

Хмельницький національний університет
Факультет програмування
та комп'ютерних і телекомунікаційних систем
Кафедра кібербезпеки та комп'ютерних систем і мереж

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавр
Освітній рівень

Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового
опалення квартири
Назва теми

КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ
Шифр

Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
Шифр, назва

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Шифр, назва

Освітня програма «Комп'ютерна інженерія»
Назва

Виконав: студент IV курсу, група KI-17-2


Підпис

В.М. Солтис
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

В.М. Чешун
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

І.В. Муляр
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри кібербезпеки та
комп'ютерних систем і мереж


Підпис

Ю.П. Кльоц
Ініціали, прізвище

« 14 » червня 2021 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ПРОГРАМУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кафедра КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ

Освітній рівень БАКАЛАВР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЯ ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Ю.П.Кльоц

“ 05 ” 02 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Солтису Володимиру Миколайовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири

Керівник проекту (роботи) Чешун Віктор Миколайович

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

кандидат технічних наук, доцент

Затверджена наказом ректора університету від 05.02.2021 № 11 додаток №7

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 28.05.2021

3. Вихідні дані до проекту (роботи) мікроконтролер ATMEGA16-16PU; тип термодатчика – терморезистор; настроювання – з ПК через USB-порт; наявність світлодіодної індикації режимів роботи і засобів відображення алфавітно-цифрових повідомлень; додаткові вимоги – мажоритарне резервування датчиків в гарячому режимі

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) дослідження предметної області та постановка задачі; обґрунтування базових положень щодо проектування мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири; опис схем електричних (структурної, функційної, принципової) проєктованого пристрою

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)





Схема електрична структурна (E1)

Схема електрична функційна (E2)

Схема електрична принципова (E3)

Алгоритм роботи (E8)

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

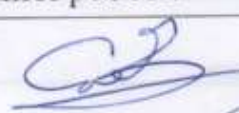
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Муляр І.В., доцент кафедри КБКМ		
Антиплагиат	Муляр І.В., доцент кафедри КБКМ		

7. Дата видачі завдання « 08 » 02 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Підготовка вступного розділу	Березень - 1 декада	
2.	Огляд існуючих методів, засобів	Березень - 2 декада	
3.	Обґрунтування обраних рішень	Березень - 3 декада	
4.	Підготовка опису електричних схем	Квітень - 1 декада	
5.	Виконання розрахункової частини	Квітень - 1 декада	
6.	Підготовка ескізів креслень	Квітень - 2 декада	
7.	Формулювання висновків	Квітень - 3 декада	
8.	Розробка додатків	Травень - 1 декада	
9.	Погодження розділів з консультантом з нормоконтролю	Травень - 1 декада	
10.	Оформлення графічного матеріалу	Травень - 2 декада	
11.	Оформлення пояснювальної записки	Травень - 2 декада	
12.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	Травень - 3 декада	
13.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи	Травень - 3 декада	
14.	Подання роботи для перевірки на плагіат	Травень - 3 декада	
15.	Захист кваліфікаційної роботи	Червень - 1 декада	

Студент



Підпис

В.М Солтис

Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)



Підпис

В.М. Чешун

Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири».

Автор роботи: Солтис Володимир Миколайович.

Керівник роботи: Чешун Віктор Миколайович.

Пояснювальна записка: 65 с., 12 рис., 1 табл., 2 дод., 21 джерело.

Графічна частина: 4 плакати.

МІКРОКОНТРОЛЕР, ТЕРМОРЕГУЛЯТОР, ІНДИВІДУАЛЬНЕ ОПАЛЕННЯ

В кваліфікаційній роботі виконано розробку мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири – електронний блок на основі мікроконтролера AtMega-16 з комп'ютерним програмуванням, орієнтований на керування газовим котлом з релейним варіантом запуску.





Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири використовує мажоритарну систему вимірювань температури з трьох резистивних датчиків, оснащений системою світлодіодної індикації режимів роботи, LCD-індикатором, засобами з'єднання з комп'ютером через USB-порт.


Підпис студента

2.06.21
Дата

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	4
1.1 Технології автономного опалення квартир – сучасний стан	4
1.2 Технології управління температурним режимом системи індивідуального газowego опалення квартири	11
1.3 Терморегулятори систем індивідуального газowego опалення квартири	16
1.4 Аналіз особливостей існуючих схемних рішень.....	21
1.5 Висновки і постановка задачі	26
2 ОБГРУНТУВАННЯ БАЗОВИХ ПРИНЦИПІВ ПРОЄКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА СИСТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ГАЗОВОГО ОПАЛЕННЯ КВАРТИРИ.....	28
2.1 Визначення базових принципів дії мікроконтролерного терморегулятора	28
2.2 Обґрунтування вибору вимірювальних датчиків терморегулятора.....	31
2.3 Обґрунтування функційних і структурних вимог до пристрою.....	34
2.4 Висновки.....	37
3 РЕАЛІЗАЦІЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА	38
3.1 Опис схеми електричної структурної.....	38
3.2 Опис схеми електричної функційної та алгоритму роботи мікроконтролерного терморегулятора.....	42
3.3 Опис схеми електричної принципової.....	50
3.4 Розрахунок параметрів енергоспоживання терморегулятора.....	56
3.6 Інструкція з підключення та використання мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газowego опалення квартири.....	57
3.7 Висновки.....	61
ВИСНОВКИ	63
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	64
Додаток А. Лістинг програми прошивки мікроконтролера	66
Додаток Б Копії графічної частини	71

КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газowego опалення квартири Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Солтис В.М.		20.06.21		Н	2	
Перевірив		Чешун В.М.		16.06.21				
Н.контр.		Мудяр І.В.		08.07.21				
Затвер.		Кльоц Ю.И.		14.06.21				
						ХНУ, КІ-17-2		

ВСТУП

Завдання кваліфікаційної роботи орієнтоване на актуальну в сучасних умовах задачу – розробку засобів контролю і управління системою автономного газового опалення квартири. Тема роботи – «Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири».

Постійне збільшення ціни централізованого обігріву змушує мешканців квартир використовувати альтернативні економічні опалення в своїх оселях [1]. Найкраща альтернатива - перехід на системи індивідуального газового опалення квартири [2].

Індивідуальна система опалення – це, в першу чергу, незалежність від старого і малоефективного централізованого опалення [3]. Індивідуальне опалення дозволяє самостійно регулювати температуру в квартирі, підтримувати потрібну температуру, вмикати та вимикати опалення в потрібний час, регулювати витрати на опалення. В той же час, максимальної ефективності від застосування систем індивідуального газового опалення квартири можна досягти лише із застосуванням терморегуляторів, здатних контролювати і регулювати температуру повітря в квартирі через управління роботою газового котла [4,5].

Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири – електронний блок з комп'ютерним програмуванням, орієнтований на керування газовим котлом з релейним варіантом керування.

Настроювання мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири виконується із застосуванням програмного забезпечення з персонального комп'ютера. Підключення до комп'ютера реалізується через USB-порт із допомогою стандартного кабелю mini-USB.

Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири може розглядатися не лише як актуальний і, певною мірою, інтелектуальний засіб керування роботою газового котла для побутових потреб.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

1.1 Технології автономного опалення квартир – сучасний стан

В сучасних умовах комунальні системи централізованого обігріву приміщень перестають задовольняти потребам споживачів. Централізоване опалення, як правило, асоціюється з низькою якістю, нестабільністю теплопостачання, невипраданно високим рівнем втрат [1]. Старі малопримітні системи централізованого опалення втрачають свою актуальність. Опалювальний сезон в Україні традиційно починається в жовтні і триває до квітня. Дати залежать від погодних умов, тому період може зрушуватися на декілька днів, але все це досить умовно. Адже всім відома ситуація, коли опалення ще не включене або вже відключене, а погодні умови зумовлюють зовсім не комфортну температуру в квартирі. В такому випадку у вигравші стають мешканці квартир, де встановлене автономне опалення. В них є можливість запуснути і відключити опалення в будь-яку мить і відчутти ефект за час, що вимірюється хвилинами. Тому не дивно, що постійно зростає кількість споживачів, які надають перевагу автономному опаленню.

Для виконання проектних рішень за темою кваліфікаційної роботи з розробки мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири розглянемо основні терміни і технології автономного опалення квартир.

Опалення квартири - це обігрів кімнат в холодну пору року [5].

Індивідуальна система опалення – це, в першу чергу, незалежність від старого і малоефективного централізованого опалення [2]. Індивідуальне опалення дозволяє самостійно регулювати температуру в квартирі, підтримувати потрібну температуру, вмикати та вимикати опалення в потрібний час, регулювати витрати на опалення [4].

Україна входить до лідерів за темпами переходу населення на автономні

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи опалення. Індивідуальні системи забезпечують не тільки комфорт господарів житла, але і суттєво знижують оплату на енергоносії. Автономне опалення також дає незалежність від зовнішніх умов і від неякісної роботи комунальних служб [4].

Системи індивідуального опалення квартири дозволяють отримати масу незаперечних плюсів [3]:

- можливість визначати режим подачі тепла з урахуванням потреб мешканців незалежно від примх комунальних служб;
- можливість самостійно визначати мінімальний рівень нагріву теплоносія або відключити опалення на час відсутності мешканців;
- незначні витрати опалення квартири дає можливість за короткий термін компенсувати початкові капіталовкладення на створення системи індивідуального опалення квартири;
- установка двоконтурного нагрівального котла дозволяє користуватися гарячою водою цілий рік з урахуванням потреб мешканців незалежно від примх комунальних служб;
- можливість облаштування додатково системи тепла підлога в будь-якій з кімнат.

Системи опалення виконують нагрівання повітря в приміщенні безпосередньо або із застосуванням посередника – речовини теплоносія.

За типом теплоносія опалення ділиться на [6,7]:

- повітряне;
- водяне;
- масляне;
- антифризове;
- газове;
- парове тощо.

Системи індивідуального опалення квартири можуть не використовувати речовини теплоносія, а віддавати тепло безпосередньо з нагрівального елемента

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в повітря квартири. Так працюють електричні нагрівачі.

Щодо котлів систем індивідуального опалення побутових зон – виділяють декілька основних їх різновидів [7]:

- котел з твердим паливом;
- електричний котел;
- котел на рідкому паливі;
- газовий котел.

Котли мають широке поширення у всьому світі. Є вітчизняні котли та імпорнтні, виготовлені за різними технологіями, з різного матеріалу виготовлення.

Все частіше в нових будовах ставиться опалення квартири з приладів обігріву, що працюють суто на електричній енергії. Перша і основна перевага - для користування електричним котлом не потрібно проходити оформлення дозвільних документів. Недолік - потрібне підведення до квартири потужної проводки електромережі [7].

Розглянемо найбільш популярні технології і засоби опалення квартир в сучасному будинку.

Існують різні системи автономного опалення [1, 5-12].

Перший варіант - опалення за допомогою електричних конвекторів [1]. Він передбачає, що кожен опалювальний прилад включається в розетку окремо. У невеликих опалювальних приміщеннях, навіть з урахуванням потреби заміни проводки, це дешевше водної системи опалення.

Для опалення за допомогою електричних конвекторів не потрібно прокладати труби, ставити радіатори. Конвектор ставлять на підлогу або стіну біля вікна. Опалення за допомогою електричних конвекторів здатне забезпечити ефективну підтримку теплового режиму в кімнаті.

Опалення за допомогою електричних конвекторів набуває все більшої і більшої популярності останнім часом. Електричне опалення приміщень конвекторами дуже популярне в Європі.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обігрів приміщення конвекторами здійснюється без участі додаткового теплоносія - електрична енергія перетворюється в теплову без потреб застосування додаткового теплоносія. Електричне опалення приміщень конвекторами легке і зручне в експлуатації. При ньому можна ефективно регулювати температурний режим, а конвектори працюють безшумно і при цьому займають мінімум місця.

Такий варіант найкращий для автономного обігріву квартир за умови неможливості отримання дозволу на газове опалення.

В таких системах може бути використаний також і терморегулятор - вбудована касета-програматор[7]. Це програмований пристрій, призначений на керування множиною електричних обігрівачів (до 20 штук). Множину електричних обігрівачів з'єднують спеціальним керуючим кабелем. Управління автономною системою електричних конвекторів відбувається через касету-програматор за програмами, заданим споживачем.

Система опалення «тепла підлога» відрізняється зручністю, довговічністю, надійністю, простотою, безпекою, економічністю. Електрична тепла підлога відрізняється простотою монтажу і може робити обігрів навіть в квартирі великих розмірів [8,9].

Спосіб опалення системою з електричним котлом [1] підходить найкраще для опалення приміщень площею від 200 м².

Електричні котли мають досить просту конструкцію. Практично – це сталевий бак, з нагрівальними елементами. Конструкція підключається до системи опалювання. Додатково на неї встановлюється обладнання:

- механічний або електронний блок управління;
- циркуляційний насос для перекачки носія тепла;
- запобіжні клапани регулювання тиску.

Коефіцієнт корисної дії таких котлів сягає 100%. Вся електрична енергія йде на нагрів води, тоді як в котлах на газу частина тепла йде з чадом в трубу.

За рахунок компактних габаритів (розмірів) електричний котел можна поставити будь-де в квартирі. Потрібний доступ лише до електроенергії – немає

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

прив'язки до газових труб.

Майже всі електричні котли передбачають можливість роботи на багатотарифному лічильнику. Так можна економити до 30% витрат за споживання електричної енергії.

Електричні котли відрізняються високим рівнем екологічності - виключається можливість виділення при роботі шкідливих викидів.

Така система індивідуального опалення квартири відноситься до бюджетного класу. Для її створення потрібно придбати електричний котел, не потрібно витрат на проектну документацію, але потрібно враховувати якість проводки.

Електричні котли ділять на дві категорії [1]:

- з електричними нагрівачами (тенами);
- електродні.

Електричні котли з електричними нагрівачами (тенами) – це є бак з укріпленим всередині нагрівачем. Бак ще називається теплообмінником. Електричні котли з електричними нагрівачами мають в собі блок автоматики для управління роботою і регулювання температури.

Електричні котли з електродами є більш актуальними. Їх застосування в системі індивідуального опалення квартири дає економію в порівнянні котлами з електричними нагрівачами приблизно 30-40 відсотків.

Електричний котел з електродами (електродний, іонообмінний, іонний) має певну специфіку перетворення електроенергії в теплову енергію - шляхом пропускання через воду змінного струму. Це більш економно, ніж з допомогою тону.

Найпоширеніші і найдешевші в експлуатації системи індивідуального опалення квартири - газові котли [1,2,3,5,7].

Газові котли діляться на одноконтурні та двоконтурні. Одноконтурні (є один теплообмінник) орієнтовані лише на опалення квартири. Двоконтурні котли (є два теплообмінники) орієнтовані на опалення квартири та підігрів води на крани.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Газовий котел може бути з монтажем підлоговим або ж настінним. У квартирах, як правило, встановлюють настінний тип. Якщо потрібно вирішити завдання одночасно обігріву кімнат і постійної наявності теплої води, то використовують двоконтурний котел.

Системи індивідуального газового опалення квартири відрізняються рядом переваг [3,7]:

- більшість моделей котлів газового опалення характеризуються високим коефіцієнтом корисної дії до 95%;
- газове опалення здатне за короткий час створити комфортабельний режим тепла в кімнаті;
- газове опалення дозволяє швидко компенсувати фінансові вкладення на облаштування автономної системи опалення квартири;
- за рахунок компактних габаритів не потрібно робити спеціальне приміщення котельної;
- функціонує не дорогому паливі;
- створюється можливість запускати та відключати опалення квартири за потреби;
- можливо налаштувати самостійно оптимальний режим опалення з урахуванням погоди;
- сучасний ринок газового опалення дозволяє придбати одноконтурний або двоконтурний котел залежно від потреб.

Ще одна технологія автономного опалення - теплові насоси [1,7].

Традиційні теплові насоси можуть брати тепло з свердловин, землі або водою.

Тепловий насос повітря-повітря [11] накопичує енергію з навколишнього середовища і видає її в квартиру. У сучасних насосів повітря-повітря високий коефіцієнт корисної дії - на 1 кВт витраченої електроенергії формується 4-6 кВт тепла. У таких теплових насосів є і функція охолодження. Тепловий насос повітря-повітря може швидко обігрівати квартиру, а влітку охолодити її.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловий насос повітря-вода гріє через теплоносій – воду. Цей тепловий насос обігріває квартиру, видає тепло і гарячу воду, дає економію електричної енергії до 75%.

Тепловий насос повітря-повітря і повітря-вода не тільки заощадить витрати, але і екологічним. Тепловий насос не спалює паливо, значить, через що не утворюються шкідливі викиди (CO, CO², NO_x, SO², PbO²).

Тепловий насос повітря-повітря і повітря-вода вибухобезпечний і пожежобезпечний. Тепловий насос повітря-повітря і повітря-вода не використовує палива, відкритого вогню, небезпечних газів.

Серед теплових насосів насоси типу повітря-повітря мають кілька важливих переваг [11], а саме:

- в порівнянні з іншими тепловими насосами в 3-4 рази дешевші;
- коефіцієнт корисної дії в порівнянні з іншими видами теплових насосів найбільший;
- є можливість частину приміщень нагрівати, а іншу частину охолоджувати (це робиться одночасно);
- компактність;
- простота монтажу і сервісу.

Недолік - теплові насоси повітря-повітря враховують мінімальну температуру зовнішнього середовища -30⁰. При температурі зовнішнього середовища -10⁰ тепловий насос повітря-повітря підключає електричні тенти. При температурі -20⁰ нижче працюють тільки електричні тенти.

Інша технологія - повітряна система опалення квартири [5]. Повітряна система опалення квартири виконує функції:

- опалення
- кондиціонування;
- вентиляція;
- зволоження;
- очищення повітря від домішок пилу, запахів (газів) і бактерій

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ультрафіолетом і фільтрами.

Системи індивідуального опалення квартири, що мають повітряне опалення, мають високий коефіцієнт корисної дії (більше 90%), не потребують встановлення радіаторів. Розподіл тепла робиться воздуховодами під стелею або в підлозі., середня висота повітропроводів становить 150-200 мм., Повітря в кімнати потрапляє і забирається через решітки, які розташовуються на підлозі і стелі.

