

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Мікропроцесорний пристрій для автоматизованого регулювання
рівня температури

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41
спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

Сух В.Т.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Хвостівська Л.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Паляниця Ю.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Яворська Є.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Дунець В.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Суху Владиславу Томашовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Мікропроцесорний пристрій для автоматизованого регулювання рівня температури

Керівник роботи Хвостівська Лілія Володимирівна, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 24 » 05 2023 року № 4/7-575

2. Термін подання студентом завершеної роботи 23.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Технічні параметри: діапазон контролюючих температур - від 25°C до 38°C; максимальна точність підтримки температури - 0,1°C; похибка термометра - не більше 1,5% від верхньої межі вимірювання; одночасний контроль 8-ми об'єктів; можливість підключення 4/4 давачів.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Основна частина

2. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Структурна схема мікропроцесорного пристрою

2. Схема електрична принципова мікропроцесорного пристрою

3. Друкований вузол мікропроцесорного пристрою

4. Плата друкована мікропроцесорного пристрою

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			

7. Дата видачі завдання 01.03.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2023	Виконано
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	14.03.2023	Виконано
3	Розробка структурної схеми мікропроцесорного пристрою	25.03.2023	Виконано
4	Розробка схеми електричної принципової мікропроцесорного пристрою	10.04.2023	Виконано
5	Розрахунок основних вузлів у схемі мікропроцесорного пристрою	21.04.2023	Виконано
6	Вибір компонентної бази для розроблюваного мікропроцесорного пристрою	01.05.2023	Виконано
7	Компоновка друкованого вузла мікропроцесорного пристрою	15.05.2023	Виконано
8	Створення допоміжної документації	27.05.2023	Виконано
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці	10.06.2023	Виконано
10	Нормоконтроль	15.06.2023	Виконано
11	Перевірка роботи на антиплагіат	16.06.2023	Виконано
12	Попередній захист КР	19.06.2023	
13	Захист КР	23.06.2023	

Студент

_____ (підпис)

Сух В.Т.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хвостівська Л.В.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Мікропроцесорний пристрій для автоматизованого регулювання рівня температури. Кваліфікаційна робота бакалавра // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2023 р. //с.-61, рис.-33, табл.- 9, бібліог. – 14, додат.-3.

Ключові слова: МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ПРИСТРІЙ, АВТОМАТИЗОВАНЕ РЕГУЛЮВАННЯ РІВНЯ ТЕМПЕРАТУРИ, ЗАСОБИ САПР, СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНА ПРИНЦИПОВА ТА СТРУКТУРНА, ПЛАТА ТА ВУЗОЛ ДРУКОВАНІ.

В кваліфікаційній роботі представлено етапи проектування мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури.

Здійснено аналітичний огляд відомих рішень щодо автоматизованого регулювання рівня температури. Описано процес проектування структурної схеми нового мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури з подальшим проектуванням схеми електричної принципової мікропроцесорного пристрою. Описано процес обирання компонентної бази мікропроцесорного пристрою на підставі здійсненого параметричного синтезу вузлів схеми електричної принципової. Описано етап проектування плати друкованої та вузла мікропроцесорного пристрою засобами САПР P-CAD. Визначено рівень надійності мікропроцесорного пристрою в розрізі його компонентної бази.

Технічні параметри мікропроцесорного пристрою: діапазон контролюючих температур - від 25°C до 38°C; максимальна точність підтримки температури - 0,1°C; похибка термометра - не більше 1,5% від верхньої межі вимірювання; одночасний контроль 8-ми об'єктів; можливість підключення 4 аналогових і 4 цифрових давачів.

ANNOTATION

Microprocessor Device for Automated Regulation of the Temperature Level.
Qualification work bachelor's // Ternopil Ivan Puluj National Technical University,
Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, group
RAs-41. // Ternopil, 2023 //p.-61, fig.-33, table-9, bibliog. - 14, appendix-3.

Key words: MICROPROCESSOR DEVICE, AUTOMATED TEMPERATURE LEVEL CONTROL, CAD TOOLS, ELECTRICAL PRINCIPAL AND STRUCTURAL SCHEME, PRINTED BOARD AND UNIT.

The qualification paper presents the design stages of a microprocessor device for automated temperature control.

An analytical review of known solutions for automated temperature level regulation was carried out. The process of designing the structural diagram of a new microprocessor device for automated regulation of the temperature level is described, followed by the design of the electrical principle of the microprocessor device. The process of selecting the component base of the microprocessor device based on the parametric synthesis of the nodes of the electrical principle circuit is described. The stage of designing a printed circuit board and a microprocessor device unit using P-CAD CAD is described. The level of reliability of the microprocessor device in terms of its component base is determined.

Technical parameters of the microprocessor device: control temperature range - from 25°C to 38°C; maximum accuracy of temperature maintenance - 0.1°C; thermometer error - no more than 1.5% of the upper measurement limit; simultaneous control of 8 objects; the possibility of connecting 4 analog and 4 digital sensors.

Зміст

Вступ.....	7
1 Основна частина.....	8
1.1 Аналіз завдання щодо проектування.....	8
1.1.1 Аналіз відомих рішень щодо автоматизованого регулювання рівня температури.....	8
1.1.2 Аналіз інформації.....	15
1.2 Проектування структурної схеми мікропроцесорного пристрою.....	17
1.3 Проектування принципової схеми мікропроцесорного пристрою та її параметричний аналіз.....	18
1.4 Обґрунтування та вибір компонентної бази мікропроцесорного пристрою.....	30
1.5 Надійність мікропроцесорного пристрою.....	38
1.6 Проектування плати друкованої та вузла мікропроцесорного пристрою засобами САПР P-CAD.....	43
1.7 Висновки до розділу 1.....	51
2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.....	52
2.1 Спеціальне навчання та інструктажі працівників із питань охорони праці.....	52
2.2 Створення оптимальних комфортних умов у виробничих приміщеннях по виготовленню мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури.....	54
2.3 Висновки до розділу 2.....	57
Висновки.....	58
Список використаних джерел.....	59
Додатки.....	61

					СВТ 2.000.001 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сух В.Т.			Мікропроцесорний пристрій для автоматизованого регулювання рівня температури Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Хвостівська Л.					6	61
Консул.						ТНТУ, ФПТ, гр. РАс-41		
Н. Контр.		Паляниця Ю.Б.						
Затверд.		Дунець В.Л.						

Вступ

Інтеграція комп'ютерних засобів та керуючих систем автоматизації (КСА) в телекомунікаційну та радіотехнічні сфери забезпечує суттєве підвищення рівня контролю температурних режимів експлуатації радіоелектронних виробів та зниження витрат на їх обслуговування. Такі системи забезпечують високий рівень техніко-економічних показників та широку інтеграцію у різні сфери телекомунікацій та радіотехніки.

Однак існуючі системи/пристрої забезпечують високий рівень показників економії енергоресурсу та підвищення рівень якості, проте виділяються високим рівнем вартості, що обмежує їх інтегрування в малі підприємства, які локалізуються за межами великих міст.

Інтеграція КСА та мікропроцесорних технологій для автоматизованого регулювання рівня температури вагомо підвищує рівень їх використання для задач підтримання заданих рівнів температурних режимів для різної сфери діяльності людства.

Широкий спектр виробників забезпечують випуск багатьох видів мікропроцесорних пристроїв для автоматизованого регулювання рівня температури, серед яких виділено: ХН-Electron Co, Ltd, Метатех, Мікрол та інші.

Існуючим мікропроцесорним пристроям характерні високовартісні показниками, або низькі споживчі якості. Тому актуальним інженерним завдання є проектування пристрою, який міг би в автоматизованому режимі регулювати рівень температури непрямим методом, а його вартісні показники були би нижчими від вартості існуючих пристроїв.

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Основна частина

1.1 Аналіз завдання щодо проектування

1.1.1 Аналіз відомих рішень щодо автоматизованого регулювання рівня температури

Широкий спектр виробників забезпечують випуск багатьох видів мікропроцесорних пристроїв для автоматизованого регулювання рівня температури, серед яких виділено: ХН-Electron Co, Ltd, Метатех, Мікрол та інші.

Фірма ХН-Electron Co, Ltd здійснює випуск мікропроцесорного терморегулятора ХН-W3001 [10], який відображено на рис.1.1.



Рисунок 1.1 - Вигляд ХН-W3001 [10]

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ХН-W3001 є відмінним та простим рішенням щодо вирішення задач регулювання температури в необхідному середовищі. Мікропроцесорний пристрій може функціонувати в 2-ох режимах, а саме нагрівання та охолодження. Є простим щодо монтажу та при налаштуванні, зручним щодо монтажу. Для комутування необхідна тільки подача напруги 220В та здійснити підключення до виводів терморегулятора відповідного пристрою з метою обігрівання/охолодження, яким буде керувати терморегулятор.

Модель ХН W3001 є компактною. Загальна довжина пристрою рівна лише 6, а висота – 4,5 см та ширини >3 см.

Усі варіації температурних режимів зберігаються до незалежної пам'яті. В модулі застосовується термістор загального типу 10К NTC.

Для функціонування терморегулятора необхідна подача живлення 220 В.

Реле терморегулятора здійснює комутацію навантаження з рівнем напруги до 250 В та струму до 6 (показник потужності - 1500 Вт).

Температурний регулятор ХН-W3001 є призначеним для підтримування заданого рівня температури в повітрі, інкубаторних приміщеннях, тепличних приміщеннях, опалювальних системах, для здійснення процесів керування рівнем температури теплих підло, басейного середовища, камер морозильних.

Терморегулятор управляється мікропроцесорним компонентом STM8S003F3P6, що здійснює аналізу вимірної цифровим давачем температури, здійснює порівняння її з апріорно встановленим значенням, здійснює врахування заданого режиму функціонування, та на підставі отриманих показів вмикає/відмикає навантажені кола пристроїв терморегулюючих. Процедура комутації забезпечується застосуванням електромагнітного реле.

Терморегулятор є контактним (у терморегуляторі застосовується релейні силові елементи). Терморегулятор є двопороговим — верхній та

					<i>СВТ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нижній порого (здатність задання верхніх значень порогоу температури ввімкнення (вимкнення) та нижніх значень порогоу температури вмикання (вимикання).

Для комутування пристрою мікропроцесорного до електромережі 220 В пристрій оснащений імпульсним перетворювачем при використанні якого пристрій здатний функціонувати безпосередньо від електромережі 220 В.

Терморегулятор є оснащеним 2-ма керуючими кнопками для встановлення параметрів, які функціонують в 2-ох режимах: нагрів/охолодження.

Для задання температури ввімкнення (нижнього порогоу ввімкнення), треба на декілька секунд натиснути ліву кнопку з подальшим натиснення двох кнопок забезпечується виставлення необхідного рівня температури.

Для встановлення температури відключення (верхнього порогоу відключення), треба на декілька секунд натиснути праву кнопку, з подальшим натиснення двох кнопок забезпечується виставлення необхідного рівня температури.

Для задання температури ввімкнення (верхнього порогоу включення), треба натиснути на ліву кнопку з подальшим вибором натиснення двох кнопок можна обрати потрібний показник температури.

Технічні характеристики мікропроцесорного пристрою:

- Температурні межі: $-50^{\circ}\text{C} \dots +120^{\circ}\text{C}$;
- Робочий температурний діапазон датчика: $-50^{\circ}\text{C} - +120^{\circ}\text{C}$;
- Точність температури: $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$;
- Мінімальний гістерезис: 0.1°C ;
- Датчик температури: водонепроникний термістор NTC10K/B3950 0,5%; Ø4 мм довжина 20 мм;
- Точність вимірювання температури: $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$;
- Вихід: контакти реле, від 220 до 6 А (макс. до 10 А (2 кВт));

					<i>СВТ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Тип дисплею: цифровий.

Виробник Метатех здійснює випуск мікропроцесорного терморегулятора з цифровим керуванням МПРТ-1, загальний вигляд якого відображено на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Вигляд

Терморегуляторні пристрої з цифровим керуванням застосовуються для задачі комплексного управління системами складного типу, де необхідно здійснювати контроль устаткування або техпроцесу за багатьма показниками і управління ситуаціями не лише в залежності від температури та й часу, рівня вологості та решту умов. Змога візуального контролю показників поточних і встановлених показників вагомо підвищує зручність та гнучкість управління процесами.

Робочий температурний діапазон цього мікропроцесорного терморегулятора визначається серією застосованого термодавача:

- напівпровідниковий давач - 25 °С . +140 °С;
- термометр мідного опору - 200 °С . +200 °С;
- ТСП (ТХА (термопара алюмель-хромель) - 50°С...+1100°С;

Мікропроцесорні терморегулятори серії МПРТ-11 виготовляються в декількох проектах:

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- МПРТ-11 є простим мікропроцесорним терморегулятором з вище вказаними можливостями.

- МПРТ-11К є мікропроцесорним терморегулятором з кодом захисту. Заборонено працювати з ним до вводу коректності коду доступу. Дає змогу здійснити обмеження несанкціонованого доступу до устаткувань. Зазначений варіант мікропроцесорного терморегулятора можна застосовувати для забезпечення себе від несумлінних покупців при постачанні без передоплат.

- МПРТ-112 є мікропроцесорним двоступінчастим терморегулятором. Має у своєму арсеналі 2 реле в яких задаються свої уставки спрацьовувань. Логіка функціонування пристрою є повністю ілюстрованою. Такий пристрій дає змогу точніше керувати температурним режимом, швидко виводити об'єкт до робочого режиму та здійснювати підтримку постійної температури при використанні мінімальної потужності.

Фірма Метатех виробляє регулятор температури з цифровим керуванням МПРТ-21, загальний вигляд якого зображено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Вигляд МПРТ-21

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікропроцесорний регулятор температури є призначеним для управління функціонування нагрівальних приладів, систем опалювання, систем водопостачання гарячого та решту пристроїв, що потребують управління температурними режимами. Під час роботи забезпечується розбивання щодня тижні в декілька періодів для кожного з яких здійснюється підтримка власної температури. Остання зазначена функція забезпечує точніший режим підтримування температурного режиму об'єкту та значно забезпечує економію електроенергії та інших енергоносіїв.

Температурний робочий діапазон зазначених мікропроцесорних регуляторів температури цілком визначається типом застосованого термодавача:

- Діапазон температурного регулювання -25°C - $+120^{\circ}\text{C}$;
- Здатність, навантаження контактів, 10 А;
- Максимальна довжина дроту датчика 7 м;
- Спосіб кріплення в монтажну коробку під гіпрок і ін.;
- Приблизні габарити 82x152x60 мм;
- температура зовні -40°C - $+50^{\circ}\text{C}$ за вологості.

