНТАР-SCADA»
3. Можливості «КОНТАР -SCADA»
4. Алгоритм розбудови мнемосхеми
- 1 «Прив'язка» примітивів мнемосхеми до параметрів проекту

8 ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТОМ НА БАЗІ ПТК «КОНТАР»

8.1 Загальні положення

Даний розділ є провідником, в першу чергу, для технічних фахівців, які починають займатися розробкою систем керування на базі програмно-технічного комплексу «КОНТАР». У ньому викладені основні відомості, необхідні на кожному етапі проектування, від моменту отримання завдання на розробку до пуско-налагодження системи керування на об'єкті.

Нижче приводиться короткий опис всіх етапів проектування [5].

Етап 1. Складання технічного завдання на систему керування – визначаються вимоги до інформації, яка повинна бути присутньою в технічному завданні на розробку АСК на базі ПТК «КОНТАР».

Етап 2. Визначення складу модулів системи керування – описується типова схема визначення номенклатури й кількості модулів ПТК «КОНТАР», необхідних для реалізації на їх основі системи керування, що задовольняє вимогам технічного завдання.

Етап 3. Прорисовування монтажною схемою – обґрунтовується необхідність виконання цього етапу, причому на якомога ранній стадії розробки проекту.

Етап 4. Проектування АСК в інструментальній системі (ІС) KONGRAF – описуються основні кроки в розробці алгоритму системи керування перед завантаженням його в модулі ПТК «КОНТАР».

Етап 5. Завантаження й перевірка роботи алгоритму АСК за допомогою програми CONSOLE – описуються основні кроки з налагодження розробленого алгоритму проекту.

Етап 6. Пуско-налагодження системи керування на реальному об'єкті – стисло описаний етап інсталяції АСК на базі ПТК «КОНТАР» на об'єкті.

Етап 7. Етапи проектування АСК, що виконуються з використанням програми «КОНТАР-SCADA» – опис всіх кроків при побудові мнемосхеми для моніторингу й керування об'єктом через мережу Internet/Intranet.

Етап 8. Сумісне налагодження керуючої програми і мнемосхем(и) на моделі.

Етап 9. Пуско-налагодження системи керування на об'єкті з диспетчеризацією.

8.2 Послідовність технології проектування

8.2.1 Складання технічного завдання на систему керування

У технічному завданні (ТЗ) повинне бути відображене все необхідне для того, щоб розроблена за цим завданням АСК об'єктом відповідала б всім вимогам, що пред'являються до керування цим об'єктом.

Як правило, якщо в проекті потрібна диспетчеризація, то ТЗ на мнемосхему (інтерфейс керування і моніторингу через мережу Internet/Intranet, або «КОНТАР-SCADA») оформляється додатково.

Якщо в проекті передбачається використання SCADA-системи, що відрізняється від «КОНТАР-SCADA», то необхідно в ТЗ на цю систему детально описати основні вимоги, що пред'являються до неї (ескіз мнемосхеми, параметри, що відображаються на мнемосхемі, параметри, які змінені у ній, і тому подібне).

ПТК «КОНТАР» може працювати спільно з будь-якими SCADA-системами. Для цього між Master-контролером(ами) сегменту(ів) мережі і сервером зі SCADA-системою повинен працювати OPC-сервер – деяка програма (часто у вигляді DLL-файлу), яка приймає дані від контролера і з якої SCADA-система забирає потрібні їй дані. OPC-сервер може бути написаний для потрібної SCADA-системи за замовленням. Крім того, для деяких SCADA-систем OPC-сервер для ПТК «КОНТАР» вже розроблений (наприклад, для Trace Mode). В деяких випадках для сумісного використання ПТК «КОНТАР» і SCADA-системи спеціальний OPC-сервер не потрібний, оскільки відповідна програмна підтримка ПТК «КОНТАР» вже включена в ядро SCADA-системи (такий підхід реалізований, наприклад, в Trace Mode).

8.2.2 Визначення складу модулів системи керування

Виходячи з технічного завдання, потрібно визначити номенклатуру і кількість модулів ПТК «КОНТАР». Для цього, по-перше, необхідно порахувати необхідну кількість аналогових і цифрових входів і виходів модулів ПТК «КОНТАР», потрібних для збору сигналів від бінарних і аналогових датчиків і керування аналоговими та імпульсними виконавчими механізмами (або реле). Виходячи з отриманих даних, знаючи число аналогових і цифрових входів і виходів у кожного модуля ПТК «КОНТАР», можна визначити необхідну кількість модулів та їх типи. Це стандартний підхід до вирішення цієї задачі, що не враховує достатньо велику кількість різних додаткових умов, які можуть призводити як до збільшення необхідної кількості модулів, так і до його зменшення в порівнянні із стандартним підходом для підрахунку необхідного числа й типів модулів.

