

ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: ЦИФРОВИЙ КОНТРОЛЕР ТЕРМОСТАТУ

Студента 2 - го курсу магістратури
напряму підготовки:

171 електронні пристрої та системи

Богдан ПОПОВИЧ.

(прізвище та ініціали)

Керівник Олександр СПЕСИВИХ.

(прізвище та ініціали)

доцент.кф-м.наук

(посада, вч. звання, наук.ступінь)

Національна оцінка _____

Кількість балів: _____

Оцінка ECTS _____

Члени комісії:

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
Ужгородський національний університет
Інженерно-технічний факультет
Кафедра електронних систем

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПISKA

на кваліфікаційну роботу магістра

на тему:

ЦИФРОВИЙ КОНТРОЛЕР ТЕРМОСТАТУ

Студента групи ЕС: Богдана ПОПОВИЧА ()

Керівник проекту: доц. Олександр СПЕСИВИХ ()

РЕФЕРАТ

Дана магістерська кваліфікаційна робота містить: сторінок -93 , рисунків - 37, таблиць - 10, джерел літератури- 33.

Об'єкт розробки: Цифровий контролер термостату.

Мета дослідження: провести розрахунки відповідно до вимог до магістерських робіт та розробити відповідну документацію. Розробити цифровий контролер термостату.

Робота містить огляд літератури і аналіз пристроїв даного типу та загальних принципів їх побудови.

Загальний опис пророблених робіт:

Конструкторський розділ містить розробку принципової та структурної електричної схеми, розрахунки основних функціональних вузлів.

Конструкторсько-технічний розділ включає розрахунок теплотехнічних характеристик пристрою та ймовірності безвідмовної роботи пристрою протягом певного часу.

Розділ техніко-економічного обґрунтування містить розрахунок ціни приладу.

Розділ про заходи з охорони праці і техніки безпеки, містить основні питання охорони праці при виготовленні приладу.

Ключові слова: ТЕМПЕРАТУРА, ВОЛОГІСТЬ, ЦИФРОВИЙ КОНТРОЛЕР, ЕНЕРГІЯ, ТЕПЛО, ГІСТЕРЕЗИС

ABSTRACT

Master's thesis contains: pages - 93; figures - 37, tables - 10; sources of literature - 33.

Object of development - Digital thermostat controller.

The purpose of the study is make calculations in accordance with the requirements for master's theses and to develop relevant documentation. Develop a digital thermostat controller.

The work includes a review of the literature and an analysis of devices of this type and the general principles of their construction.

The design section contains the development of a basic and structural electrical circuit, calculations of the main functional nodes.

The design and technical section includes the calculation of the thermal characteristics of the device and the probability of the device's trouble-free operation during a certain time.

The section of technical and economic justification contains the calculation of the price of the device.

The section on occupational health and safety measures contains the main issues of occupational health and safety in the manufacture of the device.

Keywords: TEMPERATURE, HUMIDITY, DIGITAL CONTROLLER, ENERGY, HEAT, HYSTERESIS

Ужгородський національний університет

Інженерно-технічний факультет

Кафедра електронних систем

Освітньо-кваліфікаційний рівень "МАГІСТР"

Спеціальність 171 - Електроніка

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

к.ф.-м.н., доц. Тарас ЗАЯЦЬ

"___" _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студенту Поповичу Богданові Васильовичу

1. Тема роботи: Цифровий контролер термостату.

Затверджена на засіданні кафедри (протокол №__ від «___» _____ 2022 року)

2. Термін закінчення роботи: «___» _____ 2022 року.

3. Вихідні дані до роботи.

1. Провести пошук аналогів та порівняльний аналіз переваг цифрових контролерів термостатів. Проаналізувати переваги та недоліки різних аналогів об'єкта проектування.

Забезпечити наступні характеристики цифрового контролера термостату:

1. Напруга живлення, (постійний струм)	5В ... 10В;
2. Напруга живлення, (змінний струм), 50 Гц	230 В;
3. Потужність навантаження, не більше	2.3 КВт;
4. Тип навантаження	активне;
5. Коефіцієнт потужності навантаження, не більше	0,5;
6. Кількість датчиків температури	1;
7. Точність вимірювання датчика температури, не менше	±0.5°C
8. Діапазон вимірювання датчика температури	-10 °C...+85 °C;
9. Тип виходу датчика температури	цифровий;
10. Кількість датчиків вологості повітря	1;
11. Точність вимірювання датчика вологості повітря, не менше	±5%;
12. Діапазон вимірювання датчика вологості повітря	5% - 95%;
13. Тип виходу датчика вологості повітря	цифровий;
14. Тип мікроконтролера	AVR;
15. Тип індикатора	7-сегментний, LED;
16. Тип інтерфейсу для зв'язку з ПК	USB.

4. Зміст роботи (перелік питань, що підлягають розробці).

Вступ.

1. Огляд та аналіз аналогів об'єкта проектування.

2. Проектно-конструкторський розділ.

2.1. Розробка структурної схеми;

2.2. Синтез принципової схеми;

- 2.3. Розрахунки та моделювання;
3. КОНСТРУКТОРСЬКО – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ;
- 3.1. Проектування та розрахунок друкованої плати;
- 3.2. Теплові характеристики пристрою;
- 3.3. Розрахунок характеристик надійності пристрою;
4. Висновки.
5. Перелік посилань.
6. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 - 6.1. Структурна (функціональна) електрична схема
 - 6.2. Електрична принципова схема.
 - 6.3. Друкована плата.
 - 6.4. Складальне креслення
 - 6.5. Перелік елементів.
5. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
		доц. Спесивих О.О.	
Нормоконтроль			

Дата видачі завдання « _____ » 2022 року.

Керівник роботи _____ (доц. Спесивих О.О.)
(підпис)

Завдання прийняв на виконання _____ (Попович Б.В.)
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів виконання КБР	Термін виконання етапів	Примітки
1.	Огляд та аналіз аналогів об'єкта досліджень.		
2.	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції.		
3.	Синтез структурної та принципової схем, їх розрахунок.		
4.	Розробка друкованої плати та складального креслення		
5.	Виготовлення конструкторської документації.		
6.	Оформлення магістерської курсової роботи		
7.	Захист на державній екзаменаційній комісії.	Згідно з графіком захисту	

Студент _____ (Попович Б.В.)
(підпис)

Керівник роботи _____ (доц. Спесивих О.О.)
(підпис)

Зміст

	Ст.
ВСТУП.....	9
1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ’ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ.....	11
2. ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	30
2.1. Розробка структурної схеми.....	30
2.2. Синтез принципової схеми.....	32
2.3. Розрахунки та моделювання.....	34
3. КОНСТРУКТОРСЬКО – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	39
3.1. Проектування та розрахунок друкованої плати.....	39
3.2. Теплові характеристики пристрою.....	46
3.3. Розрахунок характеристик надійності пристрою.....	50
4. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ.....	72
4.1. Розрахунок собівартості приладу.....	72
5. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	80
5.1. Загальні питання безпеки праці.....	80
5.2. Клімат виробничих приміщень.....	84
5.3. Охорона праці при складально-монтажних роботах в процесі виготовлення приладу.....	86
5.4 Охорона праці при виробничих випробуваннях приладу.....	88
ВИСНОВКИ.....	89
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	90

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Попович Б.В.			Цифровий контролер термостату Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів		Спесивих О.О.				У	7	93
Т. контр.						УжНУ, ІТФ, 2м курс група ЕС		
Н.Контр.		Спесивих О.О.						
Затвердив		Заяць Т.М.						

ДОДАТКИ

Додаток 1. Схема електрична структурна (МКР. ЕС. 17050018.001.000 Е1)

Додаток 2. Схема електрична принципова (МКР. ЕС. 17050018.001.000 Е3)

Додаток 3. Перелік елементів (МКР. ЕС. 17050018.001.000 ПЕ3)

Додаток 4. Плата друкована (МКР. ЕС. 17050018.001.000 ПД)

Додаток 5. Складальне креслення (МКР. ЕС. 17050018.001.000 СК)

Додаток 5. Специфікація (МКР. ЕС. 17050018.001.000)

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

ВСТУП

В багатьох галузях науки та техніки, а також в народному господарстві необхідним процесом є підтримання сталої температури. Термостатами називають прилади для підтримання постійної температури.

Ймовірно, найперші зареєстровані зразки приладів для термостатного керування були створені голландським новатором Корнелісом Дреббелем (1572–1633) приблизно в 1620 році в Англії. Він винайшов ртутний термостат для регулювання температури в інкубаторі для курчат. Це один із перших зареєстрованих пристроїв зі зворотним зв'язком.

Сучасне керування термостатом було розроблено в 1830-х роках Ендрю Уре (1778–1857), шотландським хіміком, який винайшов біметалевий термостат. Тогочасним текстильним фабрикам для оптимальної роботи потрібна була постійна й стабільна температура, тому для досягнення цього Уре розробив біметалевий термостат, який згинався, коли один із металів розширювався у відповідь на підвищення температури, і припиняв подачу енергії.

Уоррен Сеймур Джонсон (1847–1911) з Віконсина запатентував біметалевий кімнатний термостат у 1883 році, а через два роки подав патент на першу багатозонну термостатичну систему керування. Альберт Буц (1849–1905) винайшов електричний термостат і запатентував його в 1886 році.

Одним із перших промислових застосувань термостата було регулювання температури в інкубаторах для птиці. Чарльз Хірсон, британський інженер, сконструював перший сучасний інкубатор для яєць, який почали використовувати на птахофабриках у 1879 році. Інкубатори оснащені точним термостатом для регулювання температури, щоб точно імітувати природне висиджування яйця.

Термостат — це компонент регулювального пристрою, який визначає температуру фізичної системи та виконує дії, щоб температура системи підтримувалася поблизу бажаного заданого значення.

Термостати використовуються в будь-яких пристроях або системах, які нагрівають або охолоджують до заданої температури, наприклад, опалення будівель, центральне опалення, кондиціонери, системи опалення, вентиляції та

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

кондиціонування, водонагрівачі, а також кухонне обладнання, включаючи печі та холодильники, медичні та наукові інкубатори. У науковій літературі ці пристрої часто класифікуються як термостатично керовані навантаження.

Термостат працює як пристрій керування "замкнутим контуром", оскільки він намагається зменшити похибку між бажаною та виміряною температурами. Іноді термостат поєднує в собі як чутливі, так і керувальні елементи керованої системи, наприклад, в автомобільному термостаті.

[1]

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ АНАЛОГІВ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

Термостат (також часто зустрічається термін – терморегулятор) є одним з приладів, що дозволяють ефективно використовувати енергію.

Термостат здійснює контроль, вмикаючи та вимикаючи пристрої нагрівання чи охолодження, або регулюючи потік рідини, що передає тепло, щоб підтримувати правильну температуру. Термостат часто може бути основним блоком керування системою опалення чи охолодження, починаючи від контролю навколишнього повітря до керування охолоджувальною рідиною автомобіля. Термостати використовуються в будь-якому пристрої або системі, яка нагріває або охолоджує до заданої температури. Приклади включають опалення будівель, центральне опалення та кондиціонери, кухонне обладнання, таке як печі та холодильники, а також медичні та наукові інкубатори.

За принципом спрацьовування електричні термостати можна класифікувати:

- *Біметалеві, механічні термостати*: реєстрація зміни температури відбувається через зміну форми біметалевої пластини, яка механічно пов'язана з контактною групою;

- *Електронні термостати*: температурні зміни реєструються напівпровідниковим датчиком, частіше термопарою, датчиком генерується електричний сигнал, який реєструється електронним контролером;

- *Інші термостати*: зміна температури також може реєструватися через зміну випромінювальних властивостей матеріалу, зміну об'єму рідини і т.д.

Механічні терморегулятори

Такий тип пристроїв відрізняється надійністю роботи і простотою конструкції. Зручно їх використовувати в тих випадках, коли потрібне постійне підтримання температури на одному рівні. Недоліком є те, що потрібно вручну вимкнути або ввімкнути прилад. Кожен раз доводиться обертати ручку налаштування температури, тому робити це не дуже зручно.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Цифрові термостати

Переваги над електромеханічними термостатами:

- Задати час до включення дозволяє вбудований таймер;
- Гістерезис температур можливо виставити більш точно;

Прості цифрові термостати теж не дуже зручні, навіть попри незаперечні переваги перед електромеханічними пристроями. У моделях з таймерами потрібно кожен раз вручну виставляти час до включення, а в інших – вручну вибирати режим охолодження або обігріву.

Програмовані терморегулятори

Більш досконалий варіант цифрового термостата це – термостат з програматором. Його функціональність значно розширена у порівнянні з простими цифровими термостатами:

- можливість для вводу в терморегулятор графіків відключення і включення на певний проміжок часу;
- можливість автоматичного оптимального вибору в конкретних умовах, в залежності від умов: постійне охолодження, постійний нагрів, а також економічний режим;
- статистика енергоспоживання;
- деякі терморегулятори мають унікальні функції роботи в нестандартних умовах, наприклад, коли на заданий час потрібно вимкнути терморегулятор, щоб уникнути нераціонального використання енергії;
- у деяких терморегуляторів є такі функції як програмування через безпроводні мережі (наприклад, через Wi-Fi).

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Аналоги об'єкта проєктування

Аналог 1. Регулятор температури і вологості з датчиком DHT22 (DHT11)

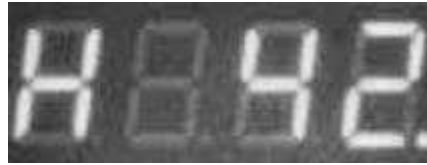


Рис. 1. Приклад показників на семисегментному індикаторі (вологість) [2]

Температура: - 40°C +80°C (0°C +50°C)

Вологість: 0% 100% (20% 85%)

+ циклічний таймер

Функціональні властивості програми при роботі з датчиком **DHT11**.

Канал, температура **DHT11**:

- Діапазон вимірюваних температур 0 °C до +50 °C.
- Зона дії термостата 5 °C до +40 °C.
- Дельта гістерезису 1°C до 5 °C.
- Крок установки термостата 1 °C.
- Вихід на виконавче реле (охладжувач або нагрівач)

Канал, вологість **DHT11**:

- Діапазон вимірювання вологості від 20% до 85%.
- Зона дії регулювання вологості від 20% до 75%.
- Дельта гістерезису від 1% до 5%.
- Крок встановлення вологості 1%.
- Вихід на виконавче реле (зволожувач або осушувач)

Функціональні властивості при роботі з датчиком **DHT22**.

Канал, температура **DHT22**:

- Діапазон вимірюваних температур -40 °C до +80 °C.
- Зона дії термостата 5.0 °C до +75.0 °C.
- Дельта гістерезису 0.1°C до 5.0 °C.
- Крок установки термостата 0.1 °C.
- Вихід на виконавче реле (охладжувач або нагрівач)

Канал, вологість **DHT22**:

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- Діапазон вимірювання вологості від 0% до 100%.
- Зона дії регулювання вологості від 5% до 95%.
- Дельта гістерезису від 0.1% до 5.0%.
- Крок встановлення вологості 0.1%.
- Вихід на виконавче реле (зволожувач або осушувач)

Циклічний таймер:

- Пауза від 1-ї хвилини До 24-х годин.
- Вмикання навантаження (порт PC3) від 1-ї секунди до 900 сек. (15 хвилин).
- Встановлення одного з параметрів (пауза в хвилинах або вмикання в секундах) таймерів в “0” не вмикає порт PC3 ніколи.

Схема.

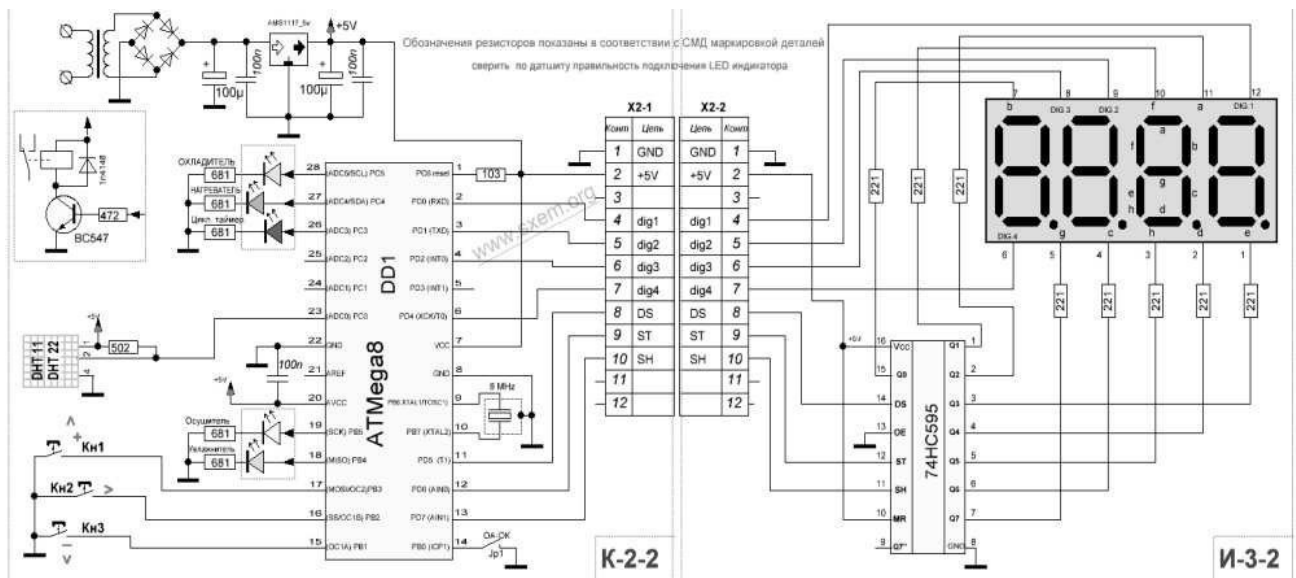


Рис. 2. Схема електрична принципова регулятора температури і вологості з датчиком DHT22 [2]

Відображення на дисплеї вимірюваної температури/вологості має декілька комбінацій перегляду:

- Почергова(циклічна) черговість виводу інформації температури і вологості на екран, цей інтервал можна задати в меню налаштувань.
- Одночасне відображення температури та вологості, вибір відображення викликається кнопкою **Кн1** (на індикаторі відображення цілими числами).

- Постійно на LED індикаторі тільки температура або вологість, вибір здійснюється кнопкою **Кн3**.

Настройка порогів температури, вологості і циклічного таймера відбувається за допомогою трьох кнопок.

1. Якщо натиснути на кнопку **Кн2** (вперше натиснути не менше 2-х секунд) відбудеться вхід в меню установки порога температури, значення встановлюється кнопками **Кн1** або **Кн3**.
2. Якщо повторно короткочасно натиснути кнопку **Кн2**, відбудеться вхід в меню установки гістерезису температури.
3. Якщо ще один раз короткочасно натиснути **Кн2** відбудеться вхід в меню встановлення порогу вологості.
4. Наступний раз якщо короткочасно натиснути кнопку **Кн2**, відбудеться вхід в меню встановлення дельти гістерезису вологості.
5. Далі по черзі вхід в меню встановлення часу циклічного таймера, паузи “п” (у хвилинах – годинах) і час ввімкнення керування навантаженням на РС3 “u” (в секундах).
6. Меню налаштування ротації показників на LED індикаторі “г” в секундах.

Зміна значень, кнопками **Кн1** або **Кн3**.

Вихід з меню налаштувань автоматично по проходженню 10 секунд неактивності кнопок керування, або якщо натиснути кнопку **Кн2** більше 2х секунд.

Всі установки зберігаються в EEPROM мікроконтролера.

Тип LED індикатора з загальним катодом або анодом, вибирається перемичкою (порт МК PB0, (розімкнуто загальний катод))

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

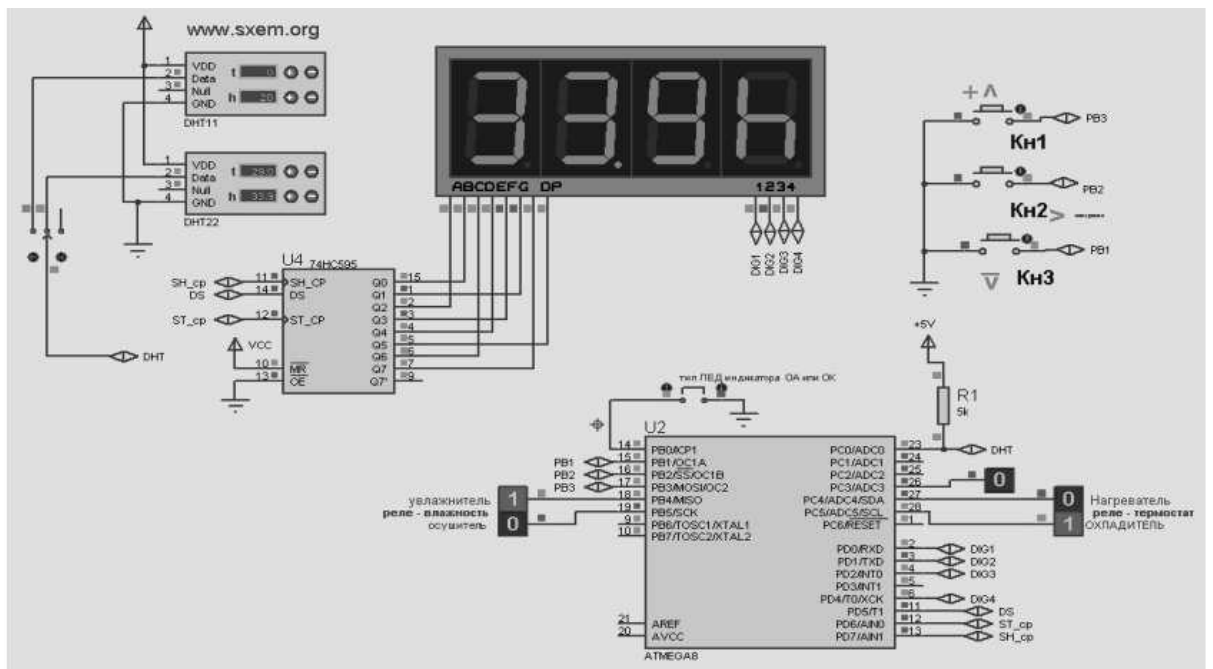


Рис. 3. Відлагодочна схема в Proteus [2]

Аналог 2. Цифровий термометр-гігростат для вентилятора

Цей пристрій призначений для увімкнення витяжного вентилятора, якщо величина вологості в приміщенні перевищила встановлені значення. Схема приладу показана рис. 4.