Виробник Microl виробляє мікропроцесорний регулятор температури МТР-8-03 [11], загальний вигляд якого представлено на рис.1.4.



Рисунок 1.4 – Вигляд МТР-8-03 [11]

					<i>СВТ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Призначено пристрій для вимірювання температури із використанням 8-ми каналів і двопозиційного управління процесом нагрівань/охолоджувань з двопозиційним управлінням процесу нагрівань/охолоджувань в печі, термопластавтоматах та інших технологічних устаткувань.

- Мікропроцесорні температурні регулятори МТР-8-03 здатні застосовуватися як:

- 8-ми каналний температурний вимірник;
- 8-ми каналний сигналізатор виходу показників за межу допустиму;
- 8-ми каналний пристрій захисного вимкнення за температурою;
- 8-ми каналний двопозиційний температурний регулятор.

Кожен канал мікропроцесорного температурного регулятора МТР-8-03 здатен здійснювати незалежні перераховані функції:

- Широкий діапазон температурних вимірювань ТСМ: -50 ... 200°C, ТСП: -60 ... 750°C
- Сумісність з більшістю температурних перетворювачів, що комутуються після 3-ох дротяної схеми ТСМ (50М, 100М, гр.23), ТСП (50П, 100П, гр.21), ТСН (50Н, 100Н)
- Калібрування цифрове;
- Поканалъне та логічно запрограмоване функціонування вихідного пристрою;
- Перемикання каналів: ручне за допомогою оператора або автоматично (час візуалізації 1,9 сек.);
- Змога зберігання показників при вимкненні живлення;
- Функція захисту від несанкціонованих змін показників;
- Гальванічне розділення інтерфейсу RS-485, використання протоколу ModBus (збирання інформації та конфігурування).

Технічні параметри МТР-8-03 відображено в табл. 1.1.

					<i>СВТ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики

Число каналів вимірювань і керувань	8
Схема комутації термоперетворювачів	3-х провідна
Мах приведена похибка вимірювань	$\pm 0,2\%$
Час вимірювань	0,5 с
Вхідне гальванічне розв'язування	групова
Тип виходу (залежно від виконання)	транзистор ОК або реле 220 В 8А
Потужність	не більше 6 Вт

1.1.2 Аналіз інформації

Із проведеного огляду встановлена необхідність:

- Проектування мікропроцесорною пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури.
- Можливість мікропроцесорною пристрою працювати як в автономному режимі так і в складі автоматизованої системи управління.
- Зниження вартості відомих мікропроцесорних пристроїв.

Отже, метою роботи є проектування мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури який за функціональністю відповідав би таким вимогам:

- Діапазон контролюючих температур повинен бути в межах від 25°C до 38°C;
- Максимальна точність підтримки температури повинна складати 0,1°C;
- Похибка термометра повинна бути не більшою 1,5% від верхньої межі вимірювання;
- Повинен забезпечувати одночасний контроль 8-ми об'єктів;
- Можливість підключення 4 аналогових і 4 цифрових давачів;
- Можливість підключення до зовнішніх пристроїв із стандартним інтерфейсом RS-232C;

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Зміна похибки регульованої температури при зміні напруги живлення мережі на +10 і -15% і частоти на +2% від нормальних значень повинна не перевищувати половину значення допустимої основної похибки.
- Час встановлення робочого режиму повинен не перевищувати 0,1 хв;
- Живитися мікропроцесорний пристрій повинен від мережі змінного струму напругою 220 за частоти 50 Гц;
- висока надійність та напрацювання на відмову ;

Мікропроцесорний пристрій віднесено до переносних та стаціонарних типів пристроїв. Варто зазначити, зауважити, що мікропроцесорний пристрій повинен експлуатуватися в приміщенні та має належати до класу захищеності II-го типу .

Кліматичні умови експлуатації мікропроцесорного пристрою:

- температура +10 °С - + 35 °С за вологості повітря 80%
- тиск атмосфери 740 ± 25 мм.рт.ст.;

Щодо надійності електрорадіокомпонентів, то вони мають бути обрані із тах показником терміну служби (мін інтенсивність відмови) для підвищення показника надійності мікропроцесорного пристрою загалом.

Вимога щодо показників надійності мікропроцесорного пристрою має бути зведено у відповідності до ДСТУ 2863-94.

Показник ймовірності безвідмовного функціонування мікропроцесорного пристрою повинен бути >0,9 при напрацюванні щодо відмови 6000 годин.

Термін служби мікропроцесорного пристрою повинен бути не менше 6 років.

При враховані поставлених вимог до показників при проектуванні, мікропроцесорний пристрій буде цілком відповідати заданим вимогам та задовольнить усі потреби користувача.

					<i>СВТ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Проектування структурної схеми мікропроцесорного пристрою

Структурну схему мікропроцесорного пристрою відображено на рисунку 1.5, , яка складає з таких основних структурних вузлів, а саме: 1 - модуль аналогових входів, 2 - модуль цифрових входів, 3 – контролер, 4 – клавіатура, 5 - прийомо-передавач, 6 - рідкокристалічний індикатор, 7 - блок візуалізації, 8 - інтерфейс RS232C і 9 - блок реле.

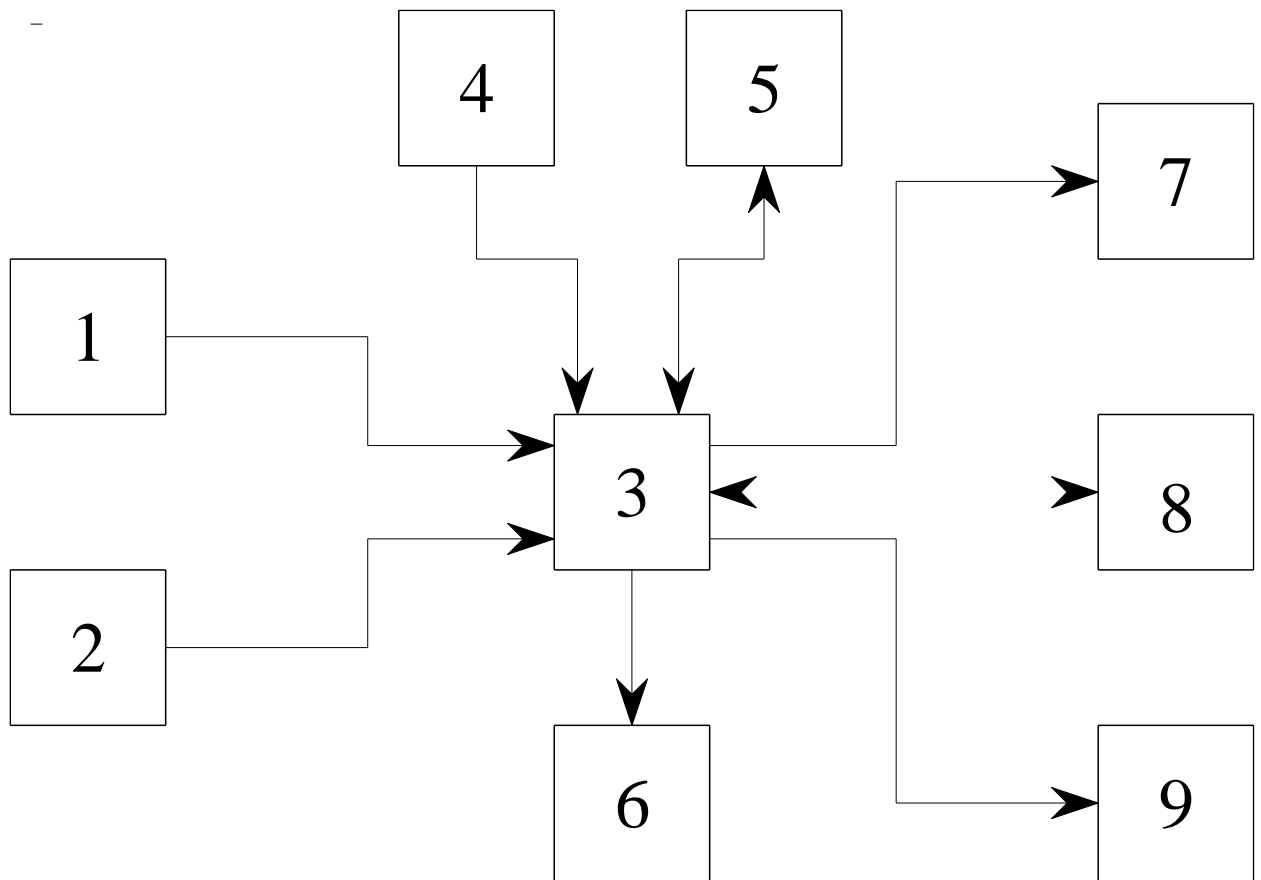


Рисунок 1.5 – Структурна схема мікропроцесорного пристрою

Модуль аналогових входів 1 містить 4 аналогових канали, які призначенні для подання на них струму 4-20мА від термоперетворювачів опору ТСП50, ТСП-100П, ТСМ500М і ТСМ100М, які перетворюють вхідний струм в напругу, яка поступає на аналогові входи контролера 3.

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модуль цифрових входів 2 призначений для під'єднання цифрових давачів температури оснащених в однопровідним інтерфейсом (тип DS1825, DS2422 і т.д.) містить чотири канали, що дозволяють під'єднати до 4-ох давачів на один канал.

Контролер виконує порівняння вхідних значень температури з заданими та за допомогою блоку реле 9 здійснює керування силовими приладами. Клавіатура 4 призначена для вводу та корегування параметрів пристрою поточний стан якого відображається на РК дисплеї 6 та блоці індикації 7. За допомогою послідовного інтерфейсу RS232C 8 пристрій під'єднується до персонального комп'ютера, що дає можливість збирати та обробляти поточні значення роботи системи та корегування її параметрів.

Для того щоб керувати роботою регулятора на відстані в структурну схему його введено блок прийомо-передавача 5.

1.3 Проектування принципової схеми мікропроцесорного пристрою та її параметричний аналіз

Модуль аналогових входів (рис. 1.6) містить 4 аналогових канали, які призначенні для подання на них струму 4-20мА від термоперетворювачів опору ТСП50, ТСП-100П, ТСМ500М і ТСМ100М, які перетворюють вхідний струм в напругу, яка поступає на аналогові входи контролера (рис. 1.7).

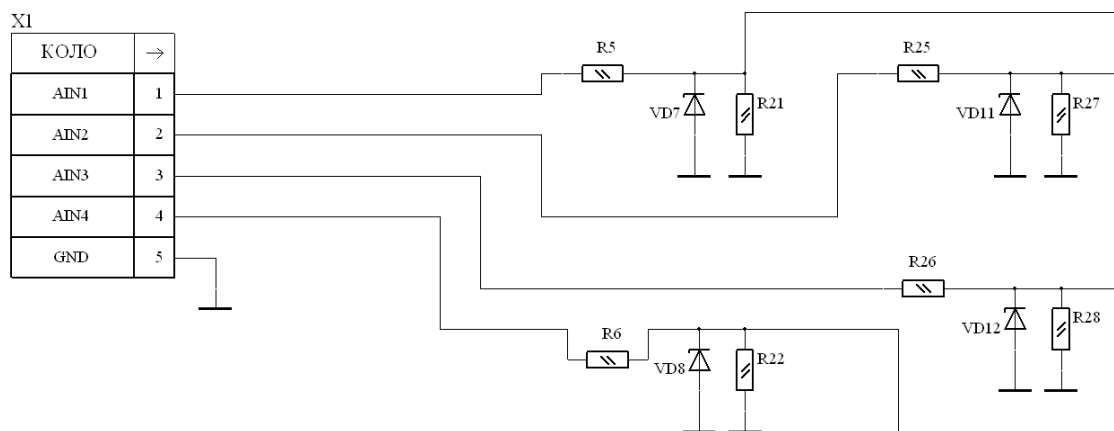


Рисунок 1.6 – Аналогові канали

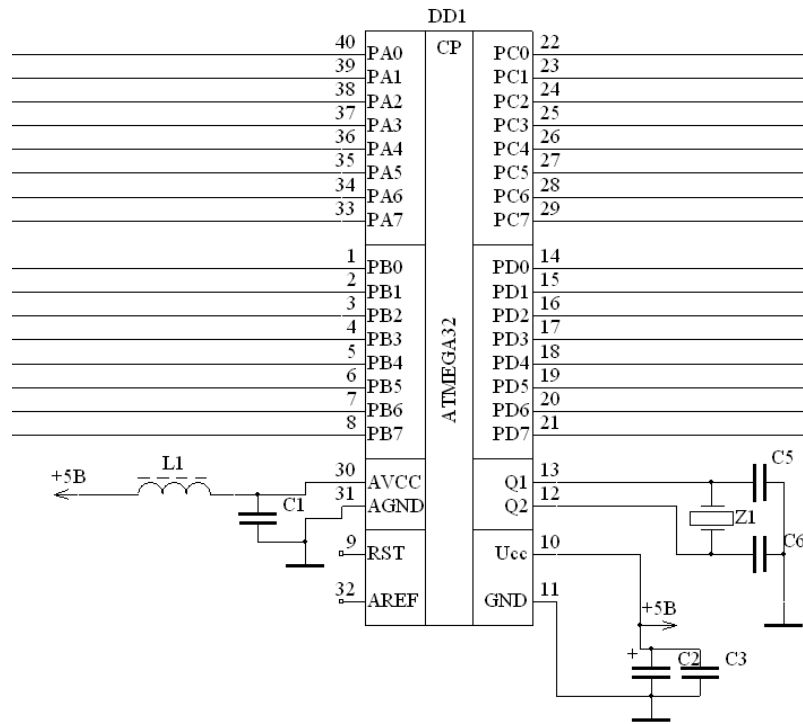


Рисунок 1.7 – Контролер

Модуль цифрових входів (рис. 1.8) призначений для під'єднання цифрових датчиків температури оснащених в однопровідним інтерфейсом (тип DS1825, DS2422 і т.д.) містить чотири канали, що дозволяють під'єднати до 4-ох датчиків на один канал.

