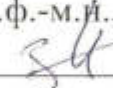


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Інженерно-технічний факультет  
Кафедра електронних систем

До захисту «ДОПУЩЕНО»  
Завідувач кафедри  
кан.ф.-м.н., Т.М. Заяць

  
" 15 " серпня 2021 р.

**Кваліфікаційна бакалаврська робота**  
з галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації»,  
напряму підготовки 171 – Електроніка

на тему " **Цифровий контролер термостату** "

Виконав: студент IV курсу, групи ЕС

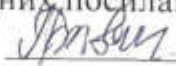
Попович Богдан Васильович  
(прізвище, ім'я, по-батькові)

  
(підпис)

Керівник: к.ф.-м. наук, доцент

Лукша Олег Васильович  
(вчене звання, ПІБ, посада)

  
(підпис)

Засвідчую, що у цієї роботі немає  
запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.  
Студент 

ДВНЗ «Ужгородський національний університет»

Факультет: Інженерно-технічний

Кафедра: Електронних систем

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Зав. кафедрою, доц.  
(Заяць Т. М.)  
“ 06 ” жовтня 2020 року

### З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну бакалаврську роботу  
студенту Попович Богдану Васильовичу

**Тема роботи: Цифровий контролер термостату.**

Затверджена на засіданні кафедри (протокол №\_3\_ від «\_\_06\_\_» жовтня 2020 р.)

Термін закінчення роботи: 10 червня 2021 року.

Вихідні дані до роботи.

1. Провести пошук аналогів цифрових контролерів термостатів.
2. Проаналізувати переваги та недоліки різних аналогів об'єкту дослідження.
2. Забезпечити слідуєчі характеристики цифрового контролера термостату:
  - Напруга живлення (постійний струм) 5В;
  - Напруга живлення (змінний струм), 50 Гц 230 В;
  - Потужність навантаження, не більше 2.3 КВт;
  - Тип навантаження активне;
  - Коефіцієнт потужності навантаження, не більше 0.5;
  - Кількість датчиків температури 1;
  - Точність вимірювання датчика температури, не менше  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ;
  - Діапазон вимірювання датчика температури  $-10^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$ ;
  - Тип виходу датчика температури цифровий;
  - Тип мікроконтролера AVR;
  - Тип індикатора 7-сегментний, LED;
  - Тип інтерфейсу для зв'язку з ПК USB.
4. Зміст роботи (перелік питань, що підлягають розробці).

Вступ

1. Огляд та аналіз аналогів об'єкту досліджень
2. Огляд і аналіз існуючих методів та схемотехнічних рішень цифрового контролера термостату
3. Проектно – конструкторський розділ

Висновки

Перелік посилань.


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

4.1. Структурна (функціональна) електрична схема

4.2. Електрична принципова схема.

4.3. Перелік елементів.

5. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Консультант	Завдання видав	Завдання прийняв
Н. контроль	доц. Лукша О.В.		 (підпис)

Дата видачі завдання 23 листопада 2020 року.

Керівник роботи



(доц. Лукша О.В.)

Завдання прийняв на виконання

  
(підпис)

(Попович Б.В.)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


№ п/п	Найменування етапів виконання КБР	Термін виконання етапів	Примітки
1.	Пошук та аналіз аналогів об'єкта досліджень.	до 20.12.2020 року	
2.	Огляд та аналіз аналогів.	до 20.02.2021 року	
3.	Вибір технічного рішення та обґрунтування технічної пропозиції.	до 20.03.2021 року	
4.	Синтез структурної та принципової схем, їх розрахунок.	до 20.04.2021 року	
5.	Виготовлення конструкторської документації.	до 20.05.2021 року	
6.	Оформлення бакалаврської кваліфікаційної роботи.	до 10.06.2021 року	
7.	Захист на державній екзаменаційній комісії.	Згідно з графіком захисту	

Студент

  
(підпис)

(Попович Б.В.)

Керівник роботи



(доц. Лукша О.В.)

## **РЕФЕРАТ**

Кваліфікаційна бакалаврська робота: сторінок – 49, рисунків – 33, джерел літератури –20.

Об'єкт розробки – цифровий контролер термостату.

Мета роботи: аналіз аналогів пристрою, синтез електричної структурної схеми та її реалізація у вигляді електричної принципової схеми.

При виконанні даної роботи було проведено пошук та аналіз аналогів об'єкту проектування. На основі цих даних та вимог технічного завдання було розроблено структурну та принципові схеми. Проектно – конструкторський розділ містить в собі синтез структурної та принципової схеми, опис дії пристрою і розрахунки.

**ЦИФРОВИЙ КОНТРОЛЕР ТЕРМОСТАТУ**  
**DIGITAL THERMOSTAT CONTROLLER**

Ужгородський національний університет

Інженерно-технічний факультет

Кафедра електронних систем

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

на кваліфікаційну бакалаврську роботу  
на тему:

### ЦИФРОВИЙ КОНТРОЛЕР ТЕРМОСТАТУ

Студента групи ЕС: Поповича Богдана Васильовича

Керівник: к. ф.–м. н., доц. Лукша Олег Васильович

Ужгород 2021

					КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Попович Б.В.		20.05	Цифровий контролер термостату Пояснювальна записка	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Лукша О.В.				У	4	49
Т. контр.						УжНУ, ІТФ, 4 курс група ЕС		
Н.Контр.		Лукша О.В.						
Затвердив		Заяць Т.М.						

## Зміст

	Ст.
Вступ.....	7
1. Огляд та аналіз аналогів цифрового контролера термостату.....	8
2. Огляд і аналіз існуючих методів та схемотехнічних рішень цифрового контролера термостату.....	10
3. Проектно – конструкторський розділ.....	25
3.1. Синтез електричної структурної схеми цифрового контролера термостату.....	25
3.2. Розробка електричної принципової схеми цифрового контролера термостату.....	27
3.3. Розрахунок елементів цифрового контролера термостату.....	29
Висновки .....	45
Перелік посилань .....	46
Додатки.....	49
Додаток А Структурна схема КБР ЕС 17050018.001. 000 Э1	
Додаток Б Принципова схема КБР ЕС 17050018.001. 000 Э3	
Додаток В Перелік елементів КБР ЕС 17050018.001. 000 ПЕ3	

					КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

МК – мікроконтролер;

РКІ – рідкокристалічний індикатор;

ПВЦ – плавка вставка циліндрична;

ЕМП – електромагнітні перешкоди;

ЄСКД – єдина система конструкторської документації;

ТЗ – технічне завдання.

					КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ВСТУП

Підтримання постійної температури – необхідний процес в багатьох галузях науки та техніки, а також в народному господарстві. Прилади для підтримання сталої температури називають термостатами.

Термостат – прилад для підтримки постійної температури. Підтримання температури забезпечується шляхом використання терморегуляторів або внаслідок фазового переходу (наприклад танення льоду). Терморегулятори призначені для автоматичного регулювання температури і сигналізації зміни температури щодо встановленого значення в системах термостатування.

Терморегулятор має вбудований або виносний датчик температури, який встановлюється в вільній від прямого впливу нагрівальних (або охолоджувальних) приладів зоні і постачає терморегулятору інформацію про температуру в зоні розташування самого температурного датчика. На основі цих даних терморегулятор вмикає нагрівач або охолоджувач.

Як датчики температури використовуються кремнієві, біметалеві і пірометричні датчики, термістори, термопари, термоіндикатори, термометри опору, газові та рідинні термометри. Загалом датчики температури можна поділити на аналогові і цифрові.

Метою даної бакалаврської роботи є розробка цифрового контролера термостату. Іншими словами, метою даної бакалаврської роботи є розробка блоку управління на мікроконтролері, який приймає цифрові дані з цифрового датчика температури, аналізує їх, а після цього комутує навантаження, що являє собою нагрівач або охолоджувач.

В даній бакалаврській роботі на тему: “Цифровий контролер термостату”, за цією темою розроблено дві схеми: структурна та принципова, всі креслення виконано згідно з вимогами ДСТУ (ГОСТ) та технічного завдання. Графічні роботи з кресленнями проведено на спеціалізованих програмах, призначених, для створення креслень (DIP TRACE, SPLAN, P-CAD).

					КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

## 1. Огляд та аналіз аналогів цифрового контролера термостату

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

Електричні термостати можна класифікувати за принципом спрацьовування:

-Механічні, біметалеві: зміна температури реєструється через зміну форми біметалевої пластини, яка механічно пов'язана з контактною групою;

-Електронні: зміна температури реєструється напівпровідниковим датчиком, частіше термопарою, яка своєю чергою генерує електричний сигнал, що реєструється електронним контролером;

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

### Механічні терморегулятори

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

### Цифрові термостати

Переваги над електромеханічними термостатами:

-Можливість більш точно виставити гістерезис температур;

-Вбудований таймер дозволяє задати час до включення;

Незважаючи на незаперечні переваги перед електромеханічними пристроями, прості цифрові термостати теж не дуже зручні. У моделях з

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

таймерами потрібно кожен раз вручну виставляти час до включення, а в інших – вручну вибирати режим обігріву або охолодження.

### Програмовані терморегулятори

Програматор – більш досконалий варіант цифрового термостата. Його функціональність значно розширена:

-можливість ввести в терморегулятор графіки включення і відключення на певний проміжок часу;

-можливість автоматичного вибору в залежності від умов, оптимального в конкретних умовах: постійний нагрів, постійне охолодження або економічний режим;

-унікальні функції. Деякі терморегулятори мають функції роботи в нестандартних умовах, коли потрібно вимкнути терморегулятор на заданий час, щоб уникнути нераціонального використання енергії;

-статистика енергоспоживання;

-деякі терморегулятори мають функції програмування через безпроводну мережу (частіше через Wi-Fi).

В даній бакалаврській роботі розглянуто загальні відомості про роботу цифрових контролерів термостатів, зіставлено їхні принципові схеми, на основі цього розроблено структурну і принципову схеми приладу. В якості основного мікроконтролера вибрано ATtiny2313, а в якості датчика температури вибрано цифровий датчик температури DS18B20.