8.2.3 Розробка схеми підключень

Розробка монтажної схеми – це необхідний етап в проектуванні системи керування об'єктом на базі ПТК «КОНТАР», і чим раніше така схема буде продумана і промальована, тим зручніше, а, значить, швидше та якісніше можна буде виконувати інші етапи розробки АСК.

8.2.4 Етапи проектування АСК, що виконуються в інструментальній системі KONGRAF

8.2.4.1 Розробка алгоритму керування

Алгоритм управління розробляється у ІС KONGRAF мовою функціональних блоків (мова FBD, Functional Blocks Diagram – одна з п'яти технологічних мов програмування контролерів міжнародного стандарту ІЕС-1131-3).

8.2.4.2 Симуляція алгоритму керування

Будь-яку частину створюваного алгоритму керування або весь проект в цілому можна заздалегідь (до трансляції і завантаження виконавчого коду в модулі ПТК «КОНТАР») перевірити програмно, тобто виконати симуляцію потрібної частини проекту. При цьому, як правило, оперативно знаходяться «вузькі» місця алгоритму, які необхідно або бажано переробити.

8.2.4.3 Трансляція алгоритму керування

Трансляція проекту проводиться за командою, що викликається безпосередньо з ІС KONGRAF. При цьому заздалегідь формується опис всього проекту в XML-форматі із формуванням повідомлень про виявлені помилки і/або підозрілі місця в проекті й списками параметрів в кожному з модулів проекту. Після того, як число помилок буде дорівнювати нулю, цей XML-файл передається на сервер трансляції (на сервер МЗТА або сервер розробника, якщо у нього є транслятор), і, якщо трансляція пройшла успішно, бінарні файли (файли, призначені для завантаження в модулі ПТК «КОНТАР») повертаються на комп'ютер розробника для подальшого їх завантаження в модулі АСУ.

8.2.5 Етапи проектування АСК, що виконуються за допомогою програми CONSOLE

8.2.5.1 Створення моделі системи керування

Для попередньої перевірки розробленого алгоритму управління (до запуску його на реальному об'єкті) настійно рекомендується (у складних випадках) виготовити модель системи керування. Модель потрібна для попереднього налагодження розробленого алгоритму керування об'єктом без якої-небудь можливості пошкодити або зіпсувати його устаткування.

Краще всього модулі системи керування розмістити на одному або декількох планшетах зручного розміру і зробити розводку всіх провідників.

8.2.5.2 Завантаження виконавчого коду алгоритму керування у прилади

Завантаження алгоритму в модулі моделі проводиться, як правило, локально за допомогою програми CONSOLE (варіанту програми або для робочої станції, або для кишенькового переносного комп'ютера). Але бувають ситуації, коли модель не знаходиться поряд, тоді завантаження виконавчого коду в модулі можна провести через провідну (наприклад, Ethernet) або безпроводну (наприклад, GPRS) мережу. В цьому випадку використовуються варіанти програми CONSOLE для UDP-протоколу (Ethernet, Internet) або для безпроводної мережі (GPRS).

8.2.5.3 Налагодження керуючої програми на моделі

Цей етап необов'язковий, але дуже бажаний, оскільки при налагодженні системи керування на моделі виключені можливості виводу з ладу яких-небудь дорогих виконавчих механізмів або частин об'єкту керування. Більш того, при налагодженні на моделі часто видно ситуації, при яких може відбутися вивід з ладу цього устаткування. І, відповідно, ще до випробувань на реальному об'єкті можна закласти в програмі керування додаткові алгоритми, що виключають виникнення таких ситуацій.

8.2.6 Налагодження системи керування на реальному об'єкті

Проводиться на реальному об'єкті керування після монтажу устаткування і проводки сполучних трас (проводів).

За великим рахунком, налагодження АСК на реальному об'єкті, за умови попереднього налагодження керуючої програми на моделі, вже не повинно викликати особливих проблем. Проте, на цьому етапі можлива

поява нових обставин, пов'язаних з можливою неврахованістю деяких особливостей функціонування реального об'єкту. При цьому можливе повернення на етап розробки алгоритму з подальшим повторенням етапів симуляції, трансляції, завантаження, налагодження.