1.2 Технології управління температурним режимом системи індивідуального газового опалення квартири

Засоби управління газовим котлом - це комплекс різних електронних модулів. Розглянемо технології управління температурним режимом системи індивідуального газового опалення квартир, що реалізуються таким обладнанням [12].

Центральний модуль управління забезпечує функціонування системи індивідуального газового опалення квартири. Наявність і кількість інших елементів залежить від складності системи індивідуального газового опалення квартири, але центральний модуль є основним. До нього підключаються датчики, регулятори, блоки захисту та управління.

В більшості систем індивідуального газового опалення квартири модуль управління встановлюється безпосередньо в котлі [7]. Часто за допомогою проводів модуль виносять за корпус котла і ставлять в більш зручному для використання місці - на стіні тощо.

Далі уточнимо основні функції модулів управління. Система індивідуального газового опалення квартири буває низькотемпературною або високотемпературною, одноконтурною або багатоконтурною, відрізнятися насосами для прокачування рідин, тощо. До системи індивідуального газового опалення квартири можна підключити додаткові датчики та регулятори.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Єдиного модуля для налаштувань в квартирах буває мало [5]. Для підвищення ефективності системи індивідуального газового опалення квартири до основного модуля керування проводами або радіоканалом додають кімнатні регулятори.

Найпростіший варіант - кімнатний термостат-регулятор. Його недолік пов'язаний з інерційністю системи індивідуального газового опалення квартири: процес зміни температури триває до декількох годин.

Функції терморегуляторів складніші [13]. Терморегулятори можуть бути запрограмовані на функції підтримки температури автоматично за заданою програмою керування температурним режимом.

Основна мета ускладнення системи індивідуального газового опалення квартири - забезпечення максимального комфорту та ефективності використання системи. Для цього, в першу чергу, потрібні температурні датчики. Тоді системи індивідуального газового опалення квартири можна запрограмувати на автоматичне регулювання.

Існують різновиди такого регулювання [12-14]:

- за температурою води (носія тепла);
- за температурою повітря в приміщенні;
- за погодою.

Чим більше можливостей управління системи індивідуального газового опалення квартири, тим ефективніше буде генеруватися тепло для отримання комфорту, але ціна системи опалення квартири зросте.

Датчики температури води (носія тепла) в контурах опалення відносяться більше до системи управління самим котлом.

Найпростіший спосіб регулювання - за температурою води (носія тепла) використовується у квартирах з централізованим опаленням. В радіатори системи опалення квартири подається вода заданої температури. В центральній котельні, є системи регулювання температури, але зв'язку між ними і користувачами послуг фактично немає. Температура води як носія тепла задається централізовано, відрегулювати її мешканець квартири не може. Таке

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регулювання надто інерційне і неефективне.

Якщо систему опалення квартири доповнити датчиками температури в приміщенні, з'являється нова можливість: при досягненні заданої температури повітря можна відключити нагрів і підтримувати температуру в заданих значеннях, керуючи температурою носія і продуктивністю для кожного контуру.

Досить економний спосіб – регулювання за погодою [1]. До системи підключається датчик температури зовнішнього повітря (з вулиці). Його ставлять в місці, захищеному від впливу вітру і сонячних променів.

За допомогою датчика за погодою регулюють температуру котельної води відповідно зовнішніх умов. Ще краще, якщо вуличний датчик системи опалення працює спільно з датчиками всередині квартири.

Готова система індивідуального газового опалення квартири після монтажу вимагає настройки. Настройки є два рівня: сервісний і призначений користувачу.

Настройка передбачає завдання допустимого діапазону робочих параметрів всіх елементів.

Практично всі системи індивідуального газового опалення передбачають захист від замерзання.

Якщо температура теплоносія знижується до 5° С, то система самостійно переводиться в режим нагріву теплоносія.

Щоб забезпечити комфортні умови і знизити витрати, використовуються настроювані програми регулювання опалення. Прийнято вважати, що зниження кімнатної температури лише на градус економить 5-7% витрат. Мета - підтримувати оптимальну температуру в квартирі (засобами системи індивідуального газового опалення квартири) за заданою програмою і мати можливість її регулювання.

Ще одна можливість економії - потреба в теплі в різний час доби змінюється. Вранці і ввечері, коли всі мешканці вдома, потрібне максимальне тепло. Вночі температуру можна знизити на пару градусів.

Часто в будні в робочий час в квартирі нікого немає, а на вихідні навпаки –

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тому потрібна інша програма обігріву.

Програми регулювання опалення зручні, оскільки дозволяють системі індивідуального газового опалення квартири ефективно працювати в автоматичному режимі [14,15].

Включення і вимикання режимів зазвичай забезпечується з центрального модуля управління. Якщо в системі індивідуального газового опалення квартири є додаткові терморегулятори, деякі режими керуються з них. У будь-якому випадку, для користувача немає складнощів в установці бажаного режиму .

Крім зв'язку проводами або зв'язку радіоканалом, останнім часом розробляються пристрої, орієнтовані на дистанційний контроль і моніторинг системи індивідуального газового опалення квартири, а також на управління системами опалення квартири [16]. Такі контролери особливо доцільні при непостійному проживанні, коли квартира часом пустує і невідомо, на скільки. Включення в систему індивідуального газового опалення квартири відповідного пристрою (GSM-модуля) дозволяє дистанційно активізувати програму опалення і відключати.

Варіантів є кілька і вони залежать потреб [16].

Найпростіша потреба - дистанційно включати або вимикати обігрів. Для цієї функції в досить одного каналу з наявною парою контактів, замикання яких дає на панель управління сигнал запуску/відключення. На багатьох контролерах системи індивідуального газового опалення квартири такий канал передбачений, потрібний режим («включити» або «вимкнути») спеціально програмують заздалегідь. Далі все працює просто: подзвонив (або відправив SMS) на номер GSM-модуля - контролер системи індивідуального газового опалення квартири приймає сигнал і включає або ж вимикає опалення. Робота такої системи не дуже складна в порівнянні з іншими функціями, але це достатньо для забезпечення комфорту і економії електричної енергії.

У різних виробників систем індивідуального газового опалення квартири можуть бути інші способи управління системою GSM-каналом або іншим каналом.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Набагато більше можливостей виникає, якщо використовувати для дистанційного керування ресурси мережі Інтернет. Зрозуміло, що при такому підході на керуючий комп'ютер (або на смартфон) буде потрібне відповідне програмне забезпечення. Можливості віддаленого управління за допомогою ресурсів мережі Інтернет такі ж, як і зі звичайною панелі управління. При цьому важливо, що і представники сервісних організацій зможуть за потреби дистанційно перенастроювати і контролювати устаткування, робити моніторинг системи, а інколи і віддалено усувати несправності.

Ще один варіант сучасного управління для системи індивідуального газового опалення квартири – технології розумного будинку.

Технологія розумного будинку передбачає управління роботою і взаємодією декількох систем одночасно. Наприклад, для створення комфорту в квартирі однієї температури може бути замало. Є потреба подбати про роботу системи вентиляції, зволоження або кондиціонування.

Елементи, які передбачають спільну роботу системи індивідуального газового опалення квартири з іншими системами, можуть додатково управлятися і деякими штатними контролерами. При використанні датчиків відкриття вікна може бути програмування системи індивідуального газового опалення квартири на обігрів кімнат при провітрюванні.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що для ефективного функціонування системи індивідуального газового опалення квартири обов'язково мають застосовуватися технології управління температурним режимом роботи системи.

1.3 Терморегулятори систем індивідуального газового опалення квартири

Термостат (терморегулятор) - це спеціалізований блок відслідковування температури в квартирі і збільшення або зменшення подачі в приміщення [17].

Найчастіше все регулювання в котлах системи індивідуального газового

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

опалення квартири зводиться до встановлення на ручці вибору рівня нагріву теплоносія з використанням простої шкала з рівнями від 0 до 9. Осінню обладнання працює в режимі 1-3, а холодною зимою мешканця встановлюють режим більшого обігріву.

Тут використовується найпростіший спосіб регуляції, що орієнтується на вимірювання температури теплоносія в системі. Необхідний рівень нагріву орієнтовано на вручну встановлений режим, в котлі системи індивідуального газового опалення квартири використовується простий термоелемент з біметалевої пластини. При замиканні контактів біметалевої пластини котел починає подачу газу на пальник і процес запалювання. Така схема є в багатьох моделях котлів опалення.

У таких терморегуляторах керуючий блок відсутній. Корегування робиться за рахунок механіки при зміні властивостей термочутливого елемента (наприклад, біметалевої пластини). Таким терморегуляторам живлення не потрібне. За точністю регулювання температури механічні терморегулятори поступаються електронним, але енергонезалежність є перевагою - при проблемах з електрикою вони не перестають працювати.

Потужніші котли системи індивідуального газового опалення квартири регулюють температуру опалення наступним чином [18]:

- за показниками вбудованого датчика контролю температури теплоносія системи індивідуального газового опалення квартири;
- за показниками виносного датчика температури повітря квартири;
- за показниками виносного датчика температури повітря за межами приміщень;
- за показниками виносного датчика, що вбудований у виносному кімнатному регуляторі температури.

Моделі з виносним датчиком корегують температуру для виконаних замірів того місця, де стоїть цей датчик.

Погодозалежні датчики використовуються мешканцями квартир вкрай

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рідко - люди більше люблять покладатися на власні відчуття температури в квартирі. Найчастіше люди вибирають спосіб контролю температури теплоносія або через контроль температури повітря кімнат.

Виносний терморегулятор для системи індивідуального газового опалення квартири - це зовнішній стосовно котла керуючий модуль, що встановлюється в потрібній точці квартири. Виносний терморегулятор включає в себе сам датчик температури, засоби контролю показників і управління котлом. Основна функція на виносний терморегулятор – контроль дотримання заданої температури за показниками, що отримуються з термоелемента. Зі зниженням температури регулятор системи індивідуального газового опалення квартири передає на котел сигнал включення опалення, а після отримання заданого значення температури регулятор системи індивідуального газового опалення квартири передає на котел сигнал включення опалення.

Терморегулятори системи індивідуального газового опалення квартири опалення мають і додаткові можливості [6]:

- регулювання температури додатково в контурі теплої води в двоконтурному котлі;
- завдання окремо денного і нічного режиму опалення - обладнання саме корегує денну і нічну температуру відповідно до встановленого режиму за наявним в системі годинником;
- регулювання роботи системи індивідуального газового опалення квартири за програмою - терморегулятор включає і виключає котел, орієнтуючись на заздалегідь введені програмні дані (наприклад, на заздалегідь введені програмні дані на тиждень вперед);
- управління іншим обладнанням (наприклад, бойлерами, сонячними колекторами тощо).

Виносний терморегулятор забезпечує зручність керування котлом системи індивідуального газового опалення квартири з контролем температури в будь-якому обраному мешканцями віддаленому приміщенні квартири - кухня,

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кімната, підвал тощо [18].

Звичайна система індивідуального газового опалення квартири з водою в якості теплоносія утворюється з нагрівального обладнання, труб розводки теплоносія і радіаторів. Щоб регулювати надходження тепла від неї в приміщення потрібно стежити за котлом або ж регулярно закривати і відкривати клапани на радіаторах. Інертність подібної системи індивідуального опалення квартири не дозволяє підтримувати задану температуру протягом доби.

Без терморегулятора в системі регулювати котел доводиться вручну.

Висновок очевидний - терморегулятор для опалення покращує умови проживання, робить його комфортним і економним.

Можливості терморегуляторів змінюються в широких межах.

Найпростіший терморегулятор - це запірне обладнання з термодатчиком, що стоїть на радіаторі (рисунок 1.1) [12].



Рисунок 1.1 – Простий терморегулятор для систем опалення

При досягненні заданої температури клапан терморегулятора закривається і зменшується доступ теплоносія. При охолодженні радіатора клапан знову відкривається і потік теплоносія збільшуються.

Найпростішими терморегуляторами системи індивідуального газового опалення квартири для регулювання роботи котла є ручки регулювання з механічною шкалою.

Кімнатний механічний терморегулятор COMPUTHERM TR-010

(рисунок 1.2) - приклад найпростішого в обслуговуванні терморегулятора:

- має два контакти - на "нагрів" і на "охолодження";
- призначений для управління опалювальним устаткуванням, насосами, сервомоторами тощо;
- діапазон контролю температур $10^{\circ} + 30^{\circ}\text{C}$;
- чутливість елемента перемикач терморегулятора $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$;
- максимальний струм навантаження терморегулятора - 10А.

Складніші регулятори системи індивідуального газового опалення квартири оснащуються кількома регуляторами і електронними екранами - рисунок 1.3 [6].



Рисунок 1.2 – Механічний терморегулятор COMPUTHERM TR-010



Рисунок 1.3 – Електронний терморегулятор RUUD

Терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири складається з елементів:

- термодатчика;
- блоку настройки;
- блоку управління;
- електромагнітного реле або ж механічного клапана.

Блок електронного управління терморегулятора дозволяє задавати не один режим температури, а декілька для кожного часу доби або тижня окремо. За наявності модуля управління може бути передбачена можливість установки додаткового датчика температури на вулиці і прив'язки роботи котла ще й до нього.

Принцип роботи терморегулятора:

- за допомогою блоку управління настраюється бажана температура.
- при досягненні обраних параметрів температури спрацьовує датчик, що призводить до відключення котла системи індивідуального газового опалення квартири або перекриття запірною клапана на радіаторах;

– після зниження температури повітря в кімнаті відбувається включення котла на обігрів.

Більш складні терморегулятори мають бездротові датчики і блоки управління. Контакт між вузлами і елементами відбувається радіоканалом. Проводи в цьому разі не потрібні, що покращує естетичну сторону системи в приміщенні [11].

Терморегулятори мають 3 варіанти під'єднання:

- на кімнатні радіатори;
- безпосередньо до самого котла;
- до циркуляційного насоса котла.

При монтажі за схемою 1 терморегулятора на радіатор (трубу з радіаторами) гідравлічний опір для пропуску теплоносія системи росте. Навіть у відкритому стані клапани терморегулятора обмежує потік теплоносія [12].

Схеми 2-3 не дають погіршення пропускної здатності теплоносія в системі опалення, оскільки гідравлічний опір для пропуску теплоносія системи не змінюється (додаткових запорів не передбачається). Термостат регулює роботу саме насоса або котла, з теплоносієм не взаємодіє.

1.4 Аналіз особливостей існуючих схемних рішень

Елементарна схема терморегулятора на базі мікросхеми К561ЛА7 представлена на рисунку 1.4 [17].

Це терморегулятор з одним параметром регулювання.

Терморегулятор на мікросхемі К651ЛА7 відрізняється простотою схеми і легкістю регулювання.

Використаний датчик температури - терморезистор, який значно зменшує свій опір при нагріванні. Терморезистор включено в класичну схему дільника напруги. У цю схему також включено настроюваний резистор R2, за допомогою

якого можливо встановлювати потрібну температуру спрацьовування.

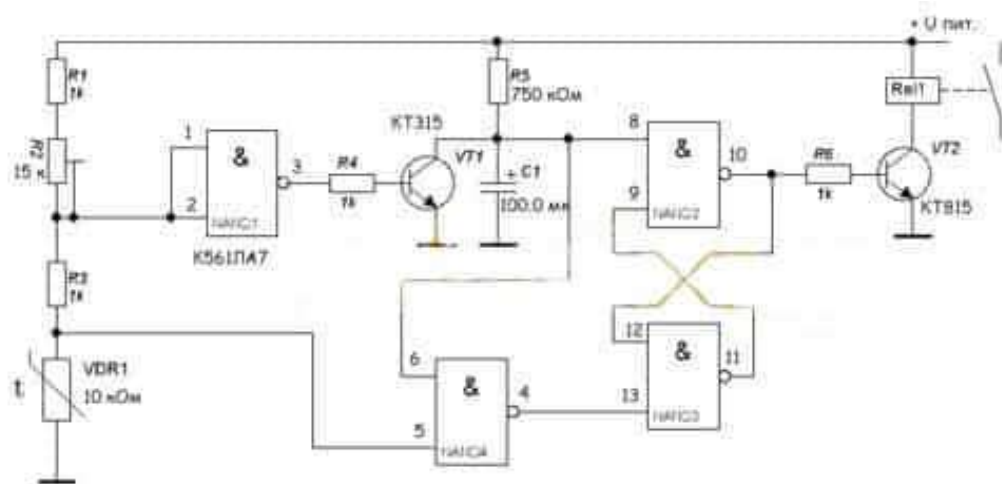


Рисунок 1.4 - Терморегулятор на базі мікросхеми К561ЛА7

Недолік терморегулятор на мікросхемі К651ЛА7 – відсутність інформаційного екрану і мала стабільність роботи.

Загально визнаною альтернативою подібним схемам є мікроконтролерні терморегулятори систем індивідуального газового опалення квартири.

Приклад схеми мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири на основі мікроконтролера АТМЕГА8 представлено на рисунку 1.5 [19].

Основні складові терморегулятора:

- мікроконтролер АТМЕГА8;
- елементи серії 566;
- LCD-дисплей;
- фотоелементи;
- 3 температурних датчики ds18b20.

Мікроконтролер АТМЕГА8 відповідає за дотримання заданих налаштувань терморегулятора.