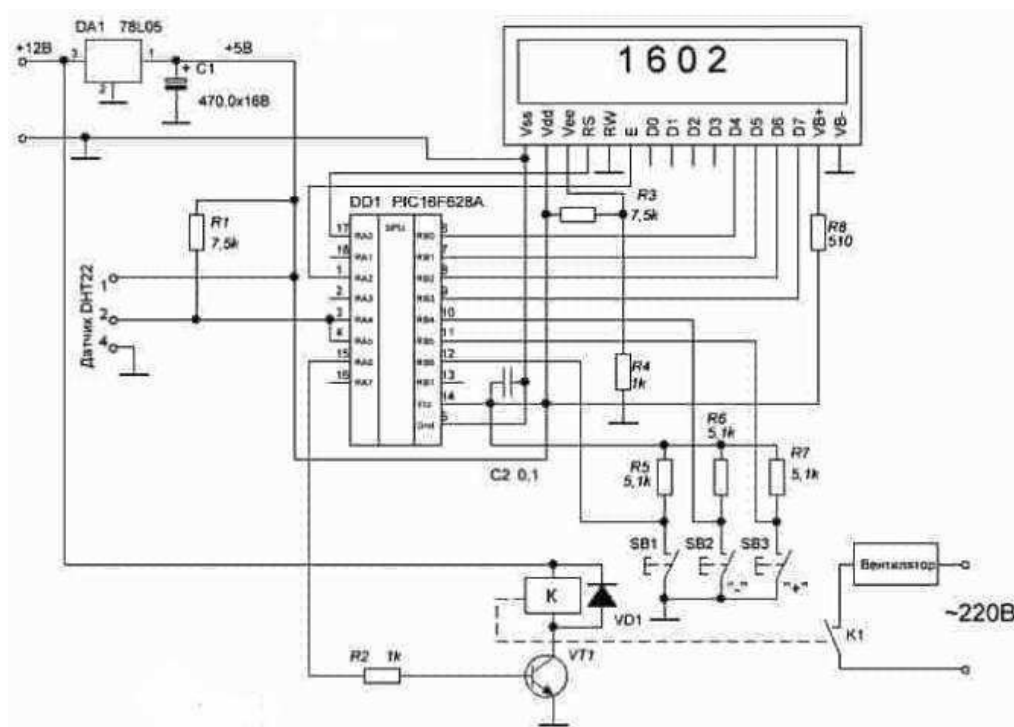


Рис. 4. Схема електрична принципова цифрового термометра-гігростата для вентилятора [3]

Основою схеми є мікроконтролер PIC16F628A із відповідною програмою. Живиться схема постійною напругою дванадцять вольт. Ця напруга потрібна для живлення виконавчого реле. Сам мікроконтролер живиться від стабілізованої напруги п'ять вольт, що знімається з виходу мікросхемного стабілізатора DA1. Як датчик температури та вологості використовується датчик DHT22. Цей датчик дорожчий за DHT11, але є більш точним. Тип комутувального транзистора VT1 залежить від робочого струму реле, що застосовується.

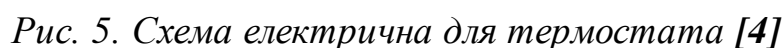
Температура на індикатор коректно виводиться лише області позитивних значень. Діапазон виміру вологості знаходиться від 0,1 до 99,9%. Встановлення необхідного значення підтримки вологості здійснюється за допомогою кнопок SB2 – зменшення та SB3 – збільшення. При натисканні на кнопку SB1 на дисплеї змінюється напис "Humidity" - вологість на напис "Hysteresis" - гістерезис, і тепер тими ж кнопками SB2 і SB3 можна буде виставити необхідну величину гістерезису включення/відключення вентилятора. Діапазон можливих значень гістерезису від 0,1 до 25,5%. Кнопки мають бути нормально розімкненими.

Аналог 3. Схема термостату

Пропонується проста схема пристрою для підтримки постійної температури, без мікроконтролерів і дорогих деталей.

Багато сучасних схем термостатів зібрані на основі процесорів. Ось проста, але дуже точна електросхема управління, яка може бути використана в пристроях, де потрібний автоматичний температурний контроль. Схема включає реле, операційний підсилювач та датчик температури LM35DZ. Коли LM35DZ виявляє, що температура стала вищою за заданий рівень (значення налаштовується VR1), реле спрацьовує. Коли температура падає нижче за задану - реле буде знеструмлено. Термостат може бути підключений до будь-якої мережі змінного чи постійного струму 12 В – блок живлення або батарея. Струм споживання близько 100 мА.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



CLM35H від -55 °C до +150 °C

Основа пристрою – датчик температури LM35DZ. Вихідна напруга змінюється лінійно з температурою від 0 (0 °C) до 1000 mV (100 °C). Це значно спрощує проектування схеми термостата, тому що нам потрібно лише забезпечити точність опорної напруги (TL431) та точність компаратора (A1 LM358) для побудови повного термоджерелованого комутатора. Підстроювальний резистор (VR1) та резистор (R3) створюють дільник напруги, який встановлює опорну напругу (V_{ref}) в межах 0V - 1.62V. Компаратор (A1) порівнює опорну напругу V_{ref} (VR1) з вихідною напругою датчика температури LM35DZ і вирішує, чи варто включити або знеструмити реле. Мета R2 - формувати гістерезис, який допомагає запобігти брязкоту реле. Гістерезис обернено

MKP.EC.17050018.001.000. ПЗ

пропорційний значенню опору R2.

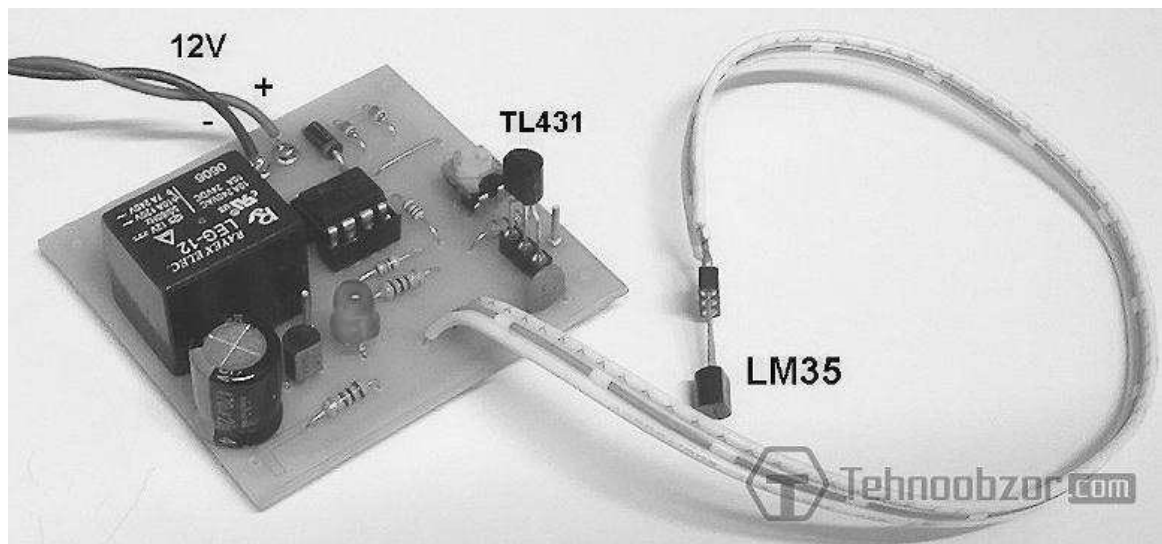


Рис. 6. Друкована плата термостата з встановленими на неї радіоелементами [4]

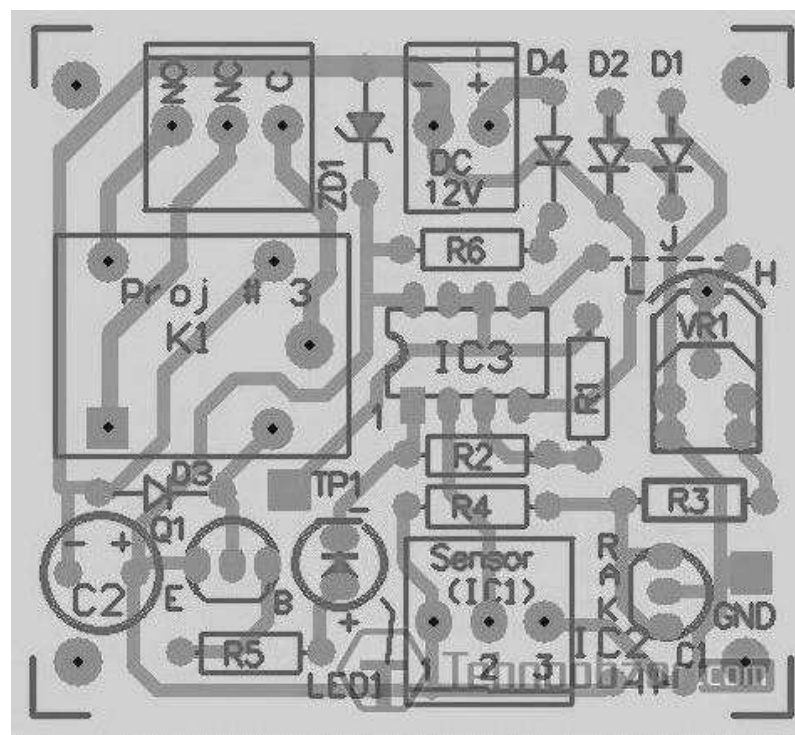


Рис. 7. Друкована плата термостата [4]

Список деталей термостата:

IC1: LM35DZ датчик температуры.

IC2: TL431 +2.5В джерело опорної напруги.

IC3: LM358 Подвійний операційний підсилювач

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

LED1 3 мм світлодіод.

Q1: малопотужний PNP-транзистор A1015.

D1, D2 : 1N4148 кремнієві діоди

D3, D4 : 1N4001 випрямні діоди

ZD1: стабілітрон на 13 В, 400 mW

Підстроювальний резистор : 2.2 К

Реле на 12 вольт.

Резистори:

R1 : 10 К; R2: 4,7 МОм; R3: 1.2 К; R4 : 1 К; R5 : 1 К; R6 : 33 Ом.

Конденсатори:

C1 : 0.1 мкФ керамічний; C2 : 470 мкФ електролітичний

Аналог 4. Схема терморегулятора з РК екраном

Наводиться принципова схема перевіреного терморегулятора - термостата, що працює під керуванням мікроконтролера.

Терморегулятори застосовуються в теплицях, для підігріву підлоги, підтримки температури води та повітря в заданих межах. Всупереч тому, що є десятки простих схем, на операційному підсилювачі та парі транзисторів, для управління дорогим обладнанням бажано використовувати більш серйозні схемні рішення, що мають у своїй основі контролер та всі необхідні алгоритми захисту від нештатних ситуацій. Цей терморегулятор працює спільно з рідкокристалічним екраном. Принципова схема нижче.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

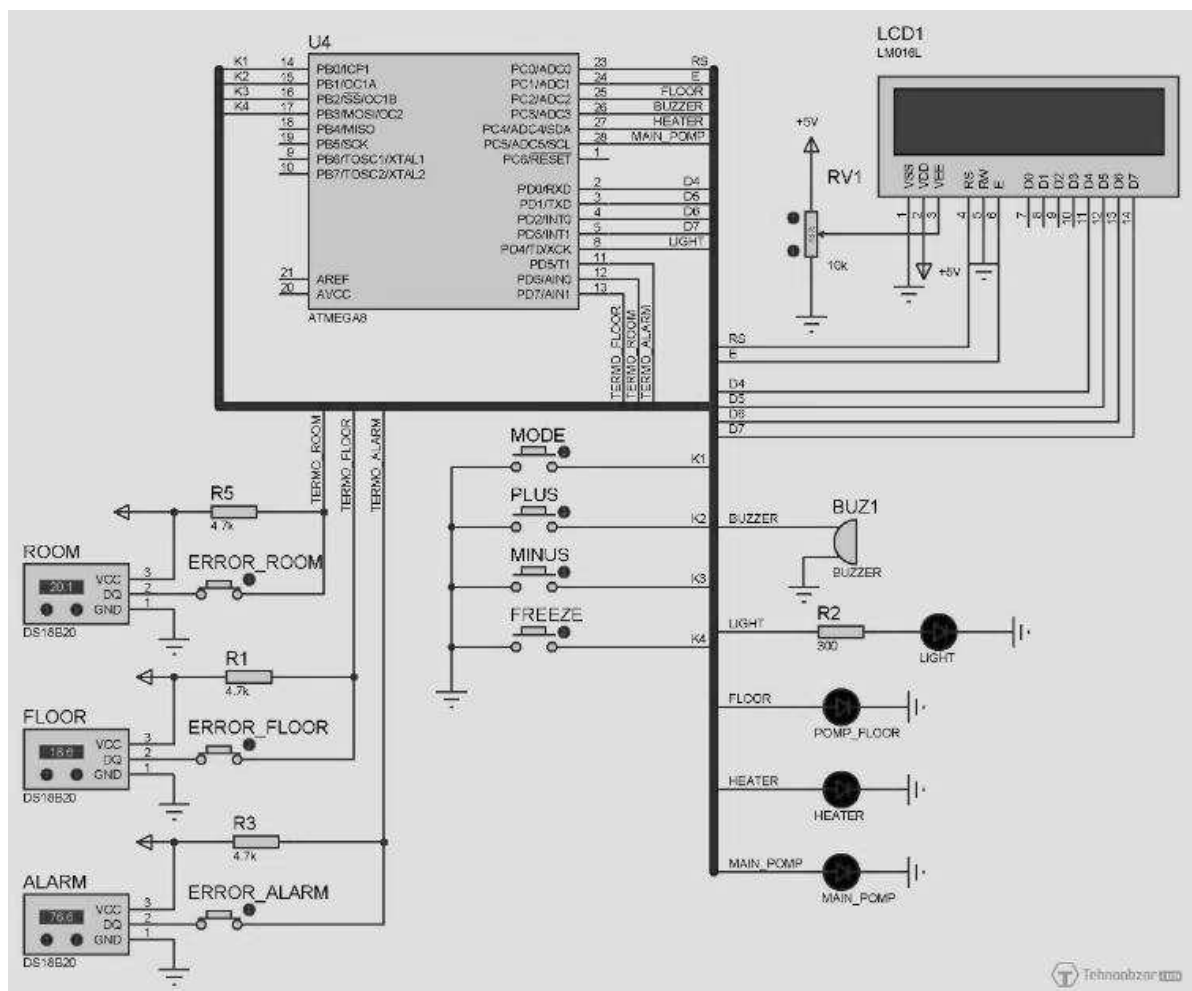


Рис. 8. Принципова схема терморегулятора з рідкокристалічним екраном [5]

Опис роботи терморегулятора з РК екраном

Призначення датчиків. Датчик ROOM вимірює температуру у приміщенні. Датчик FLOOR вимірює температуру підлоги. Датчик ALARM вимірює температуру теплоносія. Температура вимірюється 1 раз на секунду. Формат відображення: десятки одиниці. Десяті округляються. Якщо температура більше ніж +99,5 градусів або менш як -9,5 градусів - на дисплеї прочерки цим каналом. У головному вікні рідкокристалічного індикатора відображаються виміряні температури та поточний стан пристрою.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ

Арк.

21

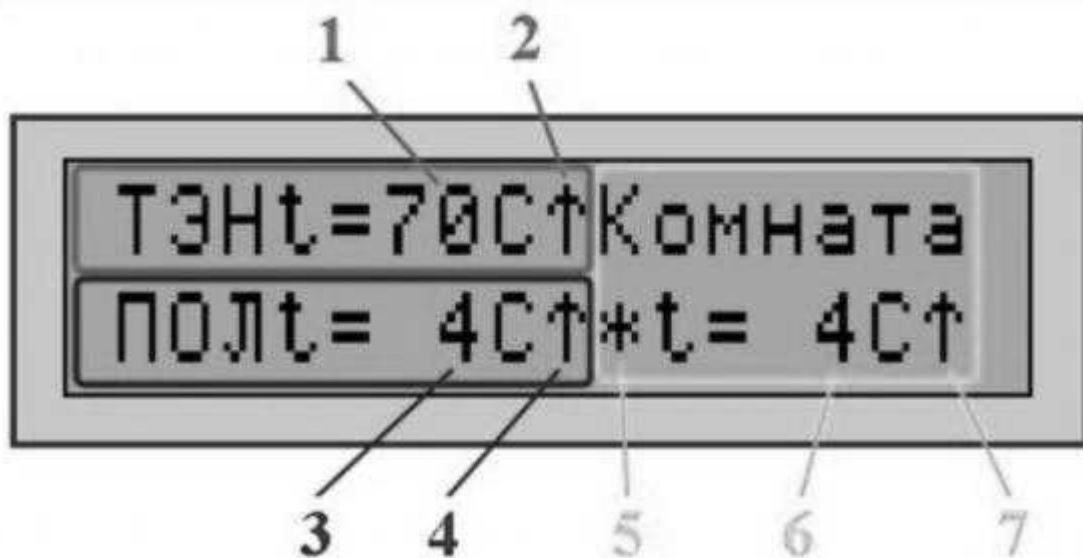


Рис. 9. Рідкокристалічний індикатор терморегулятора [5]

У червоній зоні на малюнку виводиться температура нагрівача та його стан. Якщо нагрівач увімкнено, відображається символ стрілки вгору, якщо вимкнено – символ відсутній.

У синій зоні показання датчика, що вимірює температуру підлоги та стан насоса, що подає теплоносій у контур обігріву підлоги. Якщо насос увімкнено, відображається символ стрілки вгору, якщо вимкнено – символ відсутній.

У зеленій зоні температура в приміщенні, стан головного насоса котла та символ увімкнення режиму антифризу.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ

Арк.

22



Рис. 10. Рідкокристалічний індикатор терморегулятора [5]

Установка чекбоксів у PonyProg

	Установка чекбоксів в PonyProg	BIN	HEX
Старший байт	☐ RSTDISEL ☐ WTDON ☒ SPIEN ☐ CKOPT ☐ EESAVE ☒ BOOTSZ1 ☒ BOOTSZ0 ☐ BOOTRST	11011001	D9
Младший байт	☐ BODLEVEL ☐ BODEN ☒ SUT1 ☐ SUT0 ☒ CKSEL3 ☒ CKSEL2 ☐ CKSEL1 ☐ CKSEL0	11010011	D3

Рис. 11. Установка чекбоксів у PonyProg [5]

Режими роботи термостата

При зниженні температури датчика ROOM нижче заданої включається нагрівач (HEATER) та насос (MAIN_POMP). Коли температура підніметься вище заданої на величину гістерези для ROOM нагрівач вимкнеться. MAIN_POMP продовжить роботу на час затримки вимкнення насоса.

Якщо температура теплоносія досягне заданої для датчика ALARM нагрівач вимкнеться, насос увімкнеться в роботу і працюватиме весь час перевищення

температури. Показання температури датчика ALARM мерехтять. Увімкнено звуковий сигнал, якщо він активований для цього датчика. Після того, як температура теплоносія знизиться нижче заданої на величину гістерези для ALARM термостат перейде в нормальний режим роботи. MAIN_POMP продовжить роботу на час затримки вимкнення насоса.



Рис. 12. Терморегулятор у своєму корпусі [5]

Режим антифриз. При включенні цієї функції термостат продовжує працювати у нормальному режимі, але задана температура і гістерезис стають рівними заданим для FREEZE. Це саме стосується і режиму «тепла підлога». Режим антифризу включається натисканням на кнопку FREEZE. Індикація режиму – *. Вимикається режим повторним натисканням кнопки FREEZE. Режим заноситься на згадку МК. У разі вимкнення та увімкнення живлення режим зберігається.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Рис. 13. Терморегулятор з рідкокристалічним екраном [5]

Режим тепла підлога. При зниженні температури датчика FLOOR нижче заданої включається POMP_FLOOR, HEATER. Коли температура підніметься вище заданої на величину гістерези для FLOOR - POMP_FLOOR і HEATER вимикаються. При включеному режимі антифриз задана температура і гістерезис для FLOOR стають рівними заданим для режиму антифриз.

Якщо раптом у роботі датчиків станеться збій, то нагрівач вимикається, стан насоса не змінюється. На індикаторі замість значення температури прочерки для даного каналу. Увімкнеться звуковий сигнал, якщо він активований для даного датчика. Коли роботу датчиків буде відновлено - термостат продовжить свою роботу. Звуковий сигнал увімкнеться, якщо він активований для даного датчика. Поки існує порушення, кожні 10 секунд лунає 4 короткі звукові сигнали. При включенні живлення термостата лунає короткий звуковий сигнал.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ

Арк.

25

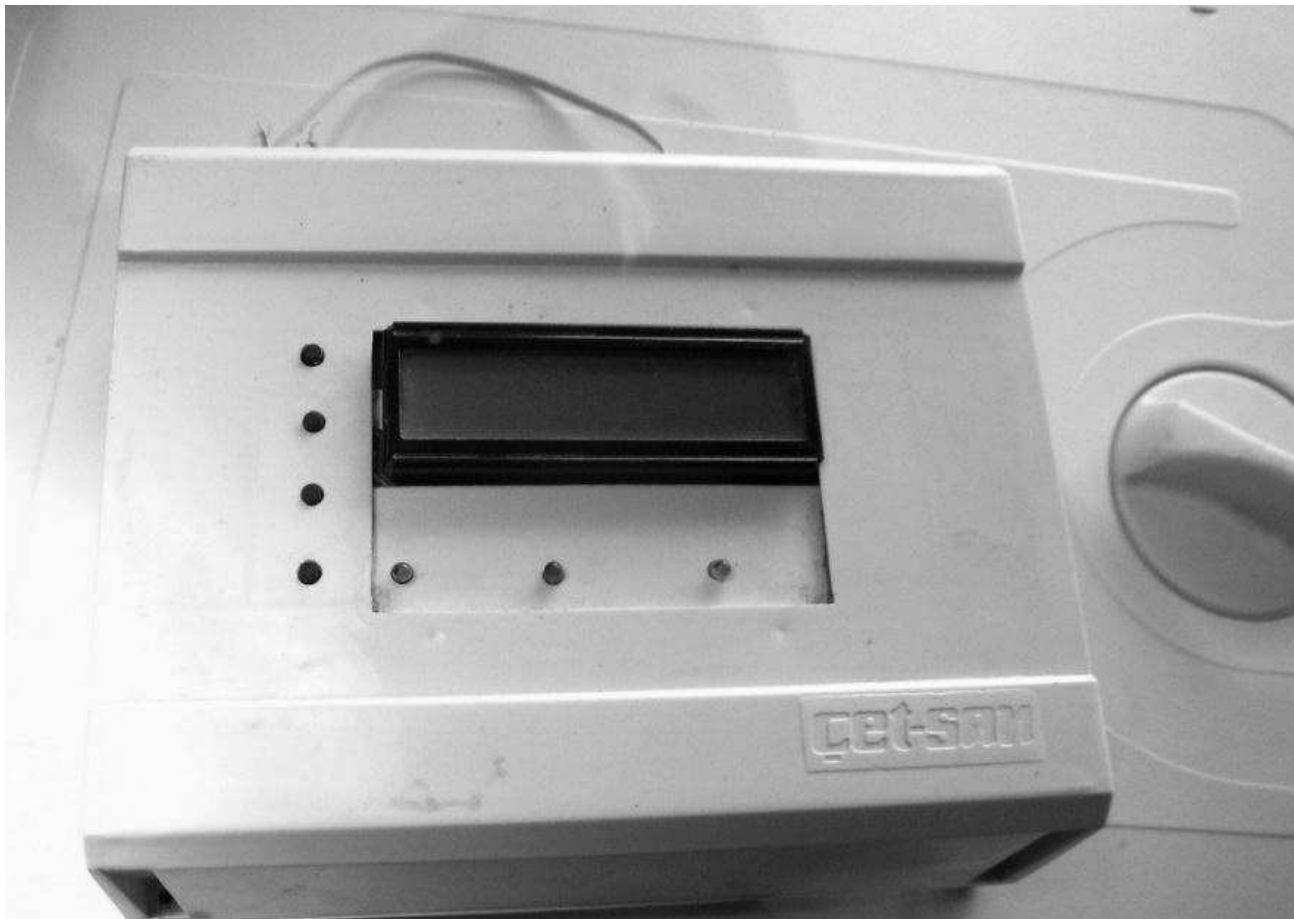


Рис. 14. Терморегулятор з рідкокристалічним екраном в своєму корпусі [5]

При активації будь-якої кнопки загоряється підсвічування, якщо протягом 10 секунд не робити жодних дій - підсвічування згасне. У разі нештатної ситуації (наприклад, обрив датчика) звучить звуковий сигнал, це налаштовується в меню.