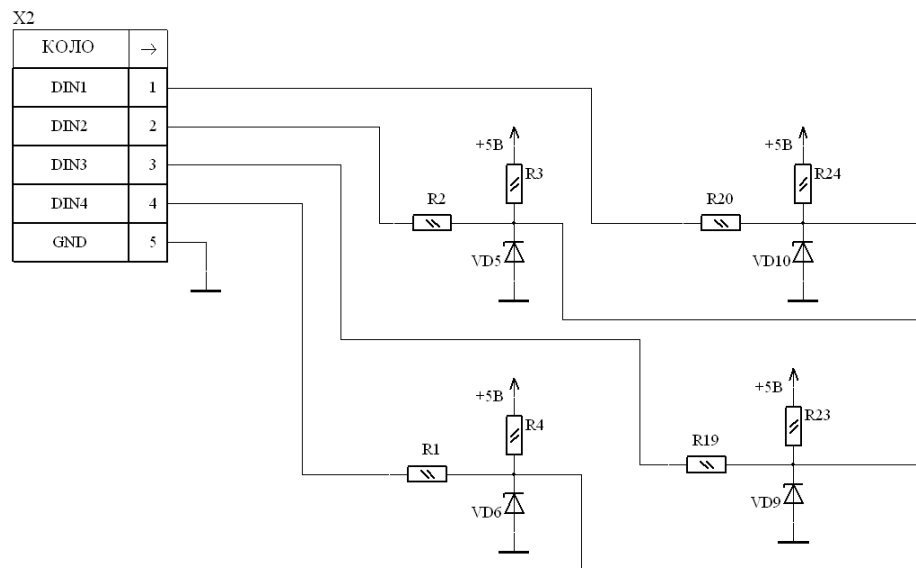


Рисунок 1.8 – Модуль цифрових входів

Контролер виконує порівняння вхідних значень температури з заданими та за допомогою блоку реле (рис. 1.9) здійснює керування силовими приладами. Клавіатура (рис. 1.10) призначена для вводу та корегування параметрів пристрою поточний стан якого відображається на РК дисплеї (рис. 1.11) та блоці індикації (рис. 1.12).

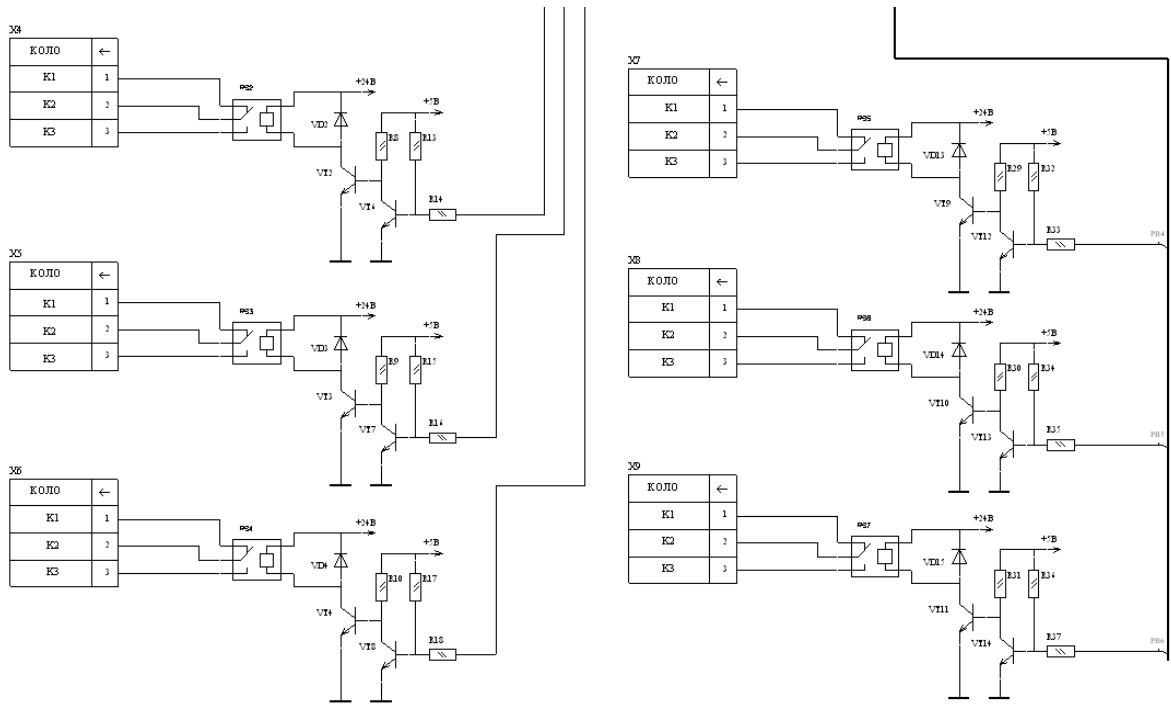


Рисунок 1.9 – Блок реле

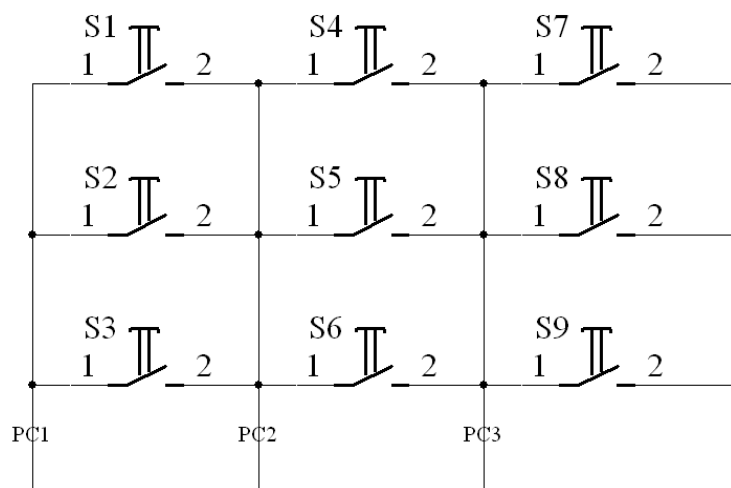


Рисунок 1.10 – Клавіатура

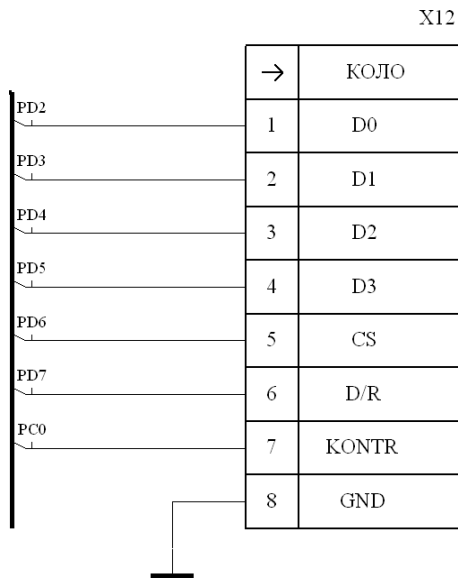


Рисунок 1.11 – РК дисплеї

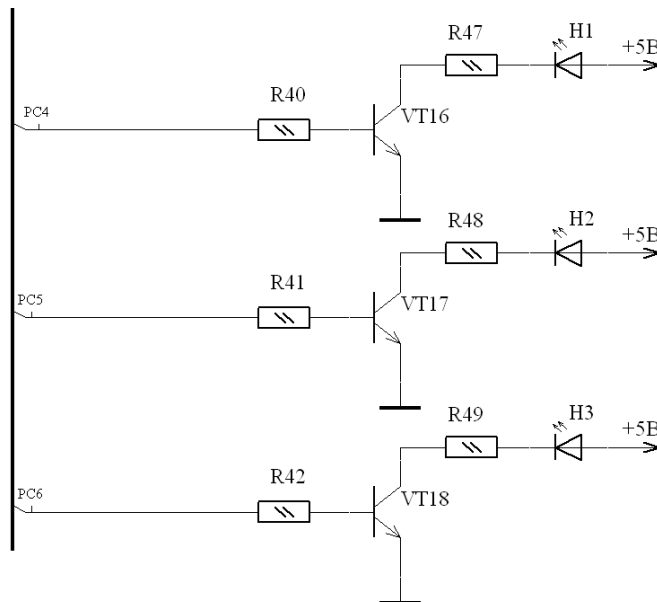


Рисунок 1.12 – Блок візуалізації

За допомогою послідовного інтерфейсу RS232C (рис. 1.13) пристрій під'єднується до персонального комп'ютера, що дає можливість збирати та опрацьовувати поточні значення роботи системи та корегування її параметрів.

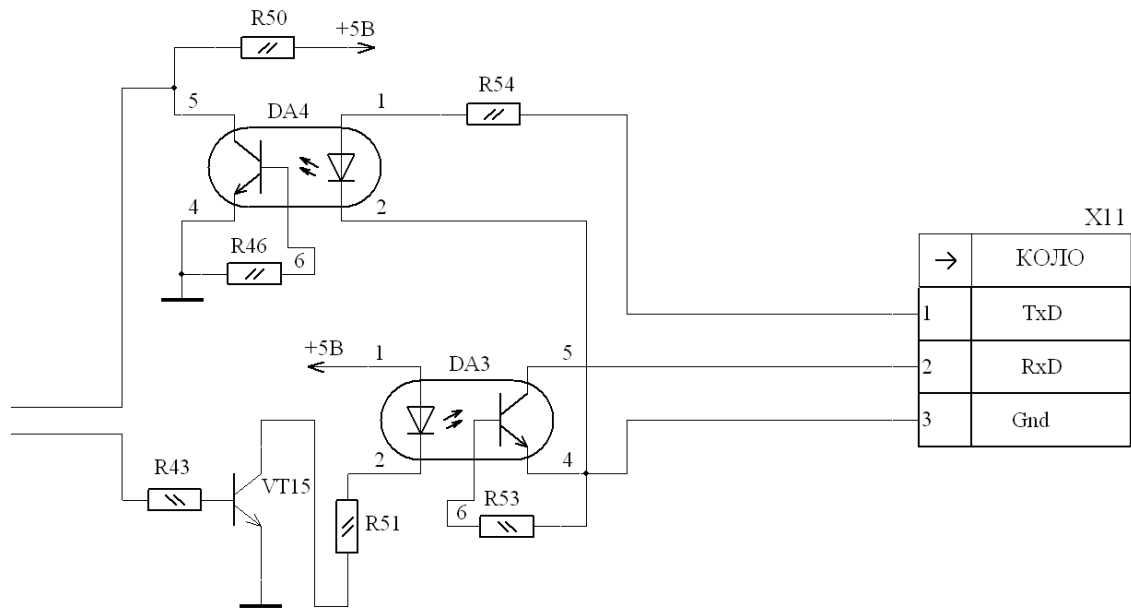


Рисунок 1.13 – Послідовний інтерфейс RS232C

Дистанційне керування режимами роботи регулятора здійснюється за допомогою прийомо-передавача, який відображено на рис.1.14.

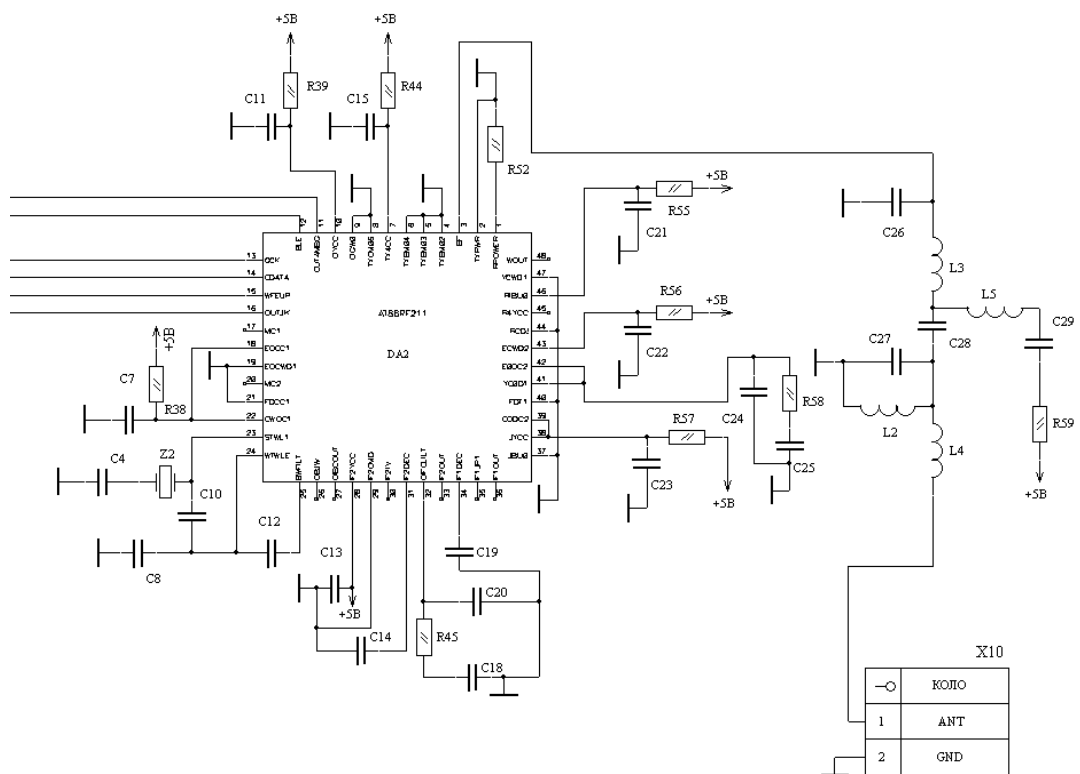


Рисунок 1.14 – Приймемо-передавач

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

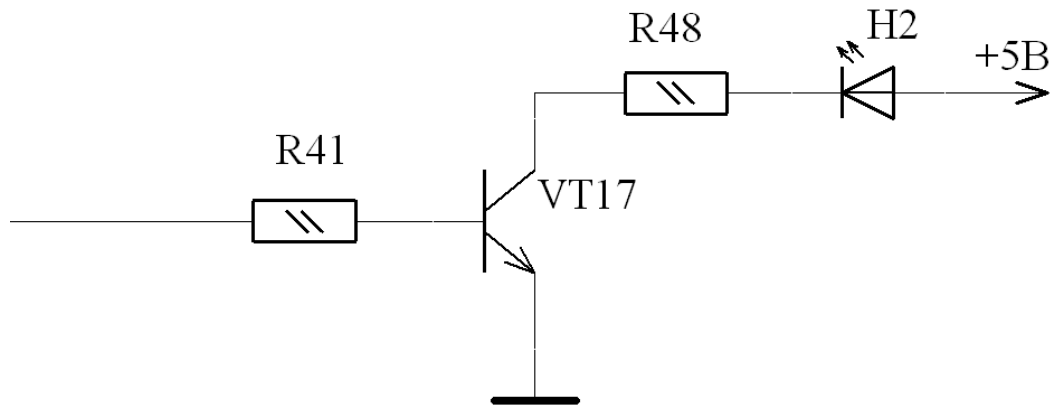


Рисунок 1.16 – Блок візуалізації в основі з транзисторним ключем

Значення струму компонента світлодіодного приблизно рівне 5мА, відповідно за напруги споживання $U_{жс}=5В$ рівень падіння напруги в ключі (VT17) дорівнює 0,4В та падінні рівня напруги на компоненті світлодіодному дорівнює 2В. Опір компонента резисторного R48 має бути рівним з урахування вище наведених значень:

$$R48 = \frac{U_{жс} - U_{світлодіода} - U_{VT17}}{I_{світлодіода}}, \quad (1.1)$$

де $I_{світлодіода}$ – рекомендований струм компонента світлодіодного;

$U_{світлодіода}$ – рівень падіння напруги на компоненті світлодіодному;

$$R48 = \frac{5В - 2В - 0,4В}{0,010А} = 260 \text{ Ом}.$$

Номинал опору $R48 = 270 \text{ Ом}$ встановлено шляхом наближення обчисленого до значення стандартних.