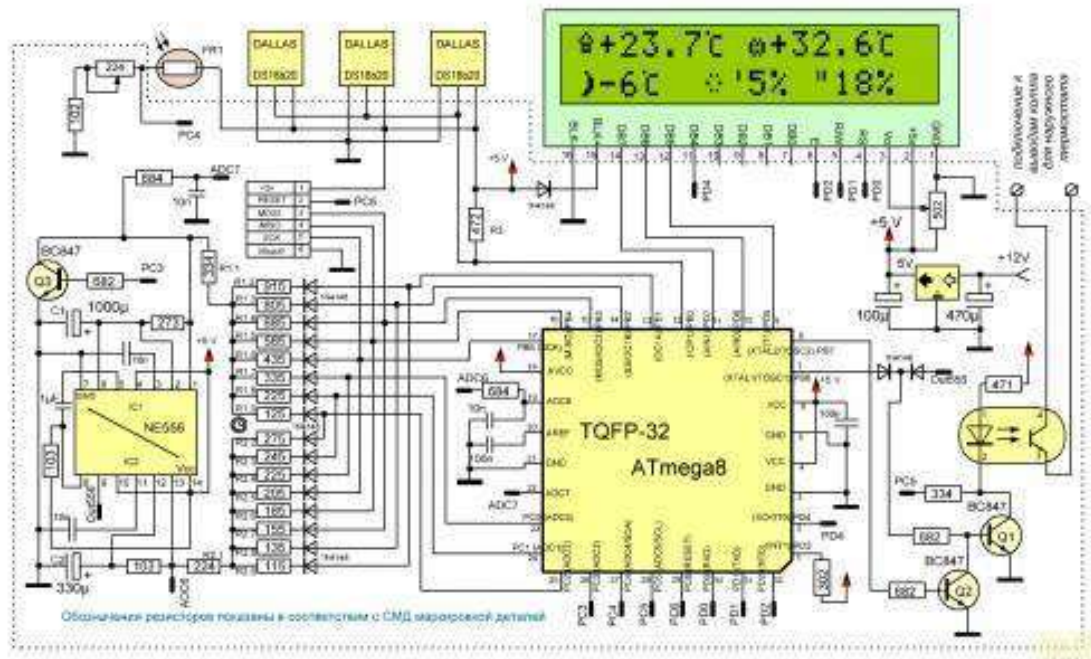


Рисунок 1.5 - Терморегулятор на базі мікроконтролера АТМЕГА8

Схема вмикає і вимикає котел системи опалювання при зниженні/підвищенні температури вуличного повітря (датчик температури U2), а також виконує аналогічні дії при зміні температури в квартирі (датчик температури U1). Датчик U1 потрібно ставити в кімнаті, а датчик U2 - ставити безпосередньо на вулиці. Передбачене застосування двох таймерів мікроконтролера - вони дозволяють регулювати періодичність зазначених процесів. Фоторезистор впливає на регулювання включення котла залежно від часу доби. Підключається терморегулятор на базі мікроконтролера АТМЕГА8 безпосередньо до котла і встановлюється терморегулятор поруч з ним. За необхідності можна додатково підключити електричну підсистему щоб керувати агрегатами великої потужності.

На рисунку 1.6 представлена схема терморегулятора для систем опалення на основі мікроконтролера PIC16F84A [19].

Терморегулятор опалення зібрано на основі мікроконтролера PIC16F84A.

Датчик температури - цифровий термодатчик DS18B20.

Навантаженням керує малогабаритне реле.

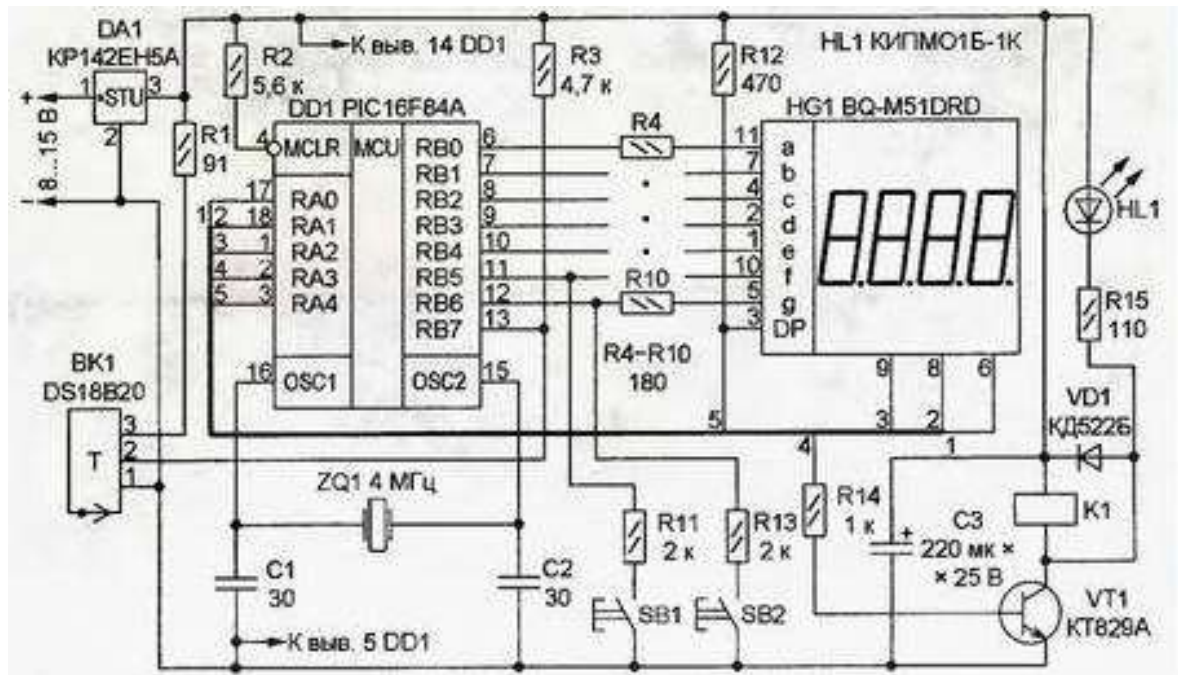


Рисунок 1.6 - Терморегулятор опалення на основі мікроконтролера PIC16F84A

Температуру настроюють мікроперемикачами. Температуру висвічується на семисегментних індикаторах.

Більш детальної інформації про цю схему розробником не надано.

Ще одне схемне рішення – терморегулятор для опалення TR-АТМ-16 на основі мікроконтролера АТМЕГА16 (рисунок 1.7) [19].

Температура для системи опалення встановлюється TR-АТМ-16 автоматично виходячи зі зміни вуличної температури. Терморегулятору TR-АТМ-16 не потрібно вносити і змінювати показання для підтримки температури в опалювальній системі вручну – все визначається програмою мікроконтролера АТМЕГА16.

Електроніка терморегулятора TR-АТМ-16, що зроблений на основі мікроконтролера АТМЕГА16, розміщується на двох платах окремими модулями.

Терморегулятор TR-АТМ-16 виготовлено в корпусі серії Z101 і кріпиться на типову дин-рейку. Недолік реалізації у корпусі Z101 – в ньому не передбачений отвір для індикатора. Автор передбачає можливість розташувати всю електроніку схеми в інший корпус, відповідний за розмірами.

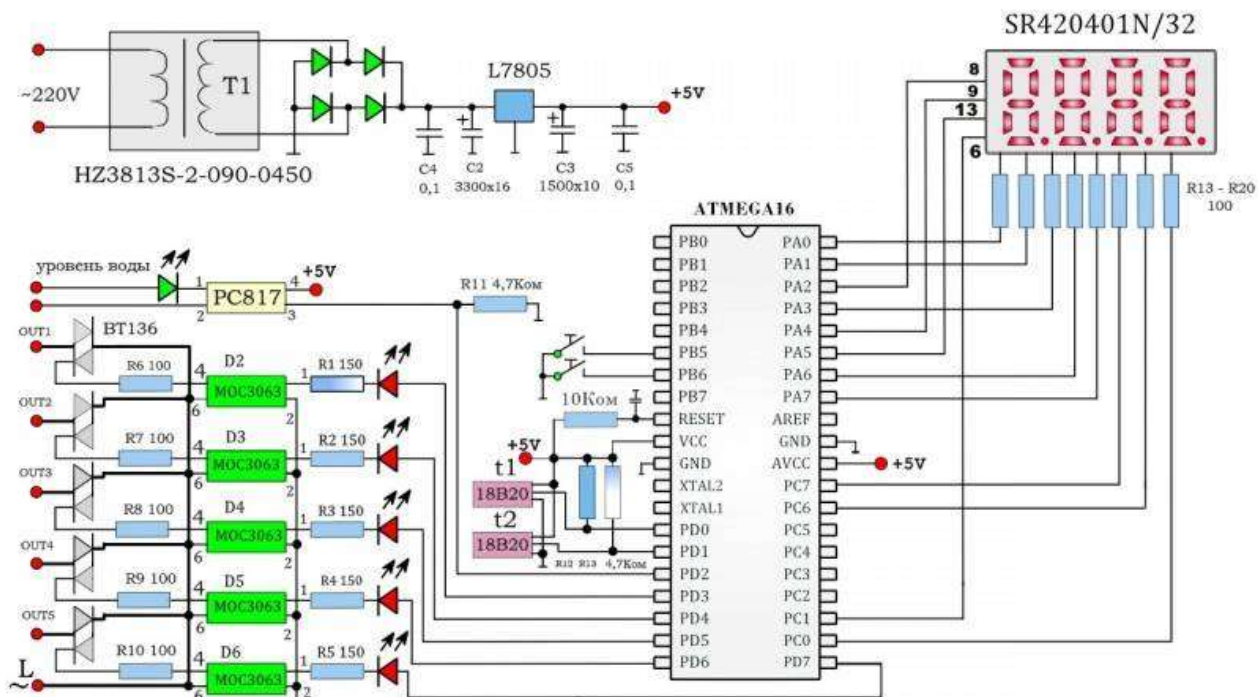


Рисунок 1.7 - Терморегулятор для опалення TR-АТМ-16

Для підключення шлейфів використані клемники WJ950-9.5-02P. Їх також можна замінити на інші. У терморегуляторі застосовується мікроконтролер АТМЕГА16, який керує роботою пристрою. Мікроконтролер працює від внутрішнього тактового генератора синхронізації з настройками частоти на 8МГц.

Для вимірювання температури використано два інтегральних термодатчики ds18b20. Нажаль, з наданих даних не зрозуміло причини вибору такої кількості і принципи взаємодії термодатчиків ds18b20.

Для розв'язки електричних кіл підключення керованого навантаження використано оптопарі з сімісторним виходом МОС3063М (напруга, що комутується 115/240 В; пікова напруга до 600 В; вихідний струм 1 А; мінімальний струм включення 5 мА). Вибір цього типу оптопарі також не обґрунтований, оскільки для сучасних систем опалення терморегулятори можуть працювати зі значно простішими елементами, особливо при використанні котла з сухими контактами.

Для виведення результатів вимірювань використаний семисегментний

алфавітно-цифровий індикатор на два розряди, що є малоінформативним для подібних пристроїв.

1.5 Висновки і постановка задачі

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що для ефективного функціонування системи індивідуального газового опалення квартири обов'язково мають застосовуватися технології управління температурним режимом роботи системи.

Серед множини терморегуляторів на сьогодні найбільш ефективними визнаються виносні прилади систем індивідуального газового опалення квартир, що використовують кімнатні датчики температури.

Кімнатні датчики температури терморегуляторів систем індивідуального газового опалення квартир вимірюють температуру в кімнаті або іншому приміщенні, а терморегулятори на підставі вимірів регулюють роботу котла, подаючи сигнали, щоб до заданої температури нагріти теплоносії в системі. Такий принцип дії терморегуляторів дозволяє роботу систем індивідуального газового опалення квартир підвищити до максимально ефективного рівня. Ефективність роботи терморегуляторів з кімнатними датчиками температури в системах індивідуального газового опалення квартир забезпечується тим, що температура в кімнаті контролюється і повітря не перегрівается надмірно і не вистигає.

Хоча терморегуляторів подібного принципу дії випускається досить багато, не зупиняються роботи з розробки нових версій і моделей, що свідчить на актуальність мети даної роботи – розробки комплексу схемотехнічної документації на мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири.

Згідно із завданням кваліфікаційної роботи і результатами проведеного аналізу визначаємо базові умови постановки задачі:

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири має бути реалізовано на основі мікроконтролера мікроконтролер АТМЕГА16;

– налаштування режимів роботи терморегулятора має реалізовуватись з персонального комп'ютера;

– терморегулятор має забезпечувати формування бінарних сигналів керування котлом безпосередньо або через керовані цифровим сигналом реле;

– для збільшення надійності системи в складі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири повинне бути реалізоване резервування термодатчиків.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОБГРУНТУВАННЯ БАЗОВИХ ПРИНЦИПІВ ПРОЄКТУВАННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА СИСТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ГАЗОВОГО ОПАЛЕННЯ КВАРТИРИ

2.1 Визначення базових принципів дії мікроконтролерного терморегулятора

За умовами завдання проєктований мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири – електронний пристрій з мікроконтролерним керуванням, комп’ютерним настроюванням режиму роботи, індикацією роботи на алфавітно-цифровому LCD-індикаторі та резервуванням датчиків температури.

Згідно з проведеними в попередньому розділі дослідженнями і сформульованими висновками серед множини терморегуляторів на сьогодні найбільш ефективними визнаються виносні прилади терморегулювання систем індивідуального газового опалення квартир, що використовують кімнатні датчики температури.

Виносний терморегулятор для системи індивідуального газового опалення квартири - це зовнішній стосовно котла керуючий модуль, що встановлюється в потрібній точці квартири. Виносний терморегулятор включає в себе сам датчик температури, засоби контролю показників і управління котлом. Основна функція на виносний терморегулятор – контроль дотримання заданої температури за показниками, що отримуються з термоелемента. Зі зниженням температури регулятор системи індивідуального газового опалення квартири передає на котел сигнал включення опалення, а після отримання заданого значення температури регулятор системи індивідуального газового опалення квартири передає на котел сигнал включення опалення [12].

Кімнатні датчики температури терморегуляторів таких систем індивідуального газового опалення квартир вимірюють температуру в кімнаті або іншому приміщенні, а терморегулятори на підставі вимірів регулюють

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботу котла, подаючи сигнали, щоб до заданої температури нагріти теплоносії в системі. Такий принцип дії терморегуляторів дозволяє роботу систем індивідуального газового опалення квартир підвищити до максимально ефективного рівня, оскільки температура в кімнаті контролюється терморегулятором постійно і повітря не перегрівається надмірно і не вистигає.

Це дозволяє зупинитись на розробці мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири як приладу, орієнтованого на використання кімнатних датчиків температури.

Проведений в попередньому розділі аналіз прототипів дозволяє навести принципи і будови дії такого типу терморегуляторів.

Аналіз вимог до вибору терморегуляторів [1,6,16,17] дозволяє сформулювати наступні положення, які слід враховувати при проектуванні мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири:

- враховувати цільову аудиторію (мешканців квартир) і потреби користувачів системи опалення;
- забезпечити простоту управління;
- діапазони регулювання температури;
- інтерфейс взаємодії з котлом;
- знати граничні і аварійні режими роботи терморегулятора і котла окремо і у взаємодії;
- кращим визнається терморегулятор, оснащений дисплеєм для індикації температури, режиму роботи, додаткових інформаційних повідомлень. Чим більше інформації може бути виведено на дисплей, тим краще для мешканців квартири;
- надійність терморегулятора, стабільність в роботі;
- здатність відновлювати робочий режим після відключення електрики;
- для коректної роботи роботи терморегулятора і котла слід враховувати характеристики приміщення.

Терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири традиційно складається з таких елементів [17]:

- термодатчика;
- блоку настройки;
- блоку управління;
- електромагнітного реле або ж механічного клапана.

Принцип роботи терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири:

- за допомогою блоку управління настраюється бажана температура.
- при досягненні обраних параметрів температури спрацьовує датчик, що призводить до відключення котла системи індивідуального газового опалення квартири або перекриття запірною клапана на радіаторах;
- після зниження температури повітря в кімнаті відбувається включення котла на обігрів.

Принцип підключення мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири має бути типовим для подібних терморегуляторів.

Існують котли з розривним принципом дії щодо двох контактів. Це керування релейного типу:

- контакти замкнені – котел працює;
- контакти незамкнені – котел не працює.

Інший варіант – котли з цифровим керуванням. Це може бути певний типовий інтерфейс (наприклад, I2C) або спеціалізований. Як правило, це однопровідний або двопровідний інтерфейс зі звичайними цифровими сигналами.

Найбільш поширеними є котли для газового опалення квартири з керуванням релейного типу або котли з контактами Dry Contact (так звані сухі контакти) [6]. Dry Contact – така система опалення, в якій на клемних контактах немає напруги як в зімкнутому стані, так і в розімкнутому.

Зазначимо, що більшість котлів сьогодні орієнтовані саме на релейні терморегулятори. Тобто, спрацьовують вони за рахунок реле, яке розмикає або замикає контакти, передбачені в котлі, за вимірюванням попередньо встановленою мешканцями температури.

Саме на такі котли будемо орієнтуватися при розробці мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

2.2 Обґрунтування вибору вимірювальних датчиків терморегулятора

Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири за основне призначення має регулювання роботи газового котла залежно від показників вимірювань температури в квартирі. Тобто – одна із основних функцій мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири – вимірювання температури повітря в квартирі.

Зазначена функція не може бути реалізована без застосування датчиків температури. Таким чином, для синтезу схем мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири актуальності набуває задача вибору датчиків температури.

Як зазначалося в огляді, в котлах систем індивідуального газового опалення квартири в якості датчиків температури широко використовуються термопари (термоелектричні перетворювачі) [12]. Загалом, термопари використовуються всюди, де є необхідність вимірювати температуру в технологічному процесі чи середовищі. Термопари як датчики температури застосовуються в автоматизованих системах управління. Газові котли, конвектори, колонки також, як правило, обладнані саме цими датчиками.

Перевага термопари – точність спрацьовування і зручність як засобу включення-відключення на заданій температурі спрацьовування. Недолік термопари – мала придатність до вимірювань температури для обробки в задачах

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залежного від температури регулювання .

Набагато простішим способом вимірювання температури є вимірювання із застосуванням терморезисторів [20]. Вони працюють на ефекті залежності зміни опору резисторів від температури. Металеві терморезистори (платинові) мають високу точність і лінійність, але, зрозуміло, не дешеві. Мідні менш стабільні, але достатні для застосування в структурі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири і мають значно доступнішу ціну.

Одним із ефективних способів вимірювання опору резистивних термодатчиків є їх включення до джерела струму і подальше вимірювання диференційної напруги. Використання напівпровідникових резистивних термодатчиків і підсилювачів диференційної напруги дає змогу вимірювати вплив температури за допомогою аналого-цифрового перетворювача.