Аналог 5. Терморегулятор

Схема пропонованого терморегулятора має у своїй основі мікроконтролер PIC16F628A і призначена для застосування в найширших межах - від термостата підлоги до терморегулювання котлів. Принципова схема (зменшений розмір) показана на малюнку:

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

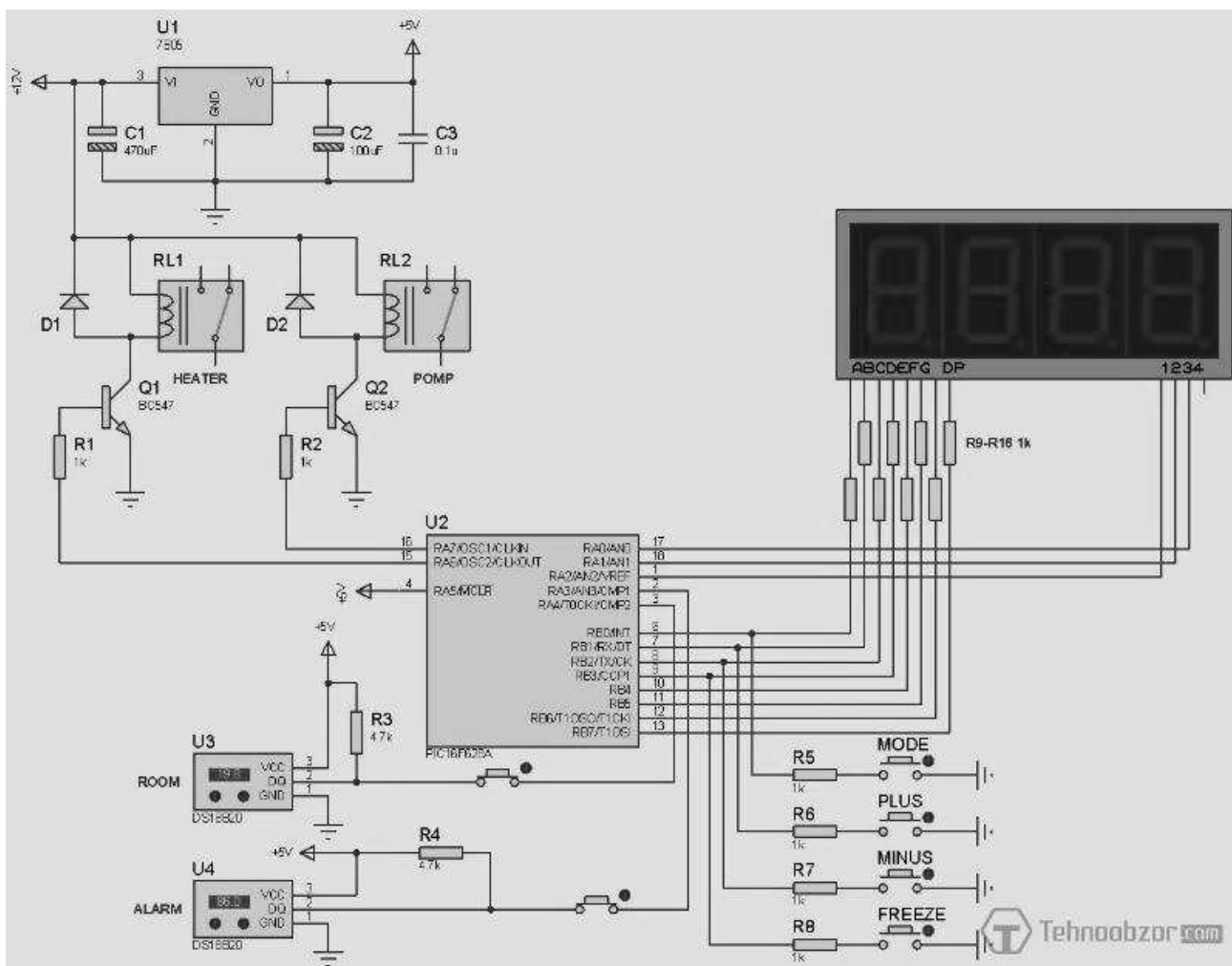


Рис. 15. Принципова схема терморегулятора [6]

Опис роботи терморегулятора для котла

Спочатку розглянемо призначення датчиків. Датчик **ROOM** вимірює температуру в приміщенні, а датчик **ALARM** вимірює температуру теплоносія. При цьому температура вимірюється 1 раз на секунду.

Формат відображення: десятки, одиниці, десяті. Для температури більше +99,9 °C сотні, десятки, одиниці. Для температури менше -9,9 °C десятки одиниці. Перемикання між вибором температури, що виводиться на індикатор, здійснюється кнопками **PLUS** та **MINUS**. Кнопка **PLUS** перемикається на датчик **ROOM**, кнопка **MINUS** - **ALARM**.

Режими роботи термостата

Нормальна робота. При зниженні температури датчика **ROOM** нижче заданої включається нагрівач (**HEATER**) і насос (**PUMP**). Коли температура підніметься вище заданої на величину гістерези (hn) нагрівач вимкнеться. Насос

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

залишитися в роботі на час **dEL**.

Перегрів теплоносія. Якщо температура теплоносія досягне заданої для датчика **ALARM** (tA) нагрівач відключиться, насос увімкнеться в роботу і працюватиме весь час перевищення температури. Після того, як температура теплоносія знизиться нижче заданої на величину гістерези НА термостат перейде в нормальний режим роботи. Насос продовжить свою роботу на якийсь час заданий параметром dEL.

Антифриз. При включенні функції антифриз, задана температура дорівнює tFr і термостат продовжує працювати у нормальному режимі, як описано у пункті 3.1. у документі Manual.doc з архіву Termometr_v1-dorobotka.rar (<https://tehnoobzor.com/engine/download.php?id=10>):

3. Встановлення.

3.1. Загальні моменти.

3.1.1 Встановлюваний параметр мерехтить. При натисканні на PLUS/MINUS мерехтіння припиняється.

3.1.2 Крок зміни – 1 молодший розряд.

3.1.3 Кнопки PLUS/MINUS у режимі встановлення працюють за коротким та довгим натисканням.

3.1.4 Після закінчення 6 секунд від останнього натискання на кнопки, індикатор переходить у режим відображення поточної температури. Якщо були внесені будь-які зміни, вони будуть записані в пам'ять мікроконтролера.

Режим антифризу включається натисканням на кнопку **FREEZE**. Індикація режиму – блимання розділової точки. Вимикається режим повторним натисканням на кнопку **FREEZE**. Режим заноситься на згадку МК. У разі вимкнення та увімкнення живлення режим зберігається.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рис. 16. Терморегулятор в своєму корпусі [6]

При збої в роботі датчиків нагрівач вимикається, стан насоса не змінюється. Після відновлення роботи датчиків термостат продовжить свою роботу.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2. ПРОЕКТНО - КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Розробка структурної схеми

На основі технічного завдання була розроблена структурна схема пристрою, на основі якої можливе подальше проектування пристрою.

Загальна структурна схема представлена на рис. 2.1.

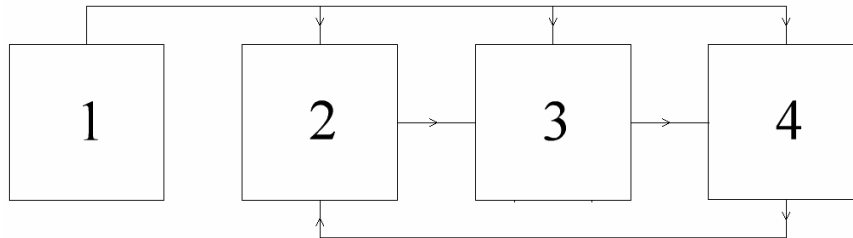


Рис. 2.1. Загальна структурна схема. 1 – джерело живлення; 2- датчик температури; 3 – цифровий контролер; 3 – навантаження.

Переглянувши аналоги, було зроблено висновок, що всі 4 блоки відрізняються конструкцією, тому це враховується при побудові структурної схеми. Тоді структурна схема матиме більш складну побудову. Структурна схема пристрою показано на рис. 2.2.

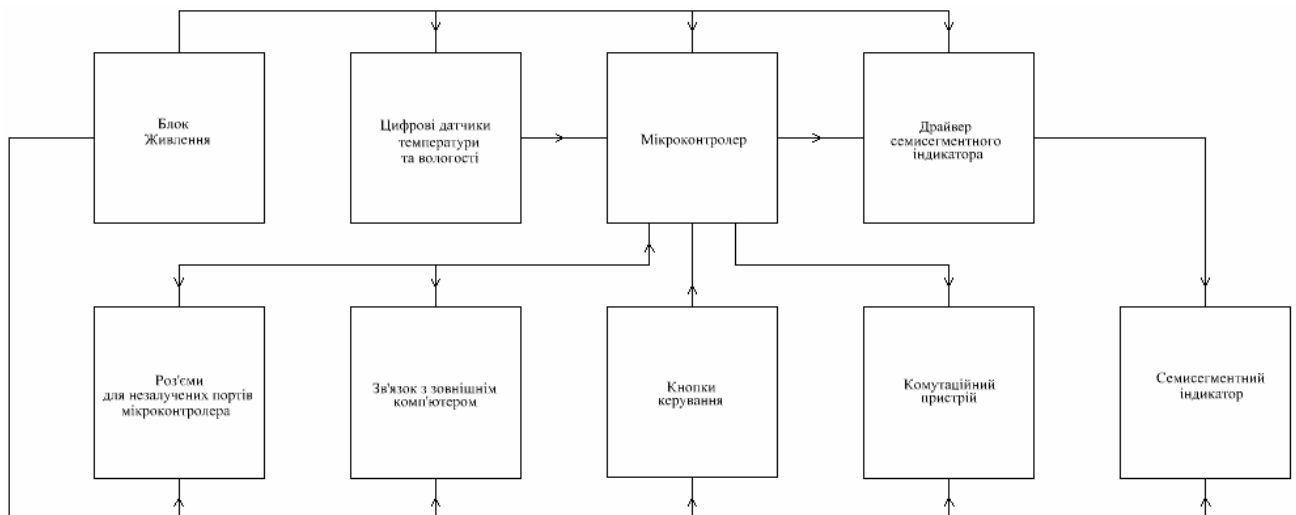


Рис. 2.2. Схема електрична структурна цифрового контролера термостату

На рис. 2.2. видно, що структурна схема пристрою складається з джерела живлення, безпосередньо цифрових датчиків температури та вологості, мікроконтролера, кнопок керування, семисегментного індикатора і його драйвера,

роз'ємів для незалучених портів мікроконтролера, зв'язка з зовнішнім комп'ютером, комутаційного пристрою.

Призначення блоків електричної структурної схеми пристрою:

Блок стабілізації живлення: стабілізатор живлення, для живлення мікроконтролера, а також датчиків температури й вологості та всіх інших низьковольтних частин пристрою. Стабілізація відбувається з допомогою інтегрального стабілізатора напруги.

Цифрові датчики температури та вологості – цифрові датчики температури та вологості, що періодично генерують цифровий код виміряного значення температури.

Мікроконтролер – ініціалізує цифрові датчики, приймає цифровий код виміряних значень температури та вологості, а потім керує комутаційним пристроєм за допомогою вбудованої програми.

Кнопки керування – призначені для установки режимів роботи контролера (наприклад, зміна гістерезису і температури термостатування, вологості повітря).

Драйвер семисегментного індикатора – призначений для керування семисегментним цифровим індикатором за допомогою мікроконтролера.

Семисегментний індикатор – цифровий семисегментний індикатор для відображення такої інформації: працездатність пристрою, поточна температура в зоні розташування датчика температури, вологість повітря у місці розташування датчика вологості, підтримувана температура, підтримувана вологість.

Роз'єми для незалучених портів мікроконтролера – роз'єми, що дозволяють масштабувати систему, тобто ці роз'єми можуть бути використані для таких цілей як встановлення зв'язку з іншими пристроями і системами, а також для підключення додаткових датчиків та модулів.

Комутаційний пристрій – блок призначений для комутації навантаження, тобто відповідає за вмикання навантаження.

Зв'язок з зовнішнім комп'ютером – призначений для перепрограмування мікроконтролера.

Суцільні лінії зі стрілками визначають напрями слідування сигналів.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.2. Синтез принципової схеми

Принципова схема пристрою приведено на рис. 2.4.

Відповідно до структурної схеми, розроблено схему електричну принципову. Вибір елементної бази здійснено на основі схеми електричної структурної, з урахуванням вимог вказаних в технічному завданні.

Розробка принципової електричної схеми була розділена на частини, відповідно до блоків структурної електричної схеми.

Спочатку був розроблений виконавчий блок - комутаційний пристрій, що побудований на основі симістора BT139-600, керування ним відбувається за допомогою оптосимістора МОС3042М, що своєю чергою керується через транзистор BC547, портом PB4 мікроконтролера DD2. Для захисту симістора VS1, до схеми додано RC - коло, на випадок, якщо підключене навантаження буде індуктивним.

Основою всієї схеми є мікроконтролер Attiny2313, його тактова частота стабілізована кварцовим резонатором ZQ1 на 12 MHz, що підключений до портів PA0 і PA1 згідно з схемою підключення з технічної документації до мікроконтролера Attiny2313. [9]

Блок цифрових датчиків складається з датчика температури DS18B20 і цифрового датчика вологості DHT22, номінали малопотужних підтягуючих резисторів було вибрано на основі технічної документації до цих датчиків. DS18B20 підключено до порта PD6, а DHT22 до порта PD5

Дві тактові кнопки управління SB1 і SB2 підключено до портів PB2 і PB3 відповідно.

Мікросхема TM1637 - це драйвер семисегментного індикатора 3641BS. Зв'язок із зовнішнім комп'ютером потрібен для перепрограмування мікроконтролера Attiny2313, для цієї задачі використано мікросхему FT232RL.

Блок стабілізації живлення (рис. 2.5.) побудовано на інтегральному стабілізаторі напруги LM7805, він своєю чергою має бути підключений до блоку живлення на 10 - 12 вольт.

Роз'єми X2 та X3 (рис. 2.3.) служать для того, щоб під'єднати до них

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

незалучені порти мікроконтролера, за допомогою такого рішення ця система масштабується і може бути доповнена в залежності від потреб користувача.

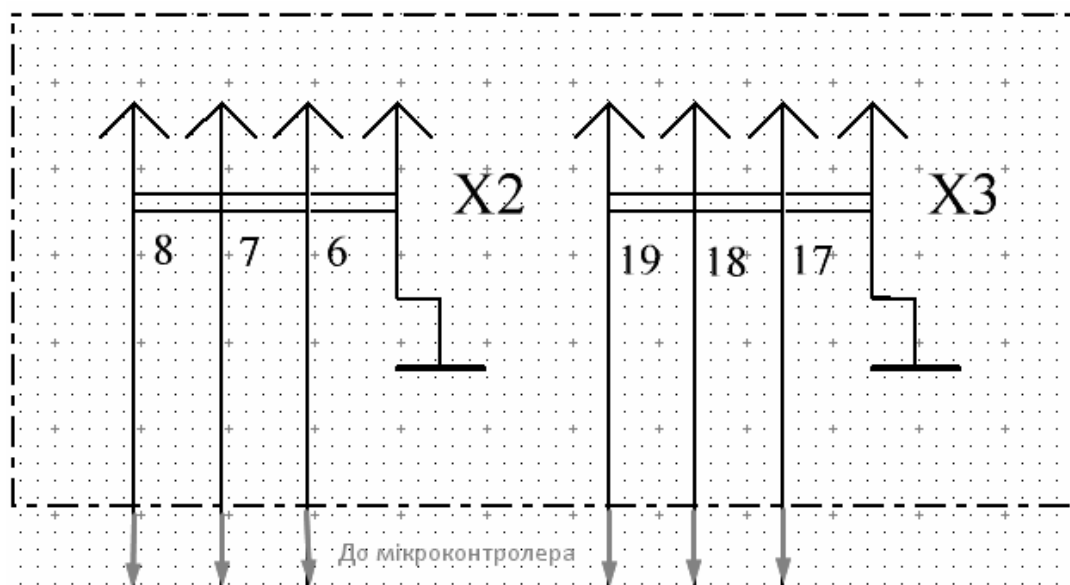


Рис. 2.3. Роз'єми для незалучених портів мікроконтролера

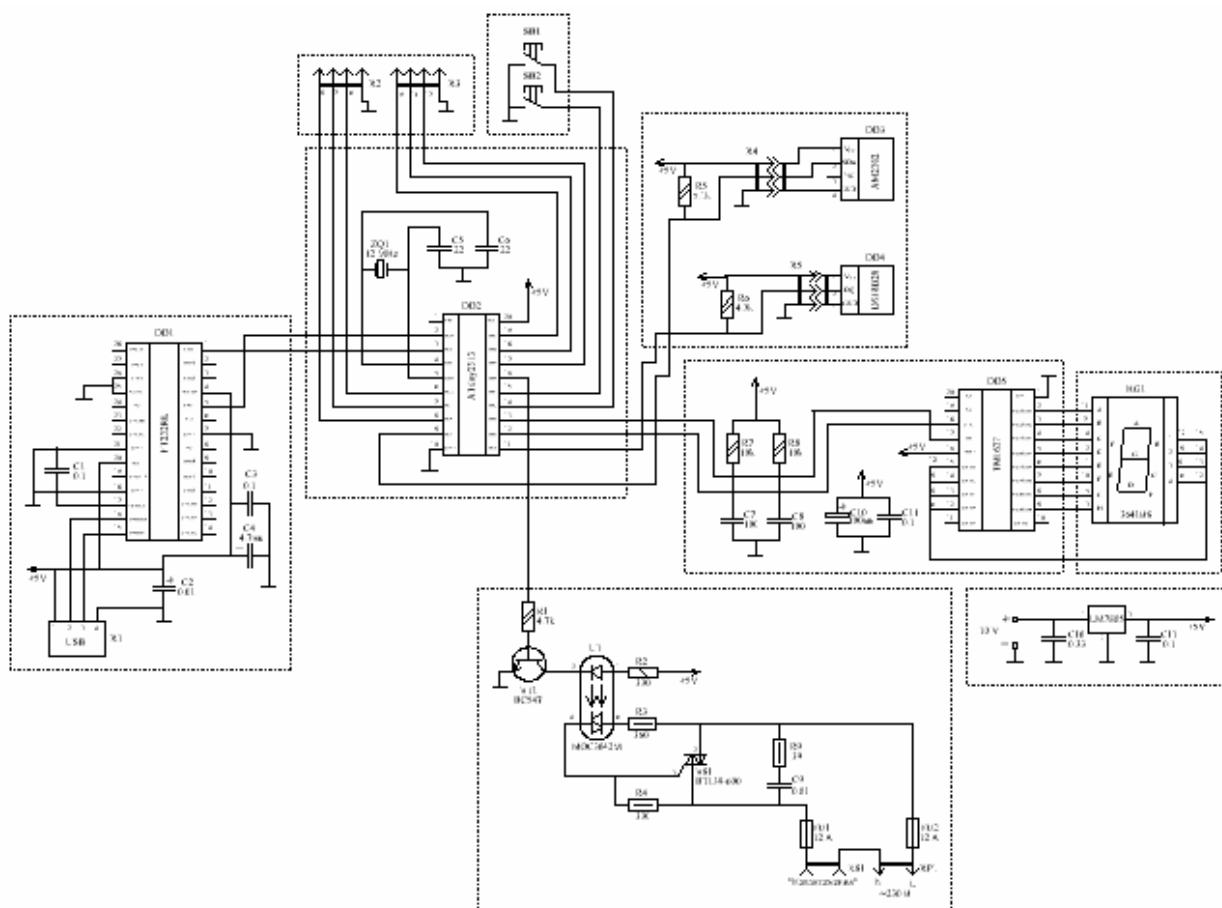


Рис. 2.4. Схема електрична структурна цифрового контролера термостату

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ

Арк.

33

2.3. Розрахунки та моделювання

Живлення

Єдиними порівняно потужними споживачами постійного струму на друкованій платі є мікросхеми: DD1, DD2, DD3, DD4, DD5. Також споживачем є оптосимістор U1.

З технічної документації (ATTINY2313-20PU [9]; DS18B20 [10]; TM1637 [13]; FT232RL [14]; DHT22 [30]) до кожної з мікросхем взято максимальні допустимі струми які можуть проходити через ці мікросхеми (Табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Позначення	Найменування	Кількість	Максимальний струм споживання, мА
DD1	FT232RL	1	24
DD2	ATtiny2313-20PU	1	200
DD3	AM2302	1	1.5
DD4	DS18B20	1	1.5
DD5	TM1637	1	200
U1	MOC3042M	1	10
Сумарний споживаний струм	437		

Для живлення мікроконтролера DD2 і датчиків DD3 та DD4, а також мікросхем DD1 і DD5, потрібно стабілізоване джерело живлення напругою 5 вольт. В цілях стабілізації вхідної напруги, яку видає джерело живлення, застосовано інтегральний стабілізатор напруги LM7805. Такі стабілізатори як LM7805, мають три виводи: вхід, земля (загальний) і вихід.

LM7805 видає максимальний струм 1 Ампер, тому підходить і має запас мінімум у 2 рази від максимально потрібного струму.

Вихідна потужність даного стабілізатора не може перевищувати 5 Ват:

$$P = I \times U = 1(A) \times 5(B) = 5(Bm) ;$$

де P – максимальна вихідна потужність; I – максимальний вихідний струм; U –

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

максимальна вихідна напруга.