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

## 2. Огляд і аналіз існуючих методів та схемотехнічних рішень цифрового контролера термостату

### ЦИФРОВИЙ ТЕРМОСТАТ [1]

Це термостат універсального призначення. Він керує електронагрівачем і стежить за температурою в місці розташування його температурного датчика. А також на рідкокристалічному дисплеї показує фактичну температуру.

Температуру, яку необхідно підтримувати можна встановити в межах від -25 °С до +75 °С з кроком в 0.25 °С. Крім того можна встановити і необхідний гістерезис, в межах якого температура повинна підтримуватися. Гістерезис встановлюється кроками по 0.1 °С.

Температура вимірюється за допомогою інтегрального термометра А1 - DS1820. Це готовий калібрований датчик і ніякого налагодження він не вимагає. Датчик виконаний у вигляді окремого щупа, з'єднаного з основною схемою екранованим кабелем.

Основна схема виконана на мікроконтролері PIC16F628. Тактова частота стабілізована кварцовим резонатором Q1 на 4 МГц.

Управління термостатом здійснюється за допомогою трьох кнопок. Кнопки «+» і «-» (S1 і S2) служать для установки чисельних значень температури або гістерезису, а кнопка "MODE" (S3) - для вибору установки.

Щоб задати температуру яку потрібно підтримувати потрібно натиснути кнопку S3 і утримувати її поки не з'явиться «SET TEMPERATURE». Потім кнопками S1 і S2 потрібно встановити необхідне значення температури. Потім ще раз натиснувши S3, кнопками S1 і S2 встановити необхідний гістерезис. Потім, ще раз натиснути S3 щоб повернутися на індикацію фактичної температури.

Управління нагрівачем здійснюється за допомогою симістора VS1 типу BT136. Включення симістора проводиться за допомогою оптопари МОС3043. Схему включення нагрівача можна виконати і по-іншому, наприклад, на іншому симісторі або використовуючи потужний опотосимістор або реле.

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

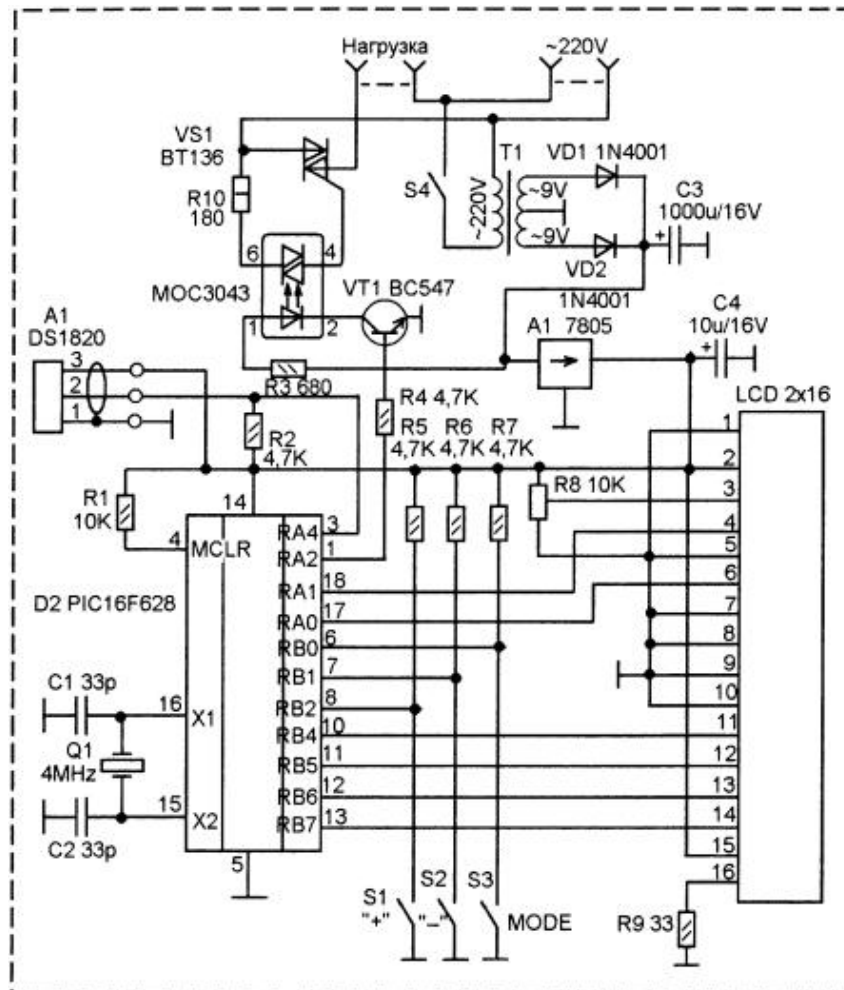


Рис.2.0.1. Схема електрична принципова цифрового термостату. [1]

Джерело живлення схеми побудовано на основі малопотужного трансформатора з подвійною вторинною обмоткою типу 9V-0-9V, на максимальний струм 100mA. Оскільки обмотка і так подвійна, схема випрямляча зроблена двонапівперіодною на двох діодах VD1 і VD2, в разі використання трансформатора з одною вторинною обмоткою потрібно застосувати мостову схему випрямляча. Напруга живлення контролера і дисплея 5V стабілізована інтегральним стабілізатором типу 7805. Але тут бажаніше використовувати менш потужний стабілізатор типу 78L05.

Наявність трансформаторного живлення і оптопарі в ланцюзі управління нагрівачем забезпечує повну гальванічну розв'язку між електромережею і схемою датчика і вимірювача температури. Це сприяє безпеці користування даним приладом в умовах підвищеної вологості. Для відображення інформації використовується стандартний дврядковий рідкокристалічний

індикаторний модуль на 16 знаків в рядку. Фонти латинські. підстроювальним резистором R8 можна регулювати контрастність дисплея. Через резистор R9 подається струм на схему підсвічування дисплея. Якщо підсвічування не потрібне, вивід 16 можна нікуди не підключати. [1]

### **Вдосконалений термометр-термостат на мікроконтролері [2]**

Взявшись за повторення мікроконтролерного термометра по раніше опублікованому опису, автор цієї статті виявив і усунув деякі недоліки в його програмі, а також вніс до неї зміни, необхідні для заміни світлодіодних індикаторів із загальними катодами на аналогічні з загальними анодами. Він розробив новий варіант схеми і друкованої плати термометра з такими індикаторами.

При повторенні термометра у автора виникла необхідність встановити в нього чотирьох розрядний світлодіодний індикатор BQ-M51DRD з загальним анодом, замість використаних у вихідній конструкції індикаторів з загальним катодом. Схема термометра після такої заміни показана на рис.2.0.2. Він доповнений також вузлом управління - виконавчим пристроєм термостата на більш потужному, ніж в початковому варіанті, транзисторі VT1 і реле K1. Транзистор відкритий, і до обмотки реле прикладена напруга, коли виміряне значення температури менше заданого. А при необхідності підтримувати негативну температуру в морозильній камері, в ланцюг живлення компресора холодильного агрегату включають нормально замкнуті контакти реле.

Інтегральний стабілізатор KP142EH5B можна замінити KP142EH5A або 7805. У застосованого автором реле SYS1-S-105L є повний аналог HJR-4102-L-05V. Якщо є реле з більшою напругою спрацьовування, верхній вивід його обмотки разом з підключеним до нього катодом діода VD1 потрібно з'єднати з плюсом джерела відповідної напруги в обхід стабілізатора DA1. Світлодіод КВП-МО1Б-1К можна замінити будь-яким іншим відповідних розмірів і кольору світіння, а індикатор BQ-M51DRD можна замінити на індикатор CA56-21SRWA.

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

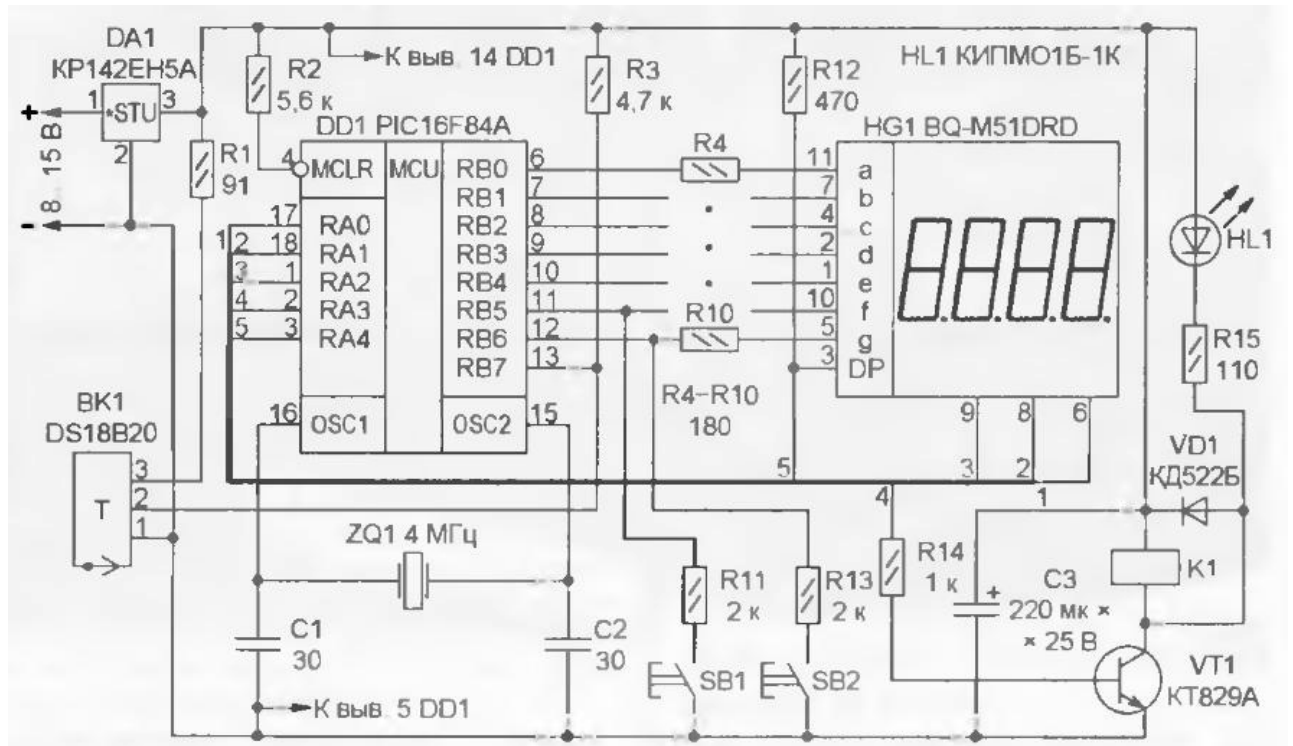


Рис.2.0.2. Схема електрична принципова вдосконаленого термометру – термостату на мікроконтролері. [2]

Споживаний струм, якщо реле не спрацювало, не перевищує 29 мА, а при спрацюванні реле - 80 мА.