8.2.7 Етапи проектування АСК, що виконуються за допомогою програми KONTAR-SCADA

8.2.7.1 Розробка мнемосхем(и) для робочих станцій для відображення і керування параметрами процесів

Якщо в ТЗ вказано, що в системі керування об'єктом необхідно передбачити диспетчеризацію (тобто моніторинг і/або завдання окремих параметрів системи керування), то необхідно розробити мнемосхему (одну або декілька), за допомогою якої проводитиметься диспетчеризація. Розробка мнемосхем(и) проводиться за допомогою спеціального інструментарію «KONTAR-SCADA», реалізованого за Flash-технологією, що дозволяє відображати значення параметрів системи не тільки у вигляді цифр, але і, наприклад, відповідним цифрі кольором, анімацією окремих об'єктів (примітивів) мнемосхеми і тому подібне.

8.2.7.2 «Прив'язка» мнемосхем(и) до апаратури комплексу «KONTAR»

Мнемосхема, точніше, її графічні примітиви, повинна бути пов'язана з апаратними ресурсами (параметрами в пам'яті модулів ПТК «KONTAR») для правильного відображення на ній значень параметрів (у тому або іншому вигляді) керованого процесу.

8.2.8 Сумісне налагодження керуючої програми і мнемосхем(и) на моделі

Якщо була зібрана модель системи керування, то бажано перевірити роботу інтерфейсу моніторингу й керування (мнемосхеми) спільно з цією моделлю. На цьому етапі, як правило, стає видно, як поліпшити мнемосхему, але буває і так, що є сенс внести зміни до алгоритму керування, не погіршуючи якість керування об'єктом, які, проте, дозволяють наочніше відображати на мнемосхемі роботу об'єкту.

8.2.9 Налагодження системи керування на об'єкті з диспетчеризацією

Це завершальний етап в розробці та інсталяції АСК.

Перед перевіркою роботи системи керування на об'єкті необхідно провести монтаж устаткування і самої АСК на базі ПТК «КОНТАР» на об'єкті, провести монтаж всіх сполучних проводів. Після цього необхідно завантажити алгоритм в модулі, якщо він ще не був завантажений.

Перевірку і налагодження роботи АСК об'єктом спочатку потрібно провести за допомогою того або іншого варіанту програми CONSOLE, а потім, якщо технічним завданням передбачена диспетчеризація, то – безпосередньо з використанням мнемосхеми в «КОНТАР-SCADA» (або іншої застосованої в проекті SCADA-системи).

8.3 Контрольні запитання

1. Послідовність технології проектування
2. Етапи проектування АСК, виконувані в інструментальній системі KONGRAF
3. Етапи проектування АСК, що виконуються за допомогою програми CONSOLE
4. Етапи проектування АСК, виконувані за допомогою програми «КОНТАР-SCADA»
5. Пуско-налагодження системи керування на об'єкті з диспетчеризацією

9 ПРИКЛАД РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ НА ОБ'ЄКТІ

9.1 Електричні схеми реалізації проекту

Наведений проект автоматизації містить систему клімат-контролю в приміщенні (рис. 9.1). Автоматизація здійснена за допомогою комплексу «КОНТАР». Цей комплекс дозволяє підтримувати задану температуру повітря в холі, вологість і концентрацію CO_2 , впливаючи на запірно-регулюючі клапани, а також керувати вентиляторами (рис. 9.2). Комплекс забезпечує збір інформації від різноманітних датчиків, установлених на об'єкті (рис. 9.3), і передачу її на верхній рівень по одному каналу зв'язку.

Контролери комплексу забезпечують (рис. 9.4):

- контроль і регулювання температури, вологості повітря і концентрації CO_2 у приміщенні;
- контроль роботи системи з диспетчерського пункту;
- контроль температури, вологості повітря і концентрації CO_2 у вентиляційному каналі;
- автоматичний пуск за годинами і днями тижня.

Система керування кліматом містить у собі п'ять підсистем:

1. Система нагрівання керує циркуляційним насосом і клапаном трубопроводу тепломережі за показниками термістора припливного повітря $T_{\text{ПР}}$, а також термісторів у фойє $T_{\text{Ф}}$ і в барі $T_{\text{Б}}$.

2. Система вентиляції керує двома вентиляторами і заслінкою зовнішнього повітря за показниками термістора $T_{\text{ЗОВН}}$ і датчика вологості $V_{\text{ЗОВН}}$ зовнішнього повітря.