Існують інтегральні датчики температури (мікросхеми). Інтегральні датчики температури бувають аналогові і цифрові [21].

Аналогові інтегральні датчики температури – датчики, аналоговий вихідний сигнал яких є одразу напругою. Їх можна безпосередньо підключити при вимірюванні до аналого-цифрового перетворювача і вимірювати вплив температури [21].

Крім інтегральних схем з аналоговим виходом, існують датчики з цифровим результатом [21]. Цифровий датчик температури DS18B20, є мікросхемою з трьома виводами. Датчик температури DS18B20 дозволяє з точністю до 0,5 °С градуса вимірювати температуру з множини паралельно включених в роботу датчиків. Інтервал вимірювання температур від -55 до +125 °С. Основний недолік DS18B20 – повільність. Обчислення з потрібною точністю він робить орієнтовно за 12 секунд. Інерційність корпусу датчика температури зумовлює малу ефективність цього датчика для вимірювання температури повітря в професійних системах управління, зокрема, для реалізації мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'ємні датчики температури [20] діють на вимірюванні розширення і стиснення речовин як реакції на зміну температури. Діапазон дії об'ємних датчиків температури визначається залежно від стабільності властивостей матеріалів. Об'ємні датчики температури забезпечують вимірювання в інтервалі від -60 до 400 °С. Похибка вимірювання 1-5%. Інтервал роботи рідинних об'ємних датчиків температури залежить від температури закипання і замерзання. Похибки вимірювання рідинних об'ємних датчиків температури складають 1-3%. Нижня межа вимірювання об'ємних датчиків температури на газі фіксується температурою зжиження газу в рідкий стан, верхня - стійкістю балона до тиску і температури. Використання шумових датчиків температури в роботі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири є малоперспективним.

Шумові датчики температури [20] працюють на залежності від температури шумової різниці потенціалів резистора. Вимірювання температури шумовими датчиками робиться порівнянням шумів двох резисторів, один з яких фіксується в певній температурі, а другий застосовується в точці вимірювання температури. Шумові датчики працюють в інтервалі від -270 до 1100 °С. Плюс шумових датчиків температури - можливість вимірювання в термодинаміці на основі описаної закономірності. Проблемний аспект - вимірювання напруги шуму через малий розмір величин. Це унеможлиблює використання шумових датчиків температури в роботі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

Кварцові датчики температури [21] забезпечують вимірювання температури від -80 до +250 °С. Вони працюють на фіксації частотної залежності кварцових генераторів від температури. Кварцові датчики температури характеризуються високою чутливістю та стабільністю. Це робить їх перспективними у використанні, кварцові датчики температури поширені в цифрових термометрах, але на сьогодні не використовуються в системах, подібних до мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Існують ще інші різновиди датчиків температури з різними принципами дії (пірометричні, акустичні тощо), але, з урахуванням малої перспективності їх використання в складі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири, зупинятися на їх розгляді не будемо.

Таким чином, з проведеного аналізу можна свідчити, що найбільш ефективними для застосування в складі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири є резистивні термодатчики. Серед резистивних термодатчиків доцільно звернути увагу на металеві як на такі, що мають малу інерційність і високу точність. Інший критерій - помірна вартість при досить добрих характеристиках зумовлює вибір металевих мідних резистивних термодатчиків.

2.3 Обґрунтування функційних і структурних вимог до пристрою

Згідно із завданням кваліфікаційної роботи і результатами проведеного аналізу визначаємо базові умови постановки задачі:

- мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири має бути реалізовано на основі мікроконтролера мікроконтролер ATMEGA16;

- налаштування режимів роботи терморегулятора має реалізовуватись з персонального комп'ютера;

- терморегулятор орієнтований на керування газовим котлом з релейним варіантом керування запуском - терморегулятор має забезпечувати формування бінарних сигналів керування котлом, призначені для керування процесом замикання і розмикання контактів реле;

- для збільшення надійності системи в складі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири повинне

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бути реалізоване мажоритарне резервування термодатчиків;

- наявність світлодіодної індикації режимів роботи;
- наявність засобів відображення алфавітно-цифрових повідомлень.

Виходячи з перелічених загальних вимог визначимо необхідні структурні складові в схемі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири та їх функційне призначення.

Згідно із завданням, основою мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири є мікроконтролер – головний елемент, орієнтований на виконання функцій керування роботою всіх інших підсистем і блоків мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири та керування взаємодією пристрою з комп'ютером. Завданням визначено тип мікроконтролера – ATMEGA16-16PU.

Мікроконтролер ATMEGA16-16PU - 8-розрядний AVR-мікроконтролер з внутрішньою системною, програмованою флеш-пам'яттю ємністю 16 кбайт. Має продуктивність до $16 \cdot 10^6$ операцій/секунду при тактовій частоті 16 МГц. Напруга живлення є типовою для більшості цифрових мікросхем 4,5-5,5 В. Максимальна тактова частота: 16 МГц. Корпус: PDIP-40. Діапазон робочих температур: від -40 до +85 °С.

Загалом - мікроконтролер ATMEGA16-16PU є досить універсальним, достатньо потужним для вирішення поставленої задачі керування роботою проектованої мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири, недорогим і широко розповсюдженим інтегральним елементом.

До недоліків мікроконтролера ATMEGA16-16PU слід віднести відсутність інтерфейсу спряження з сучасними портами комп'ютера, зокрема, з обраним нами способом комутації до USB-порту комп'ютера.

Для забезпечення можливості підключення мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири до USB-порту комп'ютера з метою налаштування мікроконтролера на потрібний режим роботи потрібен адаптер підключення терморегулятора до комп'ютера. Згідно із

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

раніше обраним способом комутації адаптер потрібен для підключення мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири до USB-порту комп'ютера з метою налаштування (програмування) мікроконтролера на певний режим роботи. Адаптер має забезпечувати погодження інтерфейсу USB-порту ПК та вбудованого послідовного інтерфейсу UART мікроконтролера.

Мікроконтролер ATMEGA16-16PU потребує ініціалізації та синхронізації, що зумовлює потребу введення до схем елементів формування цих сигналів.

Елементи ініціалізації мікроконтролера потрібні для його запуску в роботу шляхом формування стартового сигналу ініціалізації мікроконтролера при поданні живлення на мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири.

Елементи синхронізації мікроконтролера потрібні для формування стабільної синхронізуючої частоти, необхідної для роботи мікроконтролера.

Вимогу щодо наявності світлодіодної індикації режимів роботи реалізуємо через введення до схеми пристрою світлодіодів індикації режимів, потрібних для оповіщення користувачів мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири про режим роботи системи (нормальний або аварійний).

Наявність засобів відображення алфавітно-цифрових повідомлень доцільно забезпечити ввівши алфавітно-цифровий LCD-індикатор для виведення текстових і цифрових повідомлень про стан та результати роботи (показників вимірної температури) мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

Щодо вимоги збільшення надійності системи через мажоритарне резервування термодатчиків в складі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири повинне бути застосовано три однотипних резистивних термодатчика та диференціатори, які перетворюють залежний від температури опір датчиків в залежну від цього опору (відповідно, і від температури теж) напругу, придатну до вимірювання

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

аналого-цифровим перетворювачем системи.

Оскільки котел опалювання релейного типу, а сам мікроконтролер не може забезпечувати замикання і розмикання контактів клемної колодки котла опалювання в режимі релейного керування, до складу мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири потрібно ввести комутаційне реле. Мікроконтролер вироблятиме керуючий сигнал на комутаційне реле, а вже саме реле за цим сигналом забезпечуватиме замикання і розмикання контактів клемної колодки котла опалювання.

2.4 Висновки

В другому розділі кваліфікаційної роботи визначено базові правила розробки і функціонування мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири, проведено формулювання основних вимог щодо функційних можливостей проєктованого терморегулятора, надані загальні вимоги щодо структурної будови мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири..

Перелічені рішення є базою для розробки схем електричних мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РЕАЛІЗАЦІЯ МІКРОКОТРОЛЕРНОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА

3.1 Опис схеми електричної структурної

Електрична структурна схема мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири представлена на рисунку 3.1.

При розробці електричної структурної схеми мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири враховані базові положення про принципи будови мікроконтролерного терморегулятора, які були визначені в попередньому розділі. Це дозволило скласти структуру мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири з таких частин:

- мікроконтролер;
- елементи ініціалізації мікроконтролера;
- елементи синхронізації мікроконтролера;
- алфавітно-цифровий індикатор;
- світлодіоди індикації режимів;
- адаптер ПК;
- вузол термодатчика 1;
- вузол термодатчика 2;
- вузол термодатчика 3;
- комутаційне реле.

Вузли термодатчиків представлені в складі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири в кількості трьох одиниць і мають однакову структурну організацію, містять диференціатор і резистивний термодатчик. Це дозволяє реалізувати передбачену завданням функцію мажоритарного резервування датчиків.

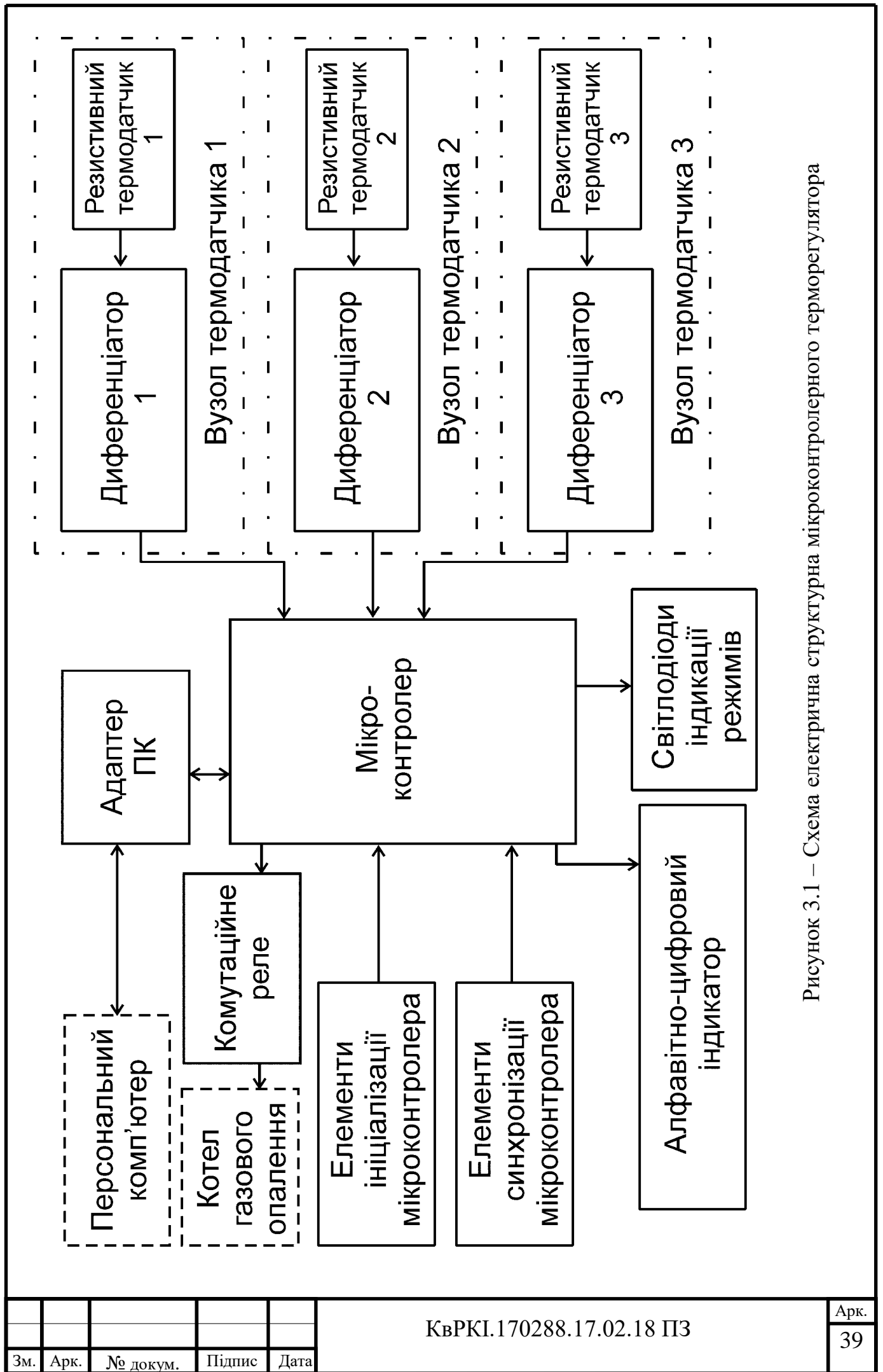


Рисунок 3.1 – Схема електрична структурна мікроконтролерного терморегулятора

Вузол термодатчика 1 мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири утворено з наступних двох блоків:

- резистивний термодатчик 1;
- диференціатор 1.

Вузол термодатчика 2 мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири утворено з наступних двох блоків:

- резистивний термодатчик 2;
- диференціатор 2.

Вузол термодатчика 3 мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири утворено з наступних двох блоків:

- резистивний термодатчик 3;
- диференціатор 3.

Три вузли термодатчиків з однаковою організацією введено до мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири для забезпечення функції резервування вузлів термодатчиків на випадок виходу з ладу одного з них і для забезпечення функції мажоритарного вибору працездатного вузла термодатчика для безперервної роботи системи індивідуального газового опалення квартири.

На схемі електричній структурній мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири можна також побачити блоки, які відповідають пристроям, що не є частинами самого мікроконтролерного терморегулятора:

- персональний комп'ютер;
- котел газового опалення.

Ці пристрої не є частинами самого мікроконтролерного терморегулятора, але взаємодіють з ним.

Котел газового опалення є релейним опалювальним пристроєм, що керується з допомогою мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Персональний комп'ютер навпаки, призначений для настроювання і контролю за роботою мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

Розглянемо роль кожного блоку мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

Мікроконтролер – основний елемент мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири. Мікроконтролер призначений для виконання функцій контролю за датчиками температури мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири і керування роботою інших вузлів пристрою, керування роботою котла системи індивідуального газового опалення квартири для формування заданого температурного режиму, забезпечення взаємодії мікроконтролерного терморегулятора з комп'ютером через адаптер ПК.

Елементи ініціалізації мікроконтролера призначені для його в роботу шляхом формування стартового сигналу ініціалізації мікроконтролера при поданні живлення на мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири.

Елементи синхронізації мікроконтролера призначені для формування стабільної синхронізуючої частоти, потрібної для роботи мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири і, зокрема, самого мікроконтролера.

Адаптер ПК призначено для підключення мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири до USB-порту комп'ютера з метою настроювання (програмування) мікроконтролера на певний режим роботи (адаптер ПК забезпечує погодження інтерфейсу USB-порту ПК та вбудованого послідовного інтерфейсу UART мікроконтролера).

Алфавітно-цифровий індикатор – LCD-індикатор для виведення текстових і цифрових повідомлень про стан та результати роботи (показників вимірної температури) мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Світлодіоди індикації режимів призначені для оповіщення користувачів мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири про режим роботи системи – нормальний або аварійний.

Вузол термодатчика 1, вузол термодатчика 2 і вузол термодатчика 3 є безпосередніми засобами вимірювання температури в приміщенні для оперативного управління роботою котла системи індивідуального газового опалення квартири.

Комутаційне реле введено до складу мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири з урахуванням релейного типу котла опалювання. Оскільки сам мікроконтролер не може забезпечувати замикання і розмикання контактів клемної колодки котла опалювання, мікроконтролер виробляє керуючий сигнал, який йде на комутаційне реле, а вже саме реле за цим сигналом забезпечуватиме замикання і розмикання контактів клемної колодки котла опалювання.

3.2 Опис схеми електричної функційної та алгоритму роботи мікроконтролерного терморегулятора

Електрична функційна схема мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири приведена на рисунку 3.2.