Під час перевірки термометра була помічена цікава особливість. При зниженні напруги живлення до 3.5 В на індикаторі з періодом одна секунда чергуються задане і вимірне значення температури. При подальшому зниженні напруги до 3 В залишається тільки задане. Це ніяк не заважає роботі при напрузі живлення 5 В, але може служити сигналом, що автономне джерело живлення (акумуляторну або гальванічну батарею) пора підзарядити або замінити. [2]

### Мікроконтролерний термометр-терморегулятор для інкубатора [3]

Відсоток виходу пташенят з яєць багато в чому залежить від того, наскільки стабільна температура всередині інкубатора. Причому до кінця інкубації її бажано зменшити температуру приблизно на градус. Пов'язано це з тим, що в міру розвитку пташеня саме починає виділяти тепло. Для вимірювання температури

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

зазвичай використовують ртутні термометри, оскільки, як показує практика, спиртові термометри недостатньо точні.

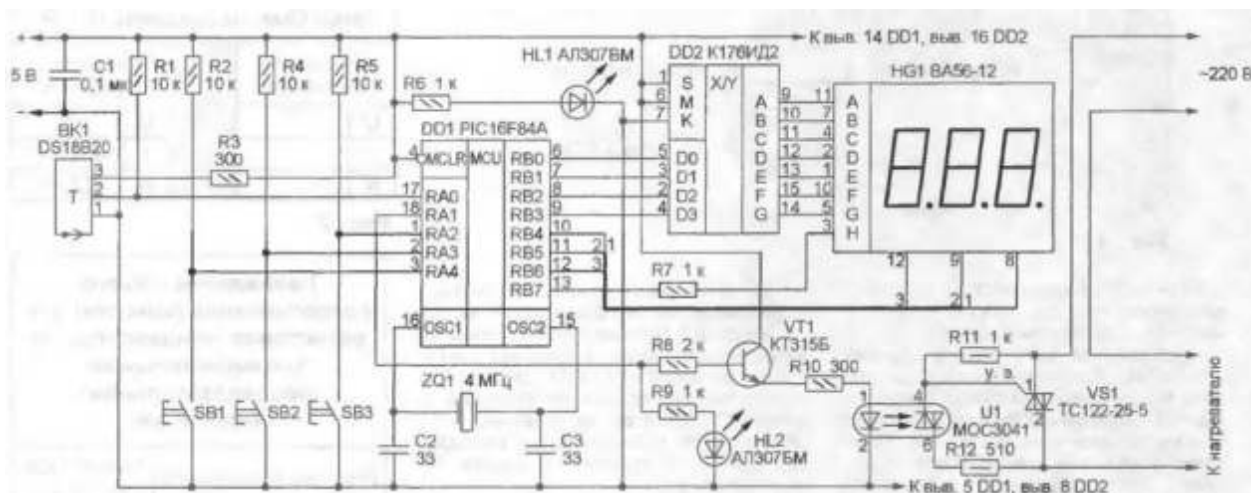


Рис.2.0.3. Схема електрична принципова мікроконтролерного термометра-терморегулятора для інкубатора. [3]

Схема пристрою зображена на рис.2.0.3, з інтегральним датчиком температури DS18B20, каліброваним на заводі, який видає результат вимірювання в цифровій формі.

Значення температури виводяться на індикатор без спотворення тільки в разі, якщо вони знаходяться в інтервалі 0...99.9 °С. Проте управління нагрівачем відбувається правильно при будь-якій температурі, яку здатний виміряти датчик DS18B20.

У міру прогріву інкубатора температура, виміряна датчиком, зростає. Як тільки вона зрівняється із заданою, нагрівач буде знеструмлено. Його наступне увімкнення буде знову при температурі, на 0.2 °С менше заданої.

За замовчуванням підтримується температура 38 °С. Якщо потрібна інша, слід натиснути на кнопку SB1 або SB2 і утримувати кнопку, доки цифри на індикаторі не почнуть мигати. Вони відповідають підтримуваному значенню температури. Натискаючи на кнопки SB1 і SB2, це значення збільшується або зменшується. Можна вибрати будь-яке значення в інтервалі 32 ... 39.9 °С з кроком 0.1 °С. Транзистор КТ315Б можна замінити будь-яким малопотужним кремнієвим структури n-p-n, а світлодіодний індикатор ВА56-12 - іншим трьохрозрядним з загальними анодами. Якщо катоди елементів кожного розряду індикатора мають

роздільні виводи, потрібно з'єднати катоди однойменних елементів всіх розрядів паралельно. Подібним же чином можна вчинити, щоб використовувати в приладі однорозрядні індикатори. [3]

### УНІВЕРСАЛЬНИЙ ТЕРМОСТАТ [4]

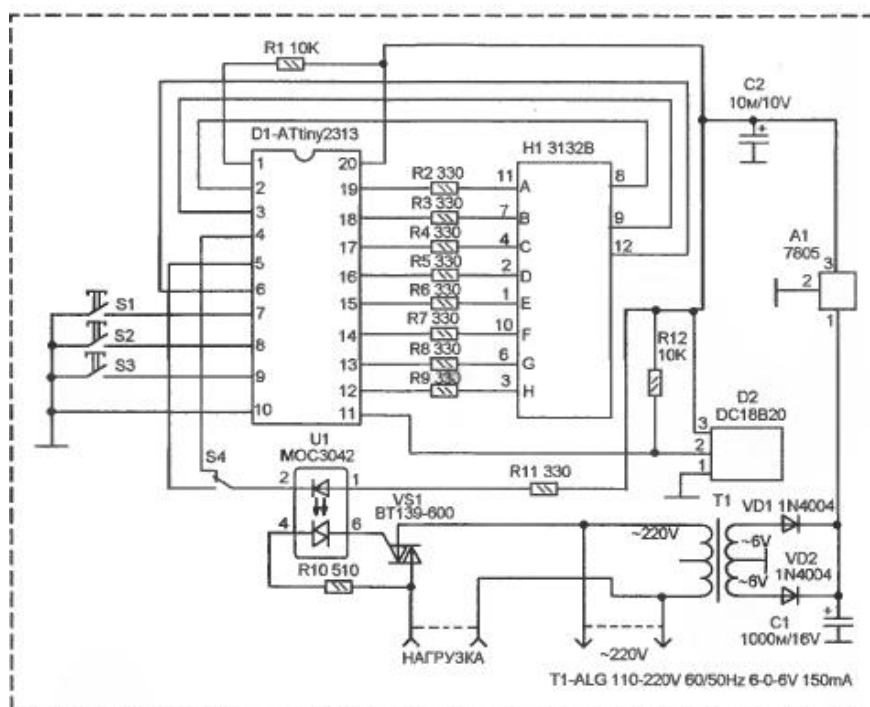


Рис.2.0.4. Схема електрична принципова універсального термостату. [4]

Електронний термостат на мікроконтролері є вельми корисним пристроєм в підсобному господарстві. За допомогою термостата в зимовий час можливо встановити плюсову температуру в кесоні, а влітку найкращий температурний режим в теплиці. Не зайвим буде термостат і в організації опалення заміського будинку.

#### Опис пристрою

Цей електронний термостат на мікроконтролері досить простий і не потребує багато радіокомпонентів. Основа його - мікроконтролер Attiny2313, функція якого - опитування датчика температури DS18B20, управління виконавчим пристроєм і вивід інформації на екран трьохрозрядного світлодіодного індикатора із

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

загальним анодом. Діапазон підтримуваної температури термостата можна уставити в діапазоні від 0 до 99.9 градуса.

Перемикач S4 призначений для перемикання режиму управління виконавчим пристроєм. В одному положенні перемикача S4, при підвищенні температури вище заданого порогу, включається виконавчий пристрій, наприклад, вентилятор для охолодження, а при зниженні температури відключається. В іншому ж положенні S4, при зниженні фактичної температури нижче встановленого значення, включається обігрівач для підтримки температури, при підвищенні ж температури нагрівач відключається.

У черговому режимі на світлодіодному індикаторі відображається фактична температура. Крок відображення температури становить 0.1 градуса, а при температурах нижче мінус 9.9 градуса з кроком в 1 градус, так як перший розряд індикатора відображає знак мінус.

#### Порядок управління електронним термостатом

Як вже було сказано вище, кнопка S4 призначена для вибору типу режиму управління виконавчим пристроєм (режим нагріву або охолодження) Для того щоб дізнатися поточну підтримувану температуру, необхідно натиснути кнопку S3. Кнопки S1 і S2 призначені для зміни температури і її запису в пам'ять мікроконтролера Attiny2313.

Блок комутації навантаженням зібраний на оптопарі VD1 і симісторі VS1. Живлення схеми здійснюється від малопотужного трансформатора (струм вторинної обмотки близько 0.15А), напруга, з вторинної обмотки якого випрямляється діодами VD1 і VD2 і стабілізується мікросхемою 78L05.

При програмуванні мікроконтролера Attiny2313 програматором, також необхідно виставити кофігураційні біти наступним чином:

$CKSEL0=0; CKSEL2=0; CKSEL3=0; SUT0=0; SUT1=0.[4]$

#### **Двоканальний терморегулятор на мікроконтролері PIC16F84A [5]**

Пристрій призначений для роботи з нагрівачами і може бути використаний, наприклад, для регулювання температури в інкубаторі (вивідний і інкубаційний),

					КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

акваріумах (видовий і нерестовий), в овочесховищах в зимовий час або просто як вимірювач температури навколишнього середовища.