3. Система охолодження керує охолоджувачем і заслінкою зовнішнього повітря за показниками термісторів $T_{\text{НАР}}$, $T_{\text{ПР}}$, $T_{\text{Ф}}$ і $T_{\text{Б}}$.

4. Система регулювання вологості повітря керує двома насосами зрошення і заслінкою зовнішнього повітря за показниками датчика вологості повітря в приміщенні $V_{\text{ПРИМ}}$, а також термістора $T_{\text{ЗОВН}}$ і датчика вологості $V_{\text{ЗОВН}}$.

5. Система регулювання CO_2 керує заслінкою зовнішнього повітря за показниками аналізатора повітря $\text{CO}_{2\text{ПРИМ}}$.

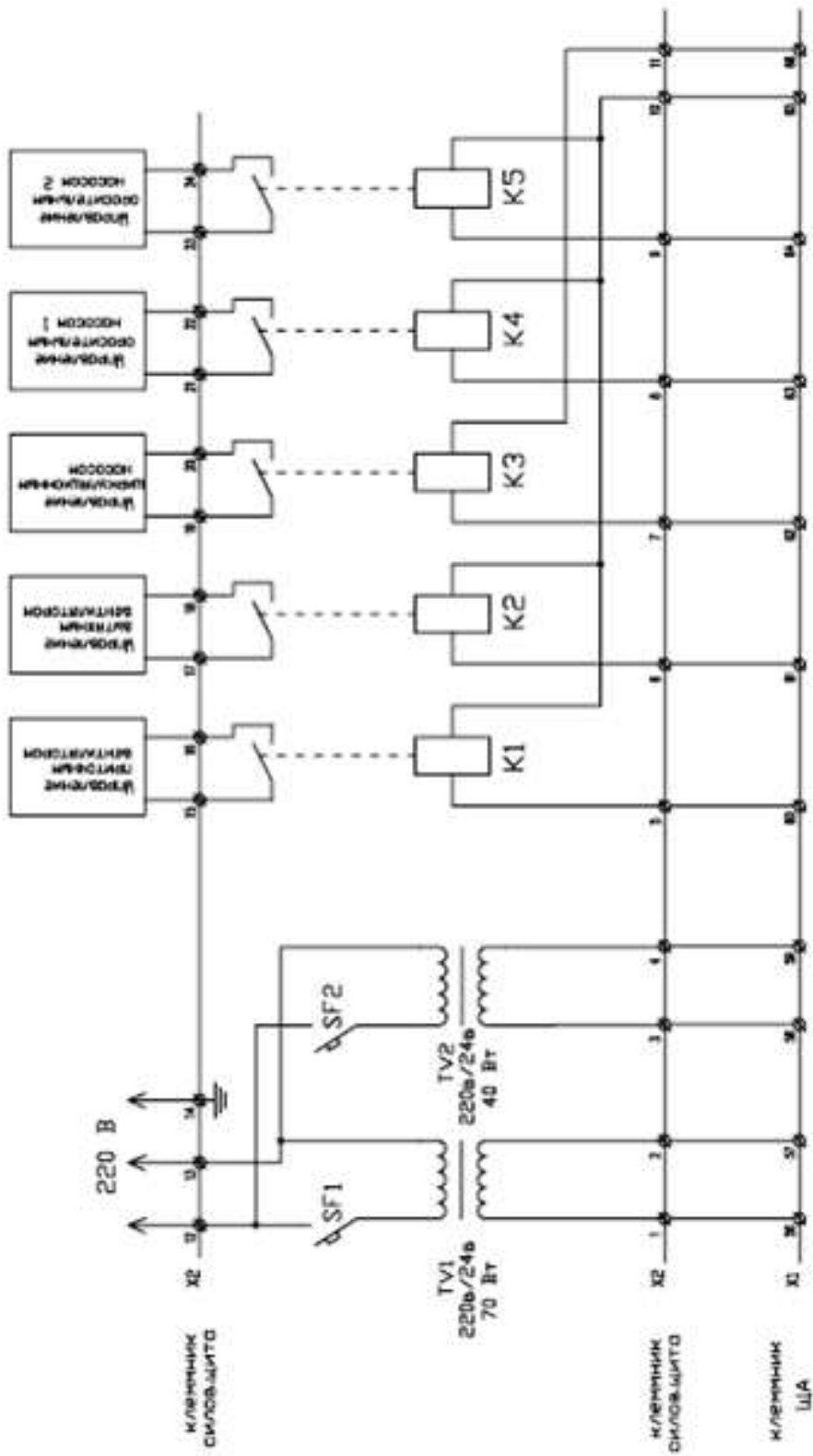
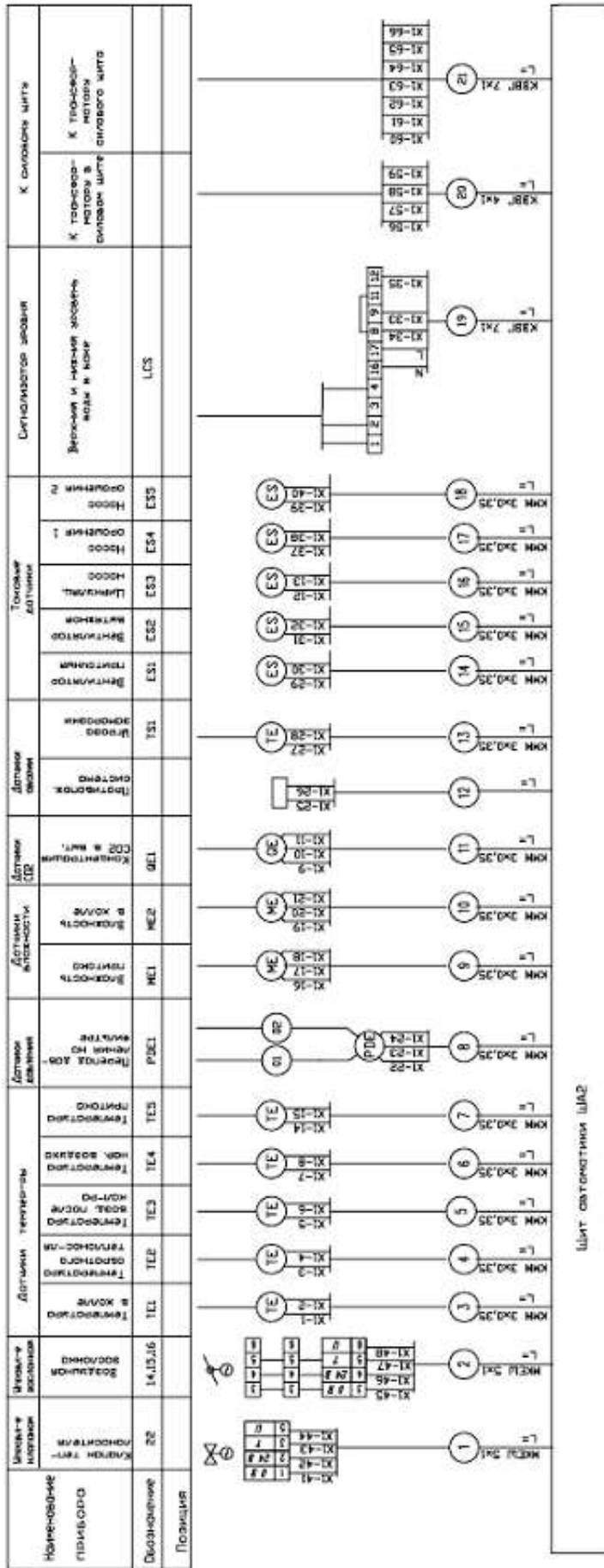