Для більшої наочності роботу мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири будемо досліджувати у на підставі алгоритму його функціонування, який приведено на рисунку 3.3. Представлений на рисунку 3.3 алгоритм відображує послідовність і взаємозв'язок операцій мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири відповідно до приведеної на рисунку 3.2 його електричної функційної схеми.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

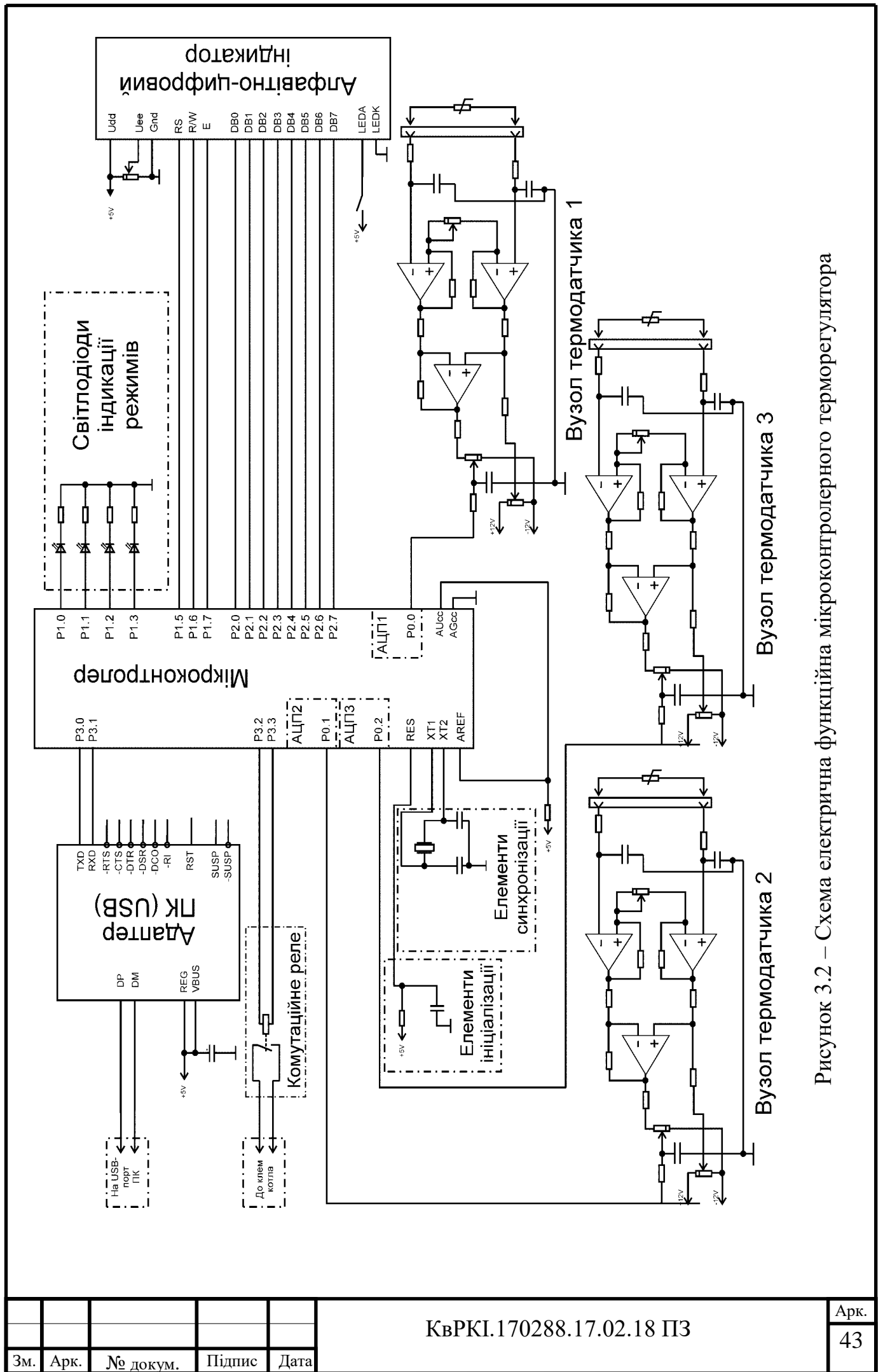


Рисунок 3.2 – Схема електрична функційна мікроконтрольного терморегулятора

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

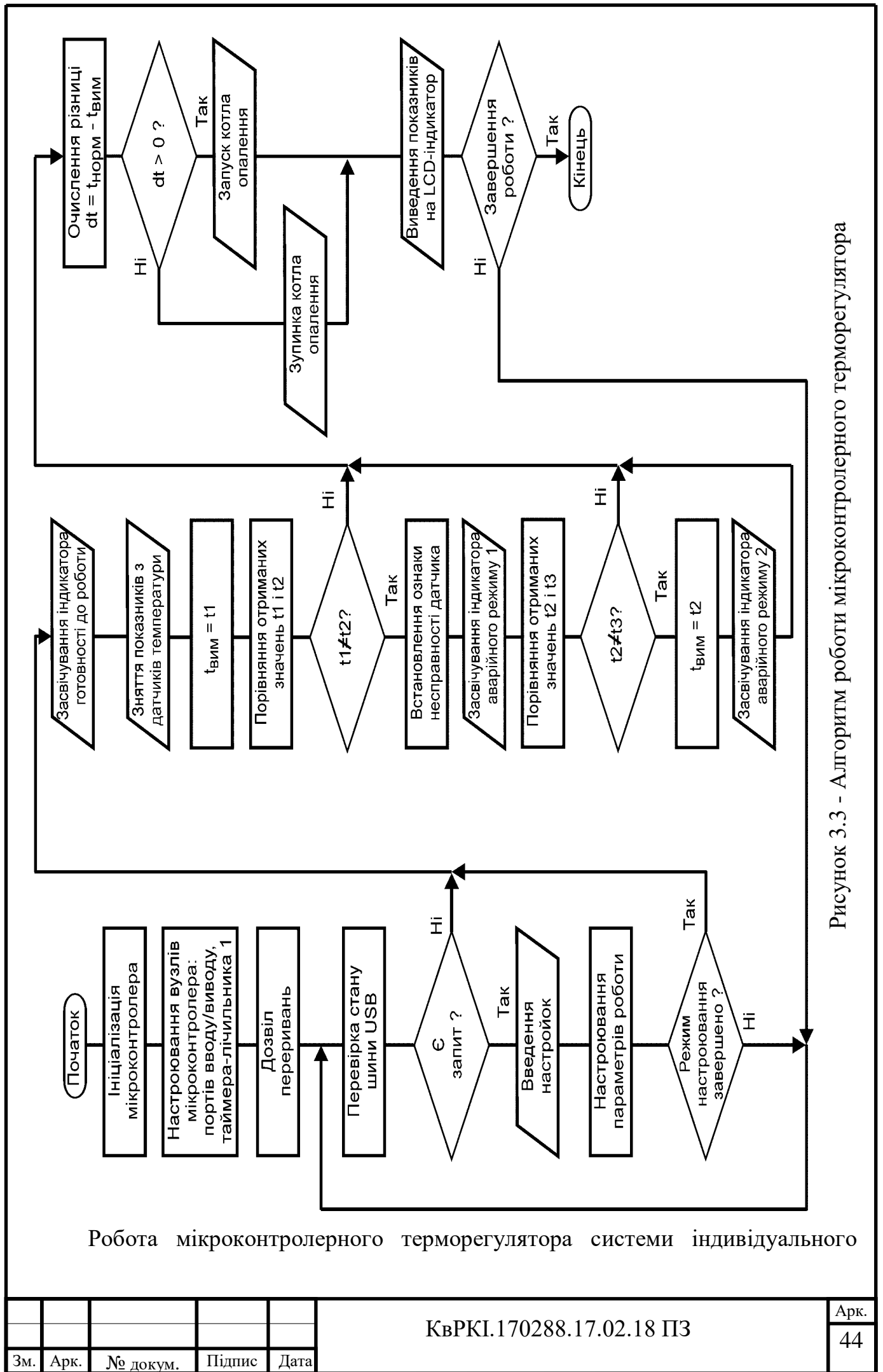


Рисунок 3.3 - Алгоритм роботи мікроконтролерного терморегулятора

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

газового опалення квартири починається при включенні живлення.

Як видно зі схеми і алгоритму, при включенні живлення першочергово починають працювати елементи ініціалізації мікроконтролера і елементи синхронізації мікроконтролера.

Першою відбувається ініціалізація.

З появою живлення блок ініціалізації мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири, який підключено до виводу ініціалізації мікроконтролера RST, певний час утримує на цьому виводі низький рівень напруги (тобто, логічний нуль) на час зарядки конденсатора. При цьому усі внутрішні схеми мікроконтролера переводяться в початковий стан підготовки до роботи.

Після накопичення заряду конденсатора на виводі ініціалізації мікроконтролера формується вже високий рівень (логічна одиниця) - мікроконтролер стартує і виконує самонастроювання згідно із записаною в його ПЗП програмою.

З метою стабільнішої роботи мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири в схемі використано зовнішній спосіб синхронізації із застосуванням блоку синхронізації, побудованого на основі кварцового резонатора. Блок синхронізації підключено до виводів синхронізації мікроконтролера XTAL1 і XTAL2 (традиційний варіант реалізації зовнішньої синхронізації).

Процедура початкового настроювання мікроконтролера передбачає виконання операцій щодо встановлення режимів роботи його вузлів:

- портів вводу/виводу;
- приймача UART;
- таймера-лічильника 1;
- глобальних переривань.

Після описаної процедури настроювання мікроконтролер стає керуючим елементом і реалізує настроювання інших блоків мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири. Про

завершення процесу ініціалізації свідчить виведення відповідного повідомлення на алфавітно-цифровий індикатор та включення зеленого світлодіода робочого режиму з числа світлодіодів індикації режимів.

Робота мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири йде під управлінням мікроконтролера, який, як зазначалося в описі схеми електричної структурної, забезпечує загальне управління роботою пристрою.

Одна із основних операцій мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири - вимірювання показників температури із застосуванням резистивних термодатчиків 1-3.

Вимірювання запускаються мікроконтролером, при цьому таймер/лічильник мікроконтролера працює як таймер для визначення періоду вимірювань. Результати зберігаються в пам'яті мікроконтролера мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири і видаються на комп'ютер за запитом.

Резистивні термодатчики - терморезистори, опір яких змінюється залежності від їх температури, що зумовлює пропорційну зміну напруги на них. Диференціатори – це підсилювачі змін напруги. Диференціатори встановлюються послідовно за резистивними термодатчиками. Диференціатори підсилюють напругу, що відображує зміну опору і, відповідно, температури температури резистивних термодатчиків. Підсилення відбувається до рівнів, зручних для подальшого оцифрування (аналого-цифрового перетворення) аналого-цифровими перетворювачами (АЦП) мікроконтролера.

Сигнал з диференціаторів йдуть на аналого-цифрові перетворювачі мікроконтролера:

- диференціатор 1 дає сигнал на контакт P0.0 мікроконтролера – вхід АЦП1 мікроконтролера;
- диференціатор 2 дає сигнал на контакт P0.1 мікроконтролера – вхід АЦП2 мікроконтролера;
- диференціатор 3 дає сигнал на контакт P0.2 мікроконтролера – вхід

АЦПЗ мікроконтролера.

Мікроконтролер робить аналого-цифрове перетворення і формує двійковий код, потрібний для подальших обчислень.

За результатами вимірювань і порівняння вимірних показників $t_{\text{вим}}$ температури повітря в квартирі з попередньо визначеними при настроюванні значеннями норми температури $t_{\text{норм}}$ мікроконтролер мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири приведена (див. алгоритм на рисунку 3.3) визначає потребу підігріву повітря і запускає або відключає котел опалювання. При включенні котла опалення відбувається включення другого світлодіода робочого режиму з числа світлодіодів індикації режимів, при виключенні котла опалення відбувається гасіння цього світлодіода.

Особливість проектованого мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири – наявність резервування вузлів термодатчиків.

Як зазначалося в описі попередньої схеми, вузли термодатчиків представлені в складі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири в кількості трьох одиниць і мають однакову структурну організацію, містять диференціатор і резистивний термодатчик.

Три вузли термодатчиків з однаковою організацією введено до мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири для забезпечення функції резервування вузлів термодатчиків на випадок виходу з ладу одного з них і для забезпечення функції мажоритарного вибору працездатного вузла термодатчика для безперервної роботи системи індивідуального газового опалення квартири.

Принципи забезпечення функції мажоритарного вибору працездатного вузла термодатчика для безперервної роботи системи індивідуального газового опалення квартири ілюструє алгоритм на рисунку 3.3.

Після вимірювання температури з усіх вузлів термодатчиків

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири мікроконтролер порівнює показники з першого і другого термодатчиків. Якщо їх показники співпадають, то обидва датчики визнаються справними і їх показники беруться в розрахунки в якості вимірних показників $t_{\text{вим}}$ температури повітря в квартирі для порівняння з попередньо визначеними при настроюванні значеннями норми температури $t_{\text{норм}}$.

Якщо їх показники перших датчиків не співпадають, то відбувається включення третього світлодіода робочого режиму з числа світлодіодів індикації режимів і відбувається перехід до порівняння показників другого і третього вузлів термодатчиків.

Якщо не співпадають і ці значення, відбувається включення четвертого світлодіода робочого режиму з числа світлодіодів індикації режимів, несправним визнається другий вузол термодатчика, в розрахунки в якості вимірних показників $t_{\text{вим}}$ температури повітря в квартирі беруться показники першого вузла термодатчика і вони використовуються для порівняння з попередньо визначеними при настроюванні значеннями норми температури $t_{\text{норм}}$.

Якщо порівняння показників другого і третього вузлів термодатчиків дає співпадіння, то несправним визнається перший вузол термодатчика, в розрахунки в якості вимірних показників $t_{\text{вим}}$ температури повітря в квартирі беруться показники другого вузла термодатчика і вони використовуються для порівняння з попередньо визначеними при настроюванні значеннями норми температури $t_{\text{норм}}$.

Можливість несправності двох вузлів термодатчиків є малоюмовірною і не враховується.

Результати вимірювань температури супроводжуються виведенням повідомлень на алфавітно-цифровий індикатор мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

Для зручності сприйняття інформації алфавітно-цифровий індикатор мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири, який забезпечує індикацію формованих мікроконтролером

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цифро-текстових повідомлень супроводу роботи пристрою (результати вимірювань, повідомлення про виявлені помилки та інше), алфавітно-цифровий індикатор оснащено змінним резистором регулювання яскравості символів і кнопкою включення підсвічування LCD-екрану.

Алфавітно-цифровий індикатор мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири підключено до виводів P1.5-P1.7 і P2.0-P2.7 мікроконтролера. Всі порти мікроконтролера програмуються на виведення даних і використовуються так:

- P1.5-P1.7 - для видачі сигналів керування роботою алфавітно-цифрового індикатора;
- P2.0-P2.7 - для видачі сигналів, в яких закодовані тексти повідомлень, що виводяться на екран алфавітно-цифрового індикатора;

Виводи P1.0-P1.3 - настроєні на виведення даних і використовуються для управління роботою світлодіодів індикації режимів.

Порт 3 мікроконтролера мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири використовується для обміну даними з зовнішніми пристроями.

P3.0-P3.1 є виводами вбудованої в мікроконтролер схеми UART, реалізують обмін даними за стандартом інтерфейсу RS-232 (обмін даними з ЕОМ через схему адаптера ПК, що узгоджує інтерфейси RS-232 та USB).

Виводи P3.2-P3.3 мікроконтролера використовуються для видачі сигналів управління роботою комутаційного реле, а вже саме реле за цим сигналом забезпечує замикання і розмикання своїх контактів, а значить і контактів клемної колодки котла системи індивідуального газового опалення квартири.

3.3 Опис схеми електричної принципової

Схема електрична принципова мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири представлена на рисунку 3.4.

Робота мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

газового опалення квартири починається з подання напруг живлення, які надходять з зовнішнього блоку живлення через з'єднувач ХЗ. Блок живлення формує потрібні для роботи схем мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири рівні постійної напруги +5В, -12В і +12В.

Оскільки напруги живлення можуть бути нестабільними, мати перепади та пікові сплески, до схеми мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири включено ємнісні фільтри перешкод на лініях живлення. Елементи С1, С5-С10 використовуються як фільтри перешкод для шин живлення з напругою +5 В, а елементи С2-С5 - для шин живлення з напругою +12 В і – 12 В.

Робота мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири відбувається під управлінням головного елемента пристрою – мікроконтролера DD2.

Для роботи мікроконтролера DD2 до схеми введено елементи ініціалізації і синхронізації мікроконтролера.

Елементи ініціалізації - конденсатор С11 з резистором R1. Резистор R1 і конденсатор С11 утворюють RC-ланцюг, який забезпечує початкову ініціалізацію мікроконтролера DD2 після появи напруги живлення пристрою шляхом формування імпульса початкової ініціалізації мікроконтролера (імпульс формується в ході зарядки конденсатора RC-ланцюга блоку ініціалізації).

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

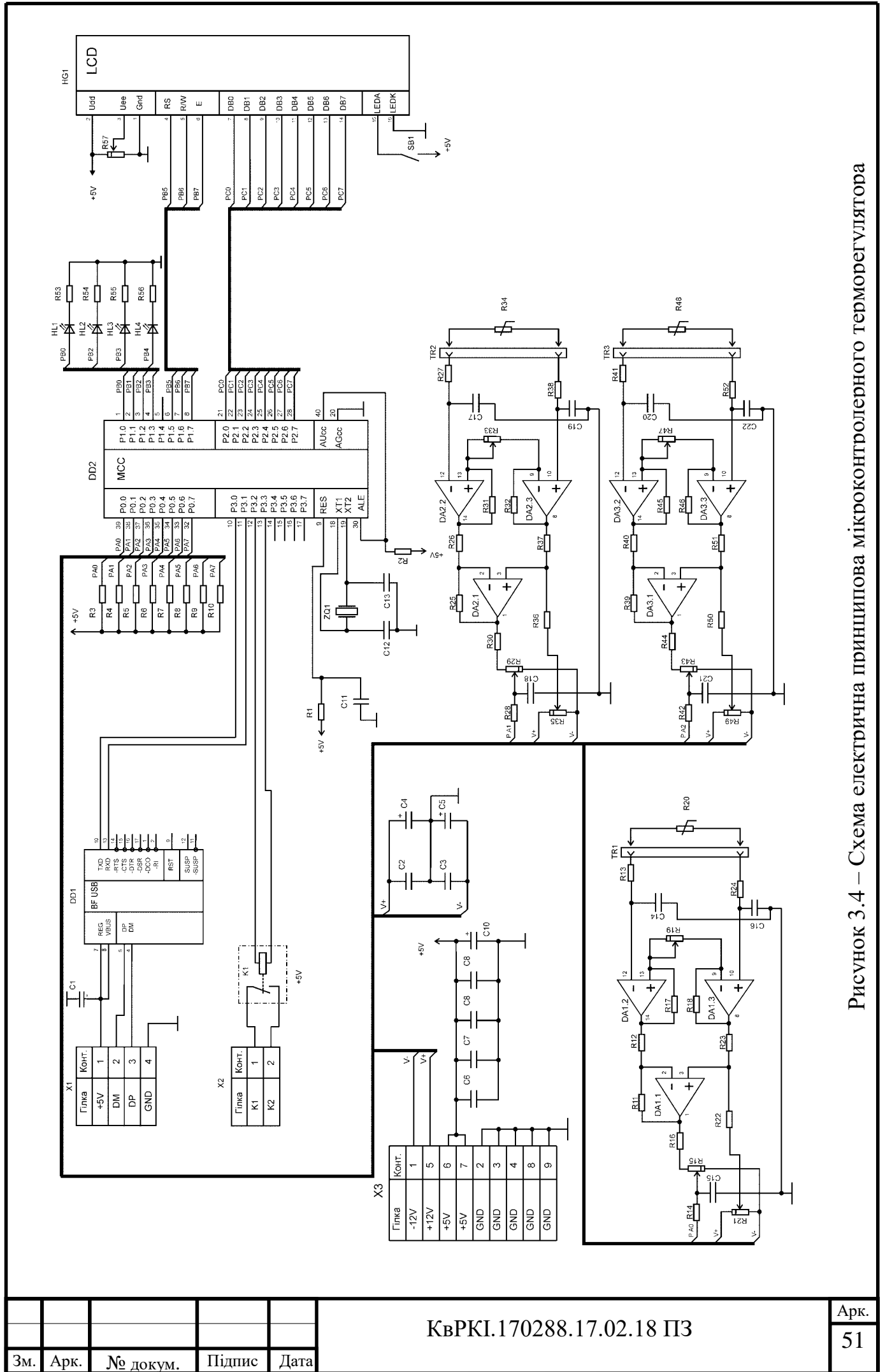


Рисунок 3.4 – Схема електрична принципова мікроконтролерного терморегулятора

Конденсатор C11 з резистором R1 формує нетривалий сигнал ініціалізації, що забезпечує переведення мікроконтролера мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири в початковий стан. Конденсатор C11 з резистором R1 підключено до виводу ініціалізації RST мікроконтролера DD2, в процесі зарядки конденсатора C3 певний час утримує на цьому виводі низький рівень напруги (тобто, логічний нуль) на час зарядки конденсатора. При цьому усі внутрішні схеми мікроконтролера DD2 переводяться в початковий стан підготовки до роботи. Після накопичення заряду конденсатора на виводі ініціалізації мікроконтролера DD2 формується вже високий рівень (логічна одиниця) - мікроконтролер DD2 стартує і виконує самотестування згідно із записаною в його ПЗП програмою.