Пристрій відрізняється від відомих вимірювачів температури на DS1820 можливістю одночасного регулювання температури в двох точках з точністю  $\pm 0.5$  °C в інтервалі температур  $-10...+85$  °C при малому часу реагування. Мікроконтролерний термометричний датчик DS1820 розрахований на вимірювання температури в діапазоні  $-55 ... +125$  °C, але на границях меж точність вимірювання погіршується до  $\pm 2$  °C. Управління нагрівачами виконується за допомогою цифрового компаратора.

На однорядному рідкокристалічному індикаторі можна одночасно спостерігати поточну температуру в двох різних точках і її встановлене значення. Прийом даних, їх обробка та видача на індикатор виконуються мікроконтролером PIC16F84A. Алгоритм роботи програми мікроконтролера показаний на рис.2.0.5.

Після пуску і ініціалізації регістрів мікроконтролера виконується ініціалізація рідкокристалічного дисплея. Далі перевіряється стан прапора установки. Якщо прапор не встановлений, то на індикацію виводиться вміст регістрів поточного режиму. Якщо йде установка, то перевіряється прапор курсора. Якщо прапор курсора встановлений, то відображається курсор. При установці індикація курсора і значень регістрів індикації виконується по черзі.

Після індикації програма переходить до ініціалізації і зчитування температури з першого датчика DS1820. Мікроконтролер приймає дев'ять біт інформації з кодом знака температури в дев'ятому біті і значенням десятих градуса в першому біті. Якщо дев'ятий біт дорівнює одиниці, то знак виміряної температури негативний. При одиничному першому біті десяті частини рівні п'яти. Виміряна температура порівнюється зі встановленою. Якщо вона більше необхідної, на виході RA1 мікроконтролера з'являється логічний нуль, в іншому випадку - логічна одиниця. Двійкове значення температури перекодується в двійково - десятковий код для індикації (на рис.2.0.5 не показано).

Далі аналогічно першому датчику виконується зчитування температури з другого датчика і установка рівня на виході RA2. Оскільки вивід на індикацію

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

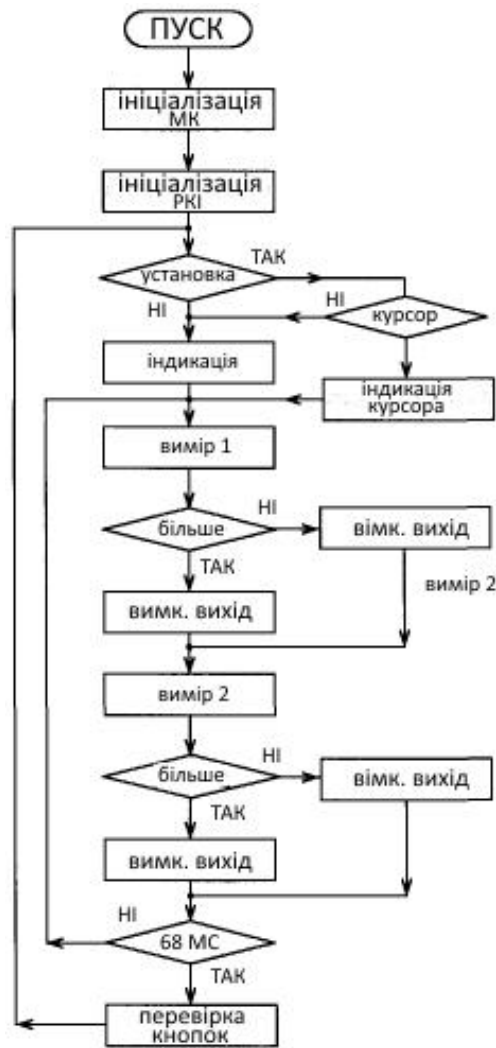


Рис.2.0.5. Алгоритм роботи програми мікроконтролера двоканального терморегулятора на мікроконтролері PIC16F84A. [5]

займає досить багато часу (8 мс), то він виконується після шести циклів зчитування температури через 68 мс. Коли лічильник циклів дорівнюватиме нулю, перевіряється стан кнопок управління і за встановленим режимом заповнюються регістри індикації. Після цього цикл індикації і вимірювання температури повторюється. Цикл вимірювання температури і установка керуючих виходів обох датчиків виконується за 11.4 мс. Таким чином, управління кожним нагрівачем буде виконуватися мінімум один раз за період мережевої напруги.

Схема терморегулятора показана на рис.2.0.6. Резистором R8 встановлюють необхідну контрастність зображення індикатора.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

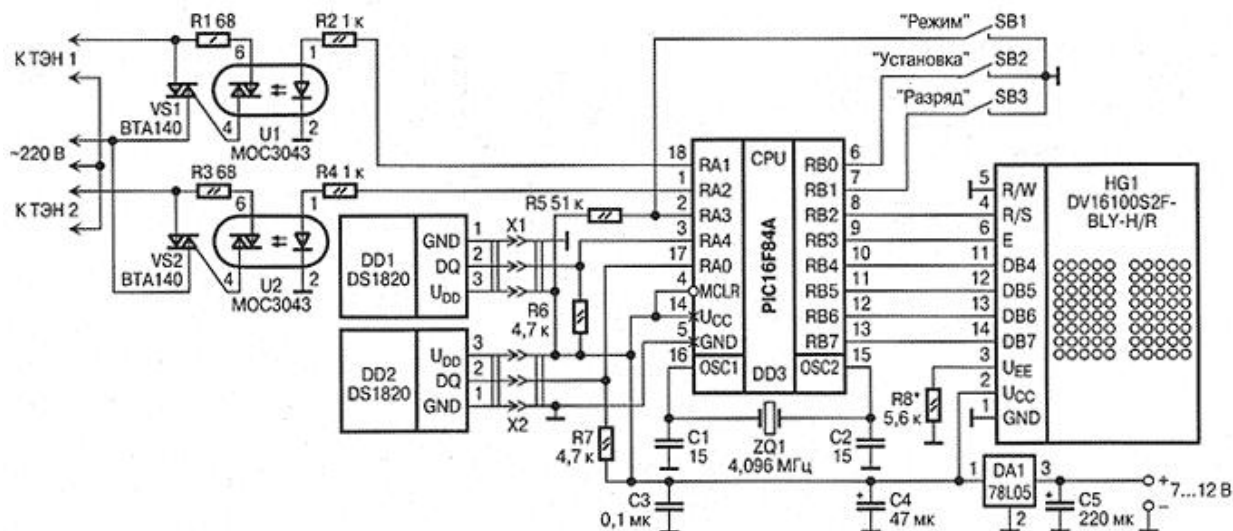


Рис.2.0.6. Схема електрична принципова двоканального терморегулятора на мікроконтролері PIC16F84A. [5]

Робота з терморегулятором зводиться до установки температури для обох датчиків. При вмиканні пристрою на екрані з'явиться значення температури першого і другого датчика із зазначенням після символу ">" номера датчика (Рис.2.0.7, а). При натисканні кнопки «Режим» на дисплеї послідовно будуть з'являтися зображення, аналогічні показаним на рис.2.0.7 (б-д).

На рис.2.0.7(б-в) ліві цифри показують поточну температуру відповідних датчиків, а праві - встановлені значення температури.

При включенні режимів роботи, показаних на рис.2.0.7(г-д), мікроконтролер переходить в режим установки. В цьому режимі під встановлюваним розрядом з'являється мигаючий курсор (на рис.2.0.7(г-д) під знаком плюс). Кнопкою «Розряд» переміщують курсор по розрядах, а кнопкою «Установка» встановлюють необхідне значення температури.

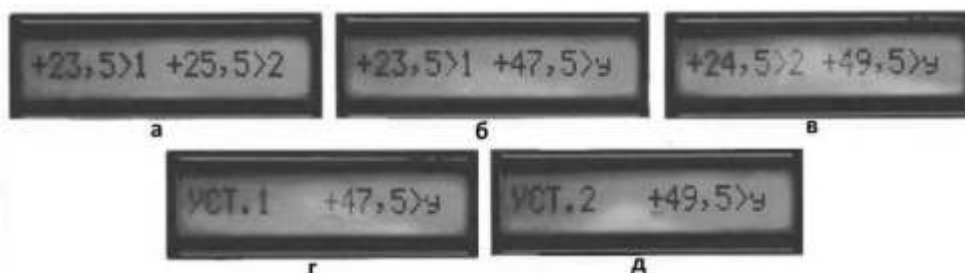


Рис.2.0.7. Екран двоканального терморегулятора на мікроконтролері PIC16F84A.

[5]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

При установці немає обмежень по максимуму і мінімуму, тому необхідно бути уважним. Можна встановити таке значення, що в результаті нагрівач не вмикатиметься, і навпаки, встановити температуру регулювання більш 125 °С, нагрівач буде постійно включений. Під час установки порівняння температур не припиняється, тому нагрівачі в цей час бажано відключити. Оскільки встановлені значення запам'ятовуються в незалежній пам'яті, то нагрівачі можна підключити при вимкненій напрузі мережі.

При індикації (в тому числі і під час установки) температури 100 ... 109.5 °С в розряді десятків буде двокрапка, для 110 ... 119.5 °С - крапка з комою, для 120 ... 125 °С - зворотна стрілка "<".[5]

### Термометр-термостат з датчиками DS18B20 [6]

Термостат може зв'язуватися з 15 датчиками DS18B20 (Рис.2.0.8).