Рисунок 9.1 – Электрична схема підключення силового щита



Підсистеми нагрівання, охолодження й вентиляції утворюють єдину систему керування температурою, що підтримує в приміщенні задану температуру $T_{ЗАВД}$ із зоною нечутливості dT . Включення в роботу тієї або іншої підсистеми визначається режимом, встановленим у системі керування температурою за наступним алгоритмом:

- якщо $T_{ПРИМ} < (T_{ЗАВД} - dT)$ – встановлюється режим нагрівання;
- якщо $T_{ПРИМ} > (T_{ЗАВД} + dT)$ – встановлюється режим охолодження.

Підсистема вентиляції працює в обох режимах і може відключатися тільки в режимі «Ніч».

9.2 Алгоритм роботи системи нагрівання

1. Якщо перемикач «Зима/Літо/Авт» встановлений у положення «Авт», то режим «Зима» або «Літо» вибирається за показниками термістора $T_{ЗОВ}$. Якщо $T_{ЗОВ}$ більше значення уставки $T_{ЛІТО}$, встановлюється режим «Літо», інакше – встановлюється режим «Зима».

2. Якщо перемикач «Зима/Літо/Авт» встановлений у положення «Літо», то встановлюється режим «Літо» і система нагрівання вимикається. При цьому вимикається циркуляційний насос, і закривається клапан тепломережі.