Для визначення опір компонента резисторного R41 розраховано значення струму в колі бази компонента транзисторного VT17 з виразу:

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{\delta VT17} = \frac{I_{K.VT17}}{\beta_{VT17}}, \quad (1.2)$$

де $I_{K.VT17}$ – значення струму колекторного компонента транзисторного VT17

$$I_{K.VT17} = I_{\text{світлодіода}} = 10 \text{ мА};$$

β_{VT17} – значення коефіцієнту підсилення компоненту транзисторного за величиною струму, $\beta_{VT17} = 600$,

$$I_{\delta VT17} = \frac{0,010 \text{ А}}{600} = 16,6 \text{ мкА}.$$

Для надійного функціонування ключа на базі компонента транзисторного рекомендовано обирати номінальне значення в двічі більшим від обчисленого. При такому врахуванні $I_{\delta VT17} = 33,2 \text{ мкА}$.

Значення опору компонента резисторного R41 рівне:

$$R41 = \frac{U_{\text{вих.МК}}}{I_{\delta VT17}}, \quad (1.3)$$

де $U_{\text{вих.МК}}$ – значення напруги на виході портів мікроконтролера за значення струму 33,2 мкА у відповідності до технічних даних на мікроконтролер, є рівне 3 В,

$$R41 = \frac{3}{33,2 \cdot 10^{-6}} = 90,4 \text{ кОм}.$$

Номінал опору $R41 = 91 \text{ Ом}$ встановлено шляхом наближення обчисленого до значення стандартних.

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За результатами обчислень встановлено наступні номінали та серії радіокомпонентів:

- Компоненти транзисторні VT16-VT18 серії BC548;
- Компоненти резисторні R40-R42 з показником номіналу 91 кОм, а компоненти резисторні R47-R49 з показником номіналу 270 Ом.

Параметричний аналіз вузла інтерфейсу RS-232C

Вузол інтерфейсу відповідає за процес передачі даних від температурного регулятора до персонального комп'ютера та від персонального комп'ютера до температурного регулятора, тому нижче по тексту приведено два обчислювальні розрахунки. Базовою функцією вузла інтерфейсного є процедура формування амплітудних рівнів сигналів (ФАРС) за величиною напруги.

ФАРС, який здійснює формування сигналів з мікроконтролера температурного регулятора до ПК, та складається з компонентів: компонентів резисторних R43, R51 та R53, компонента транзисторного VT15 та оптрона DA3. Схему вузла інтерфейсного відображено на рис. 1.17.

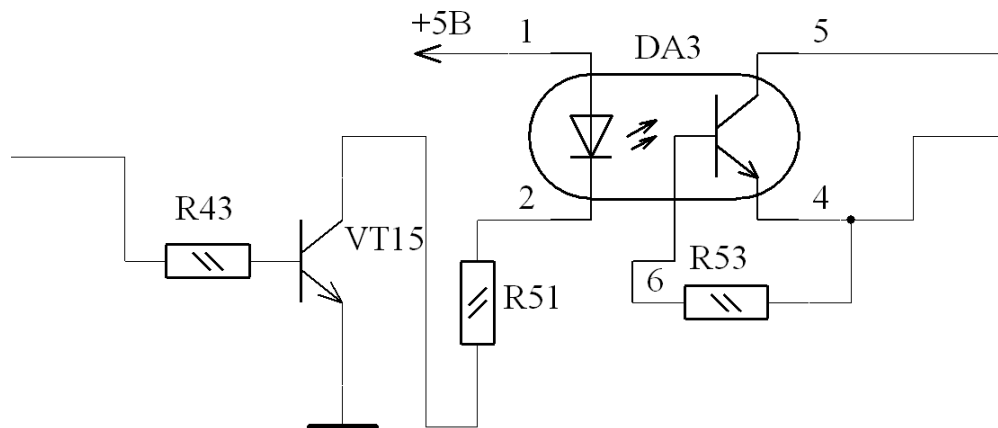


Рисунок 1.17 – Вузол інтерфейсний RS-232C

Для визначення показників вузла інтерфейсного :

- Значення струму 33,2 мкА у відповідності до паспорту на мікроконтролер;

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

– Напряга на виході вузла 3 В.

Значення струму світлодіодного компонента оптрона має бути рівне 10мА для нормального функціонування оптрона ключа, який взято даних паспорту на оптрон CNY75GB. Відповідно за напруги 5В рівень падіння напруги в ключі транзисторного типу VT15 складе 0,4В та падіння напруги на компонентному світлодіоді складе 2В. Відповідно номінал опору компонента резисторного R51 дорівнює:

$$R51 = \frac{U_{\text{ж}} - U_{\text{світлодіод}} - U_{\text{VT15}}}{I_{\text{світлодіод}}}, \quad (1.4)$$

де $I_{\text{світлодіод}}$ – рекомендований струм компонента світлодіодного;

$U_{\text{світлодіод}}$ – рівень падіння напруги на компоненті світлодіодному,

$$R51 = \frac{5\text{В} - 2\text{В} - 0,4\text{В}}{0,010\text{А}} = 260 \text{ Ом}.$$

Номінал опору $R51 = 270$ Ом встановлено шляхом наближення обчисленого до значення стандартних.

Здійснено розрахунок номіналу опору компонентного резистора R43. Априорно для цього розраховано значення струму в колі бази компонента транзисторного VT15 з формули:

$$I_{\text{бVT15}} = \frac{I_{\text{К.VT15}}}{\beta_{\text{VT15}}}, \quad (1.5)$$

де $I_{\text{К.VT15}}$ – значення струму колекторного компонента транзисторного VT15 $I_{\text{К.VT15}} = I_{\text{світлод.}} = 10 \text{ мА}$;

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

β_{VT15} – значення коефіцієнту підсилення компонента транзисторного за величиною струму, $\beta_{VT15} = 600$,

$$I_{\beta VT15} = \frac{0,010A}{600} = 16,6 \text{ мкА}.$$

Для надійного функціонування ключа на базі компонента транзисторного рекомендовано обирати номінальне значення в двічі більшим від обчисленого. При такому врахуванні $I_{\beta VT17} = 33,2 \text{ мкА}$.

Значення опору резистора R43 з врахування значення струму рівне:

$$R43 = \frac{U_{\text{ВИХ.МК}}}{I_{\beta VT15}}, \quad (1.6)$$

де $U_{\text{ВИХ.МК}}$ – значення напруги на виході портів мікроконтролера за значення струму 33,2 мкА у відповідності до технічних даних на мікроконтролер, є рівне 3 В,

$$R43 = \frac{3}{33,2 \cdot 10^{-6}} = 90,4 \text{ кОм}.$$

Номінал опору $R43 = 91 \text{ Ом}$ встановлено шляхом наближення обчисленого до значення стандартних.

Номінал опору компонента резисторного R53 у відповідності до паспорту на оптрон CNY75GB взято 100 кОм.

За результатами обчислень встановлено наступні номінали та серії радіокомпонентів:

- Компонент транзисторний VT15 серії BC548;

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Компонент резисторний R43 з показником номіналу 91 кОм, компонент резисторний R51 з показником номіналу 270 Ом, а також R53 – 100 кОм;
- Оптрона DA3 серії CNY75GB.

Приведено синтез інтерфейсного вузла, що забезпечує формування сигналу з ПК до входу мікроконтролера (рис.1.18), до складу якого входять компоненти резисторні R46-R47 іта R50 та оптрон DA4.

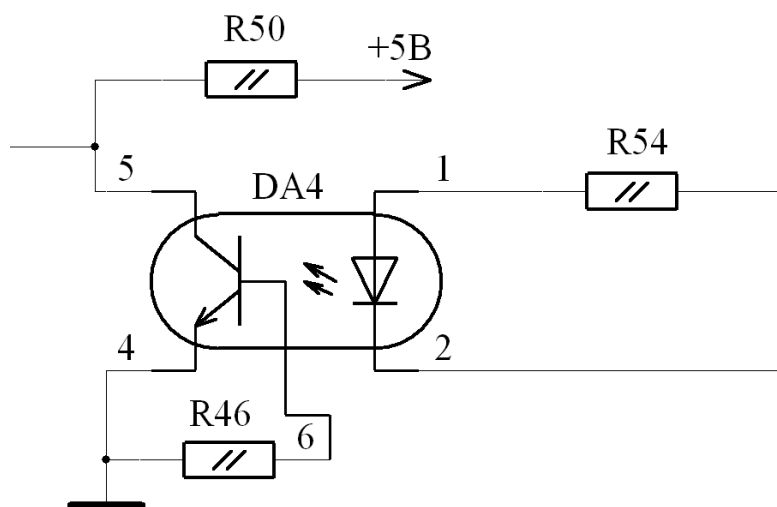


Рисунок 1.18 – Інтерфейсний вузол (ПК - МК)

Для визначення показників вузла інтерфейсного :

- Значення вхідного струму 10 мА
- Значення вихідного струму 1 мА
- Значення рівня напруги для лог. “0” – (0-5)12В, лог.”1” – (5-12)В
- Значення струму 33,2 мкА у відповідності до паспорту на мікроконтролер.

Значення струму світлодіодного компонента оптрона має бути рівне 10мА для нормального функціонування оптрона ключа, який взято даних паспорту на оптрон DA4 CNY75GB, падіння напруги на компонентному світлодіоді складе 2В. Відповідно номінал опору компонента резисторного R54 дорівнює:

$$R54 = \frac{12B - 2B}{0,010A} = 1 \text{ кОм.}$$

Номинал опоры компонента резисторного R46 у відповідності до паспорту на оптрон CNY75GB взято 100 кОм.

Розраховано компонент резисторний R50:

$$R50 = \frac{U_{жс}}{I_{ВИХ}}, \quad (1.7)$$

$$R50 = \frac{5}{1 \cdot 10^{-3}} = 5 \text{ кОм.}$$

Номинал опоры $R50 = 5,1$ Ом встановлено шляхом наближення обчисленого до значення стандартних.

Згідно синтезу проведеного встановлено наступні номінали та серії радіокомпонентів: оптрон DA4 серії CNY75GB, компонент резисторний R54 –1 кОм, R50 –5,1 кОм, а R46 - 100кОм.

1.4 Обґрунтування та вибір компонентної бази мікропроцесорного пристрою

Для проектування конструкції плати друкованої варто за обчисленими показниками здійснити обирання корпусів конкретних компонентів принципової схеми електричної. Процедура обирання компонентів схеми інколи здійснюється з помилкою:

- грубою, яка проявляється при перших увімкнення мікропроцесорного пристрою;
- помилкою, яка понижує строк експлуатації увімкнення мікропроцесорного пристрою загалом.

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Груба помилка проявляється в подальшому у вигляді витрат щодо налагодження мікропроцесорного пристрою, проте вона не найбільш небезпечна, тому що є помітною.

Переважному числу компонентів мікропроцесорного пристрою виробник встановлює електричні обмеження за їх показниками в взаємозалежності $U-I-f-t$.

Коректність обирання електричних компонент мікропроцесорного пристрою при врахуванні їх показників є професійною вимогою до працівників, які проектують пристрій.

В мікропроцесорному пристрої найпростішими компонентами є:

- Компонент резисторний;
- Компонент конденсаторний;
- Компонент напівпровідниковий (компонент діодний та стабілітрон).

Для вище зазначених компонентів як пасивних є особливість те, що в них величина протікаючого струму через них є залежною від рівня напруги.

Для мікропроцесорного пристрою передусім обрано компоненти резисторні постійні серії MF-12, в яких показник відхилення номіналів складає лише $\pm 5\%$.

Під час обирання конкретних компонентів резисторів передусім увагу приділено одиницям максимально допустимої потужності, яка є залежною від умов функціонування.

Для коректного обирання компонентів резисторних враховано значення, які висунуто до мікропроцесорного пристрою на підґрунті аналізу функціонування режимів роботи компонентів резисторних в пристрої, а саме:

- Показники експлуатації;
- Показники режимів функціонування;
- Показники режимів робочого електронавантаження;
- Показники довговічності та безвідмовності.
- Масо-габаритні розміри та конфігураційні особливості;

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Показники економічної вартості.

Для мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури обрано 59 резисторів постійних номіналів, які відображено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Параметри компонентів резисторних

Компонент	Серія	Значення номіналу	Показник відхилення	Показник потужності, Вт
R1-R11	MF-12	10кОм	±5%	0.125
R12,R14	MF-12	4,7кОм	±5%	0.125
R13,R15	MF-12	10кОм	±5%	0.125
R16,R18	MF-12	4,7кОм	±5%	0.125
R17,R34	MF-12	10кОм	±5%	0.125
R19,R20	MF-12	10кОм	±5%	0.125
R21,R22	MF-12	2,2кОм	±5%	0.125
R23-R26	MF-12	10кОм	±5%	0.125
R27,R28	MF-12	2,2кОм	±5%	0.125
R29-R32	MF-12	10кОм	±5%	0.125
R33,R35	MF-12	4,7кОм	±5%	0.125
R36	MF-12	10кОм	±5%	0.125
R37-R39	MF-12	4,7кОм	±5%	0.125
R40-R43	MF-12	91кОм	±5%	0.125
R44	MF-12	4,7кОм	±5%	0.125
R45,R52	MF-12	1кОм	±5%	0.125
R46,R53	MF-12	100кОм	±5%	0.125
R47-R49	MF-12	270Ом	±5%	0.125
R50	MF-12	5,1кОм	±5%	0.125
R51	MF-12	270Ом	±5%	0.125
R54	MF-12	1кОм	±5%	0.125
R55-R57	MF-12	4,7кОм	±5%	0.125
R58	MF-12	10кОм	±5%	0.125
R59	MF-12	2кОм	±5%	0.125

Для мікропроцесорного пристрою обрано компоненти конденсаторні серії СС4 в кількості 25 штук та електролітичні ЕСАР-GS, в кількості 4 штуки. Параметри обраних компонентів конденсаторних відображено в табл. 1.3

Таблиця 1.3 – Параметри обранх конденсаторів

Конденсатор	Тип	Номинал	Відхилення номиналу	Номинальна напруга, В
C1,C3	CC4	0,1мкф	5%	50
C2,C17	ECAP-GS	10мкФ	5%	16
C4-C6	CC4	22пф	5%	50
C7,C11	CC4	5мкф	5%	50
C8,C10	CC4	22пф	5%	50
C9,C16	ECAP-GS	100мкФ	5%	16
C12,C14	CC4	0,1мкф	5%	50
C13	CC4	5мкф	5%	50
C15	CC4	5мкф	5%	50
C18-C20	CC4	0,1мкф	5%	50
C21-C23	CC4	5мкф	5%	50
C24,C25	CC4	0,1мкф	5%	50
C26	CC4	10пф	5%	50
C27-C29	CC4	100пф	5%	50

Серед напівпровідників обрано 7 компонентів діодних серії 1N4148 та 8 стабілітронів серії BZX55C5V6. Показники обраних компонентів діодних відображено в табл. 1.4-1.5.