З метою стабільнішої роботи мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири в схемі використано зовнішній спосіб синхронізації із застосуванням елементів синхронізації - кварцового резонатора ZQ1 і конденсаторів C12-C13. Схема синхронізації на базі кварцового генератора ZQ1 і двох супровідних конденсаторів C12-C13 забезпечує генерацію імпульсів синхронізації роботи мікроконтролера в подальшій його експлуатації. Кварцовий генератор ZQ1 генерує імпульси синхронізації з частотою 8 МГц.

Блок синхронізації з кварцового резонатора ZQ1 і конденсаторів C12-C13 підключено до виводів синхронізації XTAL1 і XTAL2 мікроконтролера DD2 (традиційний спосіб реалізації кварцової синхронізації). З допомогою кварцового резонатора ZQ1 і конденсаторів C12-C13 генерується частота, що синхронізує хід операцій в мікроконтролері DD2.

Після ініціалізації мікроконтролера DD2 під дією імпульсів синхронізації відбувається його налаштування на робочий режим (зчитується заштита в пам'ять мікроконтролера програма налаштування, визначаються робочі режими всіх його вузлів, задаються режими роботи таймера/лічильника, дозволяються необхідні переривання та виконуються інші дії).

Процедура початкового налаштування мікроконтролера DD2 передбачає

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконання операцій щодо встановлення режимів роботи його вузлів:

- портів вводу/виводу;
- приймача UART;
- таймера-лічильника 1;
- глобальних переривань.

Після описаної процедури налаштування мікроконтролер DD2 стає керуючим елементом і реалізує налаштування інших блоків мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

Після налаштування вузлів мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири пристрій переходить в режим запису даних векторів зображення з комп'ютера.

З урахування того, що використаний мікроконтролер DD2 не має засобів безпосередньої комутації до сучасних портів комп'ютера, в складі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири використано адаптер ПК DD1, який узгоджує інтерфейси обміну даними комп'ютера USB і мікроконтролера UART.

З'єднання мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири з ПК (через USB-порт) виконується через типовий роз'єм міні-USB X1.

До мікроконтролера DD2 підключено декілька видів допоміжних резисторів. Резистори R3-R10 - резистори підтримки рівня сигналів на лініях порту 0 мікроконтролера (використані рекомендовані виробником мікроконтролера схеми включення).

Оскільки мікроконтролер DD2 працює з застосуванням вбудованого ПЗП програм, входи AREF і AU_{сс} мікроконтролера підключені до шини живлення +5В через обмежувачий резистор R2, що формує логічну одиницю на цих контактах.

Виводи P1.0-P1.3 мікроконтролера DD2 настроєні на виведення даних і використовуються для управління роботою світлодіодів індикації режимів HL1-HL4.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після власного запуску мікроконтролер засвічує світлодіод зеленого кольору HL1, який свідчить про перебування мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири в робочому стані.

Світлодіод HL1 підключений до виводу мікроконтролера з одного боку та через обмежувачий резистор R53 до землі з іншого. Така схема включення світлодіоду є рекомендованою.

Світлодіод HL2 свідчить про перебування мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири в режимі дозволу роботи котла опалення. Світлодіод HL2 підключений до виводу мікроконтролера з одного боку та через обмежувачий резистор R54 до землі з іншого.

В складі мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири також є два світлодіоди аварійного режиму HL3-HL4 червоного кольору. Кожен з них сигналізує про несправність одного з датчиків температури. Схеми включення цих світлодіодів також є типовими з застосуванням під'єднання через обмежувачі резистори R55-R56 до землі.

Символьні повідомлення про роботу мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири виводяться на алфавітно-цифровий індикатор HG1.

Алфавітно-цифровий індикатор HG1 підключено до виводів P1.5-P1.7 і P2.0-P2.7 мікроконтролера DD2. Всі зазначені виводи мікроконтролера настроєні на виведення даних:

- P1.5-P1.7 - для видачі сигналів керування роботою алфавітно-цифрового індикатора;
- P2.0-P2.7 - для видачі сигналів, в яких закодовані тексти повідомлень, що виводяться на екран алфавітно-цифрового індикатора;

Порт 3 мікроконтролера мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири використовується для обміну даними з зовнішніми пристроями. P3.0-P3.1 є виводами вбудованої в

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мікроконтролер схеми UART, реалізують обмін даними за стандартом інтерфейсу RS-232 (обмін даними з ЕОМ через схему адаптера ПК, що узгоджує інтерфейси RS-232 та USB). Виводи P3.2-P3.3 мікроконтролера використовуються для видачі сигналу управління роботою котла системи індивідуального газового опалення квартири через комутаційне реле К1.

Для зручності сприйняття інформації на екрані алфавітно-цифровий індикатор HG1, його оснащено змінним резистором регулювання яскравості R57 і кнопкою включення підсвічування екрану SB1.

Блоки вимірювань складаються з трьох резистивних термодатчиків – терморезисторів R20, R34 і R48, та схем диференційних підсилювачів (диференціаторів). В якості датчиків температури використано терморезистори, опір яких змінюється в залежності від температури їх корпусу, що нагріваються і охолоджуються повітрям квартири до кімнатної температури. Оскільки зміна опору резистивних термодатчиків недостатньо впливає на зміну рівня вимірюваної для визначення температури напруги, її підсилюють елементи диференціаторів. Оскільки всі схеми вимірювань аналогічні за організацією, розглянемо організацію схем диференціаторів з датчиків температури більш детально на прикладі одного з них – рисунок 3.5.

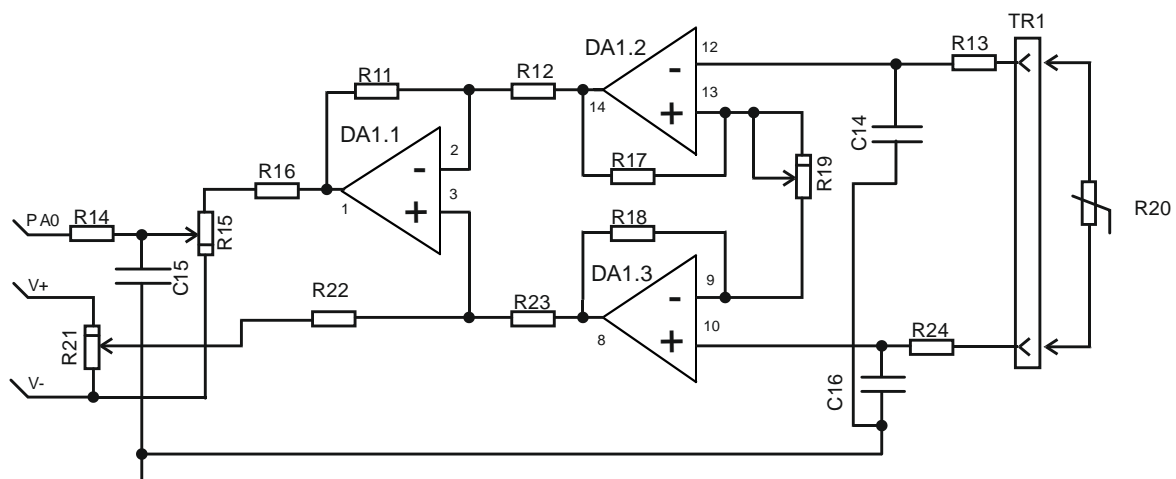


Рисунок 3.5 – Схема вузла термодатчика 1

Диференціатор 1 побудовано на мікросхемі диференційного підсилювача DA1, конденсаторах C14-C16 і резисторах R11-R19 і R21-R24. До схеми диференціатора підключається резистивний термодатчик R20 і схема

диференціатора посилює напругу, що відображує зміну температури резистивного термодатчика R20, до рівнів, зручних для подальшого аналого-цифрового перетворення обробки схемами АЦП мікроконтролера DD2.

Підключення мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири до котла системи опалення реалізується через з'єднувач X2. Між мікроконтролером і з'єднувачем X2 знаходиться комутаційне реле K1. Комутаційне реле K1 під управлінням сигналів мікроконтролера забезпечує замикання і розмикання своїх контактів, а значить і контактів клемної колодки котла системи індивідуального газового опалення квартири. З'єднувач X2 також є клемною колодкою і з нього до клемної колодки котла системи індивідуального газового опалення квартири йдуть звичайні два проводи, що задовольняють описаним раніше вимогам.

З'єднувач X1 призначений для підключення мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири через стандартний USB-порт до комп'ютера. Адаптер ПК DD1 призначений для погодження протоколів обміну даних стандартного USB-порту EOM та наявного в мікроконтролері DD2 послідовного інтерфейсу UART.

3.4 Розрахунок параметрів енергоспоживання терморегулятора

Потужність споживання електричної енергії мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири визначається як сумарне споживання електричної енергії всіх елементів схеми мікроконтролерного терморегулятора.

Таблиця 3.1 – Розрахунок споживаної потужності пристрою

Позиційне позначення	Найменування	Кількість	$I_{\text{спож.ит}}$, мА	$U_{\text{ж}}$, В	$I_{\text{спож.}}$, мА	$P_{\text{спож.}}$, мВт
----------------------	--------------	-----------	------------------------------	-----------------------	----------------------------	-----------------------------

DD1d	CP2102d	1	90	5	90	450	
DD2d	ATmega162V-1Pwd	1	20	5	20	100	
DA1-DA3d	LM324ADRG4d	3	25	5	75	375	
HG1d	WH1602D-YGH-CTd	1	1	5	1	5	
HL1-HL4d	BL-L314PGCd	4	0,05	5	0,2	1	
ZQ1d	SMU2 8 MHzd	1	8	5	8	40	
				Разом	5	194.2	971

З урахуванням паразитних втрат округлимо результати в більшу сторону.

$$I_{\text{спож.}} = 194.2 \text{ мА} \cong 200 \text{ мА} = 0,2 \text{ А}$$

$$P_{\text{спож.}} = 971 \text{ мВт} \cong 1000 \text{ мВт} = 1 \text{ Вт}$$

$$U_{\text{ж}} = 5 \text{ В}$$

3.6 Інструкція з підключення та використання мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири

Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири – електронний блок з комп'ютерним програмуванням, орієнтований на керування газовим котлом з релейним варіантом керування запуском.

Настроювання мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири виконується із застосуванням програмного забезпечення з персонального комп'ютера. Підключення до комп'ютера реалізується через USB-порт із допомогою стандартного кабелю mini-USB.

Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири може знаходитися в постійному з'єднанні з комп'ютером для контролю за його роботою і перенастроювання або ж підключатися за потреби

змінювання налаштувань.

Для живлення мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири потрібен блок живлення з вихідними напругами +5В і вихідним струмом від 0.2А. Такі блоки живлення є поширеними (можуть додаватися в комплекті до мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири при серійному випуску).

Принцип підключення мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири має бути типовим для подібних терморегуляторів. Як правило, підключення терморегулятора до контактів релейного котла відбувається з використанням клемної колодки двома проводами.

Клемна колодка, як правило, є на платі управління, але буває, що виробники котлів виносять її за межі цієї плати. Деякі представники сервісних фірм при установці котла одразу підключають до колодки замкнений провід і виводять назовні, щоб мешканці надалі не втручалися до плати і випадково її не пошкодили.

Зазвичай місце підключення і тип терморегулятора до котла зазначене в технічній документації на сам котел. Якщо такої інформації в технічній документації немає, то інформацію можна знайти в інтернеті або на електричних схемах котла.

На електричній схемі керуючої плати котла, як правило, позначено місце знаходження клемної колодки, в яку має підключатися мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири, і заводської перемички. Колодка може бути встановлена не тільки на платі управління, так і винесена окремо. Підключення мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири для обох з цих варіантів буде однаковим.

З заводу між клемми встановлюється провідник-перемичка. Якщо встановлену так перемичку просто видалити, то газовий котел і вся система

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перестає працювати. При підключенні терморегулятора вказаний заводський провідник-перемичку видаляють і на її місце підключають проводи, якими від місця установки підключають терморегулятор. При цьому ніяких налаштувань на котлі змінювати немає потреб.

Отже, перед підключенням мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири до газового котла необхідно витягти перемичку, а на її місце підключити провід від клемного з'єднувача мікроконтролерного терморегулятора. Для підключення до котла релейного типу на мікроконтролерному терморегуляторі системи індивідуального газового опалення квартири передбачено клемний з'єднувач Х2, до якого в схемі підключене реле. Зі з'єднувача проводи від'єднуються на клемну колодку котла. За правилами безпеки, це має бути двожильний мідний кабель з перетином щонайменше 0,75 квадрати. Полярність підключення не є суттєвою – реле мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири просто замикає контакти.

На цьому підключення мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири до газового котла закінчується. Залишається тільки перевірити працездатність модернізованої системи індивідуального газового опалення.

Наступне актуальне питання – яким чином має реалізуватися управління котлом при використанні мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

В котлах без терморегулятора через контакти клемної колодки йде низька напруга, як правило це напруга 24В. Якщо напруги немає (при розімкнутих контактах колодки), котел не працює. Завдання мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири – дозволяти або блокувати проходження цієї напруги залежно від потреб нагрівати або відключати підігрів теплоносія системи.

Принцип роботи мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири при цьому простий - замикаючи

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контакт реле він дозволяє роботу котла, розмикаючи - блокує. Замикання і розмикання контакту відбувається через реле регулятора залежно від заданої при програмуванні мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири температури та порівняння поточних показників в квартирі, що беруться з датчиків.

Ще одне питання - що буде, якщо мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири вийде з ладу при роботі системи.

В будь-якому разі несправність мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири буде негативно впливати на роботу опалювальної системи, але катастрофи в квартирі не станеться і наслідки залежать від положення, в якому залишиться елемент замикання контактів клемної колодки.

Якщо контакти клемної колодки будуть замкнутими, то котел буде працювати в режимі, що настроєний на ньому. Як правило, це режим більшого нагріву за передбачені настройки мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири. Такий режим встановлюють, щоб спрацьовування контролера котла при нагріві теплоносія не вступало в конфлікт зі спрацьовуванням мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири. Котла будуть заниженими, то котел не буде включатись за командою з мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири до тих пір, доки не остигне теплоносій до рівня температур, заданих регуляторами котла.

Тобто, якщо мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири вийде з ладу і замкне контакти клемної колодки, то, швидше всього, котел зробить температуру в квартирі неприємно високою, що і буде сигналом мешканцям звернути увагу на систему.

Альтернативний варіант - якщо мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири вийде з ладу і розімкне

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

контакти клемної колодки. В такому випадку котел системи індивідуального газового опалення квартири не буде працювати. Ця ситуація аналогічна тому, що мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири вимкнув котел і не вмикає систему на опалення. За таких умов теплоносій не нагрівається і система опалення поступово втрачає температуру. З часом неактивна системи індивідуального газового опалення квартири зробить температуру в квартирі неприємно низькою, що і буде сигналом мешканцям звернути увагу на систему і на стан мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири зокрема.

3.7 Висновки

В третьому розділі кваліфікаційної роботи наведено комплект описової документації щодо реалізації мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири, а саме:

- опис схеми електричної структурної мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири;
- опис схеми електричної функційної мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири;
- опис алгоритму роботи мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири;
- опис схеми електричної принципової мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири;
- опис технології виготовлення головного модуля керування мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири;
- за схемними рішеннями наведено розрахунки параметрів енергоспоживання мікроконтролерного терморегулятора системи

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

індивідуального газового опалення квартири.

Також в третьому розділі кваліфікаційної роботи описана коротка інструкція з з підключення та використання мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ВИСНОВКИ

В ході виконання кваліфікаційної роботи здійснено розробку мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири.

Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири має такі характеристики:

- спосіб керування котлом – релейне керування;
- керуючий мікроконтролер ATMEGA16-16PU;
- вид датчиків температури – резистивний термодатчик (терморезистор);
- кількість датчиків температури – 3 шт.;
- опрацювання показників датчиків – мажоритарне;
- світлодіодна індикація режимів роботи;
- наявні засоби відображення алфавітно-цифрових повідомлень (LCD-індикатор);
- налаштування – з персонального комп'ютера через USB-порт;
- напруга живлення 5 В;
- максимальний споживаний струм 0.2 А;
- споживана потужність 1 Вт.

Всі перелічені характеристики відповідають вимогам задання кваліфікаційної роботи.

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Опалення: практичний посібник з пошуку своєї системи опалення URL: <https://uk.parisynovcampus.com/717-heating-practical-guide-to-finding-your-heating-system> (дата звернення: 15.02.2021).