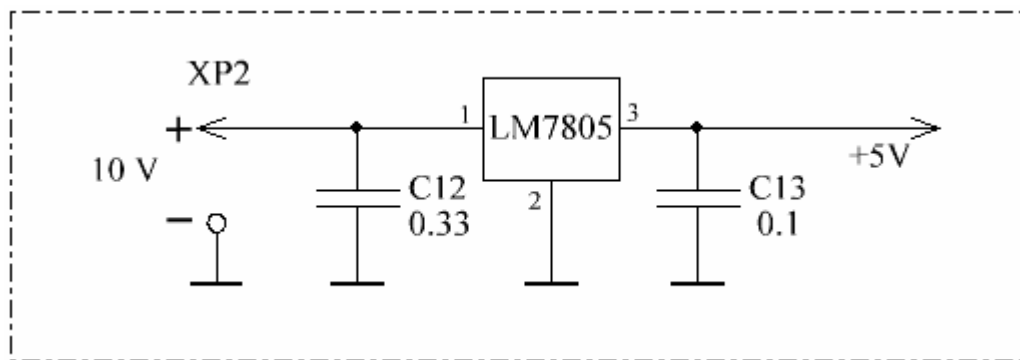


Рис. 2.5. Схема електрична структурна для стабілізатора напруги

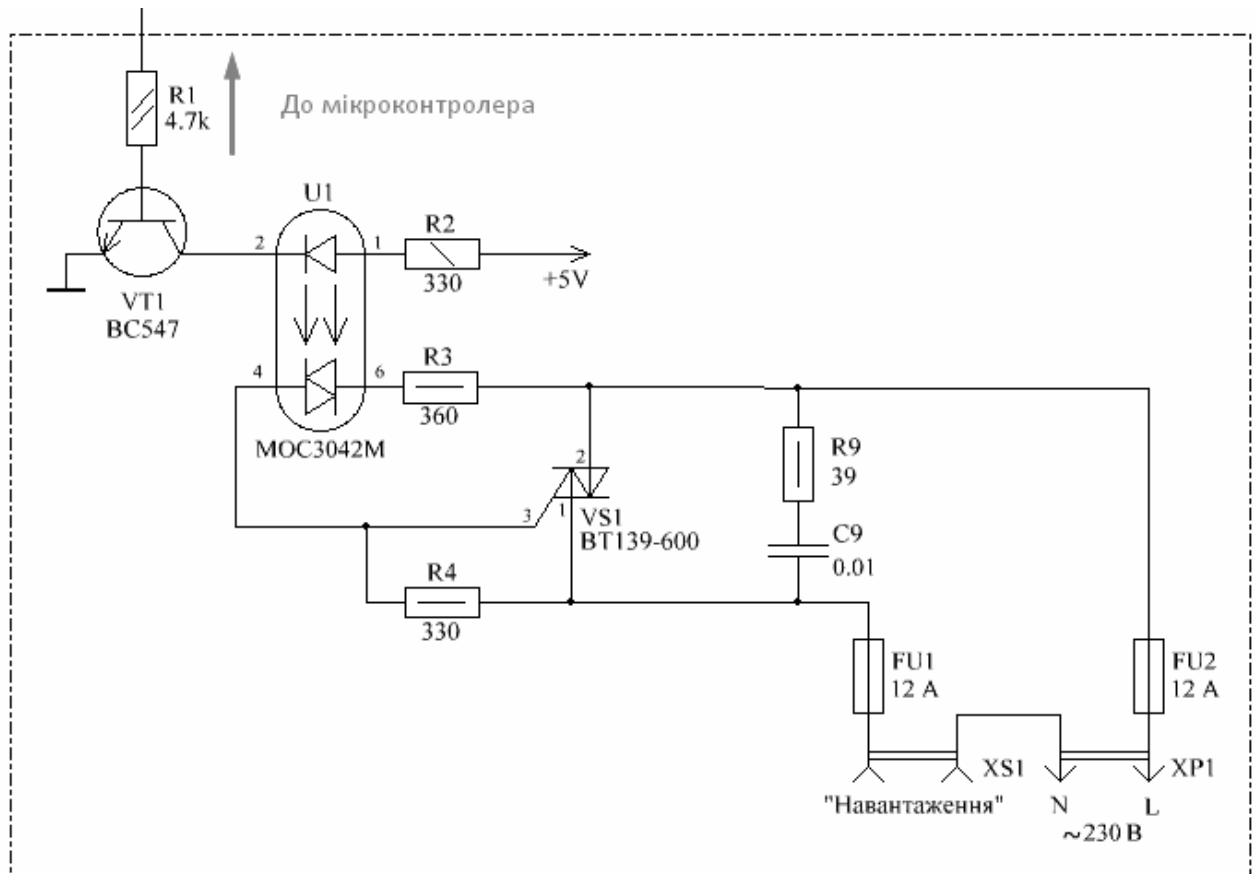


Рис. 2.6. Схема електрична структурна для комутаційного пристрою

Розрахунки параметрів резисторів R3 і R4:

Значення опору R3 знайдено через піковий струм оптосимістора MOC3042M, і пікову напругу в мережі живлення.

Розрахунок пікової напруги в мережі:

$$U_{\Pi} = U_{\text{д}} \times \sqrt{2} = (230(\text{В}) + 10\%) \times \sqrt{2} \approx 358(\text{В})$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Де U_{Π} – значення пікової напруги; U_{Δ} – значення діючої напруги

Розрахунок мінімального опору резистора R3:

$$R3 = \frac{U_{\Pi}}{I_M} = \frac{358(B)}{1(A)} = 358(Ом);$$

де R_2 – мінімальний опір резистора R2; I_M – максимально допустимий струм оптосимістора U1; U_{Π} – значення пікової напруги.

Номінал опору резистора R3 підбрано найближчий з доступних, в напрямку збільшення опору.

Розрахунок мінімальної потужності (при $\varphi=0$) резистора R3:

$$P_{R3} = \frac{I_M}{\sqrt{2}} \times \frac{U_M}{\sqrt{2}} \times \cos(\varphi) \times T = \frac{1(A) \times 358(B)}{2} \times 0.0001(C) \approx 0.02(Bm)$$

де P_{R3} – мінімальна потужність резистора R3; I_M – максимально допустима сила струму; U_M – пікова мережева напруга; φ – різниця фаз напруги і струму; T – тривалість імпульсу.

Номінал потужності резистора R3 підбрано найближчий з доступних, в напрямку збільшення потужності.

Параметри резистора R3:

Резистор метало – плівковий; 360 Ом; 0.25Вт; $\pm 10\%$; МЛТ–0,25.

Підбір величини опору резистора R4 залежить від опору керуючого електрода симистора VS1. При зменшенні опору резистора R4 відбувається затримка відключення симистора. Значення опору резистора R4 взято зі схеми, наведеної в технічній документації МОС3042М. Потужність резистора R3 при великому опорі керуючого електрода VS1 повинна бути не менше розрахункової потужності резистора R3, тому, що в цьому випадку через R3 і R4 проходять майже рівні струми.

Номінальна потужність резистора R4 підбрана ближче до доступних, у напрямку збільшення потужності.

Параметри резистора R3:

Резистор метало–плівковий; 330 Ом; 0.25Вт; $\pm 10\%$; МЛТ–0,25

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Розрахунки параметрів конденсатора С9:

Оскільки пікова напруга в мережі може досягати близько 358 вольт, конденсатор С9 вибраний з більшою номінальною напругою. Реактивний опір:

$$X_C = \frac{1}{2\pi \times f \times C} = \frac{1}{2\pi \times 50(\text{Гц}) \times 10^{-8}(\text{Ф})} = 318310(\text{Ом});$$

де X_C – реактивний опір конденсатора С7; f – частота в колі змінного струму; C – ємність конденсатора С9 (рис. 2.6.).

Параметри конденсатора С9:

Конденсатор метало–плівковий 0.01 мкФ; 600 В; 10%; К73–17.

Розрахунки параметрів резистора R9:

Резистор R9 найбільш навантажений, коли ВТ139-600 і МОС3042М повністю закриті, тому, що в таких умовах через цей резистор проходить найбільший струм, а також коли синусоїдальна напруга проходить через нуль, тому, що в цей момент через нього розряджається конденсатор С9.

Розрахунок максимального струму в колі R9–С9(опір навантаження не враховано):

$$I_M = \frac{U_M}{R + X_C} = \frac{358(\text{В})}{39(\text{Ом}) + 318310(\text{Ом})} = 0.001(\text{А});$$

де I_M – максимальний струм в RC колі; U_M – максимальна напруга в мережі; R – опір резистора R9 ; X_C – реактивний опір конденсатора С9.

Номінал потужності резистора R9 підібрано найближчий з доступних, в напрямку збільшення потужності.

Параметри резистора R9:

Резистор метало–плівковий; 39 Ом; 0.125Вт; ±10%; МЛТ–0,125.

Параметри запобіжників FU1 і FU2:

Для захисту від випадкового підключення великого навантаження, а також захисту симистора ВТ139-600 (в якому максимально допустиме значення діючого струму $I(\text{RMS}) = 16 \text{ А}$, в схему комутаційного пристрою додано запобіжники FU1 і FU2.

Максимальний струм при 2.3 КВт в навантаженні:

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{U_{max}} = \frac{2300 \text{ Вт}}{230 \text{ В}} = 10 \text{ А}$$

Де P_{max} – максимальна потужність навантаження, U_{max} – максимальна діюча напруга, I_{max} – максимальний струм.

Отже максимальний струм 10 Ампер, що близько до максимально допустимого струму 16 Ампер для BT139-600 але ще не перевищує його. Тому було взято запобіжники на 12 Ампер, щоб в запасі для VS1 було 4 Ампера до критичного струму.

Параметри запобіжників FU1 і FU2:

Запобіжник плавкий; KF-0360B[ВПБ6]; 250В; 50 Гц; 12А; ПВЦ 5×20.

Параметри оптосимістора U1 і симістора VS1:

Оптосимістор МОС3042М; 400В; 1А; 10мА; DIP6.

Симістор BT139–600; 16А; 600В; 35мА; [ТО–220АВ / SOT–78].

Подібну схему до рис. 2.6 було змодельовано в програмі Proteus 8 (рис. 2.7). При навантаженні 2.3 КВт (Резистор 24 Ом в мережі 230), протікає струм 9.44 Ампера, це значення відповідає результатам розрахунків, враховуючи, що в моделі використаний схожий гірший по параметрам симістор Q6004L3 (Максимальний струм для нього 4 Ампера, а напруга 600 вольт).

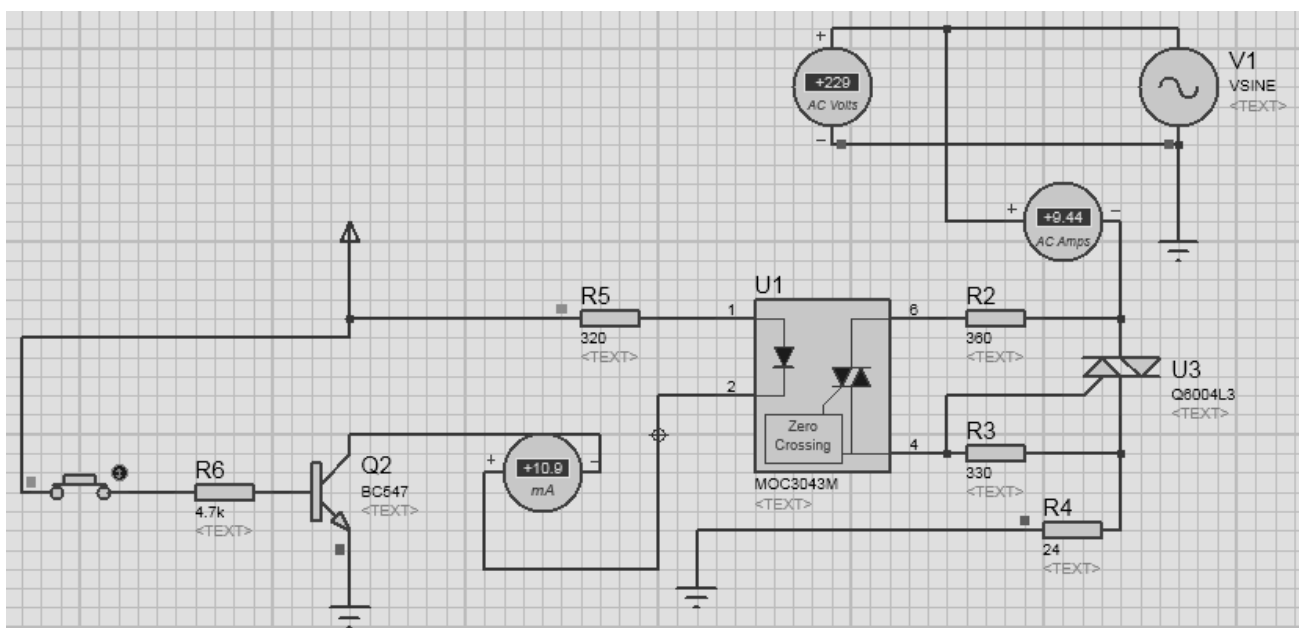


Рис. 2.7. Схема електрична структурна для комутаційного пристрою в програмі Proteus 8

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Резистор R1 (рис. 2.6.) малопотужний МЛТ – 0.125, він обмежує струм, що протікає через базу VT1, резистор R2 - МЛТ – 0.25. Вибір значення опору R2 залежить від мінімального струму відкриття оптосимістора (10 мА для МОС3042М) і падіння напруги на інфрачервоному світлодіоді оптосимістора, а також від падіння напруги на відкритому транзисторі, що в середньому для кремнієвих транзисторів складає 0.3 вольт.

$$R_2 = \frac{U_{\text{живл}} - U_{\text{пад.світл}} - U_{\text{пад.транз}}}{I_{\text{мін}}} = \frac{5\text{В} - 1,5\text{В} - 0,3\text{В}}{0.01\text{А}} = 320\text{ Ом}$$

Де $U_{\text{живл}}$ – напруга живлення, $U_{\text{пад.світл}}$ – падіння напруги на інфрачервоному світлодіоді, $U_{\text{пад.транз}}$ – падіння напруги на відкритому транзисторі, $I_{\text{мін}}$ – мінімальний струм відкриття оптосимістора

Номинал R2 вибрано найближчий з доступних 330 Ом

3. КОНСТРУКТОРСЬКО – ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1.Проектування та розрахунок друкованої плати

Розрахунок по визначенню геометричних розмірів друкованої плати проводиться у такій послідовності:

Знаходиться сумарна установочна площа: $S_{\text{мг}}$, $S_{\text{сг}}$, $S_{\text{кг}}$ відповідно для крупно габаритних, середньо габаритних і малогабаритних електрорадіоелементів.

Площа монтажно́ї зони $S_{\text{в}}$ для середньої щільності монтажу розраховується за формулою:

$$S_{\text{роб}} = 4S_{\text{мг}} + 3S_{\text{сг}} + 1.5S_{\text{кг}} \quad (3.1)$$

Знаходяться і коректуються розміри монтажно́ї зони у відповідності із стандартними лінійними розмірами друкованої плати і можливостями встановлення в корпус.

Під установочними площами електрорадіоелементів розуміють площі прямокутників, в які вписані електрорадіоелементи разом із виводами і

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

контактними площадками при встановленні їх на друковану плату.

Необхідні для конструювання друкованої плати, дані про елементи зведені до таблиці 3.1

Середньо габаритні електрорадіоелементи: DD1, DD2, DD5, ZQ1, HG1, U1, DA1, VS1, X1, X2, X3, X4, X5, XT1, XT2, XT3, C10, C12, C9, C4, R3, R4, R9, FU1, FU2.

Малогабаритні електрорадіоелементи: всі інші менше ніж 40 мм².

$$S_{\text{роб}} = 4S_{\text{мг}} + 3S_{\text{сг}} + 1.5S_{\text{кг}} = 4 \cdot 212 + 3 \cdot 3151 = 10301 (\text{мм}^2)$$

Вибрано для друкованої плати розмір згідно ГОСТ 10317-79. Плати друковані. Основні розміри 160 X 110 (мм)

Загальна площа цієї плати

$$S_{\text{дп}} = 17600 (\text{мм}^2)$$

Таблиця 3.1

Вихідні дані та результати розрахунку установочних площ

Позначення (нумерація елементів)	Тип	Діам. выводів , мм	Діаметр конт.площадк и, мм	Габаритні розміри, мм	Кількість, шт.	Установча площа, мм ²
С (1,3,11,13)	K53-1	0.6	1,5	7.5X3.2	4	96
С (12)	K73-17	0.6	1,5	12X6.3	1	76
С (9)	K73-17	0.6	1,5	12 X 6	1	72
С (4)	K53-1	0.6	1,5	4X10	1	40
С (2,5,6,7,8)	K10-73- 1Б	0.6	1,5	5X3.8	5	95
С	K52-15	0.6	1,5	4.8X18	1	87

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

(10)						
R (1,5,6,7,8)	МЛТ- 0.125	0.5	1,4	6X2.2	5	66
R (2)	МЛТ- 0.25	0.6	1,5	3X7	1	21
R (3,4,9)	МЛТ- 0.5	0.8	1.84	4.2X10.8	3	137
ZQ (1)	HC49-S	0,6	1,5	5X11	1	55
DD (2)	ATtiny2 313	0.6	1,6	8X26	1	208
DD (5)	TM163 7	0.6	1,56	25.7X8.2	1	211
DD (1)	FT232R L	- -	Поверхневий монтаж	11X8	1	88
DA (1)	LM780 5	1	2,07	5X10	1	50
U (1)	МОС30 42M	0.61	1,84	9X9	1	81
HG (1)	3641BS	0,5	1,25	30X14	1	420
VS (1)	BT139- 600	1,1 максим ум	1,84	5X10	1	50
VT (1)	BC547	0,6	1,5	6X5	1	30
ХТ (1,2) (для XS1 і XP1)	301- 021-12	1	2,17	7.6X10.1	2	154
FU	KLS5-	1.2	2	25X9	2	450

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

(1,2)	2611					
SB (1,2)	SWT6- V	0,5	1,7	8,5X6,5	2	111
XP (2)	KLS1- DC-005	2мм (2шт.), 3мм (1шт.)	5 - для 3 виводу мм 3,3 – для виводу 2 мм	15X10	1	150
X (4,5)	2.54mm 3-pin S3B- XH-A	1	1,57	12X7	2	168
X (2,3)	2.54mm 4-pin	1	1,57	13,54X7	2	189
X (1)	P7070B 104-5	~0,8мм (4шт.), ~2 мм(2шт) т)	0,92 – для виводу ~0,8мм 2,3 - для виводу ~2 мм	13X17	1	221

Розміри друкованих провідників та контактних площадок на друкованій платі

Процес проектування друкованої плати в цілому передбачає виконання низки взаємопов'язаних операцій: розробку друкованого монтажу, вибір типорозміру плати, способу її кріплення, кількості шарів.[31]

При розміщенні електрорадіоелементів найчастіше виходять з критерію двох мінімумів і мінімальної довжина зв'язків. Перша умова означає мінімальну кількість перехідних отворів, це забезпечує технологічність за мінімальною кількістю шарів; друга умова означає мінімум зв'язків між сусідніми елементами. Також можливе використання інших критеріїв: мінімальна кількість з'єднань, довжина яких більша заданої; максимальна кількість схем з простою конфігурацією; мінімальна загальна зважена довжина з'єднань.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Розміщення електрорадіоелементів на плату регулюється умовно координатною сіткою взаємно перпендикулярних систем паралельних ліній, що розташовані на однаковій відстані одна від одної.

Крок координатної сітки 2,5 мм.

Центри кріпильних отворів контактних площадок для виводів навісних електрорадіоелементів розташовані у вузлах координатної сітки.

Для металізованих отворів

Електронний радіоелемент навісного монтажу має вивід прямокутного або круглого перетину. Діаметр отвору для виводу вибирається з умови отримання зазору між виводом і стінкою отвору з урахуванням подальшої металізації отвору при необхідності. У процес пайки, в металізовані отвори припой проникає за допомогою капілярного ефекту.

Умови вибору діаметра монтажного отвору d_0 : при діаметрі виводу ($d_v > 1\text{ мм}$, тоді $d_0 = [d_v + (0.3 \div 0.4)]$; якщо $d_v \leq 1\text{ мм}$, тоді $d_0 = [d_v + (0.3 \div 0.4)]$

Номенклатурні отвори на кресленнях позначаються символом, що визначає їх діаметр.

Згідно з ГОСТ 10317-79 номінальний діаметр отвору для монтажу з урахуванням його металізації для виводів діаметром

0,4÷0,6 мм складає 0,8+0,1 мм,

0,6÷0,8 мм складає 1,0+0,1 мм.,

0,8÷1,3 мм складає 1,5 мм,

1,3÷1,7 мм складає 2 мм,

1,7÷2,2 мм складає 2,5 мм.

Для металізованих отворів, їх діаметр має бути не менше ніж половина товщини плати і повинна виконуватись така умова:

$$0,4h \leq d_{\min}$$

Де h – товщина плати; $d_{\min}$ – діаметр найменшого із металізованих отворів.

В даному випадку для товщина плати складає 1.5 мм.

Навколо отвору робиться контактна площадка, що забезпечує надійне з'єднання металізованого отвору з друкованим провідником. Рекомендується виготовляти контактні площадки отворів у вигляді кільця. Діаметр контактної площадки вибирається з таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Рекомендовані діаметри контактних площадок

Діаметр отворів	0.6	0.8	1	1.3	1.5	2
Контактних площадок	1.8	2.3	2.5	2.8	3	3.5

Для перехідних отворів діаметри залежать від товщини друкованої плати, а також від того, який електроліт застосовується для металізації отворів

$$D_{\text{ПО}} = H \times \gamma$$

де H – товщина друкованої плати; γ – в залежності від складу електроліту.

Для не металізованих отворів

Діаметри монтажних отворів вибрані з ряду (по ГОСТ 10317-79): 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,8; 1,9; 2,0; 2,1; 2,2; 2,3; 2,4; 2,5; 2,6; 2,7; 2,8; 3. Також застосовано правило, що при діаметрі виводу до 0,8 мм діаметр не металізованого отвору роблять на 0,2 мм більше за діаметр виводу; при діаметрі виводу понад 0,8 мм – на 0,3 мм більше.

Деякі діаметри отворів взяті з рекомендацій в технічній документації, округлено до десятих і приведено до стандартного ряду по ГОСТ 10317-79. Інші діаметри отворів розраховані по правилу, що при діаметрі виводу до 0,8 мм діаметр не металізованого отвору роблять на 0,2 мм більше за діаметр виводу; при діаметрі виводу понад 0,8 мм – на 0,3 мм більше. Всі значення діаметрів отворів, округлено до десятих і приведено до стандартного ряду по ГОСТ 10317-79. Діаметри отворів і контактних площадок розраховано по відповідним формулам:

$$d_0 = d_B + (0.2 \text{ мм або } 0.3 \text{ мм})$$

$$D_{\text{МКР}} = d_0 + \frac{2}{3} \cdot d_0$$

Де d_B – довжина поперечного перерізу виводу елемента.

d_0 – діаметр отвору контактної площадки.

$D_{\text{МКР}}$ – діаметр контактної площадки.

Для елементів, що мають поперечний переріз виводу прямокутної форми, довжина поперечного перерізу виводу елемента визначається за формулою:

$$d_B = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Де:

a – довжина поперечного прямокутного перерізу виводу,

b – ширина поперечного прямокутного перерізу виводу.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Контактну площадку монтажного отвору рекомендується робити в виді кільця, діаметр якого можна визначити по формулі:

$$D_{\text{МКР}} = d_{\text{отв}} + 2b + c$$

Де $d_{\text{отв}}$ – діаметр отвору; b – мінімальна радіальна товщина контактної площадки; c – коефіцієнт, що враховує вплив розкиду міжцентрової відстані, зміщення фольги, з якої зроблений шар і таке подібне.

Для плат першого класу густини, величину b беруть рівною 0,3 мм; для плат другого та третього класів – 0,15 мм. Для багатошарових і складних плат класів щільності 2 і 3 встановлюють допуск на міжцентрову відстань, рівний $\pm 0,1$ мм, в цьому випадку коефіцієнт вибирають рівним 0,4 або 0,5 мм; для плат класу 1 допуск на міжцентрову відстань беруть $\pm 0,2$ мм і $c = 0,6$ або 0,7 мм.

По стандарту (по ГОСТу) вибрано клас густини рисунка: другий. Для цього класу ширина провідників $t_{\text{мін}} = 0.25$ мм. Відстань між провідниками 0,25 мм

Теплова енергія Q , що виділяється на омичному опорі R друкованого провідника:

$$Q = I^2 R t$$

де I – сила струму, t — час.

Теплова енергія викликає підвищення температури провідника щодо навколишнього середовища.

Згідно з ГОСТом 10316-78:

1.2. Фольговані матеріали призначені для роботи у таких умовах.

1.2.1. Гетинакс без додаткового вологозахисту призначений для виготовлення друкованих плат, на які в процесі роботи може впливати довкілля, що характеризується відносною вологістю повітря 45-75% при температурі 15-35 °С.