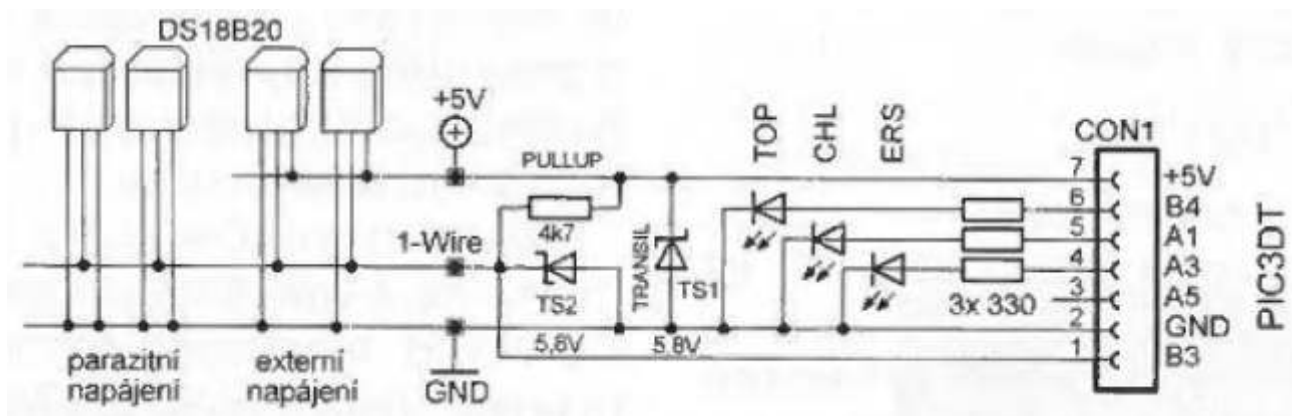


Рис.2.0.8. Роз'єм CON1 для підключення до модуля PIC3DT. [6]

Опис контактів роз'єму CON1:

- 7 - стабілізована напруга +5 В, макс. 100 мА;
- 6 – B4, тепла потужність (LED TOP);
- 5 - A1, потужність охолодження (LED CHL);
- 4 - A3, сигналізація несправності датчика (LED ERS);
- 3 – A5, Un;
- 2 - GND;
- 1 - B3, однопровідна шина, з підтягуючим резистором.

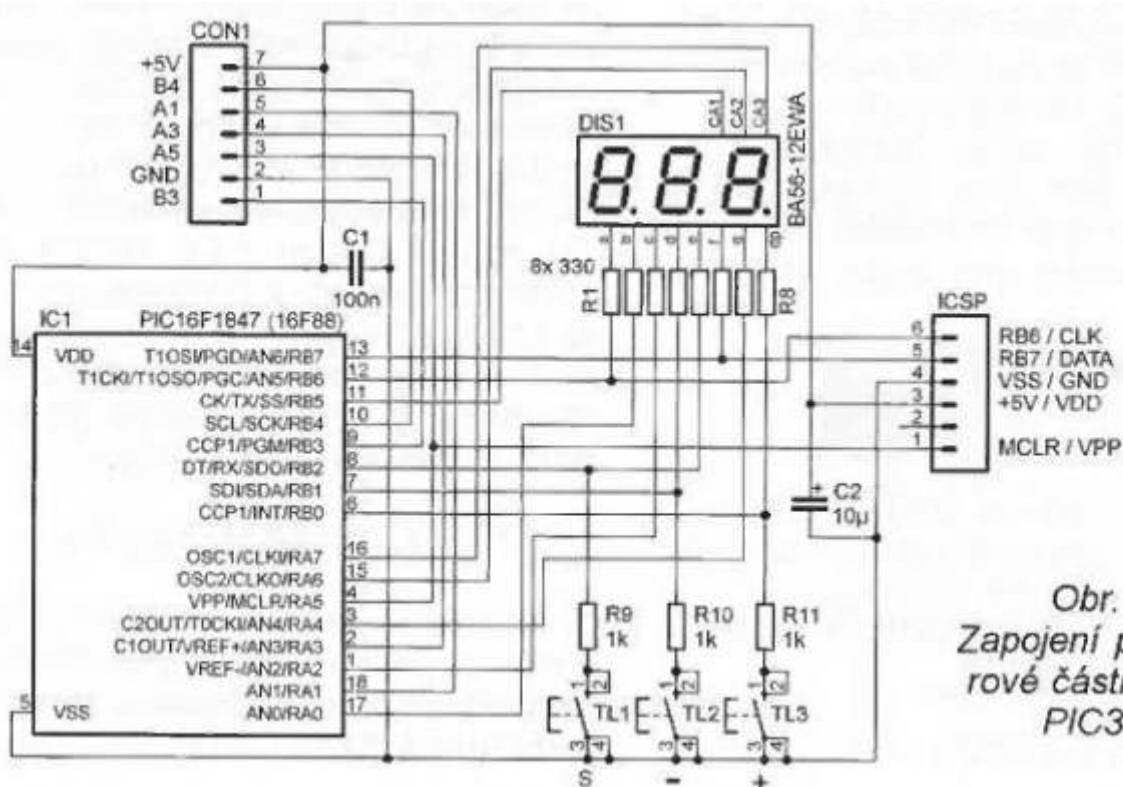
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ

Арк.

20

Температура вимірюється від -55 до 125 °С з дозволом 0.1 °С. Кожен датчик має свої налаштовувані верхню і нижню межі, що обмежують область гістерезису. Два виходи термостата дозволяють управляти системою опалення або охолодження. Третій вихід сигналізує про несправність датчика. Тризначний дисплей має деякі обмеження, температура нижче -9.9 і вище 99.9 °С відображається без десятих. Межі також відображаються (Рис.2.0.9).



*Obr. 2.  
Zapojení procesorové části, modul PIC3DT*

*Рис.2.0.9. Схема електрична принципова процесорного модуля PIC3DT. [6]*

Для управління термостатом досить трьох кнопок, зліва "S", "= a, t".

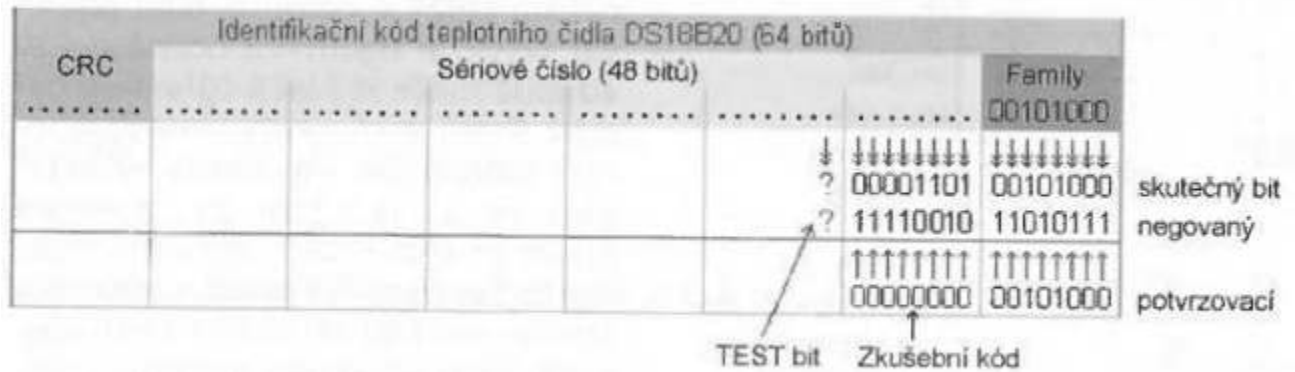
Тут використовується модуль PIC3DT з тризначним дисплеєм і трьома кнопками. Мікроконтролер, в даному випадку PIC16F1847, використовує свій внутрішній тактовий генератор, встановлений на 4 МГц. Резистори R1-R8 визначають яскравість дисплея. Вони обмежують струм кожного сегмента до 15 мА. Якщо використовувати дисплей з низьким енергоспоживанням, наприклад BA56-12SRW4A, потрібно також замінити обмежувальні резистори, замість 330 Ом потрібно використовувати 1 кОм.

Перед програмуванням мікроконтролера через ICSP потрібно відключити роз'єм CON1.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### Зв'язок по однопровідній шині

При наявності більшої кількості (двох або більше) датчиків DS на однопровідній шині, зв'язок з певним датчиком повинен починатися з відправлення свого ідентифікаційного коду; це деактивує всі інші датчики. Ідентифікаційний код складається з трьох частин (Рис.2.0.10.).



*Obr.3. Příklad identifikačního kódu DS18B20*

*Рис.2.0.10. Приклад Ідентифікаційного коду DS18B20. [6]*

Перші 8 бітів є Family кодом. Цей Family код ідентифікує тип DS. DS18B20 має Family код 28h. Наступні 48 біт відносяться до серійного номеру. Кожен датчик DS отримує свій унікальний, неповторний серійний номер у виробництві, який дозволяє ідентифікувати його по однопровідній шині. Останні 8 біт ідентифікаційного коду є контрольною сумою CRC, що перевіряє отримані дані.

Стандартний алгоритм перегляду однопровідної шини знаходить і зберігає всі повні ідентифікаційні коди підключених DS.

Таким чином, всі 64 біта (8 байтів) треба помножити на кількість датчиків. Але це багато даних, які потрібно десь зберігати, а потім працювати з ними. Крім того, алгоритм дуже складний і займає значний обсяг програмної пам'яті. Ось чому було розроблено алгоритм пошуку. Різниця в тому, що він шукає тільки перші 8 біт серійного номера.

Зрозуміло, він має один недолік, мікросхеми DS не повинні мати однакові 8 біт. Можна мінімізувати цей недолік, знайшовши один і той же байт ідентифікаційного коду серед безлічі тестованих датчиків DS. Однакові 16 біт з багатьох тестованих датчиків мало ймовірно.

## Анімація

Кожен раз, коли включається термостат, запускається режим анімації, температура чергується одна за одною. Кількість значень відповідає кількості датчиків (при пошуку). Перед кожною температурою спочатку показується номер датчика (правий, середній, лівий), це триває близько 15 секунд, потім температура відображається протягом 5 с.

Якщо підключити тільки один датчик, анімація відобразитися не буде, на дисплеї буде відобразитися тільки температура.

### Виходи термостата для керування навантаженням

*Вихід системи опалення:*

Вихід В4 = 1, коли хоча б один з датчиків має температуру нижче (або рівну) своєї нижньої межі.

Вихід В4 = 0, коли температура всіх датчиків вище (або однакова), ніж їх верхні межі.

*Вихід для системи охолодження:*

Вихід А1 = 1, коли хоча б один датчик має температуру вище (або рівну) своєї верхньої межі.

Вихід А1 = 0, коли температура всіх датчиків нижче (або однакова), ніж їх нижня межа.

Виходи не захищені, вони можуть бути навантажені максимальним струмом 25 мА.