Таблиця 1.4 – Компоненти діодні з параметрами

Компонент	Серія	F_d max, кГц	$U_{звор.}$,В	$I_{звор.}$ max, мкА	$I_{пр.}$ max, А
VD1-VD4, VD13-VD5	1N4148	50	100	10	2

Таблиця 1.5 – Стабілітрони з параметрами

Компонент	Серія	$I_{звор.}$, мА	$U_{ст.}$,В при $I_{ст.}=10$ мА	$P_{роз.}$, мВт	$I_{стаб.}$ min, мА
VD1-VD4, VD13-VD5	BZX55C5V6	0,5	6,2	75	22

Для мікропроцесорного пристрою обрано 18 кремнієвих компонентів транзисторних серії BC548 (рис.1.19) та 1 – BU807B (рис.1.20).

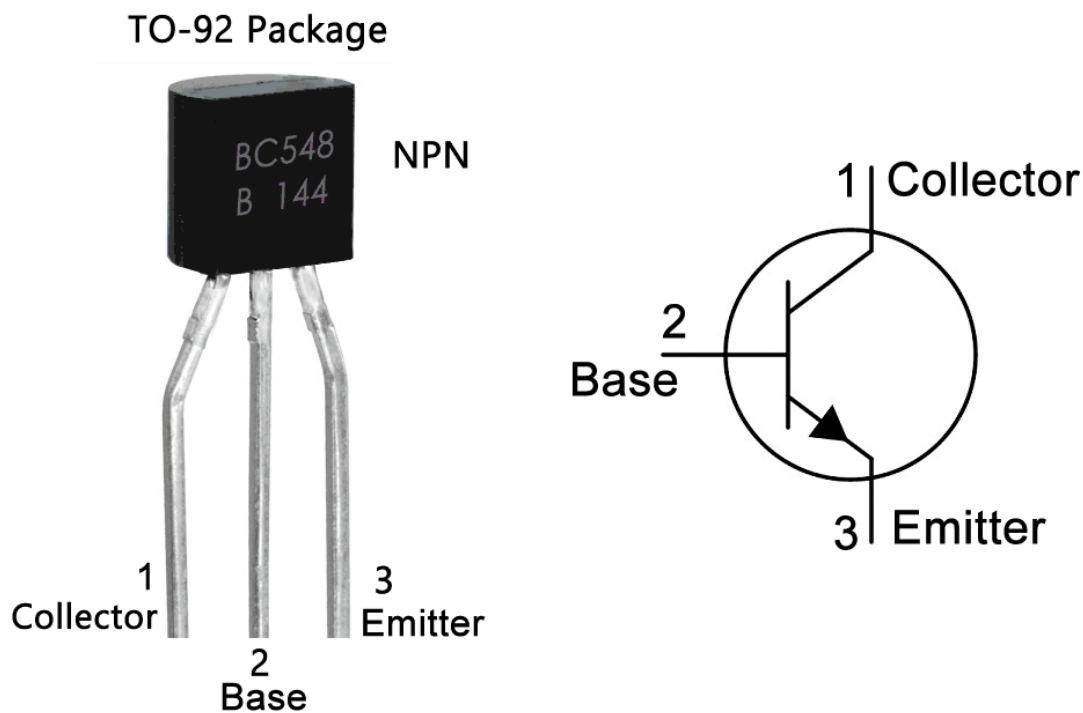


Рисунок 1.19 - BC548

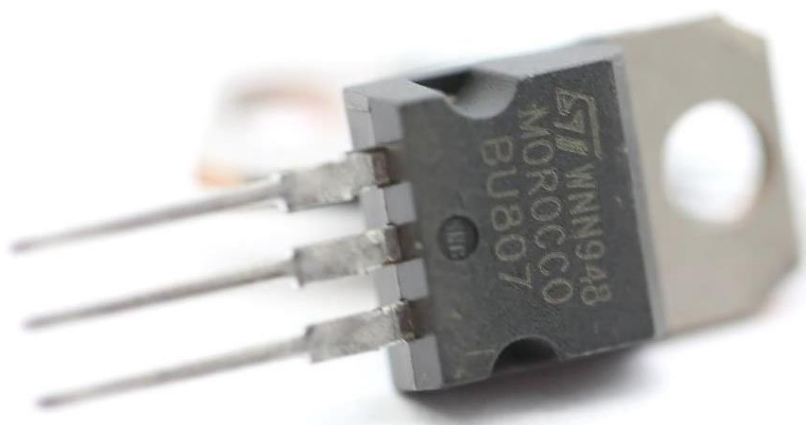


Рисунок 1.20 - BU807B

Базовим мікросхемним компонентом в схемі пристрою, яка виконує найважливу роль є мікроконтролер DD1.

Визначено, що мікроконтролер серії ATMEGA32 (рис.1.21) з інтегрованим програмним ядром типу AVR оснащений достатньою довжиною бітів, які є необхідними для виконання необхідних функцій у

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

мікропроцесорному пристрої, є не дорогим та за кількістю портових входів/виходів цілком відповідає потребам функціональним.

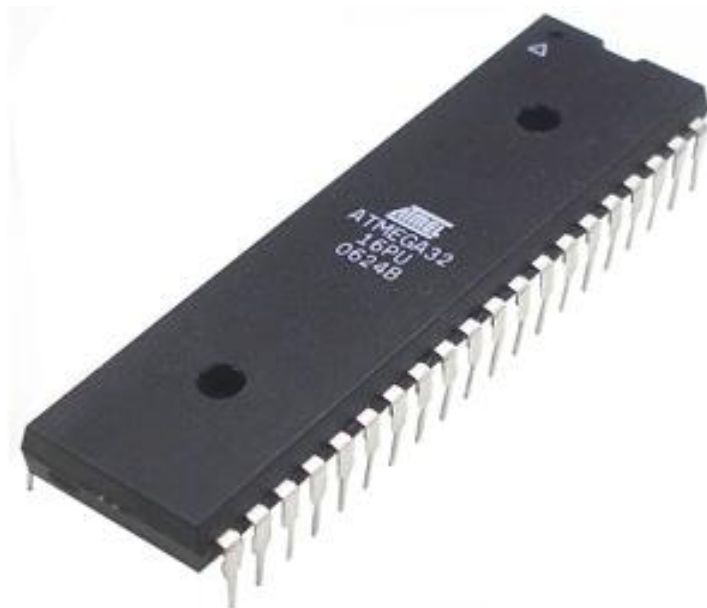


Рисунок 1.21 - ATMEGA32

ATMEGA32 є 8-ми розрядним високошвидкісним AVR мікроконтролером. Оснащений прогресивною архітектурою RISC, наявні 130 команд серед яких є команди, які здатні виконати операції за один цикл такту.

Є наявними робочі 8-ми розрядні регістри та управляючі регістри периферії. Забезпечує цілком статичне функціонування, близьке до 16 MIPS.

Вмонтовано помножувач 2-цикловий, пам'ять даних/програм є енергонезалежною, вбудовано 64 Кбайт внутрішньо-системну програмовану Flash пам'ять. Контролер здатний на 100000 циклів щодо стирань/записів.

Спеціальний мікроконтролерний функціонал:

- Процедура скидання за появи живлення і програмований детектор короткого в часі зниження рівня напруги споживання. Інтегровано генератор-РС калібруючий, зовнішні/внутрішні джерела переривання, 6 режимів споживчогоя пониження. Програмоване встановлення значення частоти

такту, 53 входові/вивідні лінії програмованого виду. Напряг споживання: 4,5 – 5,5 В, частота робоча – (0-16) МГц.

Окрім мікроконтролера серед ІМС було підібрано такі мікросхеми, які наведені у таблиці 1.7

Таблиця 1.7 – Мікросхеми мікропроцесорного пристрою

Позначення на схемі	Назва	Функція
DA1	7805 (рис.1.22)	Стабілізація напруги
DA2	AT86RF211 (рис.1.23)	Модуляція та демодуляція сигналів для прийому та передачі на відстань
DA3, DA4	CNY75GB (рис.1.24)	Гальванічна розв'язка кіл – передачі сигналу без передачі напруги, для безконтактного керування та захисту

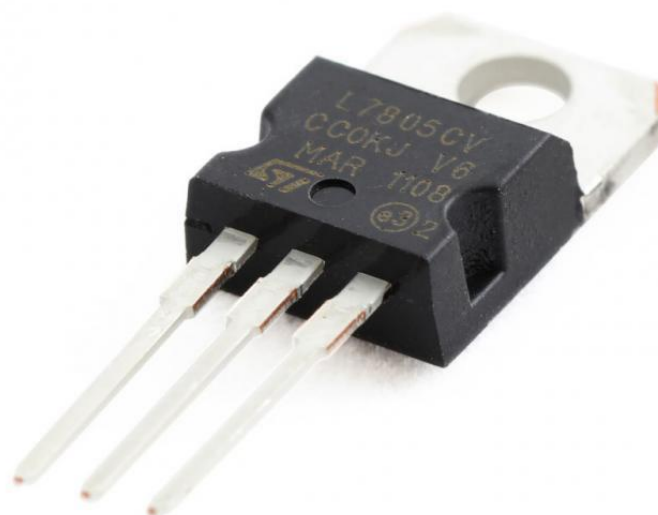


Рисунок 1.22 – 7805

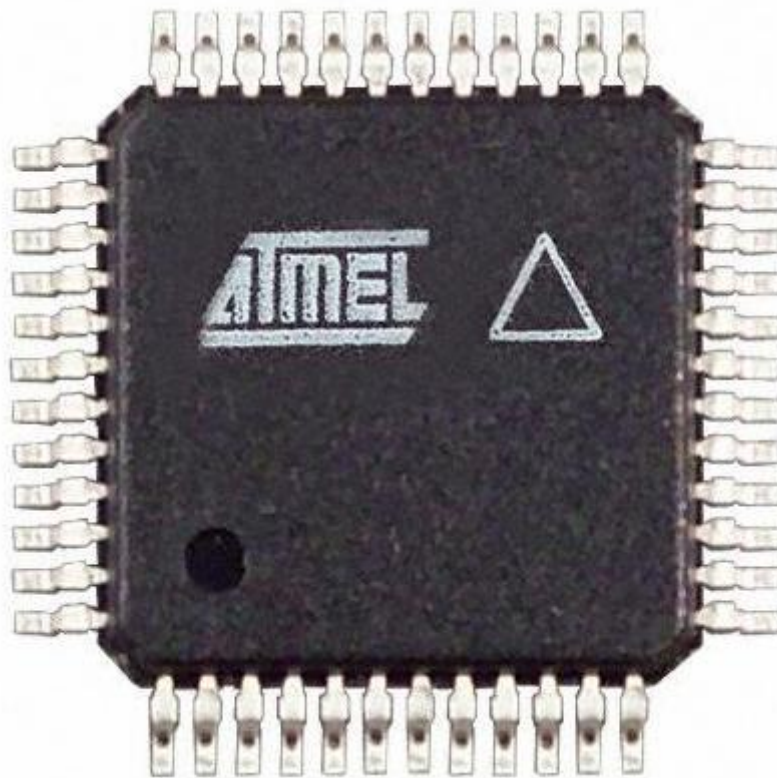


Рисунок 1.23 - AT86RF211

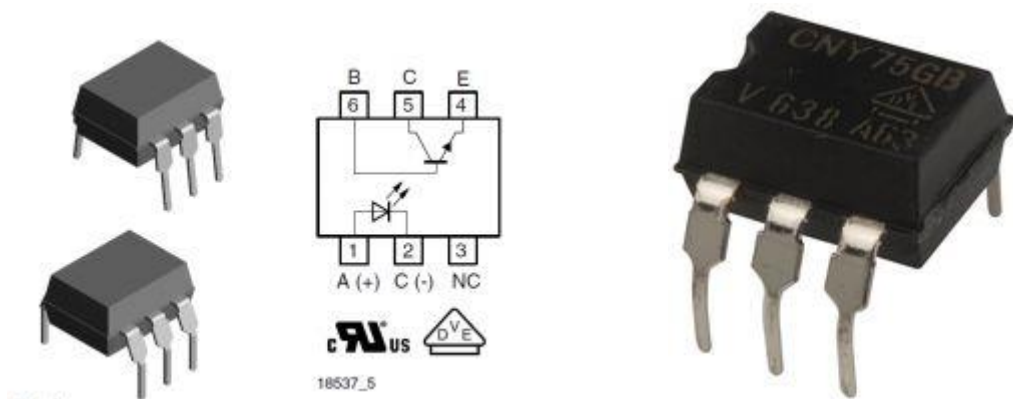


Рисунок 1.24 - CNY75GB

Серед п'єзоелектричних резонаторів обрано кварцовий компонент Z1-Z2 серії HC49/U в кількості 2 шт. та роз'єми серії PLSR в кількості 21 шт.

При виборі компонентної бази мікропроцесорного пристрою було застосовано довідникові матеріали та Ethernet-ресурси.

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

1.5 Надійність мікропроцесорного пристрою

Процедура розрахунку показника надійності здійснюється окремо для кожного елемента функціонального схеми пристрою при врахуванні температури та електричних режимів. Для цього показник інтенсивності відмови компонентів λ_{0j} коректуються при використанні поправочних коефіцієнтів.

Значення уточненої інтенсивності відмови мікросхемного компонента обчислюється з формули:

$$\lambda_{ум} = \lambda_0 \cdot K_{ce} \cdot K_p, \quad (1.8)$$

де K_{ce} – коефіцієнт, що забезпечує врахування стійкості мікросхемного компонента до розрядів статичної електрики;

K_p – коефіцієнт режиму, що забезпечує врахування впливу електричного режиму та температури;

K_n – визначається з формули:

$$K_n = \frac{U}{U_{проб}}, \quad (1.9)$$

де $U_{проб}$ – рівень напруги пробою мікросхемного компонента;

U – рівень напруги на мікросхемі.