2. Автономне опалення URL: <https://ibud.ua/ua/statya/avtonomnoe-otoplenie-1522> (дата звернення: 12.02.2021).

3. Переваги та недоліки індивідуальної системи опалення URL: <https://vn.com.ua/ua/news/preimuschestva-i-nedostatki-individualnoj-sistemy-otoplenija> (дата звернення: 14.02.2021).

4. Проектування та монтаж системи опалення в квартирах URL: <https://7-vz.com.ua/category/kvartiry/> (дата звернення: 15.02.2021).

5. Опалення квартири URL: <https://teploceramic.ua/ua/avtonomnoe-otoplenie-v-kvartire.html> (дата звернення: 15.02.2021).

6. Боженко М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика». Київ : КПП ім. Ігоря Сікорського, 2019. 380 с.

7. Чаговець Ю. В. Порівняння варіантів виконання системи опалення громадської споруди. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я*: наук. вид. : тези доп. 25-ї міжнар. наук.-практ. конф. MicroCAD–2017,; у 4 ч. Ч. 1 / ред. Є. І. Сокол. Харків : НТУ "ХПІ", 2017. С. 305.

8. Лопатченко, Т.Ю. Створення інформаційної системи підтримки проектування підлогового опалення. *Інформатика, математика, автоматика*: матеріали та програма науково-технічної конференції, м. Суми, 17-21 квітня 2017 р. / Відп. за вип. С.І. Проценко. - Суми: СумДУ, 2017. С. 74.

9. Система Опалення Квартири В Новобудові З “Теплою Підлогою” <https://www.warm.com.ua/2017/04/systema-opalennya-kvartyry-v-novobudovi/> (дата звернення: 15.02.2021).

10. Экономное отопление в частном доме <https://teploceramic.ua/sravnienie-vodyanogo-gazovogo-i-elektricheskogo-otopleniya-doma.html> (дата звернення: 12.02.2021).

11. Створення ґрунтово-водо-водяних теплообмінників для теплонасосних

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологій теплопостачання приміщень / Басок Б.І. та інші. *Наука та інновації*, 2012. Т. 8, № 1. С. 67-76.

12. Терморегулятори в радіаторах опалення URL: <https://7-vz.com/ua/category/dlja-otopitelnyh-radiatorov/> (дата звернення: 15.02.2021).

13. Терезюк, А. М. Особливості роботи системи регулювання індивідуальної системи опалення : магістерська дис. : 144 Теплоенергетика. Київ, 2019. 85 с.

14. Пристрій для програмного регулювання тепловим об'єктом з розподіленими параметрами Пат. на корисну модель 77637 Україна, МПК G05D 23/19 (2006.01). № u 2012 08542 ; заявл. 10.07.2012 ; опубл. 25.02.2013, Бюл.№ 4. 6 с.

15. Спосіб програмного керування тепловим об'єктом з розподіленими параметрами. Пат. на корисну модель 74745 Україна, МПК G05D 23/19 (2006.01). № u 2012 04798 ; заявл. 17.04.2012 ; опубл. 12.11.2012, Бюл.№ 21. 4 с.

16. Правила розумної економії: Поетапна автоматизація системи опалення URL: <https://www.adamson.ua/company/news/poetapna-avtomatizaciya-sistemi-opalennya> (дата звернення: 15.02.2021).

17. Термостат для опалення будинку, квартири URL: <https://opalennya.in.ua/termostat-dlia-opalennia-budynku-kvartyry/> (дата звернення: 12.02.2021).

18. Регулятори для котлів URL: <https://teplovam.ua/opalennia-ta-hvp/rehulatory-dlia-kotliv/> (дата звернення: 15.02.2021).

19. Мостовський О. Мікроконтролерний терморегулятор / Мостовський О. // Матеріали VI всеукраїнської студентської науково-технічної конференції *Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання* Т. : ТНТУ, 2013. Том 1. С. 96.

20. Датчики для температури повітря URL: <https://ventbazar.ua/ventilyatsiya/avtomatika-dlya-ventilyatsii/datchiki/> (дата звернення: 25.02.2021).

21. Види датчиків температури і принцип їх роботи URL: <https://prodatchik.ru/vidy/datchik-temperature/> (дата звернення: 25.02.2021).

					КвРКІ.170288.17.02.18 ПЗ	Арк. 65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А (обов'язковий)

Лістинг програми прошивки мікроконтролера

```
//Програма керування роботою мікроконтролера (на мові C)
// Мікроконтролер : ATMEGA16
// Тип термодатчика: терморезистор з диференційним підсилювачем
// Спосіб зчитування даних: аналого-цифрове перетворення по напрузі вбудованим АЦП
мікроконтролера
// Спосіб вибору термодатчика: комутація на АЦП вбудованим аналоговим мультиплексором
мікроконтролера

// Початкове налаштування мікроконтролера
#include <iom8v.h>
#include <macros.h>
#include < AT90LS4434.h>
#include <lcd.h>
#include <delay.h>
.equ __lcd_port=0x12; PORTC /* LCD дисплей підключили до порту I/O C */
#define SetBit(x,y) (x|=y)
#define ClrBit(x,y) (x&=~y)
#define TestBit(x,y) (x&y)
#endasm
unsigned int ACP,temp;
unsigned char PC=0,PB=0,PD=0,i;

//Модуль зчитування показників з датчика (терморезистора) із застосуванням АЦП
// Ініціалізація портів мікроконтролера

void port_init(void)
{
    PORTB = 0xFF;
    DDRB = 0xFF;
    PORTC = 0xFF;
    DDRC = 0xFF;
    DDRD = 0xFF;
    PORTD = 0xFF;
}

//Ініціалізація АЦП

void adc_init(void)
{
    ADCSR = 0x00; // Відключаємо АЦП
    ADMUX = 0b11000111; // Внутрішній мультиплексор – комутація обраного датчика на АЦП
    ACSR = 0b10000000; //Відключаємо компаратор
}

void main(void) /* Основна функція "main", з якої починається робота пристрою в робочому
режимі
    ADCSR = 0b11101011; //Вкл АЦП, режим безперервного перетворення
}

#pragma interrupt_handler adc_isr:15
void adc_isr(void)
{
    ACP=ADCL; /*Читання молодшого байта перетворення
    ACP|=(int)ADCH << 8; //Читання старшого байта перетворення

    if(ACP<399)ACP=399; // Обмеження нижньої межі -50 град
    if(ACP>924) ACP=925; // Обмеження верхньої межі 100 град

void init_devices(void)
{
```

```

CLI();
port_init();
adc_init();
MCUCR = 0b1001000; // Встановлюємо сплячий режим АЦП
//MCUCR =0;
GICR = 0x00;
TIMSK = 0x00;
SEI();
}

i=((ACP-399)*100)/264; // Далі йде обчислення температури

PORTC^=PC;
PORTB^=PB;
PORTD^=PD;

temp++;
if(temp==1000)
{
temp=0;
LED_putc(i);
}
asm("sleep");
}

void LED_putc(unsigned char ch) // Далі йде обчислення температури (вибір даних з таблиці)
{
unsigned int sot,des,ed;
sot=ch/100;
des=(ch-sot*100)/10;
ed=ch-sot*100-des*10;

PORTC=0xFF;
PORTB=0xFF;
PORTD=0xFF;

PC=0;
PB=0;
PD=0;

if(sot) SetBit(PC,0b00100000); //Якщо недопустиме значення температури – засвічуємо світлодіод аварії

switch(des)
{
case 0:
if(ch<10)break;
SetBit(PC,0b00011111);
SetBit(PB,0b00000100);
break;

// Далі йде робота з LCD-індикатором

{
lcd_init(16); // Ініціалізація LCD-індикатора
lcd_clear(); // Очистка екрану LCD-індикатора
lcd_gotoxy(0,0); // позиціонування курсора на 1-й рядок LCD-індикатора
lcd_putsf("Температура:"); // заголовок рядка "Температура:"
lcd_gotoxy(0,1); // позиціонування курсора на 2-й рядок LCD-індикатора
lcd_putsf("Час:"); // заголовок рядка " Час:"
}
// Далі формуємо зображення значень температури на LCD-індикаторі

case 1:
SetBit(PC,0b00001010);

```

```

break;

case 2:
SetBit(PC,0b00010110);
SetBit(PB,0b00000110);
break;

case 3:
SetBit(PC,0b00011010);
SetBit(PB,0b00000110);
break;

case 4:
SetBit(PC,0b00001011);
SetBit(PB,0b00000010);
break;

case 5:
SetBit(PC,0b00011001);
SetBit(PB,0b00000110);
break;

case 6:
SetBit(PC,0b00011101);
SetBit(PB,0b00000110);
break;

case 7:
SetBit(PC,0b00001010);
SetBit(PB,0b00000100);
break;

case 8:
SetBit(PC,0b00011111);
SetBit(PB,0b00000110);
break;

case 9:
SetBit(PC,0b00011011);
SetBit(PB,0b00000110);
break;
}

switch(ed)
{
case 0:
SetBit(PD,0b00011111);
SetBit(PB,0b01000000);
break;

case 1:
SetBit(PD,0b00001100);
break;

case 2:
SetBit(PD,0b00001011);
SetBit(PB,0b11000000);
break;

case 3:
SetBit(PD,0b00001101);
SetBit(PB,0b11000000);
break;

```

```

case 4:
SetBit(PD,0b00011100);
SetBit(PB,0b10000000);
break;

case 5:
SetBit(PD,0b00010101);
SetBit(PB,0b11000000);
break;

case 6:
SetBit(PD,0b00010111);
SetBit(PB,0b11000000);
break;

case 7:
SetBit(PD,0b00001100);
SetBit(PB,0b01000000);
break;

case 8:
SetBit(PD,0b00011111);
SetBit(PB,0b11000000);
break;

case 9:
SetBit(PD,0b00011101);
SetBit(PB,0b11000000);
break;
}

PORTC^=PC;
PORTB^=PB;
PORTD^=PD;
}

int main(void)
{
init_devices();

while(1);

return 0;
}

// Далі модулі з реалізації обміну даними
// Підпрограма ініціалізації UART
void uart_init(void)
{
UBRRH = 0x00; //256000 бітрейт, 1 стоп біт, без перевірки парності
UBRRL = 0x01;
UCSRA = 0x00;
UCSRB = (1<<RXEN)|(1<<TXEN); //Прийняття і передача дозволяється
UCSRC = (1<<URSEL)|(1<<UCSZ1)|(1<<UCSZ0);
}

//Підпрограма передачі байта по UART
void uart_transmit(unsigned char data)
{
while ( !( UCSRA & (1<<UDRE)) );
UDR = data;
}

//Прийом байта з UART

```

```

unsigned char uart_receive (void)
{
while ( !(UCSRA & (1<<RXC)) );
return UDR;
}

//Передача рядка з UART
void uart_transmit_message(char* msg)
{ unsigned char i;
i=0; //Начальне значення змінної
//Цикл до перебору всіх елементів рядка
while ((i<256)&(msg[i]!=0x00) )
{
//Видача поелементно символів рядка
uart_transmit(msg[i]);
i++; //Збільшення номера елемента рядка
}
}

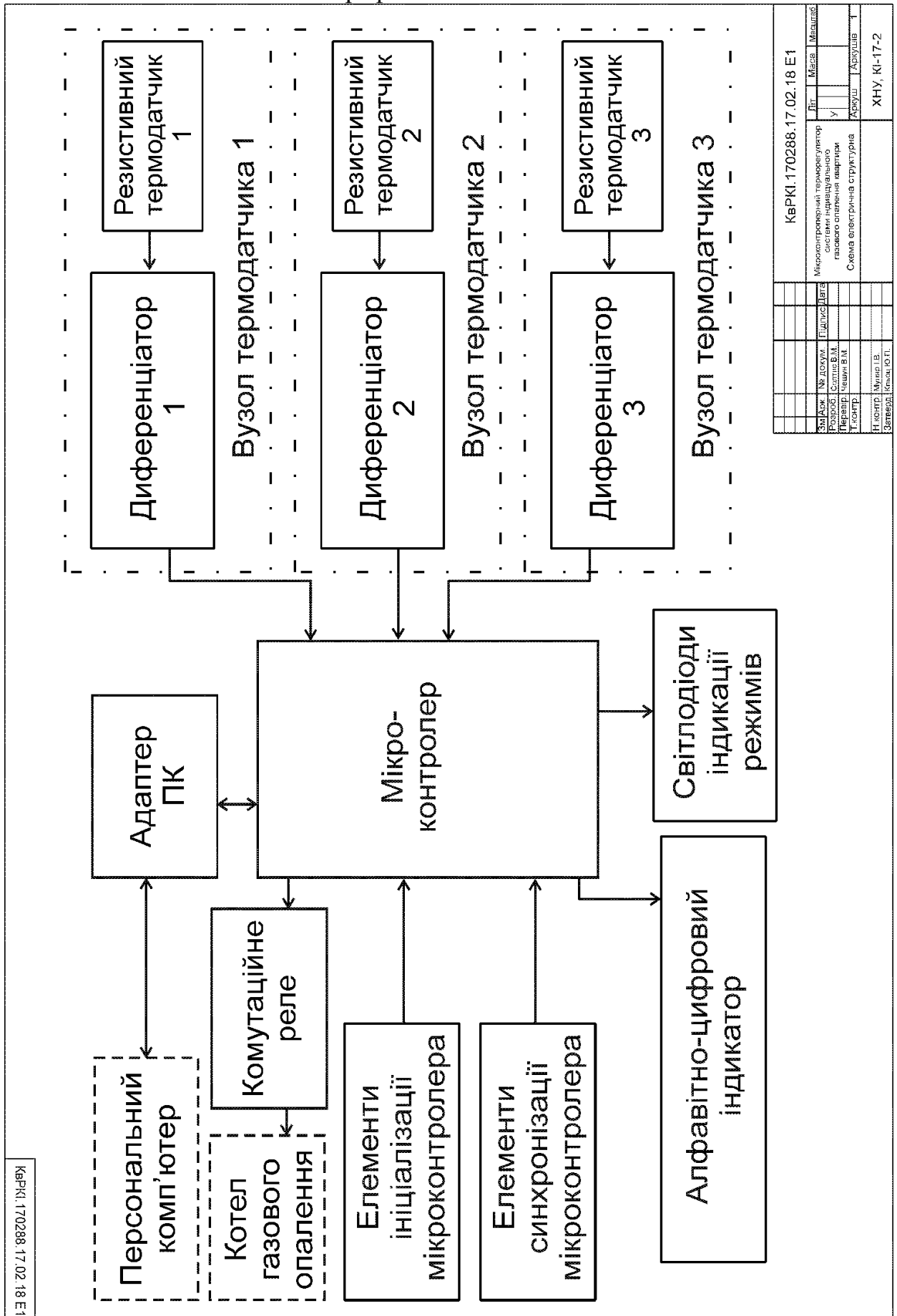
// Далі модулі керування котлом
// Підпрограма запуску котла
void spi_transmit (unsigned char data)
{
unsigned char i;
for (i=0;i<8;i++) //Цикл перебору бітів байта
{
PORTB&=~_BV(DI); //Виставити біт даних
else
PORTB|=_BV(DI);
data=data<<1;
PORTB|=_BV(CLK); //Імпульс
asm("nop"); //Пауза в 1 такт
PORTB&=~_BV(CLK);
}
}

//Підпрограма зупинки котла
unsigned char spi_receive (void)
{
//Задання змінних
unsigned char i, res=0;
for(i=0;i<8;i++)
{
PORTB|=_BV(CLK); //Фронт імпульса
res=res<<1;
if ((PINB&_BV(DO))!=0x00)
res=res|0x01;
PORTB&=~_BV(CLK); //Спад іспульсу
asm("nop");
}
return res;
}
unsigned char sd_cmd(char b0, char b1, char b2, char b3, char b4, char b5)

```

ДОДАТОК Б
(обов'язковий)

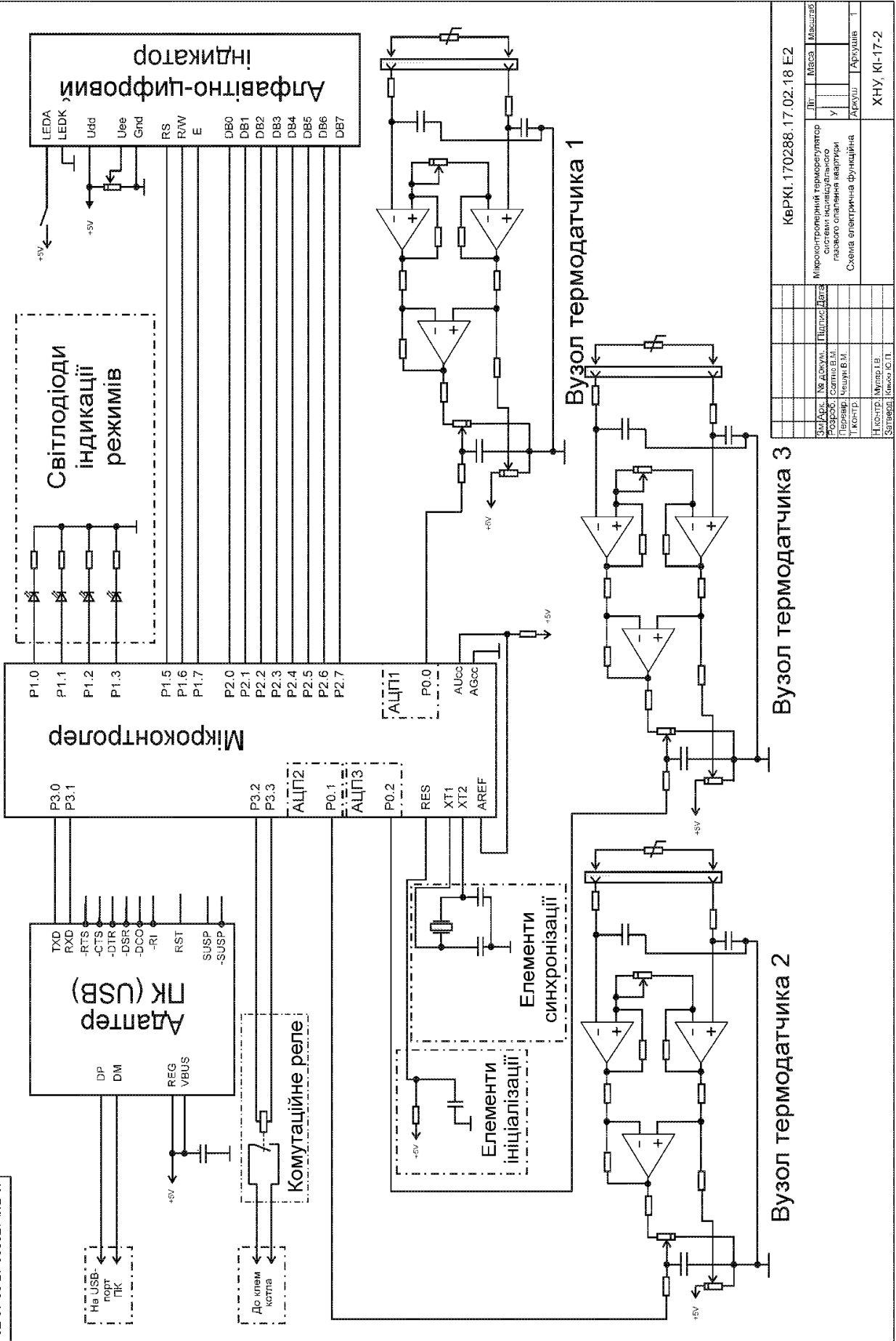
Копії графічної частини



КвРКІ.170288.17.02.18.Е1

КвРКІ.170288.17.02.18.Е1		Літ.	Місяць
Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири		У	
Схема електрична структурна		Архув.	Архув.
Зм.Арж.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Ступінь В.М.		
Червон.	Чесня В.М.		
Г.Стор.			
Н.Контр.	Мунис І.В.		
Затверд.	Княк Г.О.І.		
		ХНУ, КІ-17-2	