### Список компонентів

*R1-R8*, 330 Ом SMD 0805;

*R9-R11*, 1 КОм, SMD 0805;

*PULLUP*, 4.7 Ком;

*C1*, 100 nF, керамічний;

*C2*, 1-10 uF / 6.3V, тантал.SMD 0805;

*TS1*, *TS2*, BZW06-5V8-стабілітрони, односпрямований перехід 5.8 В (або двонаправлений);

*IC1* P1C16E1847 / 16F88 і 16F628A (див. Цоколювку);

*DIS1* BA56-12EWA (3-значний світлодіодний дисплей, загальний анод);

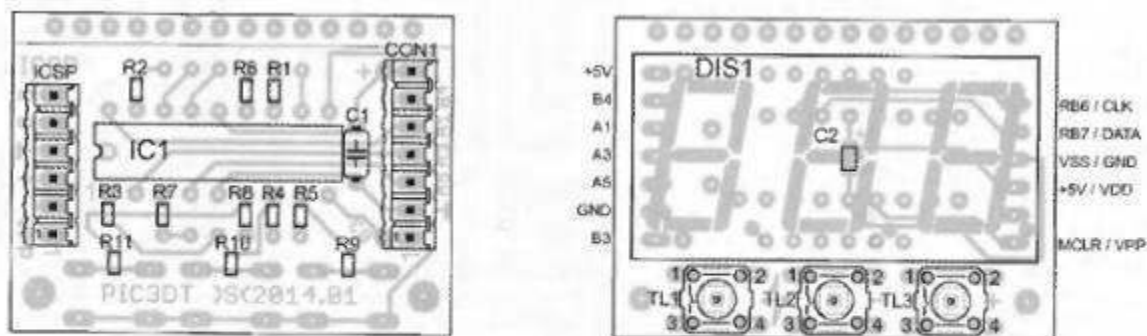
					КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

TL1 - TL3, мікрокнопка (12В / 50 мА, 6х6х12 мм);

CON1, ICSP, крок 2.54 мм, 20-контактний;

Датчики температури DS18B20 (DS18B20 +).

Розташування елементів показано на рис.2.0.11.



*Obr. 5 a 6. Deska s plošnými spoji modulu PIC3DT (41 x 29 mm) a rozmístění součástek po obou stranách desky*

*Рис.2.0.11. Розташування елементів модуля PIC3DT на друкованій платі. [6]*

Датчики можуть отримувати зовнішнє або паразитне живлення. Обидва варіанти також можна комбінувати. Датчики з паразитним живленням вимірюють температуру тільки до +100 °С. [6]

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### 3. Проектно – конструкторський розділ

#### 3.1. Синтез електричної структурної схеми цифрового контролера термостату

Структурна схема - схема, на якій показано основні функційні частини виробу, їх взаємозв'язки та призначеність для отримання загальної уяви про виріб [7].

На структурних електричних схемах (ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 [8]) у вигляді прямокутників або умовних графічних познач зображають всі основні частини виробу (елементи, пристрої, функціональні групи) і показують взаємозв'язок між ними. При цьому графічна побудова схеми має давати наочне уявлення про послідовність взаємодії функціональних частин виробу, яка простежується за допомогою стрілок, що наносяться на лініях взаємозв'язку.

У разі виконання функціональних частин у вигляді прямокутників найменування функціональної частини, тип елемента і позначення документа записують всередині них. При великій кількості функціональних частин допускається замість найменування, типів і позначень проставляти порядкові номери справа від зображення або над ним, як правило, зверху вниз в напрямку зліва направо. В цьому випадку найменування, типи і позначення записують у вигляді таблиці, розміщеній на полі схеми.

У схемотехніці разом зі структурною розглядають також принципову та функціональну схему. З поміж всіх цих схем структурна найменш деталізована. Структурну схему розробляють при проектуванні виробів (устаткування) на стадіях, що передують розробці схем інших типів, і користуються ними для загального ознайомлення з виробом (устаткуванням).

На підставі аналізу технічного завдання, відповідно до аналізу роботи пристрою, було побудовано схему електричну структурну (Рис.3.1.1.).

					КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

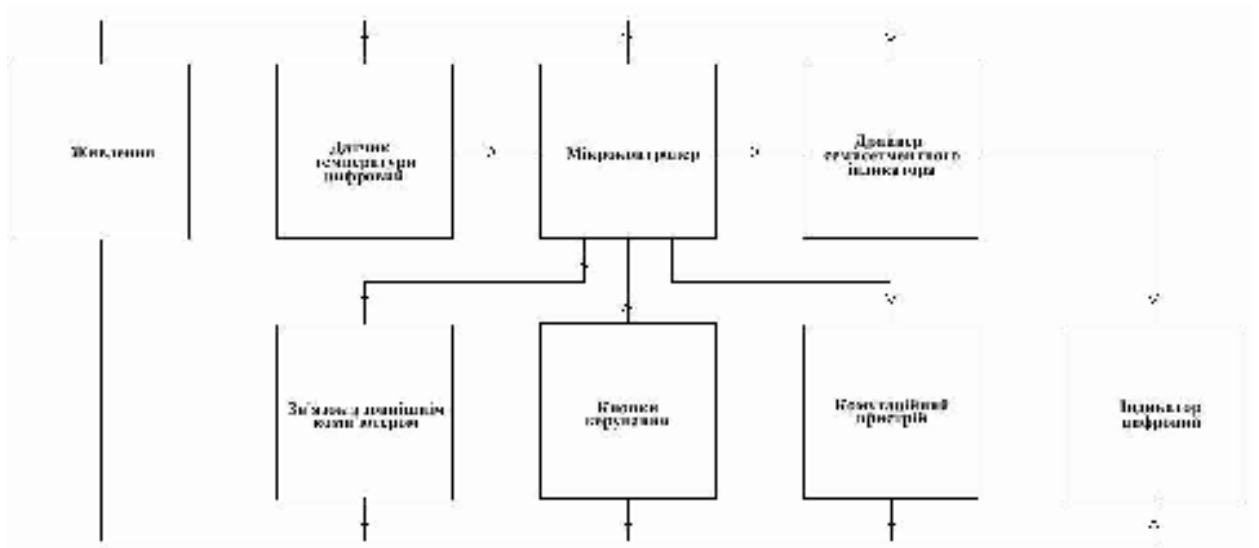


Рис.3.1.1. Схема електрична структурна цифрового контролера термостату

На рис.3.1.1 видно, що структурна схема пристрою складається з джерела живлення, безпосередньо цифрового датчика температури, мікроконтролера, кнопок керування, індикатора цифрового і його драйвера, зв'язка з зовнішнім комп'ютером, комутаційного пристрою.

Призначення блоків електричної структурної схеми пристрою:

*Живлення* – стабілізатор живлення, для живлення мікроконтролера, а також датчика температури і всіх інших низьковольтних частин пристрою. Стабілізація відбувається з допомогою інтегрального стабілізатора напруги.

*Датчик температури цифровий* – цифровий датчик температури, що періодично генерує цифровий код вимірюного значення температури.

*Мікроконтролер* – ініціалізує цифровий датчик, приймає цифровий код вимірюного значення температури і керує комутаційним пристроєм з допомогою вбудованої програми.

*Кнопки керування* – призначені для установки режимів роботи контролера (наприклад, зміна гістерезиса і температури термостатування).

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

*Індикатор цифровий* – цифровий семисегментний індикатор для відображення поточної або підтримуваної температури.

*Комутаційний пристрій* – 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.

Дана електрична структурна схема вибрана тому, що вона має наступні переваги: простота, надійність, економічність, стабільність. Все це досягається шляхом використання доступних і надійних електронних компонентів, невеликої кількості компонентів, низького енергоспоживання як окремими компонентами, так і всією схемою загалом. Також, варто помітити, що цифровий датчик температури використаний в цій роботі – не потребує калібрування.

### **3.2 Розробка електричної принципової схеми цифрового контролера термостату**

Схема електрична принципова (ДСТУ ГОСТ 2.702:2013[8]) є видом електричної схеми виробу, що дає найповніше уявлення про склад і принцип його роботи. Цей вид кресленика не враховує габаритних розмірів і реального розташування деталей об'єкта. За рівнем абстракції принципові електричні схеми займають середню позицію між функціональними і монтажними схемами і позначаються у шифрі основного напису символами ЕЗ.

Схема електрична принципова, на відмінну від друкованої плати, не показує взаємного (фізичного) розміщення елементів, а лише вказує на те, які елементи з якими з'єднуються.

Схема електрична принципова визначає повний склад елементів і зв'язків між ними, а також дає детальне представлення про принципи роботи. На ній зображують всі електричні з'єднання та елементи чи пристрої, необхідні для здійснення в приладах заданих електричних процесів всіх електричних зв'язків, які закінчуються вхідними і вихідними ланцюгами.

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

Зазвичай повний номінал елемента вказується в переліку, що додається до принципової схеми, але ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 [8] допускає спрощене нанесення номіналу.

Правила позначення елементів на схемі: позначення елемента наноситься вище його зображення; номінал елемента наноситься нижче зображення елемента, або допустимо під найменуванням елемента; однакові елементи підписуються однаковим літерним кодом, але кожен елемент має свій індивідуальний порядковий номер; нумерація однакових елементів в схемі йде в порядку зверху вниз і зліва направо.