Значення K_{ce} вибрано по рисунку В.3, $K_{ce}=1,9$, K_p – по таблиці В.3 ДСТУ 2992-95, $K_p=0,36$.

Результати обчислених значень уточненої інтенсивності відмови і коефіцієнта K_n :

$$\lambda_{ум} = 12,5 \cdot 1,9 \cdot 0,36 = 8,55 \cdot 10^{-6} \text{ (1/год)},$$

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_n = \frac{5}{20} = 0,25$$

Уточнений показник інтенсивності відмови конденсаторних компонентів обчислюється з формули:

$$\lambda_{ym} = \lambda_0 \cdot K_p \cdot K_c, \quad (1.10)$$

де K_p – коефіцієнт режиму, що є залежним від температури і електричних навантажень:

$$K_p = A \cdot \left[\left(\frac{U}{U_n \cdot N_s} \right)^H + 1 \right] \cdot \exp B \cdot \left(\frac{t + 273}{N_T} \right)^G, \quad (1.11)$$

де U, U_n – рівень робочої та номінальної напруг;

t – значення температури середовища, $^{\circ}\text{C}$;

A, N_s, H, B, N_T, G – значення постійних коефіцієнтів, що визначаються з таблиці В.11 ДСТУ 2992-95:

Компоненти	A	N_s	H	B	N_T	G
конденсаторні постійної ємності керамічні	$5,909 \cdot 10^{-7}$	0.3	3	14.3	398	1.0
конденсаторні постійної ємності паперові	$9,583 \cdot 10^{-3}$	0.4	5	2,5	358	18

K_c – коефіцієнт, що залежить від величини ємності (обирається з таблиці В.13 ДСТУ 2992-95):

Компоненти конденсаторні керамічні	$K_c = 0,4 \text{ C}^{0,12}$
Компоненти конденсаторні паперові	$K_c = 0,4 \text{ C}^{0,14}$

Обчисленні значення коефіцієнтів режиму та уточнених інтенсивностей відмови компонентів конденсаторних:

- Керамічного типу:

$$K_p = 16,8 \cdot 10^{-7} \cdot \left[\left(\frac{5}{100 \cdot 0,3} \right)^3 + 1 \right] \cdot \exp 14,3 \cdot \left(\frac{25 + 273}{398} \right) = 2,05$$

$$\lambda_{ym} = \lambda_0 \cdot K_p \cdot K_c = 9,24 \cdot 2,05 \cdot 0,4 = 7,57 \cdot 10^{-6} \text{ (1/год)}$$

- Паперового типу:

$$K_p = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot \left[\left(\frac{5}{16 \cdot 0,4} \right)^5 + 1 \right] \cdot \exp 2,5 \cdot \left(\frac{25 + 273}{358} \right)^{18} = 0,00206$$

$$\lambda_{ym} = \lambda_0 \cdot K_p \cdot K_c = 0,7 \cdot 0,00206 \cdot 0,4 = 0,000577 \cdot 10^{-6} \text{ (1/год)}$$

Значення уточненої інтенсивності відмови компонентів резисторних обчислюється з формули:

$$\lambda_{ym} = \lambda_0 \cdot K_p \cdot K_r, \quad (2.15)$$

де K_p – коефіцієнт режиму, що є залежним від показів температур і електронавантажень:

$$K_p = A \cdot \exp B \cdot \left(\frac{t + 273}{N_T} \right)^G + \left[\frac{P}{P_H \cdot N_s} \cdot \left(\frac{t + 273}{273} \right)^j \right]^H. \quad (2.16)$$

де P, P_H – значення робочої та номінальної потужностей, Вт (постійні – 0,125Вт);

t – температура середовища, С°;

A, N_s, H, B, N_T, G, J – значення постійних коефіцієнтів, що визначаються по таблиці В.18 ДСТУ 2992-95:

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тип компонента резисторного	A	B	N _T	G	N _s	J	H
Постійні недротяні метало-діелектричні	0,2600	0,5078	343	9,2780	0,8780	1,0	0,8860

K_r – коефіцієнт, що залежить від величини опору, обирається з таблиці В.19 ДСТУ 2992-95:

Тип компонента резисторного	Діапазон опору, R	Значення коефіцієнту K_r
Компоненти резисторні постійні недротяні металодіелектричні	$R \leq 100$ кОм	0,3
	100 кОм $< R \leq 1$ МОм	3,0
	$R > 1$ МОм	0,4

Обчисленні значення коефіцієнту режиму та значення уточненої інтенсивності відмови компонентів резисторних:

$$K_p = 0.26 \cdot \exp 0.5078 \cdot \left(\frac{25 + 273}{343} \right)^{9,278} + \left[\frac{1}{2 \cdot 0,878} \cdot \left(\frac{25 + 273}{273} \right) \right]^{0,886} = 0,7734$$

$$\lambda_{ym} = \lambda_0 \cdot K_p \cdot K_r = 27,73 \cdot 0,7734 \cdot 0,3 = 6,434 \cdot 10^{-6} \text{ (1/год)}$$

Показник уточненої інтенсивності відмови компонентів напівпровідникових елементів (компоненти світлодіодні, транзисторні, діодні та діодний міст) обчислюється з формули:

$$\lambda_{ym} = \lambda_0 \cdot K_p \cdot K_y, \quad (2.17)$$

де K_p – значення коефіцієнту режиму, що визначається виразом:

$$K_p = \exp[\beta(U_{np} - U_0)], \quad (2.18)$$

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\beta = 0,1 \dots 0,2$;

U_{np}, U_0 – рівень напруги споживання в граничному та нормальному режимах;

K_y – значення коефіцієнту, що забезпечує врахування впливу напруги, розраховується як:

$$K_y = \exp\left\{6 \cdot 10^3 \left| \frac{1}{298} - \frac{1}{273+t} \right| \right\}, \quad (2.19)$$

$$K_p = \exp[0,15(25-5)] = 19,69,$$

$$K_y = \exp\left\{6 \cdot 10^3 \left| \frac{1}{298} - \frac{1}{273+25} \right| \right\} = 1,$$

$$\lambda_{ym} = (12 + 12 + 4 + 33,65 + 2,1) \cdot 19,69 \cdot 1 = 1255,24 \cdot 10^{-6} \text{ (1/год)}.$$

Значення сумарної уточненої інтенсивності відмови:

$$\sum \lambda_{ym} = (8,55 + 7,57 + 0,000577 + 6,434 + 1255,24) \cdot 10^{-6} = 1277,79 \cdot 10^{-6} \text{ (1/год)}$$

Побудова залежності імовірності від значень уточнених інтенсивностей здійснено згідно формули:

$$P(t_p) = \exp(-\lambda_{ym} \cdot t_p) = 1 - \lambda_{ym} \cdot t_p. \quad (2.20)$$

Графічна залежність ймовірності безвідмовного функціонування при уточненому значенні інтенсивності відмови від часу відображено на рис.1.25.

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

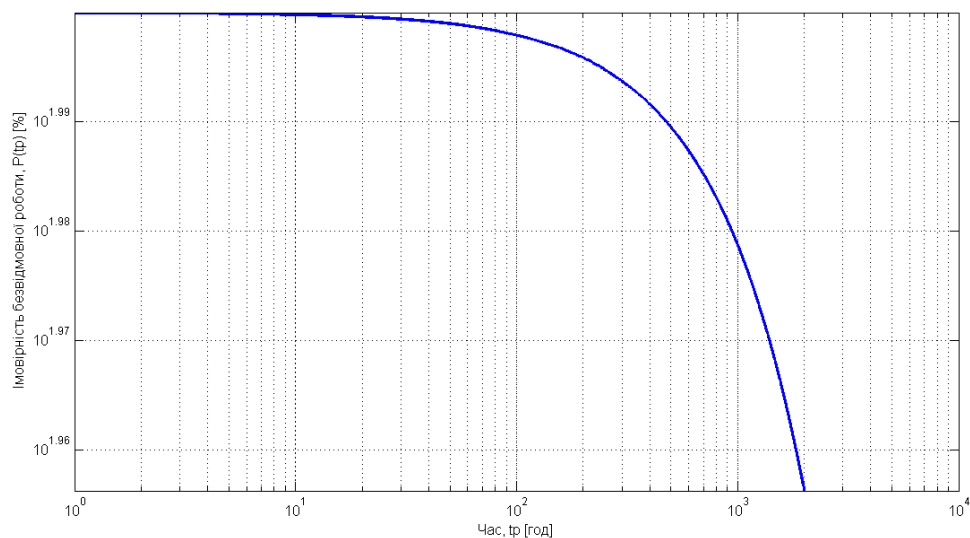


Рисунок 1.25 – Залежність зміни ймовірності безвідмовної роботи регулятора від часу

1.6 Проектування плати друкованої та вузла мікропроцесорного пристрою засобами САПР P-CAD

За рівнем ступеня складності мікропроцесорний пристрій віднесено до 5-ої групи складності, зокрема високої складності, оскільки містить до 100 активних ЕРЕ (до 50 ІМС).

Виходячи із складності проектуваного мікропроцесорного пристрою і використаної компонентної бази вибрано 2 клас точності ДП, оскільки ДП мікропроцесорного пристрою є з дискретними елементами та ІМС із показником середньої щільності монтажу, а базовим матеріалом є фольгований склотекстоліт.

При обиранні кроку сітки були наступні міркування: для 2-го класу точності за низької монтажної щільності, обрано крок 1,25 мм, оскільки на ДП будуть встановлені переважні більшість багатовивідних компонентів з кроком розташування виводів 1,25 мм і, тому усі отвори для монтажу повинні потрапляти в координатну сітку вузла.

Опираючись на вагові показники компонентів мікропроцесорного пристрою, точки кріплення ДП, умови експлуатації мікропроцесорного пристрою та інші вагомні чинники здійснено обґрунтований вибір матеріалу.

Матеріал ДП мікропроцесорного пристрою обрано по ДСТУ(ГОСТ 10316-7 і ГСТ4.010.022-85, зокрема:

- 1) Вид матеріалу - фольгований склотекстоліт.
- 2) Марка матеріалу - СФ-2-35/СФ-2-50 (СФ-2 (фольгованість двостороння)).

Вибір форми та габаритів ДП мікропроцесорного пристрою будуть встановлені лише після виконання етапу трасування з'єднань.

Монтажні центральні отвори та центри контактних площадок для виводів навісних елементів розташовують в вузлах сітки координатної.

Маркування децимального номера друкованої плати приладу і номер останньої зміни виконано елементами згідно ДСТУ 3520-97, шифром 2,5 за НО.001.00.

Маркування децимального номера мікропроцесорного пристрою здійснено в шарі Тор редактора ДП.

Для проектування схеми електричної принципової, плати друкованої та друкованого вузла приладу застосовано P-CAD.

Перелік компонентів, які наведено в додатку Б, групувано групах згідно позиційного позначення та зведено в табл. 1.8.



Таблиця 1.8 - Перелік компонентів бібліотеки створених в P-CAD

Найменування компонента	Назва посадкового місця	Тип	Позиційне позначення
1	2	3	4
MF-12	MF	Normal	R
CC4	C-L7.5-B3-U5	Normal	C
ECAP-GS	D6.3-L2.5	Normal	C
BZX55C5V6	ECAP	Normal	VD
1N4148	DIOD	Normal	VD

1	2	3	4
KI405	MIST	Normal	VD
BU807B	TO220	Normal	VT
BC548	TO98	Normal	VT
ATMEGA32	DIP40-MM	Normal	DD
AT86RF211	TRF01	Normal	DD
CNY75GB	DIP6-MM	Normal	DA
7805	TO220	Normal	DA
HLMP1600	HLMP1600	Normal	H
HC49/U	HC49/U	Normal	Z
RM85	RM85	Normal	RS
PLSR	PLSR	Normal	X
ТПП-5	TOT	Normal	T
+5B	-	Normal	PWR
GND	-	Normal	PWR

У вигляді таблиці наведено перелік усіх контактних площинок, які входять до проекту (табл. 1.9).

Таблиця 1.9 - Контактні площинки посадкових місць

Назва контактної площадки	Шари друкованої плати	Габаритні розміри площадки, мм	Діаметр отвору, мм	Елементи	Умовне позначення
1	2	3	4	5	6
0.3-1.5	Thru	0,3x0,9	-		Позначення згідно креслення
0.3-1.5	Thru	2,0x2,0	-		Позначення згідно креслення

При створенні бібліотеки елементів мінімізовано кількість типів отворів для виводів ЕРЕ за рахунок виконання отворів однакового діаметру для компонентів, які мають близькі діаметри виводів.

Вигляд створеного компонента та таблиці зв'язку між символічним та корпусним елементами в середовищі P-CAD Executive зображено на рис.1.26.

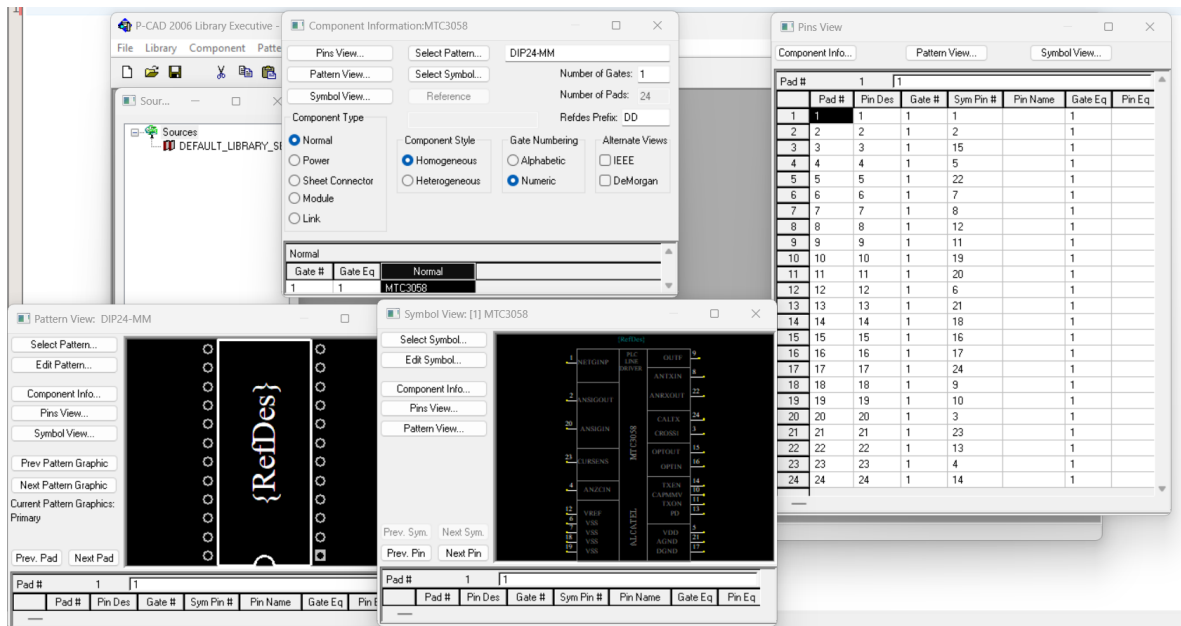


Рисунок 1.26 – Створення EPE P-CAD Executive

Модуль редактора схем P-CAD Schematic дозволяє створювати схеми із складною ієрархічною будовою та проводити аналогове і цифрове моделювання.