3. Якщо перемикач «Зима/Літо/Авт» встановлений у положення «Зима», то встановлюється режим «Зима». У цьому випадку алгоритм роботи системи нагрівання передбачає три режими протягом доби: «Ранок», «День» і «Ніч». Зміна режимів здійснюється планувальником.

4. Алгоритм роботи системи нагрівання в режимах «День» і «Ніч» однаковий, відмінність полягає в тому, що змінюється уставка завдання температури $T_{ЗАД}$ у приміщенні: у режимі «День» $T_{ЗАВД} = 22$ °С, у режимі «Ніч» $T_{ЗАВД} = 15$ °С.

Температура в приміщенні $T_{ПРИМ}$ розраховується за показниками трьох термісторів, що вимірюють температуру приточного повітря $T_{ПР}$, температуру у фойє $T_{Ф}$ і температуру в барі $T_{Б}$ за формулою

$$T_{ПОМ} = K_{ПР}T_{ПР} + K_{Ф}T_{Ф} + K_{Б}T_{Б},$$

де $K_{ПР}$, $K_{Ф}$, $K_{Б}$ – вагові коефіцієнти; $K_{ПР} + K_{Ф} + K_{Б} = 1$.

Регулювання температури в приміщенні здійснюється запірно-регулюючим клапаном, що керується аналоговим ПІД-регулятором за сигналом неузгодженості ($T_{ЗАВД} - T_{ПРИМ}$) при включеному циркуляційному насосі.

Якщо при цьому температура зворотної води $T_{ЗВОР}$ перевищить гранично припустиме значення уставки $T_{ПРИП} = 1,2(44 - T_{ЗОВН})$, то ПД-регулятор буде керувати клапаном за сигналом неузгодженості ($T_{ПРИП} - T_{ЗВОР}$).

5. Алгоритм роботи системи нагрівання в режимі «Ранок» аналогічний двом іншим режимам. Він відрізняється не тільки уставкою завдання $T_{ЗАВД} = 25$ °С, але і невизначеним часом закінчення, якщо $T_{ПРИМ} > 20$ °С – встановлюється режим «День», або режим «День» встановить планувальник.

9.3 Алгоритм роботи системи вентиляції

1. Передбачені два режими роботи системи вентиляції протягом доби, що встановлюються планувальником «День» (режим «Ранок» – аналогічний) і «Ніч».

2. У режимі «День» («Ранок») увімкнуті обидва вентилятори, а заслінка зовнішнього повітря встановлена в положення, відповідне уставці $У_{ЗАВД}$. Значення уставки $У_{ЗАВД}$ може залежати від температури $T_{ЗОВН}$ і вологості $В_{ЗОВН}$ зовнішнього повітря.

3. У режимі «Ніч» система вентиляції вимикається: заслінка зовнішнього повітря цілком закривається, вентилятори вимикаються. Потім, якщо температура в приміщенні $T_{ПРИМ} < 18$ °С – необхідно увімкнути вентилятори, коли $T_{ПРИМ} > 21$ °С – необхідно вимкнути вентилятори.

9.4 Алгоритм роботи системи охолодження

1. Передбачено два режими роботи системи охолодження протягом доби, що встановлюються планувальником «День» (режим «Ранок» – аналогічний) і «Ніч».

2. У режимі «День» («Ранок»), якщо температура зовнішнього повітря $T_{НАР} < T_{ЗАД}$, охолодження повітря в приміщенні досягається за рахунок відкривання заслінки зовнішнього повітря, що керується аналоговим ПД-регулятором за сигналом неузгодженості $T_{ПРИМ} - T_{ЗАВД}$. Якщо при цьому температура зворотної води $T_{ЗВОР}$ стане менше значення уставки $T_{ОХЛ}$, підтримувати температуру зворотної води $T_{ЗВОР}$ на рівні уставки $T_{ЧЕР}$ (20...25 °С), керуючи клапаном тепломережі за допомогою аналогового ПД-регулятора при увімкненому циркуляційному насосі

Якщо $T_{ЗОВН} \geq T_{ЗАВД}$, то вмикається охолоджувач (поки не встановлений).

3. У режимі «Ніч» система охолодження вимикається.