1.2.2. Гетинакс із додатковим вологозахистом та склотекстоліт усіх марок призначені для виготовлення друкованих плат, на які в процесі роботи може впливати навколишнє середовище, що характеризується відносною вологістю повітря до 98% при температурі не вище 40°С.

1.2.3. Фольговані матеріали у вигляді друкованої плати повинні допускати вплив температури до мінус 60 °С

Найчастіше для виготовлення друкованих плат оптимальний фольгований склотекстоліт товщиною 1,5 мм із товщиною фольги 18 або 35 мкм. В даній роботі вибрано склотекстоліт товщиною 1,5 мм із товщиною фольги 35 мкм (Склотекстоліт нагрівотривкий, облицьований з одного боку мідною електролітичною гальваностійкою фольгою товщиною 35 мкм. СФ-1Н-35Г).

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Вибір варіантів встановлення елементів РЕА

Повинна бути певна відстань між корпусами сусідніх елементів, яку вибирають з урахуванням умов допустимої різниці потенціалів між ними, а також з урахуванням умов тепловідводу.

Навісні елементи у промислових умовах кріплять до плати шляхом пайки виводів (у тому числі і незалучених) хвилею припою ПОС-61 у не металізованих і металізованих отворах.

Для всіх навісних елементів, що встановлюються на друкованій платі по ОСТ 4 ГО.010.030-81 регламентовано декілька варіантів встановлення, які потрібно використовувати згідно технічних вимог складального креслення.

3.2 Теплові характеристики пристрою

Для обладнання тепловий режим характеризується по залежності температури нагрівання навколишнього середовища від марного витоку потужності у вигляді теплової енергії, що утворилась з енергії джерела живлення.

Температура довкілля одна із умов експлуатації, які впливають надійність агрегату. Пояснюється цей тепловий вплив максимально допустимою температурою інтегральних мікросхем. Було проведено розрахунок для температури навколишнього середовища $+35^{\circ}\text{C}$ (згідно з ГОСТом 15150 в Україні температура досягає $+35^{\circ}\text{C}$) і плюс температура за рахунок розсіювання електричної потужності.

Щільність упаковки, геометрія пристрою та тип корпусу враховуються під час аналізу теплових режимів.

Розрахунок теплових режимів виконується в такий спосіб:

1. об'єм окремого елемента радіоелектронної апаратури знайдено за допомогою формули:

$$V = h \times b \times a \quad (3.2.1)$$

2. коефіцієнт форми знайдено по формулі:

$$K(f) = h/V \quad (3.2.2)$$

3. коефіцієнт заповнення визначено по такій формулі:

$$K^V = V_{\text{дп}}/V_{\text{кож.}} \quad (3.2.3)$$

4. Було зроблено таке припущення, що тепло має рівномірний розподіл від друкованої плати. У кожного радіоелемента своя потужність яку він розсіює, а загальна або сумарна потужність визначена так

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$P(\text{роз}) = \sum_{i=1}^n P^i(\text{роз}) \quad (3.2.4)$$

5. на одиницю площі питома потужність була знайдена таким чином

$$Q = P(\text{розс})/S \quad (3.2.5)$$

Де S – сумарна площа радіоелектронних елементів, а також друкованих провідників.

6. по інформації з обчислень S , V , $K(f)$ та $K(\text{зап})$, користуючись номограмами Глушицького, знайдено наближене значення температур повітря й навколишнього середовища

7. використавши отриману інформацію, на її основі визначено тип корпусу, конвекцію, а також доцільність застосування вентилятора.

У корпусу такий розмір: 160 X 110 (мм), а його висота $H = 110$ (мм)

Об'єм корпусу знайдено по формулі (3.2.1):

$$V = 120 \times 170 \times 55 = 1122000 (\text{мм}^3)$$

Коефіцієнт форми знайдено за формулою (3.2.2):

$$K_{\phi} = \frac{55}{\sqrt[3]{1122000}} = \frac{55}{104} = 0,52$$

Знайдено коефіцієнт заповнення:

$$K^V = \frac{V_{\text{дп}}}{V_{\text{кож}}} = \frac{110 \times 160 \times 20}{1122000} = \frac{352000}{1122000} = 0,3$$

Для визначення теплового режиму пристрою необхідно дізнатись, тобто розрахувати яка максимальна потужність, що випромінюється на одиницю площі пристрою. А також якщо вихідна потужність менше 0,05 Вт/см² можна дійти до висновку, що пристрій не вимагає додаткового охолодження і може виконуватись у герметичному корпусі.

Задано необхідні дані. Є блок у вигляді прямокутного паралелепіпеда з параметрами: $L_1 = 120$ мм; $L_2 = 170$ мм; $L_3 = 55$ мм.

Розраховано площу для даного блоку.

Площа кожуха обчислена по формулі:

$$S = 2 \times (L_1 \times L_2 + L_2 \times L_3 + L_1 \times L_3)$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

де $L1$ – довжина, $L3$ - висота кожуха

$$S = 2 \times (120 \times 170 + 170 \times 55 + 120 \times 55) = 72700 \text{ мм}^2 = 727 \text{ см}^2$$

Знайдено потужність споживання $P_{\text{спож}}$.

Струм, який є максимальним і в теорії який може споживати розроблений пристрій має дві складові: $P_{\text{max}} = P_{\text{ac.max}} + P_{\text{dc.max}}$, тобто сума максимальних потужностей змінного та постійного струмів.

Максимальний струм $VS1 = 16$ Ампер при 230 вольт діючої напруги, це при умовах, що застосовано перемички замість запобіжників. Тоді максимальна складова потужності споживання змінного струму:

$$P_{AC, \text{max}} = 16 \text{ A} \times 230 \text{ V} = 3680 \text{ Вт}$$

Щодо постійного струму, то LM7805 витримає більший струм за 1 Ампер, але він вже близький до максимально - допустимого.

$$P_{DC, \text{max}} = 1 \text{ A} \times 12 \text{ V} = 1.2 \text{ Вт}$$

Отже повна потужність для даного пристрою $3680 \text{ Вт} + 1,2 \text{ Вт} = 3681,2 \text{ Вт}$

Потужність на 1 см^2 пристрою:

$$Q = P_{\text{спож}} / S = 3681,2 \text{ Вт} / 727 \text{ см}^2 = 5.06 \text{ Вт/см}^2$$

Умова тепло - ненавантаженості пристрою

$$Q \leq 0,05 \text{ Вт/см}^2$$

У даному випадку пристрій тепло навантажений. Навіть за умови найкращого тепловідводу компонентів, такий пристрій вважається перевантаженим.

Якщо взяти тільки максимальну складову постійного струму після стабілізатора при 1 А та 5 В, тоді потужність на 1 см^2

$$Q = P_{\text{спож}} / S = 5 \text{ Вт} / 727 \text{ см}^2 = 0.007 \text{ Вт/см}^2$$

Якщо розрахунок був би для 12В то $12 \text{ В} * 1 \text{ А} = 12 \text{ Вт}$, тоді

$$Q = P_{\text{спож}} / S = 12 \text{ Вт} / 727 \text{ см}^2 = 0.01 \text{ Вт/см}^2$$

Тобто, даний блок тепло - ненавантажений якщо працює тільки на складовій постійного струму.

Питома потужність на одиницю площі знайдено по графіках

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Глушицького:

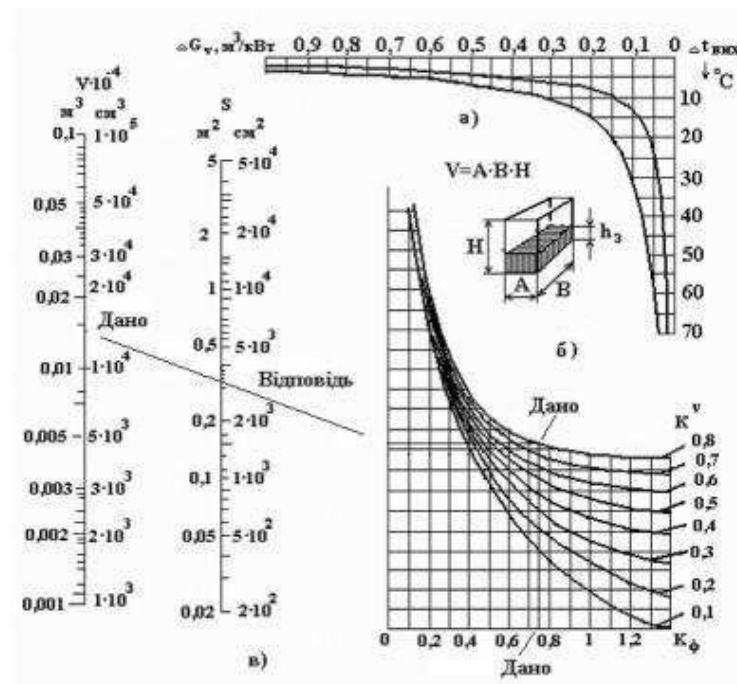


Рис. 3.1. Номограма для визначення поверхні зони нагрівання

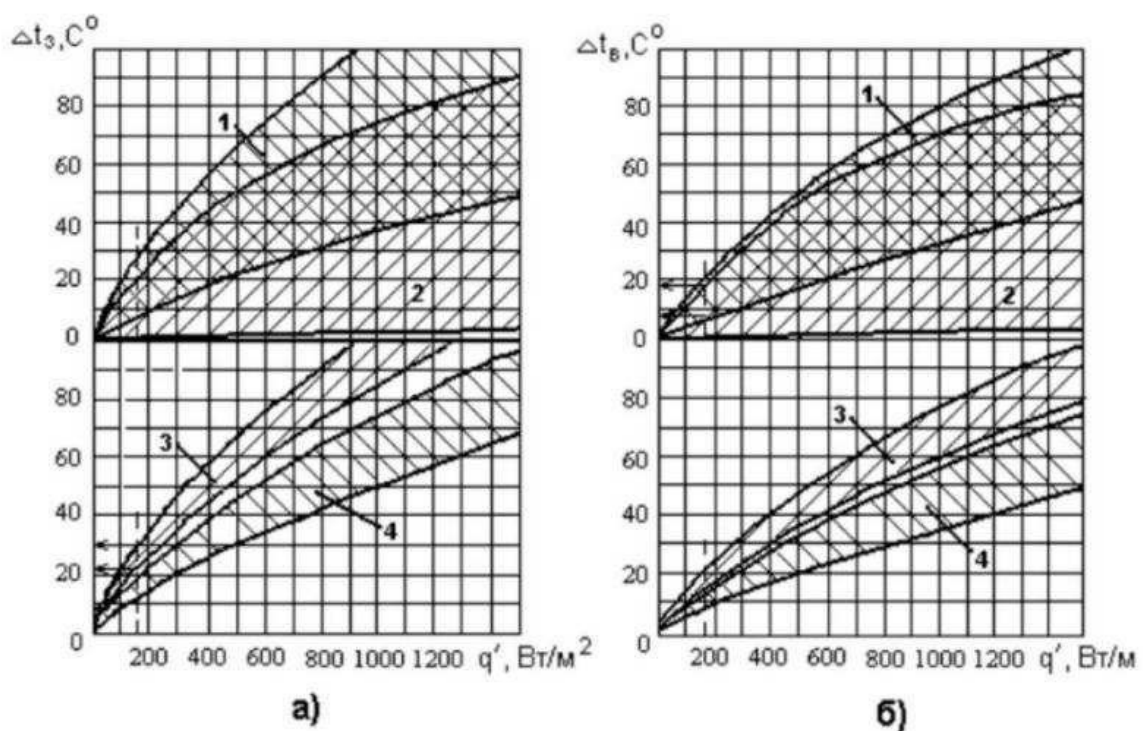


Рис. 3.2. Визначення перегріву Δt_z нагрітої зони

Було підставлено значення коефіцієнтів і в результаті отримано значення температури зони нагрівання $\Delta t_z = 5^\circ\text{C}$. Тому при розрахунку імовірності поправочні коефіцієнти взято для максимальної температури 40°C .

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ

Арк.

49

3.3. Розрахунок характеристик надійності пристрою

Було проведено розрахунки для базової версії пристрою з бакалаврської роботи, там пристрій подібний до того який розроблено в цьому проекті.

Таблиця 3.3. Інтенсивність відмов λ_0 , 10^{-8}год^{-1}

Тип елементів, марка, типономінал	ГОСТ, ТУ	Інтенсивність відмов λ_0 , 10^{-8}год^{-1}
1	2	3
Цифрові мікросхеми:		
LM7805CT	<i>Fairchild Semiconductor</i>	-
FT232RL	<i>FTDI</i>	-
ATtiny2313-20PU	<i>Microchip</i>	-
DS18B20	<i>Maxim</i>	-
TM1637	<i>Titan Micro Electronics</i>	-
Конденсатори:		
К-53-1-6,3 В	<i>ОЖ0.464.023 ТУ</i>	6.0 (табличне, усереднене)
К10-73-1Б-50 В	<i>ЯВЦ 673511.004ТУ</i>	-
К73-17	<i>АДПК.673633.020 ТУ</i> <i>АЖЯР.673633.004 ТУ</i>	1.2 (табличне, усереднене)
К52-15В-32 В	<i>АДПК.673543.001ТУ</i>	-
Резистори:		
МЛТ-0.25-330 Ом	<i>ОЖ0.467.180ТУ.</i>	2.2 (табличне, усереднене)
МЛТ-0.5-330 Ом	<i>ОЖ0.467.180ТУ.</i>	2.2 (табличне, усереднене)
МЛТ-0.5-360 Ом	<i>ОЖ0.467.180ТУ.</i>	2.2 (табличне, усереднене)
МЛТ-0.125-10 кОм	<i>ОЖ0.467.180ТУ.</i>	2.2 (табличне, усереднене)
МЛТ-0.5-39 Ом	<i>ОЖ0.467.180ТУ.</i>	2.2 (табличне, усереднене)

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

МЛТ-0.125-4.7 кОм	<i>ОЖ0.467.180ТУ.</i>	2.2 (табличне, усереднене)
Симістори:		
BT139-600	<i>PHILIPS</i>	-
Оптопарі тиристорні:		
МОС3042М	<i>ON Semiconductor</i>	59 (табличне, усереднене)
Кнопки тактові:		
SWT6-V	<i>Bi technologies</i>	-
Плавкі запобіжники:		
ВПБ6	<i>ОЮО.481.021ТУ</i>	20 (табличне, усереднене)
Світлодіодні індикатори:		
3641BS	<i>XLITX</i>	20 (табличне, усереднене)
Низькочастотні роз'єднувачі на напругу до 1500В:		
Прямокутні малогабаритні для друкованого монтажу:		
USB Female Type-B Port 4- Pin		0.27 × 4 (табличне, усереднене)
Mini Micro JST XH2.54mm 3- Pin		0.27 × 3 (табличне, усереднене)
Прямокутні нормальні для об'ємного монтажу:		
РД1-1	<i>ТУ за 0,364,003 ТУ</i>	0.12 × 2 (табличне, усереднене)
ВД-1	<i>за 0,364,003 ТУ</i>	0.12 × 2 (табличне, усереднене)

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Деяка інформація для заповнення таблиці 3.4. взята з бакалаврської роботи.
Далі наведено деякі розрахунки для заповнення таблиці 3.4.

Розрахунки для елементів:

Резистор R1:

Розрахунок струму резистора R1:

$$I_{R1} = \frac{U_{ЖИВ}}{R_1} = \frac{3.5(B)}{330(Ом)} = 0.01(A);$$

де I_{R1} – струм резистора R1; $U_{ЖИВ}$ – напруга живлення; R_1 – опір резистора R1.

Розрахунок мінімальної потужності резистора R1:

$$P_{R1} = \frac{U_{ЖИВ}^2}{R_1} = \frac{3.5^2(B)}{330(Ом)} \approx 0.04(Bm);$$

де P_{R1} – мінімальна потужність резистора R1; $U_{ЖИВ}$ – напруга живлення; R_1 – опір резистора R1.

Резистор R2:

Резистор R2 обмежує струм для МОС3042М, тому сам має витримати імпульс струму 1 Ампер тривалістю 100 мікросекунд. Енергія імпульсу дорівнює добутку імпульсної (пікової, максимальної) потужності на тривалість імпульсу.

Розрахунок мінімальної потужності (при $\varphi=0$) резистора R2:

$$P_{R2} = \frac{I_M}{\sqrt{2}} \times \frac{U_M}{\sqrt{2}} \times \cos(\varphi) \times T = \frac{1(A) \times 358(B)}{2} \times 0.0001(C) \approx 0.02(Bm)$$

де P_{R2} – мінімальна потужність резистора R2; I_M – максимально допустима сила струму; U_M – пікова напруга в мережі; φ – різниця фаз струму і напруги; T – тривалість імпульсу.

Резистор R3:

Розрахунок мінімальної потужності (при $\varphi=0$) резистора R3:

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$P_{R3} = \frac{I_M}{\sqrt{2}} \times \frac{U_M}{\sqrt{2}} \times \cos(\varphi) \times T = \frac{1(A) \times 330(B)}{2} \times 0.0001(C) \approx 0.02(Bm)$$

де P_{R3} – мінімальна потужність резистора R3; I_M – максимально допустима сила струму; U_M – пікова напруга в мережі; φ – різниця фаз струму і напруги; T – тривалість імпульсу.

Потужність резистора R3, при великому опорі керуючого електрода VS1, має бути не менше розрахованої потужності резистора R2, бо в такому випадку через R2 і R3 проходять майже рівноцінні значення струму.

Резистор R4:

Розрахунок струму резистора R4:

$$I_{R4} = \frac{U_{ЖИВ}}{R_4} = \frac{5(B)}{10^4(Ом)} = 5 \times 10^{-4}(Bm);$$

де I_{R4} – струм резистора R4; $U_{ЖИВ}$ – напруга живлення; R_4 – опір резистора R4.

Розрахунок мінімальної потужності резистора R4:

$$P_{R4} = \frac{U_{ЖИВ}^2}{R_4} = \frac{5^2(B)}{10^4(Ом)} = 25 \times 10^{-4}(Bm);$$

де P_{R4} – мінімальна потужність резистора R4; $U_{ЖИВ}$ – напруга живлення; R_4 – опір резистора R4.

Резистор R5:

Розрахунок струму резистора R5:

$$I_{R5} = \frac{U_{ЖИВ}}{R_5} = \frac{5(B)}{10^4(Ом)} = 5 \times 10^{-4}(Bm);$$

де I_{R5} – струм резистора R5; $U_{ЖИВ}$ – напруга живлення; R_5 – опір резистора R5.

Розрахунок мінімальної потужності резистора R5:

$$P_{R5} = \frac{U_{ЖИВ}^2}{R_5} = \frac{5^2(B)}{10^4(Ом)} = 25 \times 10^{-4}(Bm);$$

де P_{R5} – мінімальна потужність резистора R5; $U_{ЖИВ}$ – напруга живлення; R_5 – опір резистора R5.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Резистор R6:

Розрахунок максимального струму в колі R6–C7(опір навантаження не враховано):

$$I_M = \frac{U_M}{R + X_C} = \frac{358(B)}{39(OM) + 318310(OM)} = 0.0011(A);$$

де I_M – максимальний струм в RC колі; U_M – максимальна напруга в мережі;
 R – опір резистора R6; X_C – реактивний опір конденсатора C7.

Розрахунок різниці фаз φ в колі R6–C7:

$$\varphi = \arctan\left(-\frac{1}{2\pi \times f \times C \times R_6}\right) = \arctan\left(-\frac{1}{2\pi \times 50(\Gamma\text{ц}) \times 10^{-8}(\Phi) \times 39(OM)}\right) \approx \\ \approx \arctan(-8161.7919534) \approx -89.99298^\circ; \cos(-89.99298^\circ) \approx 0.0001225221.$$

де f – частота в колі змінного струму; C – ємність конденсатора C7; R_6 – опір резистора R6.

Розрахунок теплової потужності P , що виділяється на резисторі R6:

$$P = \left(\frac{I_M}{\sqrt{2}}\right)^2 \times R_6 \times \cos(\varphi) = \left(\frac{0.0011(A)}{\sqrt{2}}\right)^2 \times 39(OM) \times 0.0001225221 \approx 2.89 \text{ nW} \approx \\ \approx 2.89 \times 10^{-9} (Bm)$$

де I_M – максимальний струм в колі R6–C7; R_6 – опір резистора R6; φ – різниця фаз в колі R6–C7.

Резистор R7:

Розрахунок струму резистора R5:

$$I_{R7} = \frac{U_{ЖИВ}}{R_7} = \frac{5(B)}{4.7 \times 10^4(OM)} \approx 10^{-4}(A);$$

де I_{R7} – струм резистора R7; $U_{ЖИВ}$ – напруга живлення; R_7 – опір резистора R5.

Розрахунок мінімальної потужності резистора R7:

$$P_{R7} = \frac{U_{ЖИВ}^2}{R_7} = \frac{5^2(B)}{4.7 \times 10^4(OM)} \approx 5 \times 10^{-4}(Bm);$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

де P_{R7} – мінімальна потужність резистора R7; $U_{жив}$ – напруга живлення; R_7 – опір резистора R7.

Параметри індикатора HG1:

Індикатор семисегментний; розрядність: 4 розряди; тип: загальний анод; колір: червоний (Ultra-Bright); споживаний струм і напруга (1 сегмент): 10мА, 1.8В; максимальна потужність (1 розряд): 0.1 Вт; модель: 3641BS.

$$P_{HG1} = 0.1(Bm) \times 4 = 0.4(Bm)$$

Симістор VS1 і запобіжник FU1:

Розрахунок максимальної потужності в колі симістор - нагрівач - запобіжник:

$$P = I \times U = 1(A) \times 253(B) = 253(Bm) \approx 200(Bm)$$

де P – максимальна потужність нагрівача; I – номінальний струм запобіжника; U – максимальна діюча напруга в мережі.

Формули для розрахунку K_i , K_u , K_p коефіцієнтів:

Резистори постійні в змінні:

Робоча напруга U :

$$k_u = \frac{U_{\text{вим. max}}}{U_{\text{доп. ту}}} = \frac{U_{\text{роз. max}}}{U_{\text{доп. ту}}}$$

Розсіювана потужність P :

$$k_p = \frac{P_{\text{роз. max}}}{P_{\text{доп. ту}}}$$

Формули для оцінки:

$$k_n = k_u,$$

$$k_n = k_p \text{ або } \epsilon$$

$$k_n = k_u \cdot k_p$$

Конденсатори (керамічні, паперові, полістирольні, електролітичні, змінної ємності):

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Робоча напруга U :

$$k_u = \frac{U_{\text{роб. max}}}{U_{\text{роб. доп. ТУ}}}$$

Формули для оцінки:

$$k_n = k_u$$

Діоди напівпровідникові, діністори і тиристори:

Прямий струм I :

$$k_i = \frac{I_{\text{пр. max}}}{I_{\text{пр. доп. ТУ}}}$$

Зворотня напруга $U_{\text{зв}}$:

$$k_n = \frac{U_{\text{зв. max}}}{U_{\text{зв. доп. ТУ}}}$$

Формули для оцінки:

$$k_n = k_u \cdot k_p,$$
$$k_n = k_u$$

Елементи індикації (газорозрядні, світлодіодні, рідкокристалічні):

Струмове навантаження $I_{\text{гор}}$:

$$k_i = \frac{I_{\text{гор. роз.}}}{I_{\text{гор. доп. ТУ}}}$$

Робоча напруга $U_{\text{роб}}$:

$$k_u = \frac{U_{\text{роб. роз.}}}{U_{\text{роб. доп. ТУ}}}$$

Формули для оцінки:

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$k_{\text{н}}=k_i, \quad k_{\text{н}}=k_u$$

Запобіжники і плавкі вставки:

Робочий струм I_p :

$$k_i = \frac{I_{\text{р. роз.}}}{I_{\text{р. доп. ТУ}}}$$

Формули для оцінки:

$$k_{\text{н}}=k_i$$

Примітки:

1. *- розрахункове або вимірне значення обраного параметра
2. В знаменнику розрахункових формул приводяться максимальні допустимі по ТУ значення відповідних параметрів для призначених типономіналів елементів.