Після розробки схеми електричної принципової приладу здійснено процедуру генерування електричних зв'язків як передумови трасування ДП. Такий процес зображено на рис.1.27-1.28.

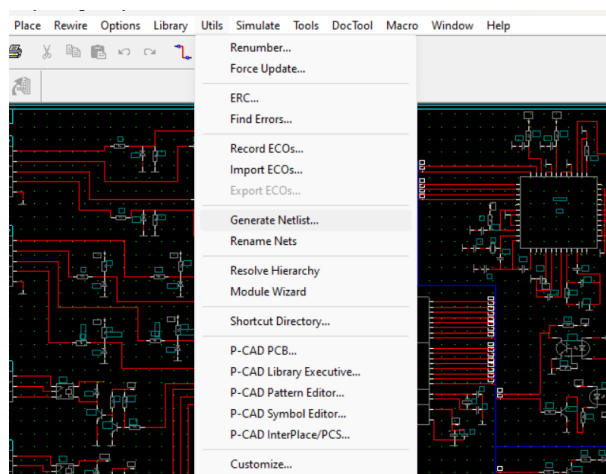


Рис.1.27. Пункт меню генерування електричних зв'язків (Utils-Generate Netlist)

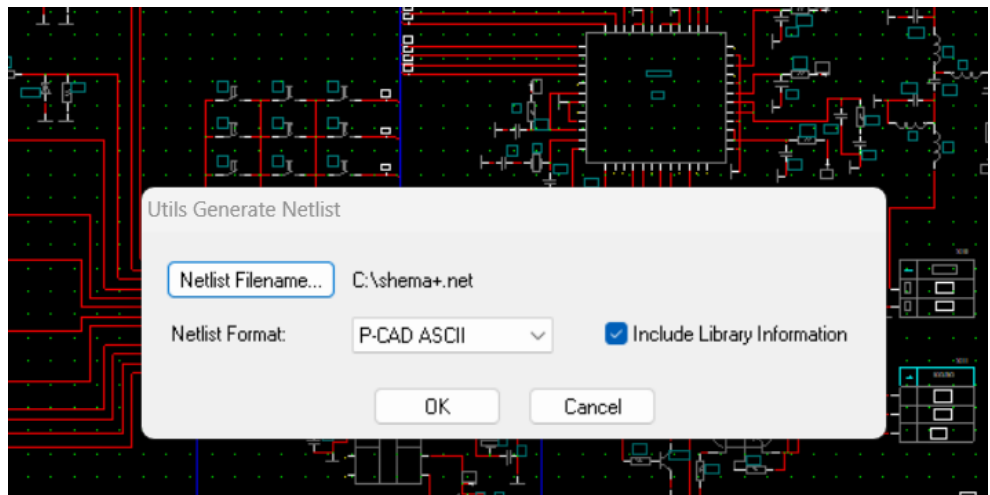


Рис.1.28. Вікно генерування електричних зв'язків між компонентами, їх корпусами

Перейшовши в середовище P-CAD PCB завантажено згенерованні електричні зв'язки між корпусами ЕРЕ шляхом вибору пункту меню Utils-Load Netlist.

Результат завантаження зв'язків зображено на рис.1.29.

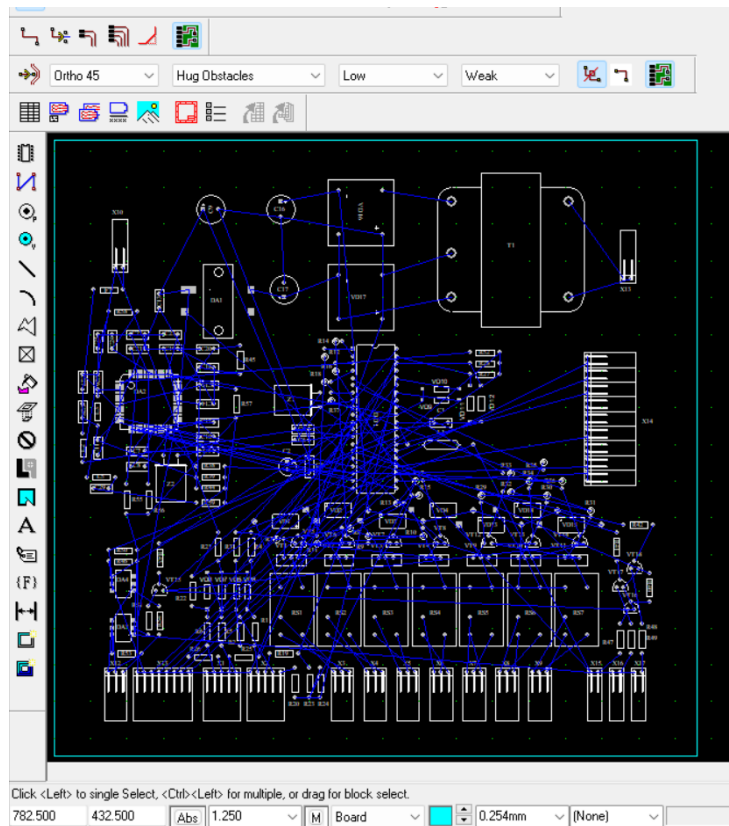


Рисунок 1.29 – Завантаженні електричні зв'язки між компонентами

					<i>СВТ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Шляхом ручного розташування та групування елементів за функціональним призначення отримано кінцевий результат компоновки ЕРЕ на ДП як зображено на рис.1.30.

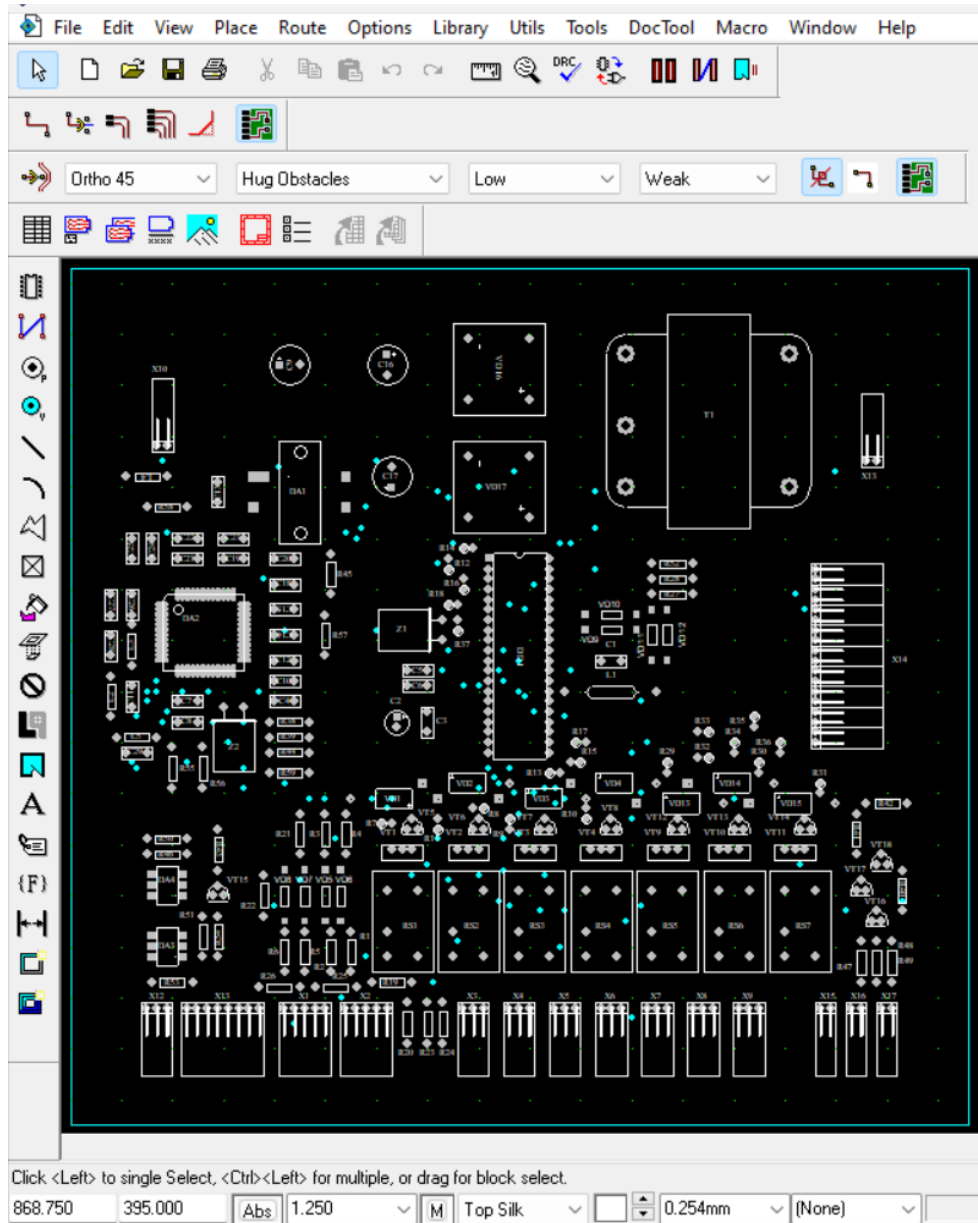


Рисунок 1.30 – Компоновання ЕРЕ на ДР

Після компоновання здійснено процес трасування друкованої плати приладу.

Перед початком виробництва плат друкованої мікропроцесорного пристрою в межах на промислового підприємства здійснюють процедуру

					<i>СВТ 2.000.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

За результатами перевірки встановлено, що попереджень та помилок не виявлено.

1.7 Висновки до розділу 1

Після аналітичного огляду відомих рішень щодо автоматизованого регулювання рівня температури встановлено, що процес проектування нового мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури є актуальним з точки зору інженерії та економіки.

Здійснено опис процесу проектування структурної схеми нового мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури з подальшим проектуванням схеми електричної принципової мікропроцесорного пристрою.

Описано процес обирання компонентної бази мікропроцесорного пристрою на підставі здійсненого параметричного синтезу вузлів схеми електричної принципової.

Обчислено показники надійності мікропроцесорного пристрою в розрізі його компонентної бази.

Описано етап проектування плати друкованої та вузла мікропроцесорного пристрою засобами САПР P-CAD.

					<i>СВТ 2.000.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						51
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

2.1 Спеціальне навчання та інструктажі працівників із питань охорони праці

Спеціальне навчання та інструктажі працівників із питань охорони праці є одним із основних принципів державної політики в галузі охорони праці і складовою системи управління охороною праці. Вони проводяться з працівниками в процесі їх трудової діяльності.

Згідно з Типовим положенням про навчання з питань охорони праці усі працівники при прийнятті на роботу і періодично в процесі роботи проходять на підприємстві навчання у формі інструктажів із питань охорони праці, вивчають правила надання першої долікарської допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правила поведінки при виникненні аварій.

Працівники, що виконують роботи підвищеної небезпеки (згідно з переліком таких робіт, що затверджується наказом Держпромгірнагляду), а також де є необхідність у професійному відборі, при прийнятті на роботу проходять попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці та періодичне навчання і перевірку знань в термін, встановлений відповідними галузевими нормативними актами, але не рідше одного разу на рік.

На промислових підприємствах України для працівників, що виконують роботи з обслуговування обладнання підвищеної небезпеки, обов'язкове курсове навчання з охорони праці (з обов'язковим іспитом), що проходить безпосередньо на виробництві за затвердженими роботодавцем і погодженими з органами Держпромгірнагляду програмами. Це роботи по обслуговуванню парових та водонагрівальних котлів, виробничих печей та інших теплових установок, устаткування, що працює під тиском, компресорів, холодильних установок, газового обладнання, електричного

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

устаткування, підйомників, підйимальних механізмів, тракторних лопат, буртоукладачів, буртоукривальних машин, автотранспорту, електрокарів, тракторів та іншого внутрішнього заводського механізованого транспорту, газоелектрозварювального обладнання, апаратів дифузії, центрифуг, кислотних та лужних установок, безтарного зберігання сировини, миття харчової сировини, такелажних, монтажних, ремонтних, навантажувально-розвантажувальних та інших робіт. Відповідальність за організацію навчання і перевірку знань на підприємстві покладається на роботодавця, а в структурних підрозділах - на керівників цих підрозділів. Контролює виконання цих завдань відділ охорони праці.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання та перевірку знань, забороняється.

Усі посадові особи, відповідно до переліку посад до початку виконання своїх обов'язків і періодично (один раз на три роки) проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Навчання посадових осіб (керівників підприємств і установ та їх заступників тощо), що безпосередньо відповідають за організацію охорони праці на підприємстві чи установі (перелік посадових осіб наведено в додатку до Типового положення про навчання з питань охорони праці), проводиться в навчальних закладах, які мають дозвіл Державного Комітету України по нагляду за охороною праці на проведення такого навчання.

На підприємствах навчання з питань охорони праці організовує відділ охорони праці підприємства, залучаючи до цього працівників відділу охорони праці та спеціалістів, що пройшли навчання і перевірку знань у навчальних закладах або в установах Держпромгірнагляду. Для перевірки знань посадових осіб і спеціалістів наказом по підприємству створюється комісія, очолювана керівником підприємства. До комісії входять керівники (їх заступники) служби охорони праці, виробничо-технічних служб,

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

представники місцевих органів державного нагляду за охороною праці, а також представники профспілкового комітету (комітетів).

Посадові особи та спеціалісти невеликих підприємств, де неможливо провести навчання та утворити комісію по перевірці знань, проходять навчання у відповідних місцевих навчальних закладах або на близьких за їх профілем виробництва підприємствах, а перевірку знань - в комісіях при місцевих органах Держпромгірнагляду.

Працівники, що не пройшли навчання і перевірку знань або при повторній перевірці показали незадовільні знання з питань охорони праці, звільняються з посади, а їх працевлаштування вирішується згідно з чинним законодавством.

Позачергова перевірка знань посадових осіб і спеціалістів проводиться в разі введення в дію або перегляду нормативних актів із питань охорони праці; введення в дію нового устаткування або нових технологічних процесів; при переведенні працівника на іншу роботу, що потребує додаткових знань із питань охорони праці; за вимогою працівника органу державного нагляду за охороною праці, в разі незнання актів про охорону праці.