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

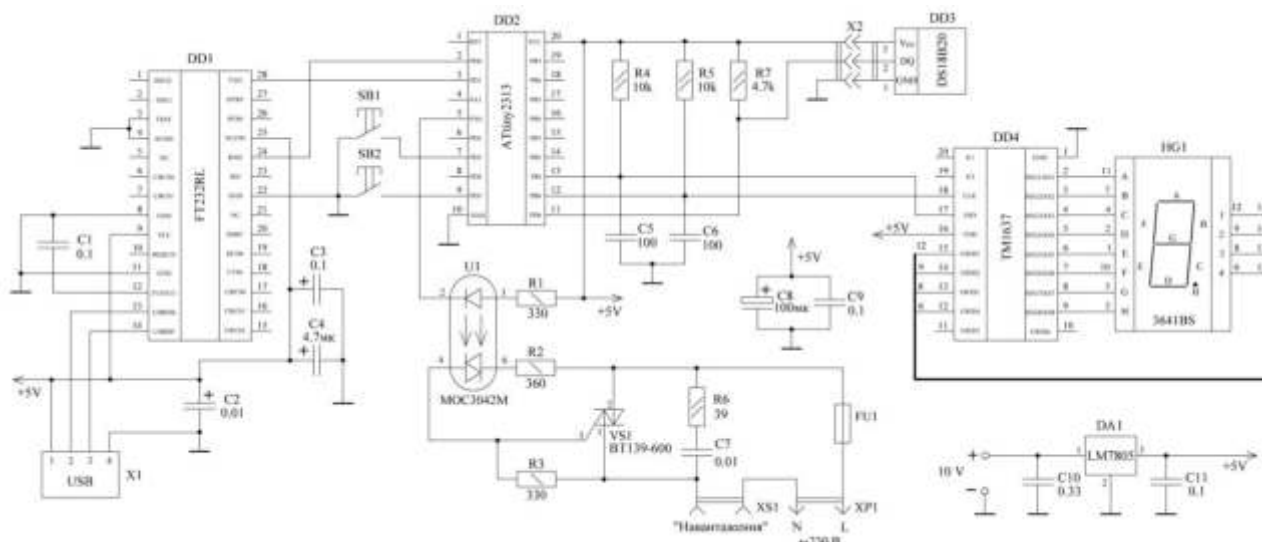


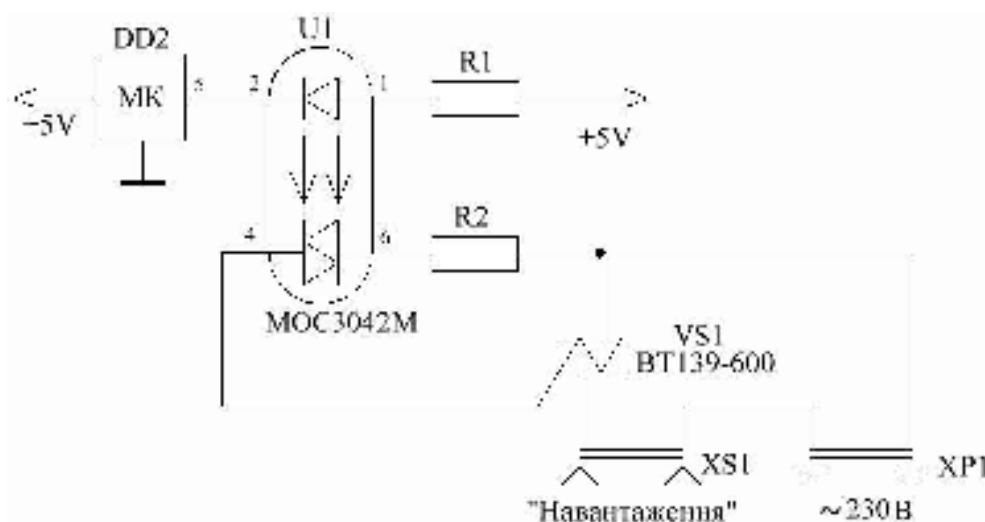
Рис.3.2.1. Схема електрична принципова цифрового контролера термостату

Розробку схеми електричної принципової було розділено на частини, вони мають назви відповідно блокам схеми електричної структурної. Спочатку було розроблено виконавчий блок схеми (комутаційний пристрій), потім контролювальний (містить в собі: датчик температури цифровий, мікроконтролер, кнопки керування, драйвер семисегментного індикатора, індикатор цифровий, зв'язок з зовнішнім комп'ютером), а останнім – блок стабілізації живлення (живлення).

### 3.3. Розрахунок елементів цифрового контролера термостату

#### Комутаційний пристрій

На основі принципової схеми, зображеної на рис.2.0.4, для комутаційного пристрою було побудовано принципову схему на оптосимісторі МОС3042М і симісторі ВТ139–600. У спрощеному вигляді така схема зображена на рис.3.3.1:



*Рис.3.3.1. Спрощена частина схеми електричної принципової цифрового контролера термостату – комутаційний пристрій.*

Symbol	DC Characteristics	Test Conditions	Device	Min.	Typ.	Max.	Units
I <sub>FT</sub>	LED Trigger Current	Main Terminal Voltage = 3V(3)	MOC3031M/ MOC3041M			15	mA
			MOC3032M/ MOC3042M			10	
			MOC3033M/ MOC3043M			5	

*Рис.3.3.2. Струми відкриття оптосимісторів. [11]*

Як видно з рис.3.3.2, струм відкриття МОС3042М – 10 міліампер, цим оптосимістором керує мікроконтролер. В технічній документації [12] до мікроконтролера АТtiny2313, вказаний максимально допустимий струм, який для одного з виводів не має перевищувати 40 міліампер, а максимальний струм для всіх виводів не має перевищувати 200 міліампер (Рис.3.3.3).

## Electrical Characteristics

### Absolute Maximum Ratings\*

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on any Pin except RESET with respect to Ground.....	-0.5V to V <sub>CC</sub> +0.6V
Voltage on 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 <sub>CC</sub> and GND Pins.....	200.0 mA

\*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Рис.3.3.3. Абсолютні максимальні умови для ATtiny2313. [12]

### Розрахунки параметрів резистора R1:

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.

Номінал опору резистора R1 підбрано найближчий з доступних, в напрямку зменшення опору (330 Ом).

Розрахунок мінімальної потужності резистора R1:

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

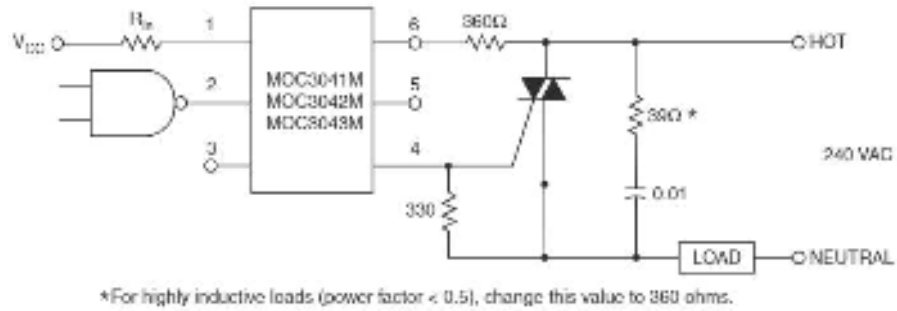
де  $P_{R1}$  – мінімальна потужність резистора R1;  $U_{ЖИВ}$  – напруга живлення;  $R_1$  – опір резистора R1.

Номінал потужності резистора R1 підбрано найближчий з доступних, в напрямку збільшення потужності.

Параметри резистора R1:

Резистор метало-плівковий; 330 Ом; 0.25 Вт; ±10%; МЛТ-0,25.

Схема подібна до зображеної на рис.3.3.1, є в технічній документації [10] оптосимістора МОС3042М (Рис.3.3.4).

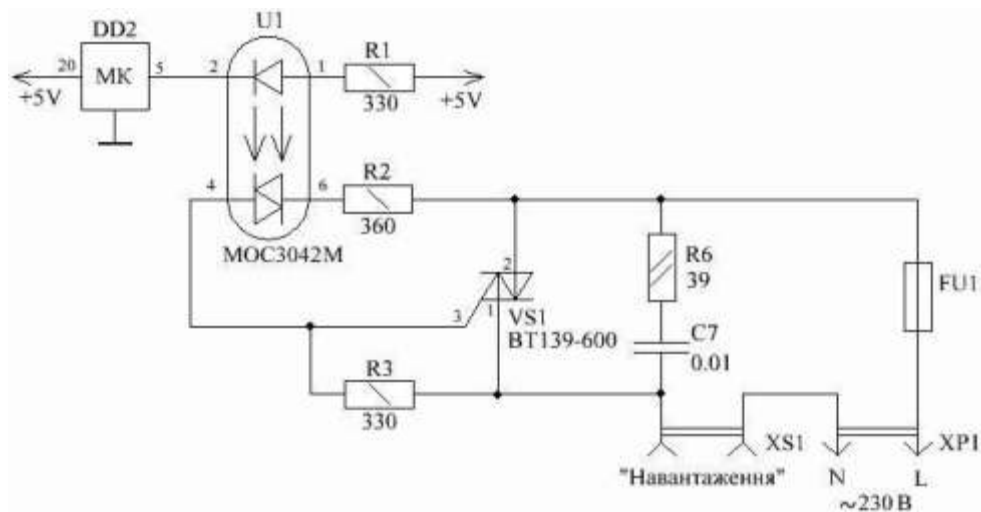


**Figure 13. Hot-Line Switching Application Circuit  
(MOC3041M, MOC3042M, MOC3043M)**

*Рис.3.3.4. Схема електрична принципова для підключення MOC3042M.[10]*

В технічній документації MOC3042M (для схеми на рис.3.3.4), сказано: “Резистор 39 Ом (номінал якого потрібно збільшити до 360 Ом, якщо навантаження з великою індуктивністю має коефіцієнт потужності більше 0.5) і конденсатор 0.01 мікрофард призначені для регулювання (демпфірування) симістора, і можуть бути застосовані, а можуть і не знадобитися, залежно від конкретного використовуваного симістора та навантаження.” [10]

На основі рис.3.3.4, схему на рис.3.3.1 було перебудовано до зображеної на рис.3.3.5:



*Рис.3.3.5. Схема електрична принципова для комутаційного пристрою.*

*Розрахунки параметрів резисторів R2 і R3:*

Значення опору R2 знайдено через піковий струм оптосимістора MOC3042M, і пікову напругу в мережі живлення.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Згідно з ДСТУ EN 50160:2014 [9] (Міжнародний стандарт EN 50160: 2010), мережева напруга повинна становити  $230\text{В} \pm 10\%$  при частоті 50 Гц, де 10% - гранично допустимі відхилення від нормативного значення.

Розрахунок пікової напруги в мережі:

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

Де  $U_{\Pi}$  – значення пікової напруги;  $U_{\text{Д}}$  – значення діючої напруги.

Керуючий електрод оптосимістора може витримати певний максимальний струм. З технічної документації [10] МОС3042М видно, що його максимальний струм – 1 Ампер, при тривалості імпульсу 100 мікросекунд. Перевищення цього струму викликає пошкодження оптрона. Цей струм обмежено резистором R2, але занадто великий опір даного резистора може викликати порушення в стабільності вмикання оптосимістора.

Розрахунок мінімального опору резистора R2:

$$R_2 = \frac{U_{\Pi}}{I_M} = \frac{358(\text{В})}{1(\text{А})} = 358(\text{Ом});$$

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

Номинал опору резистора R2 підбрано найближчий з доступних, в напрямку збільшення опору.