Розрахунок K_i , K_u , K_p коефіцієнтів для всіх радіоелементів відповідно:

R1

$$K_U = \frac{3.5(\text{В})}{250(\text{В})} = 0.014$$

$$K_P = \frac{0.04(\text{Вт})}{0.25(\text{Вт})} = 0.16$$

R2

$$K_U = \frac{253(\text{В})}{350(\text{В})} = 0.7228 \approx 0.73$$

$$K_P = \frac{0.04(\text{Вт})}{0.5(\text{Вт})} = 0.08$$

R3

$$K_U = \frac{253(\text{В})}{350(\text{В})} = 0.7228 \approx 0.73$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$K_P = \frac{0.04(\text{БТ})}{0.5(\text{БТ})} = 0.08$$

R4

$$K_U = \frac{5(\text{Б})}{200(\text{Б})} = 0.025 \approx 0.03$$

$$K_P = \frac{25 \times 10^{-4}(\text{БТ})}{0.125(\text{БТ})} = 0.02$$

R5

$$K_U = \frac{5(\text{Б})}{200(\text{Б})} = 0.025 \approx 0.03$$

$$K_P = \frac{25 \times 10^{-4}(\text{БТ})}{0.125(\text{БТ})} = 0.02$$

R6

$$K_U = \frac{253(\text{Б})}{350(\text{Б})} = 0.7228 \approx 0.73$$

$$K_P = \frac{2.89 \times 10^{-9}(\text{БТ})}{0.5(\text{БТ})} \approx 5.78 \times 10^{-9}$$

R7

$$K_U = \frac{5(\text{Б})}{200(\text{Б})} = 0.025 \approx 0.03$$

$$K_P = \frac{5 \times 10^{-4}(\text{БТ})}{0.125(\text{БТ})} = 0.004$$

C1

$$K_U = \frac{5(\text{Б})}{6.3(\text{Б})} \approx 0.7936 \approx 0.8$$

C2

$$K_U = \frac{5(\text{Б})}{50(\text{Б})} = 0.1$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

C3

$$K_U = \frac{5(B)}{6.3(B)} \approx 0.7936 \approx 0.8$$

C4

$$K_U = \frac{5(B)}{6.3(B)} \approx 0.7936 \approx 0.8$$

C5

$$K_U = \frac{5(B)}{50(B)} = 0.1$$

C6

$$K_U = \frac{5(B)}{50(B)} = 0.1$$

C7

$$K_U = \frac{253(B)}{630(B)} = 0.4$$

C8

$$K_U = \frac{5(B)}{32(B)} = 0.1562 \approx 0.16$$

C9

$$K_U = \frac{5(B)}{6.3(B)} \approx 0.7936 \approx 0.8$$

C10

$$K_U = \frac{10(B)}{63(B)} \approx 0.1587 \approx 0.16$$

C11

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$K_U = \frac{5(B)}{6.3(B)} \approx 0.7936 \approx 0.8$$

HG1

Споживаний струм і напруга (1 сегмент): 10мА, 1.8В.

Максимально-допустимі струм і напруга (1 сегмент): 30мА, 5В.

$$K_I = \frac{0.01(A)}{0.03(A)} = 0.3(3) \approx 0.4$$

$$K_U = \frac{1.8 (B)}{5(B)} = 0.36$$

Ultra-Bright Red Electro-Optical Parameter

1. Electro-Optical Characteristics(Ta=25°C)

PARAMETER	SYMBOL	DEVICES (ULTRA-BRIGHT RED)		UNIT	TEST CONDIONS
		TYP	MAX		
Peak Emission Wavelength	λp	640		nm	IF=10mA
Forward Voltage	VF	1.8		V	IF=10mA
Reverse Current	IR		50	μA	VR=5V
Segment To Segment (Dot To Dot) Luminous Intensity Ratio	IV-M	1.5:1			IF=20

Рис. 3.3. Параметри 3641BS[11]

VS1

Потужність навантаження 200Вт, максимальне значення діючої напруги в мережі сягає приблизно 253 вольт. Максимальний діючий струм $I_{max}=200Вт/253В=0.79А$. Максимально- допустиме значення струму більше або рівне 16 Ампер. Максимально- допустиме значення напруги – 600 вольт, розраховане - 253 вольт.

$$K_I = \frac{0.79(A)}{16(A)} = 0.049375 \approx 0.05$$

$$K_U = \frac{253(B)}{600(B)} = 0.4216(6) \approx 0.43$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

4. Limiting values

Table 3: Limiting values

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134).

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Unit
V _{DRM}	repetitive peak off-state voltage				
	BT139-600		-	600 ^[1]	V
	BT139-800		-	800	V
I _{T(RMS)}	RMS on-state current	full sine wave; T _{mb} ≤ 99 °C; Figure 4 and Figure 5	-	16	A

Рис. 3.4. Параметри BT139-600 [8]

FU1

Номінальне значення струму запобіжника 1 Ампер.

Максимальна допустима потужність навантаження 200 Вт, максимальна діюча напруга 230В +10%= 253В, звідси максимальний струм 200 Вт / 253 В = 0.79 А.

$$K_I = \frac{0.79(A)}{1(A)} = 0.79$$

Тип	Рабочий ток, А	Раб. напр., В
ВПБ6-1...ВПБ6-13	0.16, 0.25, 0.315, 0.4, 0.5, 0.63, 1, 1.25, 1.6, 2, 3.15, 4, 5	250

Рис. 3.5. Параметри ВПБ6 [26]

DD1

Максимально-допустимі струм і розсіювана потужність: 24мА, 0.5Вт.

$$K_I = \frac{0.015(A)}{0.024(A)} = 0.625$$

розсіювана потужність

$$P = 0.015(A) \times 5(V) = 0.075(Вт)$$

$$K_P = \frac{0.075(Вт)}{0.5(Вт)} = 0.15$$

5.1 Absolute Maximum Ratings

The absolute maximum ratings for the FT232R devices are as follows. These are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 60134). Exceeding these may cause permanent damage to the device.

Parameter	Value	Units
Storage Temperature	-65 to 150	°C
Floor Life (Out of Bag) At Factory Ambient (30°C / 60% Relative Humidity)	168 (IPC/JEDEC J-STD-033A MSL Level 3 Compliant)*	Hours
Ambient Temperature (Power Applied)	-40 to 85	°C
MTTF FT232RL	11162037	hours
MTTF FT232RQ	4464815	hours
VCC Supply Voltage	-0.5 to +6.00	V
DC Input Voltage – USBDP and USBDM	-0.5 to +3.8	V
DC Input Voltage – High Impedance Bidirectional	-0.5 to + (VCC +0.5)	V
DC Input Voltage – All Other Inputs	-0.5 to + (VCC +0.5)	V
DC Output Current – Outputs	24	mA
DC Output Current – Low Impedance Bidirectional	24	mA
Power Dissipation (VCC = 5.25V)	500	mW

Table 5.1 Absolute Maximum Ratings

* If devices are stored out of the packaging beyond this time limit the devices should be baked before use. The devices should be ramped up to a temperature of +125°C and baked for up to 17 hours.

Рис. 3.6. Абсолютні максимальні параметри FT232R [14]

5.2 DC Characteristics

DC Characteristics (Ambient Temperature = -40°C to +85°C)

Parameter	Description	Minimum	Typical	Maximum	Units	Conditions
VCC1	VCC Operating Supply Voltage	4.0	---	5.25	V	Using Internal Oscillator
VCC1	VCC Operating Supply Voltage	3.3	---	5.25	V	Using External Crystal
VCC2	VCCIO Operating Supply Voltage	1.8	---	5.25	V	
Icc1	Operating Supply Current	---	15	---	mA	Normal Operation
Icc2	Operating Supply Current	50	70	100	µA	USB Suspend
3V3	3.3v regulator output	3.0	3.3	3.6	V	

Рис. 3.7. Параметри FT232R [14]

DD2

Максимально - допустимі струм і розсіювана потужність: 200 мА;

$$6(B) \times 0.2(A) = 1.2(Вт).$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on any Pin except $\overline{\text{RESET}}$ with respect to Ground	-0.5V to $V_{CC}+0.5V$
Voltage on $\overline{\text{RESET}}$ with respect to Ground	-0.5V to +13.0V
Maximum Operating Voltage	6.0V
DC Current per I/O Pin	40.0 mA
DC Current V_{CC} and GND Pins	200.0 mA

Рис. 3.8. Абсолютні максимальні параметри Attiny2313 [9]

Розрахунок максимального опору резистора R1:

$$R_1 = \frac{U_{ЖИВ} - U_{ПАД}}{I_M} = \frac{5(B) - 1.5(B)}{10(мА)} = \frac{3.5(B)}{0.01(A)} = 350(Ом);$$

де R_1 – опір резистора R1; $U_{ЖИВ}$ – напруга живлення; $U_{ПАД}$ – падіння напруги на інфрачервоному світлодіоді оптосимістора U1; I_M – мінімальний струм відкриття оптосимістора.

Розрахунок струму резистора R1:

$$I_{R1} = \frac{U_{ЖИВ}}{R_1} = \frac{3.5(B)}{330(Ом)} = 0.01(A);$$

Розрахунок мінімальної споживаної потужності резистора R1:

$$P_{R1} = I^2 \times R_1 = 0.01^2(A) \times 330(Ом) = 0.033(Вт);$$

Розрахунок споживаної потужності світлодіода оптосимістора:

$$P_{U1} = U \times I = 1.7(B) \times 0.01(A) = 0.017(Вт);$$

Розрахунок споживаної потужності R1 – U1:

$$P = P_{U1} + P_{R1} = 0.017(Вт) + 0.033(Вт) = 0.05(Вт);$$

$$K_I = \frac{0.01(A)}{0.04(A)} = 0.25$$

розсіювана потужність DD2

$$P = 0.01(A) \times 5(B) = 0.05(Вт)$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Максимальна розсіювана потужність DD2

$$P = 0.2(A) \times 5(B) = 1(Вт)$$

$$K_P = \frac{0.05(Вт)}{1(Вт)} = 0.05$$

DD3

Максимально-допустимі струм і розсіювана потужність: 4 мА, 6 В.



Рис. 3.9. Абсолютні максимальні параметри DS18B20 [10]

DC Electrical Characteristics							
(-55°C to +125°C; V _{DD} = 3.0V to 5.5V)							
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{DD}	Local power (Note 1)		+3.0		+5.5	V
Pullup Supply Voltage	V _{PU}	Parasite power	(Notes 1, 2)	+3.0		+5.5	V
		Local power		+3.0		V _{DD}	
Thermometer Error	t _{ERR}	-10°C to +85°C	(Note 3)			±0.5	°C
		-30°C to +100°C				±1	
		-55°C to +125°C				±2	
Input Logic-Low	V _{IL}	(Notes 1, 4, 5)		-0.3		+0.8	V
Input Logic-High	V _{IH}	Local power	(Notes 1,6)	+2.2	The lower of 5.5 or V _{DD} + 0.3		V
		Parasite power		+3.0			
Sink Current	I _L	V _{I/O} = 0.4V		4.0			mA
Standby Current	I _{DDS}	(Notes 7, 8)			750	1000	nA
Active Current	I _{DD}	V _{DD} = 5V (Note 9)			1	1.5	mA
DQ Input Current	I _{DQ}	(Note 10)			5		μA
Drift		(Note 11)			±0.2		°C

Рис. 3.10. Параметри DS18B20 [10]

Максимальний споживаний струм і робочу напругу взято з технічної документації [10]:

$$I_{DD3} max = 1.5 \text{ мА}$$

$$V_{in} max = 6 \text{ В}$$

Максимальна споживана потужність

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$$P_{DD3}max = 0.0015 \text{ A} \cdot 6 \text{ В} = 0.009 \text{ Вт}$$

Типовий споживаний струм і робочу напругу взято з технічної документації:

$$I_{DD3}max = 1 \text{ мА}$$

$$V_{in}max = 5 \text{ В}$$

Типова споживана потужність

$$P_{DD3}max = 0.001 \text{ А} \cdot 5 \text{ В} = 0.005 \text{ Вт}$$

$$K_I = \frac{0.001(\text{А})}{0.0015(\text{А})} = 0.6(6) \approx 0.7$$

$$K_P = \frac{0.005(\text{Вт})}{0.009(\text{Вт})} = 0.5(5) \approx 0.6$$

DD4

3、Electrical character (Ta = -40 ~ +85℃, VDD = 4.5 ~ 5.5 V, Vss = 0 V)						
Parameters	Symbol	Minimum	Typical	Maximum	Unit	Test condition
GRID drive source current	Ioh1	80	120	180	mA	GRID1~GRID6, Vo = vdd-2V
	Ioh2	80	140	200	mA	GRID1~GRID6, Vo = vdd-3V
SEG drive sink current	IOL1	20	30	50	mA	SEG1~SEG8 Vo=0.3V
DOUT pin output low current	Idout	4	-	-	mA	Vo = 0.4V, dout
High-level output current tolerance	Itolsg	-	-	5	%	Vo = VDD - 3V, GRID1~GRID6
Output pull down resistor	RL		10		KΩ	K1~K2

Рис. 3.11. Параметри TM1637 [13]

Electrical parameter

1、 Limit parameter (Ta = 25℃, Vss = 0 V)

Parameters	Symbol	Range	Unit
Logic power supply voltage	VDD	-0.5 ~ +7.0	V
Logic input voltage	VI1	-0.5 ~ VDD + 0.5	V
LED and SEG drive sink current	IO1	50	mA
LED and GRID drive source current	IO2	200	mA
Power loss	PD	400	mW
Work temperature	Topt	-40 ~ +85	℃
Storage temperature	Tstg	-65 ~ +150	℃

Рис. 4.12. Параметри TM1637 [13]

Максимальні струм і розсіювана потужність (напруга 2В): 0.2 А, 0.4Вт.

Типовий струм (напруга 2В): 0.14 А

Тоді типова потужність:

$$P = 0.14 \text{ A} \cdot 2 \text{ В} = 0.28 \text{ Вт}$$

$$K_I = \frac{0.14(\text{А})}{0.4(\text{А})} = 0.35$$

$$K_P = \frac{0.28(\text{Вт})}{0.4(\text{Вт})} = 0.7$$

DA1

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for V _O = 5V to 18V)	V _I	35	V
(for V _O = 24V)	V _I	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	R _{θJC}	5	℃/W
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	R _{θJA}	65	℃/W
Operating Temperature Range	T _{OPR}	0 – +125	℃
LM78xx		–40 – +125	℃
LM78xxA		0 – +125	℃
Storage Temperature Range	T _{STG}	–65 – +150	℃

Note 1: Absolute maximum ratings are those values beyond which damage to the device may occur. The datasheet specifications should be met, without exception, to ensure that the system design is reliable over its power supply, temperature, and output/input loading variables. Fairchild does not recommend operation outside datasheet specifications.

Рис. 4.13. Абсолютно максимальні параметри 7805 [15]

Стабілізатор L7805 може видати одну з напруг діапазону 4.75 – 5.25 вольт, але при цьому повинні дотримуватися умови, що струм на виході в навантаженні не буде перевищувати 1 Ампер.

Максимальний споживаний струм 0.5 А.

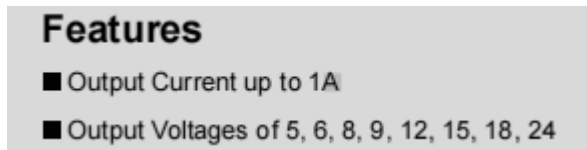


Рис. 4.14. Параметри 7805 [15]

$$K_I = \frac{0.5(A)}{1(A)} = 0.5$$

Розрахована максимальна розсіювана потужність при 0.5 А

$$P = 0.5 \text{ A} \cdot 5 \text{ В} = 2.5 \text{ Вт}$$

$$K_P = \frac{2.5(\text{Вт})}{5(\text{Вт})} = 0.5$$

Таблиця 3.4. Карта робочих режимів цифрового контролера термостату

Позн.	Типономі-нал	Викон. Функ.	Режим роботи	Напруга, В			Струм, А		$P_{\text{роз}}, \text{ВТ}$		k_i	k_u	k_p
				пост	зм	макс	пост	зм	max	сер			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
R1	МЛТ-0.25-330 Ом ±10%	-	В — Д	3.5	-	3.5	0.01	-	-	0.04	-	0.1 4	0.16
R2	МЛТ-0.5-360 Ом ±10%	-	В — Д	-	230	253	-	1	253	0.02	-	0.7 3	0.08
R3	МЛТ-0.5-330 Ом ±10%	-	В — Д	-	230	253	-	1	253	0.02	-	0.7 3	0.08

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

C11	КМ-56-50 В-0.1 мкФ±10%	фільтр.	$\frac{В}{Д}$	5	-	5	-	-	-	-	-	0.8	-
HG1	3641BS XLITX	відобра ж. інф.	$\frac{В}{Д}$	1,	-	5	-	-	-	-	0.4	0.3 6	-
VS1	BT139-600 PHILIPS	комут.	$\frac{В}{Д}$	-	230	253	-	1	253	-	0.0 5	0.4	-
FU1	ВПБ6	захист	$\frac{В}{Д}$	-	230	253	-	1	253	-	0.8	-	-

Умови експлуатації: Лабораторні;

Вологість, %: 60...70;

Температура, °C: 20...40;

Висота, км : 0...1.

$$k_e = k_H \cdot k_B \cdot k_{a.T.}$$

Для резисторів:

$$K_H = K_P = \frac{P_{роз.мах}}{P_{доп.ТУ}}$$

Для інших елементів

$$k_H = k_U \cdot k_I \cdot k_P$$

Коефіцієнти яких немає прийнято за одиницю

$$\lambda = \lambda_0 \cdot k_{TH}$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

**Таблиця 3.5. Показники надійності елементів цифрового контролера
термостату**

№ n/n	Найменування і типономінал елементів	n, шт.	λ_0 , 10^{-8} год $^{-1}$	k_e	O, °C	k_H	k_{TH}	λ , 10^{-8} год $^{-1}$
1.	R1 - МЛТ-0.25-330 Ом $\pm 10\%$	1	2.2	1	40	0.16	0,2	0,44
2.	R2 - МЛТ-0.5-360 Ом $\pm 10\%$	1	2.2	1	40	0.08	0,2	0,44
3.	R3 - МЛТ-0.5-330 Ом $\pm 10\%$	1	2.2	1	40	0.08	0,2	0,44
4.	R4, R5 - МЛТ-0.125-10 кОм $\pm 10\%$	2	2.2	1	40	0.02	0,2	0,88
5.	R6 - МЛТ-0.5-39 Ом $\pm 10\%$	1	2.2	1	40	5.8×10^{-9}	0,2	0,44
6.	R7 - МЛТ-0.125-4.7 кОм $\pm 10\%$	1	2.2	1	40	0.004	0,2	0,44
7.	C1, C3, C9, C11 - К-53-1- 6,3 В- 0.1 мкФ $\pm 10\%$	4	6	1	40	0,8	1	24
8.	C2 - К10-73-1Б-50 В 0.01 мкФ $\pm 10\%$	2	1	1	40	0,8	1	2
9.	C4 - К-53-1- 6,3 В- 4.7 мкФ $\pm 10\%$	1	6	1	40	0,8	1	6
10.	C5, C6 - К10-73-1Б-50 В- 100 пФ $\pm 10\%$	2	1	1	40	0,1	1	2
11.	C7 - К73-17-630 В 0.01 мкФ $\pm 10\%$	1	1.2	1	40	0,4	1	1,2
12.	C8 - К52-15В-32 В 100 мкФ $\pm 10\%$	1	1	1	40	0,16	1	1

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

13.	C10 - K73-17, 0.33 мкФ, 400 В, 5-10%	1	1.2	1	40	0,16	1	1,2
14.	HG1 - 3641BS XLITX	1	20	1	40	0,144	1	20
15.	FU1 - ВПБ6	1	20	1	40	0,8	1	20
16.	X1 - USB Female Type-B Port 4-Pin	1(4)	0.27/к	1	40	1	1	1,08
17.	X2 - Mini Micro JST XH2.54mm 3-Pin	1(3)	0.27/к	1	40	1	1	0,81
18.	XS1 - РД-1-1	1(2)	0.12/к	1	40	1	1	0,24
19.	XP1 - ВД-1	1(2)	0.12/к	1	40	1	1	0,24
20.	МОС3042М	1	59	1	40	1	1	59
21.	Пайки	167	1	1	40	1	1	167
Разом:								308,85

Примітка: розрахунок надійності проведено без врахування монтажу.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Напрацювання на відмову:

$$T_{\text{ср.с}} = \frac{1}{308 * 10^{-8}} = \frac{1}{\sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j} = 324675 \text{ [год]}$$

З врахуванням часу наробітки приладу 2000 год, отримаємо:

$$P(t) = \exp(-k_{\lambda} \sum_{j=1}^m \lambda_{0j} N_j) = \exp(-1 * 308 * 10^{-8} * 2000) \approx 0,99$$

В результаті розрахунку характеристик надійності отримано такі значення:

- сумарна інтенсивність відмов для всієї складальної одиниці на друкованій платі $\lambda_{\Sigma}=308,8 \cdot 10^{-8}$ год⁻¹ ;
- середній наробіток до відмови $T \approx 324$ тис. год;
- імовірність безвідмовної роботи за час $t=2000$ год $P(2000) \approx 0,99$.

4. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

4.1. Розрахунок собівартості приладу

Грошове вираження витрат компанії на виробництво та продаж своєї продукції – це собівартість виробництва. Це складний економічний показник, який поєднує в собі вартість уречевленої праці та вартість живої праці. Рентабельність - вищий показник діяльності підприємства, залежить від виробничих витрат.

Цей метод полягає у пропорційному віднесенні непрямих витрат до суми витрат на основну оплату праці виробничих робітників та витрати на обслуговування та експлуатацію обладнання. Під час розрахунку необхідно враховувати додаткові умови: кількість робітників; кількість виробів; затрати припою $3 * 10^{-6}$ на 1 вивід (ніжку); затрати лаку 0.008 кг на площу 1 см².

Такий розрахунок проведено та оцінено економічний ефект від провадження розробленого виробу [32]. Розрахунок вартості спроектованого приладу таблиця 4.1

Таблиця 4.1. Розрахунок вартості спроектованого приладу

№п/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали	4,29
2	Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати	1959,21

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

3	Основна заробітна плата виробничих робітників	21,91
4	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	2,19
5	Відрахування ЄСВ	5,30
6	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	17,53
7	Цехові витрати	19,72
8	Загальнозаводські витрати	31,55
9	Інші виробничі витрати	8,24
Разом:	Виробнича собівартість $C_{\text{вир}}$	2067,27
10	Позавиробничі витрати	82,69
	Разом: повна собівартість Сповн	2149,96

Розрахунок кількості та вартості матеріалів, що використовуються у виробництві на розроблений пристрій.