9.5 Алгоритм роботи системи регулювання вологості повітря

1. У режимі «Ніч» система регулювання вологості повітря не працює.
2. У режимі «День» («Ранок») регулювання вологості повітря здійснюється за показанням датчика вологості $V_{\text{ПРИМ}}$, розташованого недалеко від витяжного короба.
3. Якщо вологість повітря $V_{\text{ПРИМ}} < V_{\text{ЗАВД}}$ (40 %), то регулювання вологості повітря здійснюється увімкненням насосів зрошення Н1, Н2. Кількість увімкнених насосів визначається за допомогою аналогового ПД-регулятора за сигналом неузгодженості $V_{\text{ПРИМ}} - V_{\text{ЗАВД}}$.

9.6 Алгоритм роботи системи регулювання CO₂

1. У режимі «Ніч» система регулювання CO₂ не працює.
2. У режимі «День» («Ранок») система регулювання працює, тільки якщо $|T_{\text{ПРИМ}} - T_{\text{ЗАВД}}| < 3$ °С.
3. Система регулювання CO₂ починає працювати, якщо зміст CO₂ у повітрі $CO_{2\text{ПРИМ}}$ перевищує величину уставки $CO_{2\text{МАХ}}$. Підтримка CO₂ на рівні уставки $CO_{2\text{ЗАВД}}$ здійснюється відкриттям заслінки зовнішнього повітря під керуванням аналогового ПД-регулятора. Система регулювання CO₂ відключається, коли заслінка повернеться в положення $U_{\text{ЗАВД}}$, або якщо $|T_{\text{ПРИМ}} - T_{\text{ЗАВД}}| \geq 3$ °С.

9.7 Блокування в роботі системи керування кліматом і повідомлення про несправності

1. Система керування працює у ручному режимі – усе вимкнути і закрити, вимкнути лампу «Робота», видати повідомлення в список відмовлень: «Ручний режим».
2. Система керування працює в черговому режимі – вимкнути вентилятор і насоси зрошення, закрити заслінку зовнішнього повітря, підтримувати температуру зворотної води $T_{\text{ЗВОР}}$ на рівні уставки $T_{\text{ЧЕРГ}}$ (20...25 °С) за допомогою аналогового ПД-регулятора при увімкненому циркуляційному насосі; увімкнути лампу «Робота» у блимаючому режимі, видати повідомлення у список відмовлень: «Налагоджувальні роботи».

3. Система керування працює в автоматичному режимі – усе працює відповідно до описаного вище алгоритму, увімкнути лампу «Робота».

4. Спрацював протипожежний сигнал – усе вимкнути і закрити, увімкнути лампу «Аварія», видати повідомлення у список відмовлень: «Пожежа».

5. Якщо не встановлений режим «Літо» і при цьому спрацював датчик захисту калорифера від заморожування або температура зворотної води $T_{\text{КОНТР}}$ менше значення уставки $T_{\text{МИН}}$ – вимкнути вентилятори і циркуляційний насос, закрити повітряну заслінку, цілком відкрити клапан тепломережі, увімкнути лампу «Аварія», видати повідомлення в список відмовлень: «Заморожування калорифера». Для поновлення нормальної роботи після того, як датчик захисту калорифера зніме блокування, необхідне також виконання умови $T_{\text{КОНТР}} > T_{\text{ЧЕРГ}}$.

6. Показання датчика перепаду тиску на фільтрі $P_{\text{ФИЛТР}} > P_{\text{МАХ}}$ – увімкнути лампу «Заміна фільтра», видати повідомлення у список відмовлень: «Фільтр брудний».

7. Рівень води у баці нижче припустимого – увімкнути лампу «Аварія», вимкнути насоси зрошення, видати повідомлення у список відмовлень: «У баці мало води».

8. Рівень води у баці вище припустимого – увімкнути лампу «Аварія», видати повідомлення у список відмовлень: «У баці багато води».

9. Струм працюючого вентилятора 1(2) нижче припустимого – вимкнути вентилятори, закрити повітряну заслінку, увімкнути лампу «Аварія», видати повідомлення у список відмовлень: «Вентилятор 1(2) несправний».

10. Струм працюючого насоса зрошення 1(2) нижче припустимого – вимкнути несправний насос, увімкнути інший насос, увімкнути лампу «Аварія», видати повідомлення у список відмовлень: «Насос зрошення 1(2) несправний».

11. Струм працюючого циркуляційного насоса нижче припустимого – усе вимкнути і закрити, увімкнути лампу «Аварія», видати повідомлення у список відмовлень: «Циркуляційний насос несправний».