2.2 Створення оптимальних комфортних умов у виробничих приміщеннях по виготовленню мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури

Створення оптимальних комфортних умов у виробничих приміщеннях по виготовленню мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури та окремих його деталей є складною задачею, вирішити яку можна наступними заходами та засобами:

- Удосконалення технологічних процесів та устаткування.
- Впровадження нових технологій та обладнання, які не пов'язані з

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідністю проведення робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення. Наприклад, заміна гарячого способу обробки металу — холодним, нагрів полум'ям — індуктивним, горнових печей — тунельними.

– Рациональне розміщення технологічного устаткування. Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі і в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення. Найкращим рішенням є розміщення тепловипромінюючого обладнання в ізольованих приміщеннях або на відкритих ділянках.

– Автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами. Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі фактори (наприклад автоматизоване завантаження печей в металургії, управління розливом сталі).

– Рациональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря. Вони є найбільш розповсюдженими способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душення широко використовується у боротьбі з перегріванням робітників в гарячих цехах.

Забезпечити нормальні теплові умови в холодний період року в надтогабаритних та полегшених промислових будівлях дуже важко і економічно недоцільно. Найбільш рациональним варіантом в цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих діляниць. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також влаштуванням повітряних і повітряно-теплових завіс на дверях і воротах.

Рационалізація режимів праці та відпочинку досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов

					<i>СВТ 2.000.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		55

для ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку – охолоджувальні альтанки, де засобами вентиляції забезпечують нормальні температурні умови.

Для робітників, що працюють на відкритому повітрі зимою, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну. Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів В якості теплоізоляційних матеріалів широко використовуються: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт.

На виробництві застосовують також захисні екрани для відгородження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом захисту щодо дії тепла екрани бувають відбиваючі, поглинаючі, відвідні та комбіновані. Хороший захист від теплового випромінювання здійснюють водяні завіси, що широко використовуються в металургії.

Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний покрій. Для роботи в екстремальних умовах застосовуються спеціальні костюми з підвищеною теплосвітловіддачею. Для захисту голови від випромінювання застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; для захисту очей – окуляри – темні або з прозорим шаром металу, маски з відкидним екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів – плащів та гумових чобіт.

Вимоги виробничої санітарії обов'язково враховують при проектуванні виробничих приміщень, процесів та технологічного обладнання. При цьому зазначається, що в процесі виробництва приладу повинні бути відсутніми або мінімальними (нижче допустимих значень):

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- виділення у повітря приміщень, атмосферу та стічні води шкідливих або з неприємним запахом речовин, а також виділення теплоти і вологості в робочих приміщеннях;

- шум, вібрація, ультразвук, електромагнітні хвилі радіочастот, статична електрика та іонізуючі випромінювання.

Відповідно до Закону України "Про охорону праці" (ст. 10) на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці, в особливих температурних умовах, в забрудненому середовищі робітникам та службовцям безплатно видаються спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту. Перелік робіт та професій, що дають право на одержання ЗІЗ, складається на основі галузевих норм адміністрацією підприємства та погоджується із місцевими органами Держгірпромнагляду по охороні праці. Порядок видачі, зберігання та використання ЗІЗ визначається НПАОП 0.00-4.01-08 "Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту" (наказ Держгірпромнагляду № 53 від 24.03.2008 р.).

Отже, дотримання вище наведених вимог забезпечать комфортні умови у виробничих приміщеннях по виготовленню приладу для реєстрації та визначення частоти дихання людини.

2.3 Висновки до розділу 2

У підрозділі з охорони праці проаналізовано питання спеціального навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників як виконують роботи з підвищеної небезпеки.

У підрозділі з безпеки в надзвичайних ситуаціях проаналізовано питання щодо створення оптимальних комфортних умов у виробничих приміщеннях по виготовленню мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури.

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В роботі представлено етапи проектування мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури.

На першому етапі проектування здійснено аналітичний огляд відомих рішень щодо автоматизованого регулювання рівня температури та встановлено, що процес проектування нового мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури є актуальним з точки зору інженерії та економіки.

На другому етапі проектування здійснено опис процесу проектування структурної схеми нового мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури з подальшим проектуванням схеми електричної принципової мікропроцесорного пристрою.

На третьому етапі проектування описано процес обирання компонентної бази мікропроцесорного пристрою на підставі здійсненого параметричного синтезу вузлів схеми електричної принципової. Обчислено показники надійності мікропроцесорного пристрою в розрізі його компонентної бази.

На останньому етапі проектування описано етап проектування плати друкованої та вузла мікропроцесорного пристрою засобами САПР P-CAD.

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.
2. ДСТУ 2992-95 Вироби електронної техніки. Методи розрахунку надійності.
3. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. Львів: УАД, 2006 – 336 с.
4. Іванов А.О. Теорія автоматичного керування: Підручник. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. 2003. 250 с.
5. Основи вимірювань та автоматизації технологічних процесів / А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, Ю.А. Бабіченко та ін. Харків: Вид-во ТОВ «С.А.М.», 2009. 616 с.
6. Розвиток математичного моделювання трафіку комп'ютерних мереж / М. О. Хвостівський, Г. М. Осухівська, Л. В. Хвостівська, Д. В. Величко // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, 14-15 травня 2020 року. Т.: ТНТУ, 2020. С. 187–188.
7. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи САПР та системного проектування складних об'єктів: Підручник/ За ред.В.І. Бикова. К.: Либідь, 2003. 272с.
8. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. Фізика. Електроніка.

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– Т. 4, Вип. 1. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. – С. 83-89. – ISSN 2227-8842.

9. Хвостівська Л.В., Осухівська Г.М., Хвостівський М. О., Шадрина Г.М (2019) Імітаційне моделювання добового пульсового сигналу для задачі верифікації алгоритмів роботи систем довготривалого моніторингу, Вісник НТУУ "КПІ"; Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування, (77), pp 66-73. doi: 10.20535/RADAP.2019.77.66-73.

10. Mathematical modelling of daily computer network traffic. Khvostivskyy, M., Osukhivska, H., Khvostivska, L., Lobur T., Velychko D, Lupenko, S., Novorushchenko, T. 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITAP 2021, Ternopil. 16 November 2021 до 18 November 2021. CEUR Workshop Proceedings. Том 3039, P.107-111.

11. ХН-W3001: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://omega.com.ua/ua/p669496973-termoregulyator-tsifrovoj-w3001.html> (дата звернення: 15.04.2023) – Назва з екрану.

12. Мікропроцесорний терморегулятор МТР-8К7: [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://microl.ua/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tp1&product_id=366&category_id=45&option=com_virtuemart&Itemid=71 (дата звернення: 15.04.2023) – Назва з екрану.

13. Терморегулятор: принцип роботи та види: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ds-electronics.com.ua/support/blog/termoregulyatory/termoregulyator-princip-raboty-i-vidy/> (дата звернення: 14.03.2023) – Назва з екрану.

14. Система автоматичного регулювання температури в офісних та виробничих приміщеннях: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.svaltera.ua/solutions/projects/8820.php>

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					СВТ 2.000.001 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедру РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ ____ ” _____ 2023 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему:

«Мікропроцесорний пристрій для автоматизованого регулювання рівня температури»

Узгоджено:
Керівник роботи
Хвостівська Л.В. _____
“ ____ ” _____ 2023р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Сух В.Т. _____
“ ____ ” _____ 2023р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: «Мікропроцесорний пристрій для автоматизованого регулювання рівня температури»

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-575 від “24” травня 2023р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Сух Владислав Томашович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є проектування приладу, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення проектуючого мікропроцесорного пристрою;
- вибір компонентної бази проектуючого мікропроцесорного пристрою;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи проектуючого мікропроцесорного пристрою;
- проектування друкованого вузла та друкованої плати проектуючого мікропроцесорного пристрою.

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

- 4.1.1 Діапазон контролюючих температур повинен бути в межах від 25°C до 38°C;
- 4.1.2 Максимальна точність підтримки температури повинна складати 0,1°C;
- 4.1.1 Похибка термометра повинна бути не більшою 1,5% від верхньої межі вимірювання;
- 4.1.1 Повинен забезпечувати одночасний контроль 8-ми об'єктів;
- 4.1.1 Можливість підключення 4 аналогових і 4 цифрових давачів;
- 4.1.1 Можливість підключення до зовнішніх пристроїв із стандартним інтерфейсом RS-232C;
- 4.1.1 Зміна похибки регульованої температури при зміні напруги живлення мережі на +10 і -15% і частоти на +2% від нормальних значень повинна не перевищувати половину значення допустимої основної похибки.

- 4.1.1 Час встановлення робочого режиму повинен не перевищувати 0,1 хв;
- 4.1.1 Живитися мікропроцесорний пристрій повинен від мережі змінного струму напругою 220 за частоти 50 Гц;
- 4.1.1 висока надійність та напрацювання на відмову ;
- 4.1.1 Вимоги до умов експлуатації повинні бути:
 - Кліматичні умови за ГОСТ 15150-69, УХЛ 4,1;
 - Температура навколишнього середовища від +10°C до + 35°C
 - Відносна вологість повітря 80 % при $t=25^{\circ}\text{C}$

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

- 5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:
- пояснювальна записка;
 - структурна схема мікропроцесорного пристрою;
 - електрична принципова схема мікропроцесорного пристрою;
 - друкована плата мікропроцесорного пристрою;
 - друкований вузол мікропроцесорного пристрою.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Розробка та затвердження технічного завдання	01.03.2023
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	14.03.2023
3	Розробка структурної схеми мікропроцесорного пристрою	25.03.2023
4	Розробка схеми електричної принципової мікропроцесорного пристрою	10.04.2023
5	Розрахунок основних вузлів у схемі мікропроцесорного пристрою	21.04.2023
6	Вибір компонентної бази мікропроцесорного пристрою	01.05.2023
7	Компоновка друкованого вузла мікропроцесорного пристрою	15.05.2023
8	Створення допоміжної документації	27.05.2023
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	02.06.2023
10	Нормоконтроль	05.06.2023
11	Перевірка на антиплагіат	
12	Попередній захист роботи	
13	Захист роботи	

Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Поз. познач.	Найменування				Кіл.	Примітка		
	Конденсатори							
C1,C3	CC4-0,1мкф				2	ETHER		
C2,C17	ECAP-GS-16B-10мкФ				2	Cap Xon		
C4-C6	CC4-22пф				3	ETHER		
C7,C11	CC4-5мкф				2	ETHER		
C8,C10	CC4-22пф				2	ETHER		
C9,C16	ECAP-GS-16B-100мкФ				2	Cap Xon		
C12,C14	CC4-0,1мкф				2	ETHER		
C13	CC4-5мкф				1	ETHER		
C15	CC4-5мкф				1	ETHER		
C18-C20	CC4-0,1мкф				3	ETHER		
C21-C23	CC4-5мкф				3	ETHER		
C24,C25	CC4-0,1мкф				2	ETHER		
C26	CC4-10пф				1	ETHER		
C27-C29	CC4-100пф				3	ETHER		
	Мікросхеми							
DA1	7805				1	STMicro		
DA2	AT86RF211				1	Atmel		
DA3,DA4	CNY75GB				2	Vishay		
DD1	ATMEGA32				1	Atmel		
					СВТ 2.000.001 ПЕЗ			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	Мікропроцесорний пристрій для автоматизованого регулювання рівня температури Перелік елементів	Лім.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Сух В.Т.					1	4
Перевір.		Хвостівська						
Н. контр.		Паляниця Ю						
Затвердив		Дунець В.Л.						
Рецензент		Яворська Є.						
						ТНТУ, ФПТ, гр. РАс-41		

Поз. познач.	Найменування				Кіл.	Примітка
	Світлодіоди					
H1-H3	GNL-5013 LRD-B				3	G-NOR
	Котушки					
L1	21 нГн, 10%				1	
L2	20 нГн, 10%				1	
L3	30 нГн, 10%				1	
L4	25 нГн, 10%				1	
L5	10 нГн, 10%				1	
	Резистори					
R1-R11	MF-12-0.125-10кОм±5%				11	TEN
R12,R14	MF-12-0.125-4,7кОм±5%				2	TEN
R13,R15	MF-12-0.125-10кОм±5%				2	TEN
R16,R18	MF-12-0.125-4,7кОм±5%				2	TEN
R17,R34	MF-12-0.125-10кОм±5%				2	TEN
R19,R20	MF-12-0.125-10кОм±5%				2	TEN
R21,R22	MF-12-0.125-2,2кОм±5%				2	TEN
R23-R26	MF-12-0.125-10кОм±5%				2	TEN
R27,R28	MF-12-0.125-2,2кОм±5%				2	TEN
R29-R32	MF-12-0.125-10кОм±5%				4	TEN
R33,R35	MF-12-0.125-4,7кОм±5%				1	TEN
R36	MF-12-0.125-10кОм±5%				1	TEN
R37-R39	MF-12-0.125-4,7кОм±5%				3	TEN
R40-R43	MF-12-0.125-91кОм±5%				4	TEN
R44	MF-12-0.125-4,7кОм±5%				1	TEN
R45,R52	MF-12-0.125-1кОм±5%				2	TEN
					СВТ 2.000.001 ПЕЗ	
Змн.	Арк..	№ докум	Підпис	Дата	Арк. 2	

			Позначення	Назва	Кіл.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			СВТ 2.000.001 СК	Складальне креслення	1	
				<u>Деталі</u>		
A1	1		СВТ 7.103.001	Плата друкована	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Інші вироби		
				Конденсатори		
		2		СС4-0,1мкф	2	С1,С3
		3		ЕСАР-GS-16В-10мкФ	2	С2,С17
		4		СС4-22пф	3	С4-С6
		5		СС4-5мкф	2	С7,С11
		6		СС4-22пф	2	С8,С10
		7		ЕСАР-GS-16В-100мкФ	2	С9,С16
		8		СС4-0,1мкф	2	С12,С14
		9		СС4-0,1мкф	2	С1,С3
		10		СС4-5мкф	1	С13
		11		СС4-5мкф	1	С15
		12		СС4-0,1мкф	3	С18-С20
		13		СС4-5мкф	3	С21-С23

					КВТ 2.000.001			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб.		Сух В.Т.			Друкований вузол мікропроцесорного пристрою для автоматизованого регулювання рівня температури Специфікація	Лім.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Хвостівська					1	3
Н. контр.		Паляниця Ю				ТНТУ, ФПТ, гр. РАС-41		
Затвердив		Дунець В.Л.						
Рецензент		Яворська Є.						