КерКІ.170288.17.02.18.E2



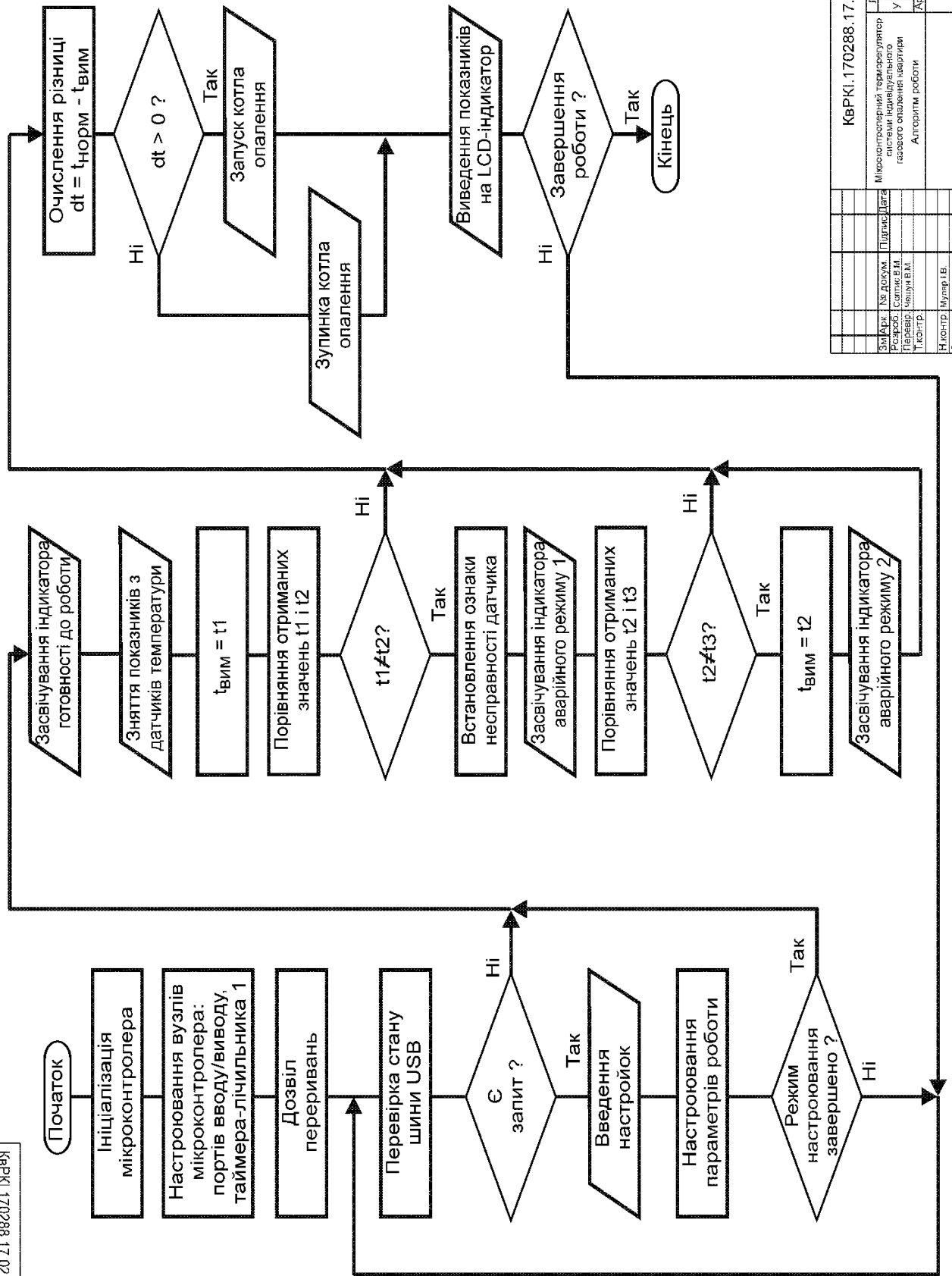
Вузол термодатчика 2

Вузол термодатчика 3

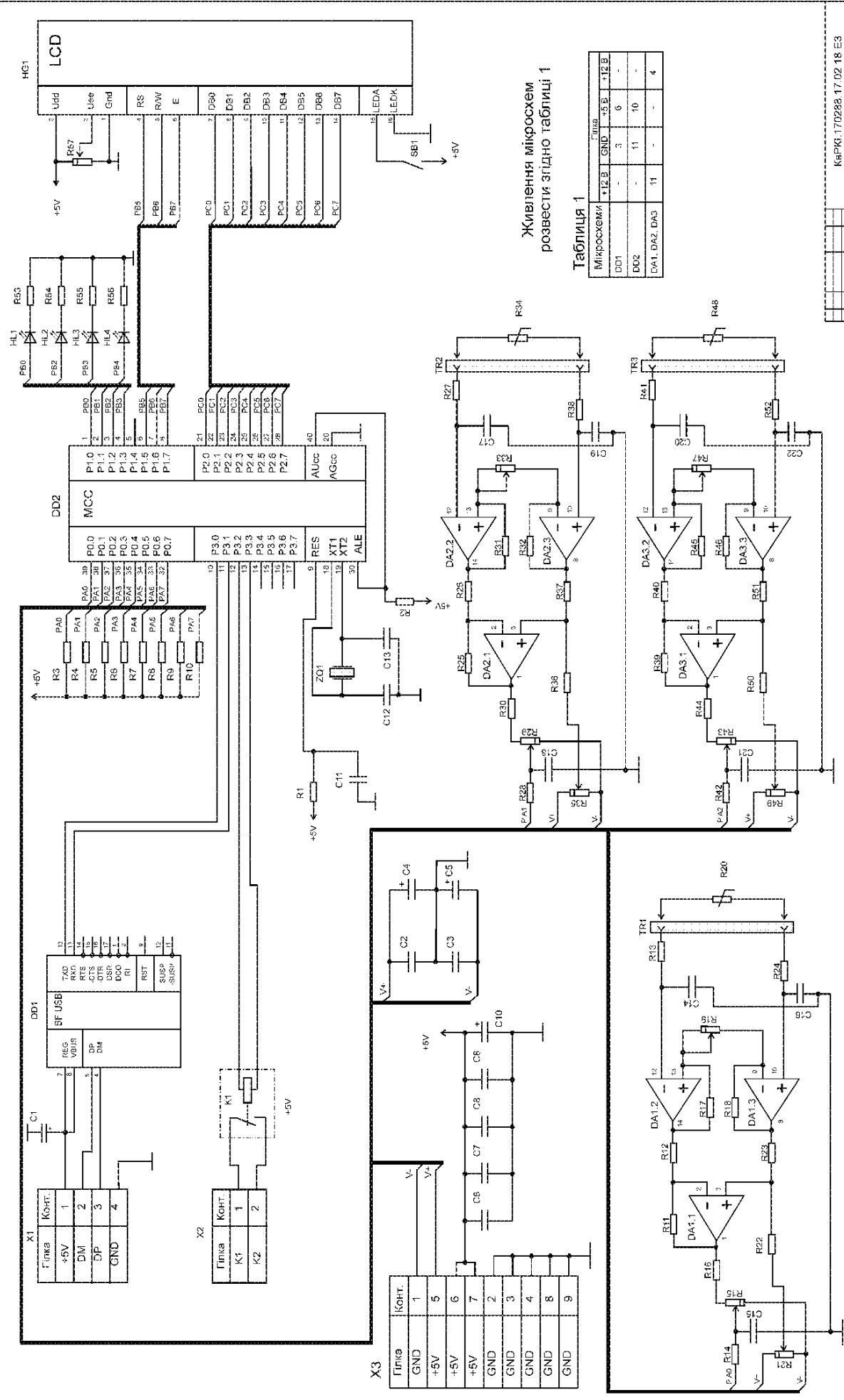
Вузол термодатчика 1

КерКІ.170288.17.02.18.E2		Літ.	Масштаб
Змі. Друк.	Ім. Докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Сатис Е.М.	Мікроконтрольний терморегулятор газопого опалювальної квартири	
І.контр.	Чешун В.М.	Схема електрична функційна	
І.контр.	Мурин І.В.	Архув.	Архуваль
Сатис Е.М.	Кавець І.П.	ХНУ, КІ-17-2	

КвРКІ.170288.17.02.18 Е8







КвРКІ.170288.17.02.18 Е8	
Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири	Літ. Маса МешіаБ
Алгоритм роботи	У
	Друкуш Друкушів
	ХНУ, КІ-17-2



Поз. позн.	Найменування	Кільк.	Примітка
	<u>Мікросхеми</u>		
DD1	CP2102	1	
DD2	ATmega162V-1Pw	1	
DA1-DA3	LM324ADRG4	3	
	<u>Конденсатори</u>		
C1-C3	X7R0805, 100n	3	
C4-C5	X7R0805, 470*16V	2	
C6-C9	X7R0805, 100n	4	
C10	X7R0805, 470*16V	1	
C11	X7R0805, 100n	1	
C12,C13	X7R0805, 33p	2	
C14-C22	X7R0805, 3n3	9	
	<u>LCD-індикатор</u>		
HG1	WH1602D-YGH-CT	1	
	<u>Світлодіоди</u>		
HL1	BL-L314PGC 30" d=3мм 3000мКд	1	
HL2-HL4	BL-L314URC 30" d=3мм 900мКд	3	
	<u>Реле</u>		
K1	HF33F/005-HST	1	

КвРКІ.170288.17.02.18 ПЕЗ

Вип. Аркуш	№ Докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Солтис В.М.		20.02.18
Перевір.	Чешун В.М.		20.02.18
Н. контр.	Муляр І.В.		20.02.18
Затвер.	Кльон Ю.П.		20.02.18

Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири
Перелік елементів

Літера	Аркуш	Аркушів
Н	1	3

ХНУ, КІ-17-2

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 2.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 13%

ID: 93341 Название: Микрорегулятор терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири Добавлено в БД: 2021-06-11 Авторы: В.М. Солтис Руководители: В.М. Чешун Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	91019	654	2774 (3%)	22 (3%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

User name:
Кафедра кибербезпеки

Check ID:
1008271042

Check date:
11.06.2021 13:00:59 EEST

Check type:
Doc vs Internet

Report date:
11.06.2021 13:01:52 EEST

User ID:
100005590

File name: **05_Кв робота Солтис**

Page count: **64** Word count: **12639** Character count: **104143** File size: **2.54 MB** File ID: **1008341360**

2.91% Matches

Highest match: **2.28%** with Internet source (https://studopedia.net/1_48106_rozrahunok-zagalnogo-obsyagu-robit-po-stoa.html)

2.91% Internet sources 13

Page 66

No Library search was conducted

0% Quotes

Exclusion of quotes is off

Exclusion of references is off

0% Exclusions

No exclusions

Modifind

Text modifications detected. Find more details in the online report.

Replaced characters 27

Актив
Чтобы :

Завідувачу кафедри КБКСМ
к.т.н., доц. Кльоцу Ю.П.
Солтиса Володимира Миколайовича

студента ФПКТС, 4 курсу, групи КІ-18-2

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіат оповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

10.06.21р.

дата

СмР

підпис

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири

Автор: Солтис Володимир Миколайович

Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Чешун Віктор Миколайович, к.т.н, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Оригінальність тексту роботи за результатами перевірки системою Unicheck складає 97,09%, оригінальність тексту роботи за результатами перевірки системою Anti-Plagiarism v-15.257 складає 98%.

Згідно з Положенням про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті (<http://www.khnu.km.ua/root/files/01/10/03/0005.pdf>) така авторська робота, обсяг оригінального тексту у відсотках до загального обсягу матеріалу в якій складає 90-100 %, визнається роботою з високою унікальністю тексту.

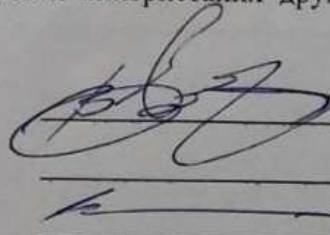
Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1. Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 2.91%, з яких 2.28% є збігами з одним джерелом, зумовленими наявністю типових полів з стандартизованим текстом в рамках пояснювальної записки.
2. В тексті пояснювальної записки на 65 сторінок тексту виявлено лише 2 збіги у фрагментах речень довжиною до 10 слів, які утворюють загальноживані фрази.
3. Інші три збіги є збігами в назвах використаних друкованих видань, розміщених в переліку джерел посилань

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КБКСМ



В. М. Чешун

О. С. Савенко

Ю. П. Кльоц

РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

Дипломник Солтис Володимир Миколайович

Тема Мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

Обсяг дипломного проекту:

кількість листів креслень 4; кількість сторінок записки 65

1. Короткий зміст ДП та прийнятих рішень В кваліфікаційній роботі розроблено мікроконтролерний терморегулятор системи індивідуального газового опалення квартири. Мікроконтролерний терморегулятор має такі основні характеристики: об'єкт керування – побутовий газовий опалювальний котел з релейним запуском; керуючий мікроконтролер - ATMEGA16; настроювання режиму роботи з персонального комп'ютера через USB-порт; тип датчиків – 3 терморезистори ТСМ-0281 (робочий діапазон -50... +1200С); реалізоване мажоритарне резервування датчиків в гарячому режимі; світлодіодна індикація режимів роботи (4 світлодіоди); алфавітно-цифровий LCD-індикатор на 2 рядки; максимальна споживана потужність пристрою 11Вт; максимальний споживаний струм пристрою 0.21А.
2. Висновок про відповідність ДП дипломному завданню Дипломний проект у повній мірі відповідає поставленому завданню як в теоретичній, так і в практичній частині даного проекту
3. Характеристика виконання кожного розділу проекту, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: У першому, теоретичному, розділі кваліфікаційної роботи якісно та в повній мірі проведено аналіз існуючих систем-аналогів проєктованого мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири, досліджено їх переваги для наслідування та недоліки, яких слід уникати. На підставі огляду існуючих аналогів визначено і обґрунтовано базові принципи будови мікроконтролерного терморегулятора системи індивідуального газового опалення квартири, розглянуті питання, які мають відношення до теми і завдання роботи. У наступних розділах виконано розробку і надано детальний опис схем електричних пристрою, приведений розрахунок параметрів енергоспоживання за схемою електричною принциповою.
4. Позитивні сторони проєкту Кваліфікаційна робота відповідає сучасним вимогам до проєктування мікроконтролерних систем і має практичну цінність, розробку орієнтовано на вітчизняного виробника, для збільшення конкурентоздатності використано недорогу і надійну елементну базу. Розроблений пристрій є оригінальним серед аналогів за способом настроювання і за способом роботи з датчиками

5. Негативні сторони проекту Передбачений завданням і використаний в роботі мікроконтролер доцільно було замінити на більш актуальний і потужний, що сприяло б спрощенню схемних рішень і актуалізації виробу.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки проекту Комплекс технічної документації на розробку виконано відповідно до теми кваліфікаційної роботи з дотриманням вимог діючих державних стандартів та єдиної системи конструкторської документації. В пояснювальній записці докладно описана робота розробленого пристрою, приведені необхідні розрахунки та обґрунтування, представлений алгоритм роботи. Розроблено електричну структурну, функціональну і принципову схеми вузлів проєктованої системи, виконаний розрахунок показників енергоспоживання. Для схеми електричної принципової приведений перелік елементів.


7. Відгук про проєкт в цілому В загальному кваліфікаційна робота заслуговує схвальних відгуків. Весь матеріал кваліфікаційної роботи структурований, чіткий та послідовний. Усі розділи йдуть у вірній послідовності, що дозволяє чітко розуміти викладений матеріал в рамках даної роботи. Графічний матеріал дозволяє наочно побачити доцільність та ефективність рішень, які були прийняті за основу при проєктуванні мікроконтролерної системи управління матричними світлодіодними панелями.

8. Інші зауваження _____

9. Оцінка дипломного проєкту Розглянувши позитивні та негативні сторони представленої кваліфікаційної роботи, можна зробити висновок, що вона заслуговує на оцінку «добре».

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) _____
к.т.н., доцент кафедри ТМІТ Огневий Олександр Вікторович _____

« 10 » 06 _____ 2021 р.

 _____ (підпис)