Розробка мнемосхем(и) проведена за допомогою спеціального інструментарію «КОНТАР-SCADA», реалізованого за Flash-технологією, що дозволяє відображати значення параметрів системи не тільки у вигляді цифр, але і відповідним цифрі кольором, з анімацією окремих об'єктів мнемосхеми (рис. 9.5).

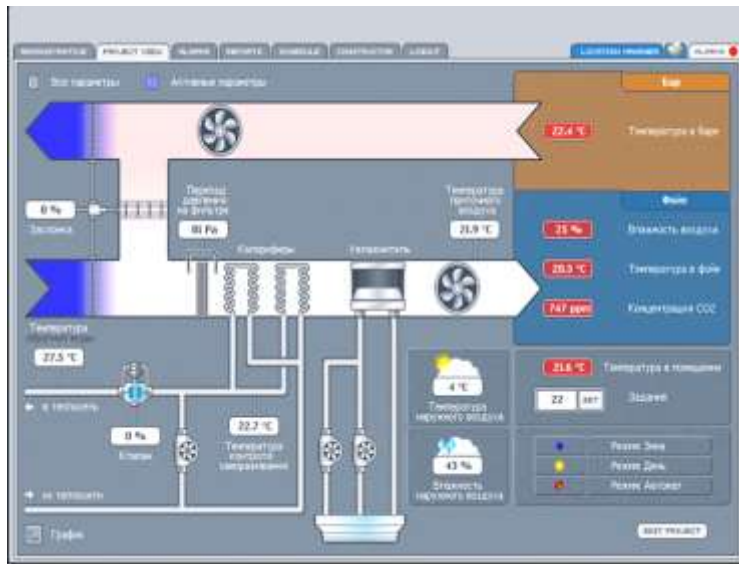


Рисунок 9.5 – Мнемосхема системы керування

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. «КОНТАР». Програмно-технический комплекс : каталог / разработчик и изготовитель Московский 3-д тепловой автоматики. – М., 2009. – 106 с.
2. Контроллеры измерительные МС8 : руководство по эксплуатации гЕЗ.035.033 РЭ / разработчик и изготовитель Московский 3-д тепловой автоматики. – М., 2003. – 18 с.
3. Контроллеры измерительные МС8 : руководство по эксплуатации гЕЗ.035.040 РЭ / разработчик и изготовитель Московский 3-д тепловой автоматики. – М., 2004. – 15 с.
4. Модули релейные MR8 : руководство по эксплуатации гЕЗ.035.043 РЭ / разработчик и изготовитель Московский 3-д тепловой автоматики. – М., 2003. – 12 с.
5. Средства автоматизации : каталог продукции / разработчик и изготовитель Московский 3-д тепловой автоматики – М., 2010 – 136 с.
6. ГОСТ Р 8.625-2006. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний. – М. : Стандартинформ, 2007. – 23 с.
7. ГОСТ Р 8.585-2001. Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования. – М. : Госстандарт России, 2001. – 76 с.
8. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха : учебное пособие / Е.С. Бондарь [и др.]. – К. : Аванпост-Прим, 2005. – 560 с.
9. Инструментальная система программирования приборов комплекса «КОНТАР» KM800 KONGRAF : руководство пользователя гЕЗ.035.033. РП / разработчик и изготовитель Московский 3-д тепловой автоматики. – М., 2004. – 132 с.
10. Работа с программой КОНСОЛЬ : руководство пользователя / разработчик и изготовитель Московский 3-д тепловой автоматики. – М., 2007. – 18 с.
11. Работа с программой «КОНТАР-АРМ» : руководство пользователя / разработчик и изготовитель Московский 3-д тепловой автоматики. – М., 2008. – 27 с.
12. Технология построения систем управления на базе программно-технического комплекса «КОНТАР» : каталог / разработчик и изготовитель Московский 3-д тепловой автоматики. – М., 2004. – 31с.
13. Информационный портал «Все о датчиках температуры». – Режим доступа: <http://temperatures.ru>
14. Официальный сайт Московского завода тепловой автоматики. – Режим доступа: www.mzta.ru

Додаток А

Бібліотека функціональних блоків



Навчальне видання

**МАКШАНЦЕВ Владислав Геннадійович,
ЛЮГА Анастасія Володимирівна**

ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС «КОНТАР»

Навчальний посібник

з дисципліни «Основи комп'ютерно-інтегрованого управління»
для студентів спеціальності
«Автоматизація і компютерно-інтегровані технології»

Редактор

О. О. Дудченко

143/2010. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 12,32. Обл.-вид. арк. 12,93.

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія.
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру
серія ДК №1633 від 24.12.2003