Щоб визначити кількість використаного припою з урахуванням вартості Припаюємої одної ніжки 3×10^{-6} кг, розраховуємо масу, необхідну для виробу.

Кількість ніжок 152 для радіоелементів навісного монтажу, для поверхневого монтажу 28, кількість перемичок 9 (18 ніжок). Тоді:

$$\text{Кількість ніжок} = 198$$

$$\text{Кількість припою} = 198 \times 3 \times 10^{-6} \text{ кг} = 0.00059 \text{ кг}$$

Ціна необхідного припою визначається так:

$$C_{\text{при.}} = 2750 \times 0.00059 = 1.62 \text{ Грн}$$

Де 2750 – ціна за 1 кг припою ПОС-61 CYNEL LC- Sn60Pb40-SW26 [1,0мм, 500 г] флюс RMA 2,5%. (https://prom.ua/p1500274239-pripoj-pos-cynel.html?utm_source=google_pmax&utm_medium=cpc&utm_content=pmax&utm_campaign=Pmax_spa_war_b2b&gclid=CjwKCAiAheacBhB8EiwAItVO2zv09mgoGxMv1UYxCK5D0pJNMq6tjGWlhSZ4lTtWrd7-rEUU8VmTBBoCpVAQAvD_BwE)

Для визначення кількості витраченого лаку, з врахування затрати на площу $1 \text{ см}^2 = 0.0008 \text{ кг}$., розраховуємо масу лаку для нашого приладу.

Площа друкованої плати рівна:

$$S = 11.2 \text{ см} \times 16.2 \text{ см} = 181.44 \text{ см}^2$$

Двостороннє покриття, тоді:

$$\text{Кількість(лаку)} = 181.44 \times 2 \times 0.0008 = 0.29 (\text{кг})$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Ціна необхідного лаку визначається так:

$$C_{\text{лаку}} = 90 \times 0,3 = 27 \text{ Грн}$$

де 90 - ціна за 1 кілограм лаку АК-113Ф (<https://himtrast.com.ua/p875531094-laki-dlya-zaschity>)

Таблиця 4.2.

Основні матеріали

№ п/п	Найменування матеріалу	Профіль, сорт, марка, розмір, ГОСТ, ДСТУ, ТУ	Одиниця вимірювання	Кількість	Ціна за одиницю, грн.	Сума, грн.
1.	Припій ПОС61	ГОСТ 21930-76	кг	0,00051	2750	1,62
2.	АК-113Ф	ГОСТ 23832-79	кг	0,3	90	27
Разом:						28,62
Зворотні відходи (1-5% від вартості матеріалів)						1,43
Транспортно-заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості матеріалів)						2,86
Разом:						4,29

Розрахунок кількості і вартості покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів, що витрачаються на виготовлення спроектованого приладу

Розрахунок кількості і вартості покупних комплектуючих у вигляді таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

№ п/п	Найменування покупних комплектуючих виробів і напівфабрикатів	Марка, розмір, ГОСТ, ДСТУ, ТУ, DIN, ISO	Один вим.	кількість	Ціна за один., грн	Сума, грн

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ		Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			74

1	2	3	4	5	6	7
1	Корпус	170X120X55	шт.	1	200	200
2	Плата друкована	160X110	шт.	1	53.3	53.3
3	R1, R6	МЛТ-0.125-4.7 κOm ±10% ОЖ0.467.180ТУ.	шт.	2	2,5	5
4	R2	МЛТ-0.25-330 Ом ±10% ОЖ0.467.180ТУ.	шт.	1	2,5	2,5
5	R3	МЛТ-0.5-360 Ом ±10% ОЖ0.467.180ТУ.	шт.	1	2,5	2,5
6	R4	МЛТ-0.5-330 Ом ±10% ОЖ0.467.180ТУ.	шт.	1	2,5	2,5
7	R5	МЛТ-0.125-5.1 κOm ±10% ОЖ0.467.180ТУ.	шт.	1	2,5	2,5
8	R7, R8	МЛТ-0.125-10 κOm ±10% ОЖ0.467.180ТУ.	шт.	2	2,5	5
9	R9	МЛТ-0.5-39 Ом ±10% ОЖ0.467.180ТУ.	шт.	1	1,5	1,5
10	C1, C3, C11, C13	К-53-1- 10 В- 0.1 мкФ ±10% ОЖ0.464.023 ТУ	шт.	4	11	44
11	C2	К10-73-1Б-50 В 0.01 мкФ ±10% ЯВЦ 673511.004ТУ	шт.	1	22	22
12	C4	К-53-1- 10 В- 4.7 мкФ ±10% ОЖ0.464.023 ТУ	шт.	1	13	13
13	C5, C6	К10-73-1Б-50 В- 22 пФ ±10% ЯВЦ 673511.004ТУ	шт.	2	15	30
14	C7, C8	К10-73-1Б-50 В- 100 пФ ±10% ЯВЦ 673511.004ТУ	шт.	2	15	30
15	C9	К73-17-630 В 0.01 мкФ ±10% АДПК.673633.020 ТУ АЖЯР.673633.004 ТУ	шт.	1	14	14

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

16	C10	K52-15B-32 B 100 мкФ ±10% АДПК.673543.001 ТУ	шт.	1	140	140
17	C12	K73-17, 0.33 мкФ, 63 В, 5-10% АДПК.673633.020 ТУ АЖЯР.673633.004 ТУ	шт.	1	7	7
18	DA1	Мікросхема LM7805CT Fairchild Semiconductor	шт.	1	9	9
19	DD1	Мікросхема FT232RL FTDI	шт.	1	292	292
20	DD2	Мікросхема ATtiny2313-20PU ATMEL	шт.	1	155	155
21	DD3	DHT11 - датчик температури і вологості на базі AM2302	шт.	1	82,5	82,5
22	DD4	Мікросхема DS18B20 Maxim Integrated	шт.	1	88	88
23	DD5	Мікросхема TM1637 Titan Micro Electronics	шт.	1	206	206
24	U1	МОС3042M ON Semiconductor	шт.	1	16,5	16,5
25	VS1	BT139-600 PHILIPS	шт.	1	39,9	39,9
26	HG1	3641BS XLITX	шт.	1	34	34
27	FU1, FU2	KF- 0360B[BПБ6]; 250В; 50 Гц; 12А; ПВЦ 5.2x20	шт.	2	70	140
28	SB1, SB2	SWT6-V Bi technologies	шт.	2	6	12
29	XS1	РД-1-І ТУ за 0,364,003 ТУ	шт.	1	24,78	24,78
30	XP1	ВД-І за 0,364,003 ТУ	шт.	1	29,40	29,40
31	Тримачі запобіжників [FU1, FU2]	KLS5-2611	шт.	2	6	12
32	X1	USB Female Type- B Port 4-Pin	шт.	1	12,1	12,1

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

33	X4, X5	Mini Micro JST XH2.54mm 3-Pin	шт.	2	5	10
34	X2, X3	Mini Micro JST XH2.54mm 4-Pin	шт.	2	16	32
35	XT1, XT2	301-021-12	шт.	2	23	46
36	ZQ1	12.000 МГц, НС49-S, кварцовий резонатор	шт.	1	5	5
37	VT1	BC547, TO-92	шт.	1	3,4	3,4
38	XP2	KLS-DC-005	шт.	1	10	10
39	J1... J9	Перемички 0.6 мм (мідний дрім)	см.	10	0.2	0.2
Разом:						1781,10
Транспорно -заготівельні витрати (7-10% від загальної вартості виробів і напівфабрикатів						178,11
Разом:						1959,21

Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

У базову заробітну плату виробничих робітників, що входить до собівартості входить оплата робітникам відрядникам і погодинна, що безпосередньо зайняті виготовленням спроектованого приладу.

Основна заробітна плата визначається шляхом множення трудомісткості виготовлення проектного пристрою на годинну тарифну ставку за видом робіт.

На основі отриманої трудомісткості виготовлення аналога та його складових частин розробляється трудомісткість виготовлення проектного пристрою на етапах ескізу та технічного проекту.

Розрахунок основної заробітної плати за монтаж, складання, налагодження та випробування проектного пристрою представлено у такому вигляді.

З 1 жовтня 2022 року розмір мінімальної заробітної плати становить: у місячному розмірі – 6700 гривень; погодинна ставка - 40,46 грн. З урахуванням коефіцієнта підвищення посадового окладу розраховуємо для кожного розряду:

$$3 \text{ розряд} = 40,46 \cdot 1,18 = 47,74 \text{ гр.} \cdot \text{год};$$

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

4 розряд = $40,46 \cdot 1,27 = 51,38$ гр.*год;

5 розряд = $40,46 \cdot 1,36 = 55,02$ гр.*год.

Трудовісткість монтажно-паяльних робіт залежить від кількості елементів та їх складності. Тому враховано час, витрачений однією пайкою 0,0014 години та встановлення 0,0006 год. Визначено час для пайки і монтажу всіх елементів.

Трудовісткість (пайка) = $198 \cdot 0,0014 = 0,28$

Трудовісткість (встановлення) $43 \cdot 0,0006 + 0,05 = 0,08$

Загальна трудовісткість = $0,28 + 0,08 = 0,36$

Таблиця 4.4

№ п/п	Зміст операції	Фах	Розряд роботи	Годинна тарифна ставка, грн	Трудовісткість робіт нормо-год.	Сума зарплати за тарифом,
1	Встановлення і пайка	17474	4	51,38	0,28	14,39
2	Контроль	60188	5	55,02	0,05	2,75
3	Лакування і Збирання	18352	3	47,74	0,1	4,77
Разом						21,91

Розрахунок додаткової заробітної плати виробничих робітників

До додаткової заробітної плати відносять оплату відпусток, лікарняних, виплати за вислугу років, вихідну допомогу. Величина додаткової заробітної плати визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих робітників (10%) і складає: ЗП (додаткова) = $21,91 \cdot 10/100 = 2,19$ грн.

Розрахунок відрахувань ЄСВ

Відповідно до Закону від 24.12.2015 р. №909-VIII, єдина ставка нарахувань становить 22%. Визначається процентом від суми основної і додаткової плати

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

виробничих робітників, а саме $21,91 + 2,19 = 24,10$ грн. Процентна ставка 22% і складає 5,30 грн.

Розрахунок витрат на утримання та експлуатацію устаткування

До витрат на утримання та експлуатацію устаткування відносять витрати на повне відновлення основних виробничих фондів та капітальний ремонт у вигляді амортизаційних відрахувань від вартості виробничого та підйомально-транспортного устаткування, цехового транспорту та інструментів зі складу основних виробничих фондів на реконструкцію, модернізацію та капітальний ремонт фондів.

Величина витрат на утримання та експлуатацію устаткування визначається процентом від суми основної заробітної плати виробничих виробників. Розроблювальний прилад належить до радіотехнічних тому витрати на утримання та експлуатацію устаткування будуть складати 80% від 21,91, а саме 17,53 грн.

Розрахунок цехових витрат

Величина цехових витрат визначається по цехах відсотком від суми основної заробітної плати й витрат на утримання та експлуатацію устаткування. Розроблювальний прилад належить до радіотехніки тому цехові витрати будуть складати 50% від $21,91 + 17,53 = 39,44$ грн, а саме 19,72 грн

Розрахунок загальнозаводських витрат

Величина загальнозаводських витрат визначається процентом від суми основної заробітної плати і витрат на утримання та експлуатацію устаткування. Розроблювальний прилад належить до радіотехнічних приладів тому цехові витрати будуть складати 80% від $21,91 + 17,53 = 39,44$ грн, а саме 31,55 грн.

Розрахунок інших виробничих витрат

Величина інших виробничих витрат визначається процентом від суми всіх попередніх статей (0.2 – 0.4%). Треба знайти 0.4% від $1,62 + 1959,21 + 21,91 + 2,19 + 5,30 + 17,53 + 19,72 + 31,55 = 2059,03$ грн. І це буде складати 8,24 грн.

Розрахунок позавиробничих витрат

Величина позавиробничих витрат визначається процентом від величини виробничої собівартості (2 – 4 %). Треба знайти 4% від 2067,27 грн і це буде складати 82,69 грн.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Розрахунок ціни спроектованого приладу Ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою:

$$Ц = C_{\text{повн}} + П. (4.1)$$

де $C_{\text{повн}}$ - повна собівартість виготовлення спроектованого приладу, а П - запланований прибуток.

Прибутковість підприємства характеризується таким показником як рентабельність. Величину рентабельності можна визначити за формулою:

$$P = П / C_{\text{повн}}. (4.2)$$

Якщо прийняти величину рентабельності 30%, тоді:

$$П = P \cdot C_{\text{повн}} = 0.3 \cdot C_{\text{повн}}. (4.3)$$

Тоді ціну спроектованого приладу можна визначити за формулою.

$$Ц = C_{\text{повн}} + 0,3 \cdot C_{\text{повн}} = 1,3 \cdot C_{\text{повн}}.$$

Якщо підприємство є платником податку на додану вартість (ставка ПДВ 20%), то вихідна ціна на спроектований прилад буде наступною.

$$Ц_{\text{вих}} = 1,2 \cdot Ц. (4.5)$$

Розрахунок:

Згідно з формулою (4.4) ціна спроектованого приладу буде.

$$Ц = 1,3 \cdot 2149,96 = 2794,95 \text{ грн.}$$

З врахуванням ПДВ згідно з формулою (4.5) вихідна ціна.

$$Ц_{\text{вих}} = 1,2 \cdot 2794,95 = 3353,94 \text{ грн.}$$

5. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

5.1. Загальні питання безпеки праці

Забезпечення таких умов праці, при яких виключається можливість дії на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів - є одним з найважливіших завдань охорони праці.

Сукупність факторів виробничого процесу і виробничого середовища, які під час професійної діяльності людини впливають на її працездатність і здоров'я - це *умови праці*.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Власник підприємства зобов'язаний створювати на всіх робочих місцях умови праці відповідно до умов нормативних актів з охорони праці та забезпечити на всіх робочих місцях належне технічне обладнання, все вище перераховане – згідно із статтею 153 Кодексу законів про працю.

Працездатністю є здатність людини до праці, яка визначається професійною підготовкою і станом здоров'я, а також рівнем її фізичних і психофізіологічних можливостей.

Якщо немає неприйнятної ризику, що пов'язаний з можливістю нанесення ушкодження — це *безпека*.

Стан умов праці, що забезпечує відсутність виробничого травматизму, є *безпекою праці*.

Стан умов праці, при якому дія шкідливих виробничих факторів не досягає гранично допустимих рівнів або виключається вплив на робітника шкідливих і небезпечних виробничих факторів, є *безпекою умов праці*.

В умовах, встановлених нормативно-технічною документацією, здатність виробничого процесу відповідати вимогам охорони праці при його здійсненні є *безпекою виробничого процесу*.

Здатність обладнання за певних умов протягом встановленого часу забезпечувати безпечний стан при виконанні виконуваних функцій є **безпекою виробничого обладнання**.

Умови праці поділяються на чотири класи:

4 клас — екстремальні (небезпечні) умови праці, які характеризуються таким рівнем виробничих факторів, коли протягом робочої зміни дія цих факторів створює високий ризик загрози життю, важких форм гострого професійного ураження, травм, отруєння;

3 клас — шкідливі умови праці, що характеризуються наявністю факторів трудового процесу та виробничого середовища, рівні яких можуть негативно впливати на організм працюючого та перевищувати гігієнічні нормативи; шкідливі умови праці поділяються на чотири класи (за величиною перевищення гігієнічних нормативів і ступенем вираженості змін в організмі працівників);

2 клас — допустимі умови праці, за яких параметри факторів виробничого

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

середовища не перевищують встановлених гігієнічних нормативів;

1 клас — оптимальні умови праці, за яких підтримується на високому рівні працездатність і зберігається здоров'я працівників.

Виробничий травматизм людини обумовлений наявністю психофізіологічних, біологічних, хімічних та фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Небезпечними фізичними виробничими чинниками є матеріали, вироби, елементи обладнання, рухомі машини, знижена або підвищена температура поверхні матеріалів чи обладнання, енергія стиснутого газу, повітря, небезпечна напруга електричної мережі тощо.

Хімічними шкідливими та небезпечними виробничими чинникам є дія на людину подразнюючих та їдких речовин. Хімічні шкідливі та небезпечні виробничі фактори поділяються:

— за характером впливу на організм людини (подразнюючі, загальнотоксичні, мутагенні, канцерогенні);

— за шляхом проникнення до організму людини (через шкірний покрив, через травну систему, через органи дихання).

Біологічними шкідливими та небезпечними виробничими чинниками є біологічні об'єкти (віруси, бактерії, тварини, рослини), вплив яких на працюючих призводить до захворювання або травми.

Психофізіологічними шкідливими та небезпечними факторами є нервово-психічні та фізичні перевантаження.

Безпечність виробничих процесів забезпечується комплексом організаційних та проектних рішень. Безпечність виробничих процесів є вибором технологічного процесу, черговості обслуговування обладнання, робочих операцій тощо. Безпечність виробничих процесів полягає у запобіганні впливу шкідливих і небезпечних чинників на працюючих. Це досягається за допомогою технічних засобів безпеки та організаційних заходів (виконання вимог інструкцій з охорони праці, інструктажі, навчання).

Основні вимоги, які пред'являються до технічних засобів безпеки — це зменшення шкідливостей і небезпек при обслуговуванні устаткування та при

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

виконанні технічних операцій, підвищення продуктивності праці, надійність і довговічність, зручність при обслуговуванні засобів захисту та обладнання, виконання вимог технічної естетики.

Дія технічних засобів захисту не повинна закінчитись раніше ніж припиниться дія небезпечного або шкідливого виробничого фактора і повинна забезпечити безпеку працюючих від початку робочого процесу до кінця робочого процесу.

Для запобігання виробничого травматизму є основні технічні засоби безпеки: профілактичні випробування машин, запобіжні та огорожувальні пристрої, блокування.

Безпека виробничого обладнання досягається: правильним вибором принципів дії, конструктивних схем, робочих процесів, матеріалів, максимальним використанням засобів механізації, автоматизації, дистанційного керування, у тому числі вимог до технічної документації на монтаж, експлуатацію, ремонт, транспортування та зберігання.

Важливу роль відіграє застосування комплексу засобів механізації, автоматизації та дистанційного керування в тих випадках, коли неможливо усунути дію небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Під час конструювання обладнання, частини, що рухаються й обертаються, комунікації (кабелі, трубопроводи тощо) необхідно розміщувати у корпусі машини, щоб виключити можливість доступу до них працюючих. Обладнання має забезпечувати захист працюючих від ураження електричним струмом та відповідати вимогам електробезпеки.

Основними вимогами до обладнання з точки зору охорони праці є: безпека для здоров'я і життя людей, надійність і зручність при експлуатації. При проектуванні машин і механізмів необхідно враховувати ергономічні вимоги: розміщення органів управління на робочому місці, зусилля для приведення в дію органів керування тощо.

Під час конструювання обладнання, частини, що рухаються й обертаються, комунікації (кабелі, трубопроводи тощо) необхідно розміщувати у корпусі машини, щоб виключити можливість доступу до них працюючих. Обладнання має

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

забезпечувати захист працюючих від ураження електричним струмом та відповідати вимогам електробезпеки .

Для усунення або зниження шуму і вібрації до нормативного рівня необхідно використовувати звукопоглинальні матеріали, кожухи та ін. Конструкція обладнання повинна передбачати вбудовані (місцеві) відсмоктувальні пристрої, необхідні для видалення пожежовибухонебезпечних сумішей, шкідливих і небезпечних хімічних речовин, пилу тощо безпосередньо з місця їх виникнення.

Органи керування технологічним устаткуванням повинні бути встановлені в безпечному для працівників місці, приводитися в дію зусиллями, встановленими відповідними нормами, мати безпечні та зручні форми та поверхні.

Технічні засоби, обслуговування яких пов'язане з переміщеннями людей, що працюють на висоті, вимагають зручних та безпечних за конструкцією та розмірами робочих площадок, переходів та драбин. Платформи та драбини висотою понад 0,5м над підлогою повинні бути обладнані поручнями заввишки не менше ніж 1 м.

Усі технічні засоби необхідно використовувати лише за призначенням та утримувати в справному стані під час експлуатації. Крім того, слід виключити можливість випадкового контакту персоналу з обладнанням при температурі вище 45°C, якщо це неможливо, поверхні обладнання повинні бути огорожені або ізольовані.

Обладнання, яке наразі встановлено, приймається комісією за участю представників органів державного нагляду за охороною праці.

Обладнання підлягає плановому ремонту та періодичному огляду з профілактичною метою.

5.2. Клімат виробничих приміщень

Клімат виробничих приміщень регламентується ГОСТ 12.1.005-88.

Самопочуття працівників і їх продуктивність залежать від умов зовнішнього середовища, зокрема зміни атмосферного тиску, швидкості руху повітря, температури та теплового випромінювання.

Мікроклімат промислових об'єктів – кліматичні умови внутрішнього середовища цих об'єктів і визначається комплексним впливом на організм людини

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

вологості, швидкості руху повітря, теплового випромінювання та температури.

Метеорологічні умови робочої зони визначаються на висоті 2 м над рівнем підлоги згідно з діючими санітарними нормами.

Простір, в якому розташовані місця для роботи, в яких працівники знаходяться тимчасово або постійно, є робочою зоною.

Сукупність кількісних показників мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції, є оптимальними мікрокліматичними умовами. Такі умови створюють базові умови для високої продуктивності праці, оскільки дають відчуття теплового комфорту.

Якщо швидкість руху повітря - 0,1-0,2 м/с, відносна вологість — 40-60%, а температура навколишнього повітря в межах 18-20 °С, тоді людина добре почувається і працездатна.

При високих температурах і вологості тіло може перегрітися, навіть спричинивши тепловий удар. Це також може бути викликано інфрачервоним випромінюванням від прямих сонячних променів. Висока температура у робочому місці викликає інтенсивний перерозподіл крові від внутрішніх органів до шкіри. Відбуваються зміни у роботі серцево-судинної системи, а пульс прискорюється та може досягати 90 - 100 ударів у хвилину, що викликає розширення судин шкіри й інтенсивне потовиділення. Відомо, що фізична праця при високій температурі прискорює серцевий ритм, знижує артеріальний тиск і прискорює дихання.

Під дією низької температури звужуються судини на поверхні м'язів рук, ніг, обличчя. Це зменшує приплив крові до всіх частин тіла людини. Простудні захворювання часто спричиняє переохолодження, що може виникнути при низькій температурі тіла.

Мінімальна швидкість повітряного потоку, яку відчуває людина, становить 0,2 м/с. Рух повітря одночасно виявляє тепловий і механічний вплив.

Температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря вимірюють на висоті 1 м над підлогою або робочою площадкою при роботі сидячи і на висоті 1,5 м при роботі стоячи. Показники мікроклімату вимірюють не менше 3 разів у кожен змін (початок, середина і кінець) на початку, середині і кінці холодного і

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

теплого періодів року.

Гігрометри, гігрографи і психрометри використовують для вимірювання вологості. Спиртовими або ртутними термометрами вимірюють температуру в виробничих приміщеннях. Анемометри призначені для вимірювання швидкості повітря.

5.3. Охорона праці при складально-монтажних роботах в процесі виготовлення приладу

Багато електричних з'єднань радіоелектронних компонентів виконуються за допомогою пайки. Пайка передбачає випалювання ізоляції, а також лудіння. При цьому процесі в повітря потрапляють різні шкідливі речовини, тому необхідно захистити працівників при паянні та випалюванні ізоляції.

При паянні робітники можуть контактувати з такими основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами:

- забрудненість повітря частинками, що по дисперсності близькі до диму: речовинами, що виділяє ізоляція при її нагріванні, пилом, парами припою (олова, свинцю, сурми та ще деяких інших речовин, що входять до складу припою), парами канифолі, парами різних рідин, що використовуються в якості флюсів (наприклад, кислоти), а також для змивання або розчинення лаків для покриття друкованих плат;
- наявність інфрачервоних випромінювань від розплавленого припою та від паяльника;
- дія бризок і крапель розплавленого припою.

Свинець та його сполуки токсичні. Частина свинцю, що надходить в організм, виводиться через кишківник та нирки, а частина залишається в печінці, головному мозку, м'язах та кістках. Особливо шкідливі пари свинцю при паянні олов'яно-свинцевими припоями.

З метою профілактики гострих і професійних захворювань концентрація свинцю в атмосферному повітрі не повинна перевищувати гранично допустимої концентрації 0,01 мг/м³. У зв'язку з накопичувальними властивостями свинцю в організмі гостре отруєння викликається системним надходженням навіть невеликих кількостей свинцю.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

Крім олов'яно-свинцевого припою використовують припої, що містять мідь, літій, срібло, кадмій та інші метали. Паяння також виконується з включенням активних добавок - фтористих солей в розплав хлористих солей кадмію, натрію, бору, літію. Пари більшості перерахованих речовин, що утворюються при паянні, шкідливо діють на організм людини.

Від компонентів, що входять до складу паяльного флюсу, залежить біологічна дія флюсу на організм людини:

- подразлива дія (соснова каніфоль, олеїнова кислота);
- наркотична дія (етиловий спирт);
- токсична дія (діетіламіну гідрохлорид, етиленгліколь).

Ряд речовин ще не достатньо вивчені і дія їх на організм до кінця невідома (по типу кремнійорганічних флюсів).

Типове утворення свинцевого аерозолі під час лудіння та паяння олов'яно-свинцевим припоєм таке при паянні 100 паяних з'єднань електропаяльником 20-60 Вт: 0,02-0,04 мг/м³.

Концентрацію в атмосфері аерозолі свинцю, при ручній пайці визначають за формулою:

$$C = 0,6yntN/V$$

де у-питоме утворення свинцю; n - кількість пайок у хвилину, шт.; t - тривалість зміни, год; N - кількість робочих місць, на яких ведеться пайка, шт.; V - об'єм приміщення, м³.

Типове утворення свинцевого аерозолі при лудінні зануренням у припій за одну годину з 1 м² площі поверхні ванни з припоєм: 300-500 мг/м³; Типове утворення свинцевого аерозолі при лудінні хвилею, за одну годину з 1 м² площі поверхні хвилі припою: 3000-5000 мг/м³.

Концентрацію в атмосфері аерозолі свинцю, при лудінні занурюванням в припій або хвилею припою, визначається за формулою:

$$C = ySt/V$$

де S - площа поверхні ванни або хвилі, м²;

У приміщеннях, де проводиться паяння, забороняється палити, вживати і

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

зберігати продукти харчування або питну воду, а також зберігати особисті речі та спецодяг. Забороняється перебувати у робочому одязі в приміщеннях харчування, буфетах і їдальнях. Працівникам забороняється виносити спецодяг за межі установи, в якій вони працюють, паяльні роботи працівники повинні проводити у призначеному для цього спеціальному одязі.

Кожен, хто вступає на роботу де є операції паяння, повинен бути проінформований про запобіжні заходи при роботі з припоєм і рідинами. Під час навчання має приділятися особлива увага до особистої гігієни.

Приміщення для прийому їжі а також місця, призначені для куріння та виробничі приміщення обладнуються умивальниками, до яких повинна безперебійно подаватися гаряча і холодна вода.

Використання рушників заборонено. Для витирання рук використовуються одноразові серветки.

Захисні мазі і пасти застосовують для захисту шкіри рук від дії сенсibiliзуючих речовин, що входять до складу флюсів.

Перед їжею та курінням обов'язкове миття рук та обполіскування порожнини рота

5.4 Охорона праці при виробничих випробуваннях приладу

Вплив зовнішніх факторів може приводити до повного руйнування радіоелектронних засобів або погіршувати їх електричні та механічні параметри.

Кліматичні випробування проводяться в спеціально обладнаних приміщеннях або кліматичних камерах для відтворення різних умов, доступ до яких виключається за допомогою блокуючих пристроїв при встановленому кліматичному режимі. Кліматичні камери герметичні, щоб виключити потрапляння атмосферних елементів (пилу, вологи, газів і т.д.) у повітря приміщень, де постійно перебувають працівники.

Під час проведення механічних випробувань на працівників діють шум та вібрації від механізмів що рухаються і обертаються, тому потребують засобів захисту від цих впливів. Працівники також мають забезпечуватись засобами індивідуального захисту від високих і низьких температур.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

ВИСНОВКИ

Залежно від вимог до рівня, встановлених у технічному завданні, за технічними завданнями було розроблено пристрій: “Цифровий контролер термостату” з такими характеристиками:

- | | |
|--|--------------------|
| 1. Напруга живлення, (постійний струм) | 5В ... 10В; |
| 2. Напруга живлення, (змінний струм), 50 Гц | 230 В; |
| 3. Потужність навантаження, не більше | 2.3 КВт; |
| 4. Тип навантаження | активне; |
| 5. Коефіцієнт потужності навантаження, не більше | 0,5; |
| 6. Кількість датчиків температури | 1; |
| 7. Точність вимірювання датчика температури, не менше | ±0.5°C; |
| 8. Діапазон вимірювання датчика температури | –10 °С...+85 °С; |
| 9. Тип виходу датчика температури | цифровий; |
| 10. Кількість датчиків вологості повітря | 1; |
| 11. Точність вимірювання датчика вологості повітря, не менше | ±5%; |
| 12. Діапазон вимірювання датчика вологості повітря | 5% - 95%; |
| 13. Тип виходу датчика вологості повітря | цифровий; |
| 14. Тип мікроконтролера | AVR; |
| 15. Тип індикатора | 7-сегментний, LED; |
| 16. Тип інтерфейсу для зв'язку з ПК | USB. |

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Thermostat>
2. <https://sxem.org/2-vse-stati/21-termometry/103-regulyator-temperatury-i-vlazhnosti-s-datchikom-dht11>
3. <https://www.kondratev-v.ru/avtomatika/gigrostat-dlya-ventilyatora-svoimi-rukami.html>
4. <https://tehnoobzor.com/schemes/automatics/201-shema-termostata.html>
5. <https://tehnoobzor.com/schemes/chips/57-shema-termoregulyatora-s-zhki-ekranom.html>
6. <https://tehnoobzor.com/schemes/chips/45-termoregulyator-dlya-kotla.html>
- [7] МОС3042М Datasheet (PDF) - ON Semiconductor. с.3, с.6.
[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:
<https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/moc3043m-d.pdf>
// (дата звернення: 20.10.2022)
- [8] ВТ139-600 Datasheet (PDF) – Philips Semiconductor. с.9.
[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:
<https://static.chipdip.ru/lib/040/DOC000040714.pdf>
// (дата звернення: 20.10.2022)
- [9] ATTINY2313-20PU Datasheet(PDF) - ATMEL Corporation. с.1, с.26, с.181.
[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:
<https://html.alldatasheet.com/html-pdf/175192/ATMEL/ATTINY2313-20PU/158/1/ATTINY2313-20PU.html>
// (дата звернення: 20.10.2022)
- [10] DS18B20 Datasheet(PDF) - Dallas Semiconductor. с.1, с.7.
[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:
<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
// (дата звернення: 20.10.2022)
- [11] 3641BS Datasheet (PDF) - XLITX Technology Co.Ltd. с.1-4.
[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

<http://www.xlitx.com/datasheet/3641BS.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[12] SWT6-V Datasheet (PDF) - Bi technologies. с.1, с.3. [Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/194375/BITECH/SWT6-V.html>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[13] TM1637 Datasheet (PDF) - Titan Micro Electronics Co.Ltd. с.8, с.11.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

https://www.mcielectronics.cl/website_MCI/static/documents/Datasheet_TM1637.pdf

// (дата звернення: 20.10.2022)

[14] FT232RL Datasheet (PDF) - Future Technology Devices International Ltd. с.7, с.27. [Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1246138/FTDI/FT232RL.html>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[15] LM7805CT Datasheet (PDF) - Fairchild Semiconductor. с.3, с.18.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/130993/FAIRCHILD/LM7805CT.html>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[16] Тримач запобіжника 5x20мм на плату (KLS5-2611). Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/cls5-2611-datasheet.jpg>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[17] Конденсатор k50-35 Datasheet (PDF). с.1.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://eandc.ru/pdf/kondensator/k50-35.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[18] Конденсатор k73-17 Datasheet (PDF). с.1.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://eandc.ru/pdf/kondensator/k73-17.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

[19] Конденсатор К10-73-1Б. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://eandc.ru/pdf/kondensator/k10-73-1b.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[20] Конденсатор К52-15. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://eandc.ru/pdf/kondensator/k52-15.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[21] Конденсатор К53-1. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://eandc.ru/pdf/kondensator/k53-1.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[22] USB FEMALE CONNECTORS. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<http://protectron.in/wp-content/uploads/2016/11/USB-CONNECTORS.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[23] Резистори МЛТ до 2 Вт. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://eandc.ru/pdf/rezistor/mlt.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[24] РД1-1, Розетка. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://static.chipdip.ru/lib/583/DOC000583304.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[25] Клеми, штепселі, контактні гнізда, затискачі та штирі. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://static.chipdip.ru/lib/287/DOC000287860.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[26] Плавкі вставки. ВПБ6. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

<https://static.chipdip.ru/lib/245/DOC000245499.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[27] Конденсатор К10-17Б. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://eandc.ru/pdf/kondensator/k10-17.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[28] S3B-ХН-А(LF)(SN), Вилка на плату кутова 3pin. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://static.chipdip.ru/lib/906/DOC012906835.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[29] 301-021-12, Клемник гвинтовий. Datasheet.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://static.chipdip.ru/lib/546/DOC014546652.pdf>

// (дата звернення: 20.10.2022)

[30] DHT22 Datasheet (PDF) - List of Unclassified Manufacturers. с.9.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1132459/ETC2/DHT22.html>

// (дата звернення: 20.10.2022)

31. Бутурлакин О.П., Овчаренко В.В., Федак В.В., Методичні рекомендації до виконання розрахунків по оцінці показників надійності радіоелектронної апаратури. Методична розробка для студентів інженерних спеціальностей. УжНУ,

32. Кузьміна Е.А. Методичні рекомендації до виконання організаційно-економічного розділу дипломного проекту: метод. розробка для студентів інженерних спеціальностей. Ужгород: УжДУ, 2000. 26 с.

33. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартів безпеки праці. Шкідливі речовини. Класифікація та загальні вимоги безпеки.

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

ДОДАТКИ

					МКР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

Поз. Позначення		Найменування			Кіл.	Примітки						
		<u>Резистори</u>										
R1, R6		МЛТ-0.125-4.7 кОм ±10% ОЖ0.467.180ТУ.			2							
R2		МЛТ-0.25-330 Ом ±10% ОЖ0.467.180ТУ.			1							
R3		МЛТ-0.5-360 Ом ±10% ОЖ0.467.180ТУ.			1							
R4		МЛТ-0.5-330 Ом ±10% ОЖ0.467.180ТУ.			1							
R5		МЛТ-0.125-5.1 кОм ±10% ОЖ0.467.180ТУ.			1							
R7, R8		МЛТ-0.125-10 кОм ±10% ОЖ0.467.180ТУ.			2							
R9		МЛТ-0.5-39 Ом ±10% ОЖ0.467.180ТУ.			1							
		<u>Конденсатори</u>										
C1, C3, C11, C13		К-53-1- 10 В- 0.1 мкФ ±10% ОЖ0.464.023 ТУ			4							
C2		К10-73-1Б-50 В 0.01 мкФ ±10% ЯАВЦ 673511.004ТУ			1							
C4		К-53-1- 10 В- 4.7 мкФ ±10% ОЖ0.464.023 ТУ			1							
C5, C6		К10-73-1Б-50 В-22 пФ ±10% ЯАВЦ 673511.004ТУ			2							
C7, C8		К10-73-1Б-50 В-100 пФ ±10% ЯАВЦ 673511.004ТУ			2							
C9		К73–17-630 В 0.01 мкФ ±10% АДПК.673633.020 ТУ АЖЯР.673633.004 ТУ			1							
C10		К52-15В-32 В 100 мкф ±10% АДПК.673543.001 ТУ			1							
C12		К73-17, 0.33 мкФ, 63 В, 5-10% АДПК.673633.020 ТУ АЖЯР.673633.004 ТУ			1							
		<u>Інтегральні схеми</u>										
DA1		Мікросхема LM7805CT Fairchild Semiconductor			1	ТО-220						
DD1		Мікросхема FT232RL FTDI			1	SSOP						
DD2		Мікросхема ATtiny2313-20PU ATMEL			1	DIP-20						
DD3		DHT22 -датчик температури і вологості на базі AM2302			1							
					МКР. ЕС. 17050018.001.000 ПЕЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Цифровий контролер термостату Перелік елементів			Літера		Аркуш	Аркушів	
Розробив		Попович Б.В.						У		1	3	
Перевірив		Спесивих О.О.										
Т.Контр.								УжНУ, ІТФ, 2м курс група ЕС				
Н.Контр.		Спесивих О.О.										
Затвердив		Заяць Т.М.										

Поз. Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
DD4	Мікросхема DS18B20 Maxim Integrated	1	TO-92
DD5	Мікросхема TM1637 Titan Micro Electronics	1	DIP-20
	<u>Оптонари</u>		
U1	МОС3042М ON Semiconductor	1	DIP6
	<u>Симістори</u>		
VS1	BT139-600 PHILIPS	1	TO-220AB
	<u>Індикатори</u>		
HG1	3641BS XLITX	1	загальний анод
	<u>Запобіжники плавкі</u>		
FU1, FU2	KF-0360B[ВІПБ6]; 250В; 50 Гц; 12А;	2	ПВЦ 5.2х20
	<u>Кнопки тактові</u>		
SB1, SB2	SWT6-V Bi technologies	2	DIP
	<u>Розетки</u>		
XS1	РД-1-1 ТУ за 0,364,003 ТУ	1	
	<u>Вилки мережеві</u>		
XP1	ВД-1 за 0,364,003 ТУ	1	
	<u>Тримач запобіжника на плату</u>		
	KLS5-2611	2	5х20мм

					МКР. ЕС. 17050018.001.000 ПЕЗ	Арк.
						2
Вим	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

[illegible]

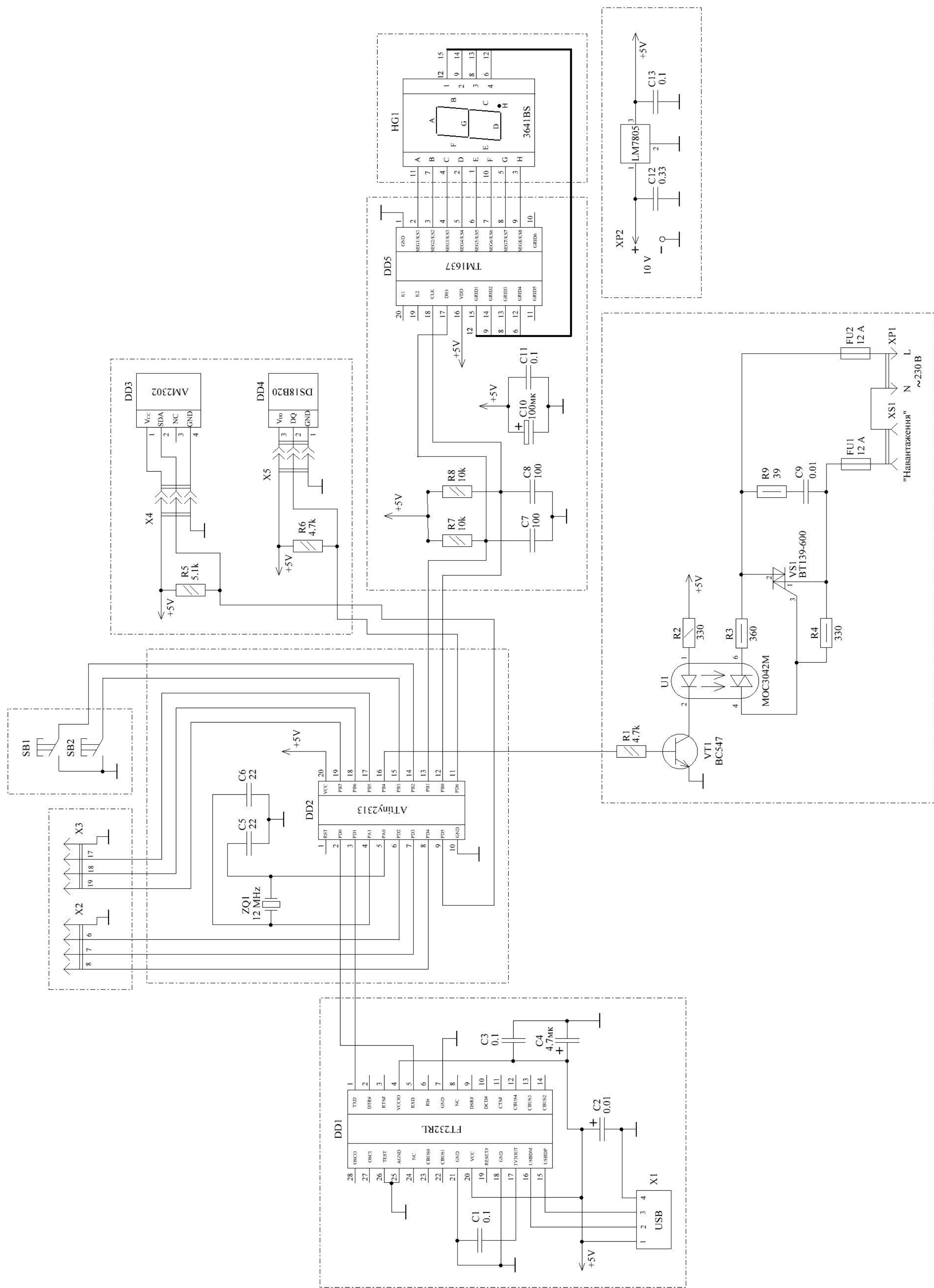
Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приміт.
				<u>Мікросхеми</u>		
		10	DA1	Мікросхема LM7805CT Fairchild Semiconductor	1	
		11	DD1	Мікросхема FT232RL FTDI	1	
		12	DD2	Мікросхема ATtiny2313-20PU ATMEL	1	
		13	DD3	DHT22 -датчик температури і вологості на базі AM2302	1	
		14	DD4	Мікросхема DS18B20 Maxim Integrated	1	
		15	DD5	Мікросхема TM1637 Titan Micro Electronics	1	
				<u>Резистори МЛТ</u> ОЖ0.467.180ТУ.		
		16	R1, R6	МЛТ-0.125-4.7 кОм ±10%	2	
		17	R2	МЛТ-0.25-330 Ом ±10%	1	
		18	R3	МЛТ-0.5-360 Ом ±10%	1	
		19	R4	МЛТ-0.5-330 Ом ±10%	1	
		20	R5	МЛТ-0.125-5.1 кОм	1	
		21	R7, R8	МЛТ-0.125-10 кОм	2	
		22	R9	МЛТ-0.5-39 Ом	1	
				<u>Оптонари</u>		
			U1	МОС3042M ON Semiconductor	1	
				<u>Сумістори</u>		
			VS1	BT139-600 PHILIPS	1	
				<u>Індикатори</u>		
			HG1	3641BS XLITX	1	
				<u>Запобіжники плавкі</u>		
			FU1, FU2	KF-0360B[ВПБ6]; 250В; 50 Гц; 12А;	2	
						Арк.
						2
Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	МКР. ЕС.17050018.001.000	

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Приміт.
				<u>Кнопки тактові</u>		
		10	SB1, SB2	SWT6-V Bi technologies	1	
		11				
		12		<u>Розетки</u>		
		13	XS1	РД-1-1 ТУ за 0,364,003 ТУ	1	
		14				
		15		<u>Вилки мережеві</u>		
			XP1	ВД-1 за 0,364,003 ТУ	1	
		16		<u>Тримач запобіжника на плату</u>		
		17		KLS5-2611	2	
		18				
		19		<u>Роз'єми</u>		
		20	X1	USB Female Type-B Port 4-Pin	1	
		21	X4, X5	Mini Micro JST XH2.54mm 3-Pin	2	
		22	X2, X3	Mini Micro JST XH2.54mm 4-Pin	2	
				<u>Клемники гвинтові</u>		
			XT1, XT2	301-021-12	2	
				<u>Кварцовий резонатор</u>		
			ZQ1	12.000 МГц, HC49-S, кварцовий резонатор		
				<u>Транзистор</u>		
			VT1	BC547	1	
				<u>Штирьовий роз'єм живлення</u>		
			XP2	KLS-DC-005, роз'єм живлення штирьовий 1,3 мм	1	

Вим.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

МКР. ЕС.17050018.001.000

Арк.
3

[illegible]

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

Горас ЗАГІЛЬ

Студента (-ки) 2 курсу
спеціальності Електроніка
Богдан ПОПОВИЧ
(прізвище, ініціали)

ЗАЯВА

щодо самостійного виконання
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти

Я, Богдан ПОПОВИЧ

(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) очної форми навчання ІТФ - 2-го курсу

(форма навчання, факультет, курс)

заявляю: моя письмова робота на тему: Цифровий контролер
термостату

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату.

Всі запозичення з друкованих та електронних джерел, а також із захищених раніше робіт мають відповідні посилання. Я ознайомлений(а) з діючим Положенням, згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску навчальної/кваліфікаційної роботи до захисту та притягнення до академічної відповідальності.

19.12.2022

Дата

Богдан

Підпис

Додаток 2.

ДОВІДКА
про результати перевірки на унікальність
кваліфікаційної, навчальної (курсової) роботи

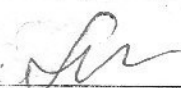
Автор роботи	Богдан Поповий
Назва роботи	Цифровий контролер термостату
Спеціальність	ІТФ, Електроніка
Курс	2
Факультет	ІТФ
Кафедра	ЕС
Керівник роботи	Олександр Спесивих
Роботу перевірено в програмі	Unichек
Додано до бази даних	Так додано
Ідентифікаційний номер роботи	1013328627
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНУЗ УжНУ	96 %
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	96 %

Відповідальна особа/
Науковий керівник роботи

Спесивих О.О.
(прізвище, ініціали)

19.12.2022

Дата


Підпис

Ім'я користувача:
приховано налаштуваннями конфіденційності

ID перевірки:
1013328627

Дата перевірки:
19.12.2022 12:50:00 EET

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
19.12.2022 13:09:44 EET

ID користувача:
100006217

Назва документа: Попович Богдан

Кількість сторінок: 51 Кількість слів: 7536 Кількість символів: 49715 Розмір файлу: 2.50 MB ID файлу: 1013088075

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

3.98%

Схожість

Найбільша схожість: 2.23% з Інтернет-джерелом (<https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/44128>)

Знайдено 1 джерело з Інтернету

Сторінка 53

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%

Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 79

Підозріле форматування 16 сторінок