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:

$$P_{R2} = \frac{I_M}{\sqrt{2}} \times \frac{U_M}{\sqrt{2}} \times \cos(\varphi) \times T = \frac{1(\text{А}) \times 358(\text{В})}{2} \times 0.0001(\text{С}) \approx 0.02(\text{Вт})$$

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

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

Номинал потужності резистора R2 підбірано найближчий з доступних, в напрямку збільшення потужності.

Параметри резистора R2:

Резистор метало-плівковий; 360 Ом; 0.25Вт; ±10%; МЛТ-0,25.

Вибір значення опору резистора R3 залежить від опору керуючого електрода симістора VS1. При зменшенні опору резистора R3 відбувається затримка відпирання симістора. Значення опору резистора R3 взято з схеми, що наведена в технічній документації [10] МОС3042М (Рис.3.3.4). 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.

Номинал потужності резистора R3 підбірано найближчий з доступних, в напрямку збільшення потужності.

Параметри резистора R3:

Резистор метало-плівковий; 330 Ом; 0.25Вт; ±10%; МЛТ-0,25.

*Розрахунки параметрів конденсатора С7:*

Оскільки пікова напруга в мережі може досягати близько 358 Вольт, конденсатор С7 вибрано 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 С7 (Рис.3.3.4).

Параметри конденсатора С7:

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

*Розрахунки параметрів резистора R6:*

Резистор R6 знаходиться в найгірших умовах тоді, коли ВТ139-600 і МОС3042М повністю закриті, бо при таких умовах через цей резистор проходить найбільший струм, а також при проходженні синусоїдальної напруги через нуль, бо в цей момент через нього розряджається конденсатор С7.

Розрахунок максимального струму в колі R6-С7(опір навантаження не враховано):

					КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$I_M = \frac{U_M}{R + X_C} = \frac{358(B)}{39(Ом) + 318310(Ом)} = 0.001(A);$$

де  $I_M$  – максимальний струм в RC колі;  $U_M$  – максимальна напруга в мережі;  $R$  – опір резистора R6 (Рис.3.3.4);  $X_C$  – реактивний опір конденсатора C7.

Розрахунок різниці фаз  $\varphi$  в колі R6–C7:

$$\varphi = \arctan\left(-\frac{1}{2\pi \times f \times C \times R_6}\right) = \arctan\left(-\frac{1}{2\pi \times 50(Гц) \times 10^{-8}(\Phi) \times 39(Ом)}\right) \approx -90^\circ$$

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:

$$P = \left(\frac{I_M}{\sqrt{2}}\right)^2 \times R_6 \times \cos(\varphi) = \left(\frac{0.001(A)}{\sqrt{2}}\right)^2 \times 39(Ом) \times 0.45 \approx 10^{-5} (Вт);$$

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

Номинал потужності резистора R6 підбрано найближчий з доступних, в напрямку збільшення потужності.

Параметри резистора R6:

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

*Параметри запобіжника FU1:*

Для захисту симістора BT139–600 (у якого максимально допустиме значення діючого струму у відкритому стані  $I(RMS) = 16$  Ампер [11]), в схему комутаційного пристрою було додано плавкий запобіжник FU1.

Позаяк максимальне значення діючої напруги в мережі сягає приблизно 253 вольтів, то розрахунки теж виконано для цього значення напруги.

*Розрахунок струму запобіжника по максимальній потужності нагрівача:*

$$I = \frac{P_H}{U} = \frac{2.3(KВт)}{253(B)} = 9.1(A)$$

де  $P_H$  – максимальна потужність нагрівача;  $I$  – струм запобіжника;  $U$  – максимальна діюча напруга в мережі.

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

Параметри запобіжника FU1:

Запобіжник плавкий; FWX; 30-50А; ПВЦ 14x51. [20]

Параметри оптосимістора U1 і симістора VS1:

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

Симістор ВТ139–600; 16А; 600В; 35мА; [ТО–220АВ / SOT–78].

### Датчик температури цифровий

В якості датчика температури DD3, вибрано цифровий 1–Wire датчик температури DS18B20. Далі наведено інформацію з технічної документації DS18B20[13]:

Датчик температури цифровий DS18B20; діапазон вимірювання:  $-55...125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; напруга живлення і струм: 3 – 5.5В, 0.75–1мА; час отримання даних: 750 мс при 12–бітному дозволі, 94 мс при 9–бітному дозволі; точність вимірювання:  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  в діапазоні  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}...+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Схему підключення до мікроконтролера показано на рис.3.3.6:

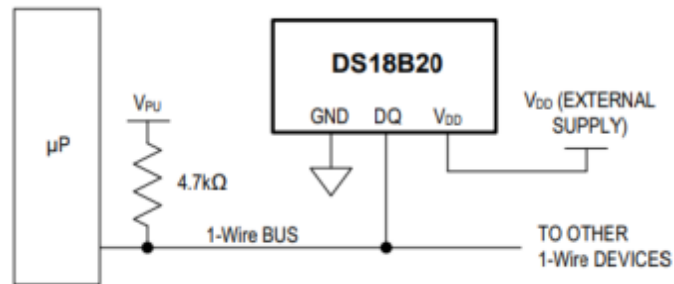


Рис.3.3.6. Схема підключення датчика DS18B20 (режим живлення з зовнішнім джерелом). [13]

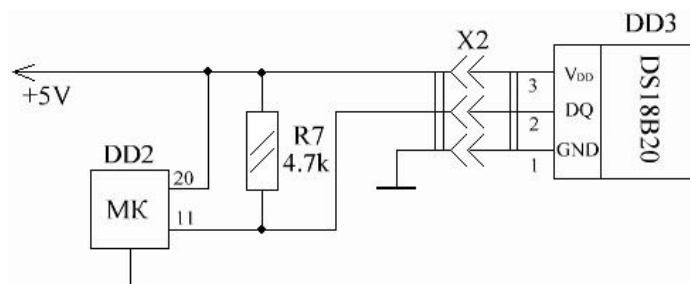


Рис.3.3.7. Схема електрична принципова для датчика температури цифрового

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

В схемі з рис.3.3.7 видно, що термодатчик DS18B20 під'єднано до МК по шині даних 1-wire, також тут є малопотужний підтягуючий резистор R7.

Параметри резистора R7:

Резистор метало-плівковий; 4.7 кОм; 0.125Вт;  $\pm 10\%$ ; МЛТ-0,125.

Параметри датчика DD3:

Цифровий термодатчик; DS18B20; 1-Wire;  $-55 \dots 125^\circ\text{C}$ ; TO-92.

### Мікроконтролер

Основним мікроконтролером DD2, вибрано ATtiny2313-20PU, до його виводів під'єднано: кнопки керування, стабілізатор напруги LM7805, цифровий датчик температури DS18B20, драйвер семисегментного дисплея TM1637, оптосимістор МОС3042М, засіб зв'язку з зовнішнім комп'ютером на базі FT232R.

Далі наведено інформацію з технічної документації [12] ATtiny2313-20PU:

*Робоча напруга живлення:* від 1.8 до 5.5 В.

*Максимальна тактова частота:* 20 МГц.

*Споживання – активний режим:*

300 мкА при частоті 1 МГц і напрузі живлення 1.8 В;

20 мкА при частоті 32 кГц і напрузі живлення 1.8 В.

*Споживання – режим зниженого споживання:*

0.5 мкА при напрузі живлення 1.8 В.

*Максимально допустимий постійний струм на одному з виводів:* 40 мА.

*Максимально допустимий постійний струм на выводах Vcc і GND:* 200 мА.

*Максимально допустима напруга:* 6.0 В.

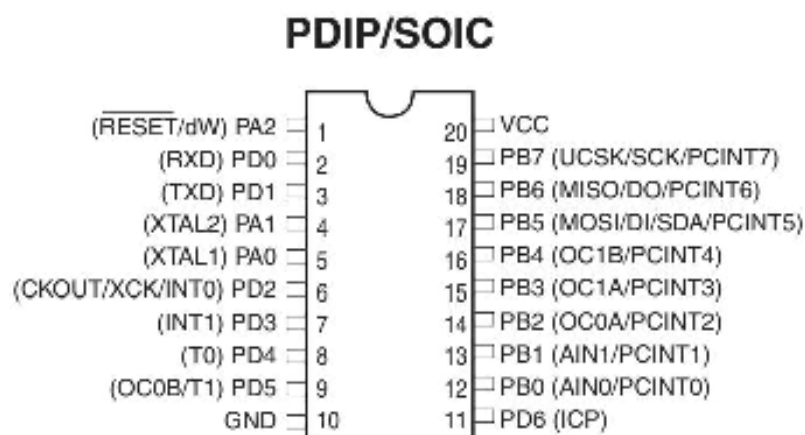


Рис.3.3.8. Розпіновка ATtiny2313-20PU. [12]

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

Параметри мікроконтролера DD2:

Мікроконтролер 8-біт; ATtiny2313-20PU; AVR; 20МГц; 2кб Flash; DIP-20.

### Індикатор цифровий

Індикація – важливий процес для отримання візуальної інформації. Для задач даної бакалаврської роботи, в якості індикатора HG1, вибрано чотирьох розрядний семисегментний індикатор 3641BS. Далі наведено основну інформацію з технічної документації [14] індикатора 3641BS (Рис.3.3.9.), максимальну споживану потужність одним розрядом (Рис.3.3.10), і схему виводів з загальними анодами (Рис.3.3.11.).

<b>Model :</b>	3641BS
<b>Size :</b>	0.36-inch
<b>Emitting color :</b>	Red (Ultra-Bright )
<b>Mode :</b>	Common-Anode (CA)
<b>Digit :</b>	4-Digit
<b>Category :</b>	LED 7-Segment Display
<b>Maker :</b>	XLITX Technology

Рис.3.3.9. Інформація з технічної документації для індикатора 3641BS. [14]

PARAMETER	SYMBOL	DEVICES ( ULTRA-BRIGHT RED )	UNIT
Power Dissipation Per Dice	pad	100	mw

Рис.3.3.10. Інформація про максимальну споживану потужність одним розрядом індикатора 3641BS. [14]

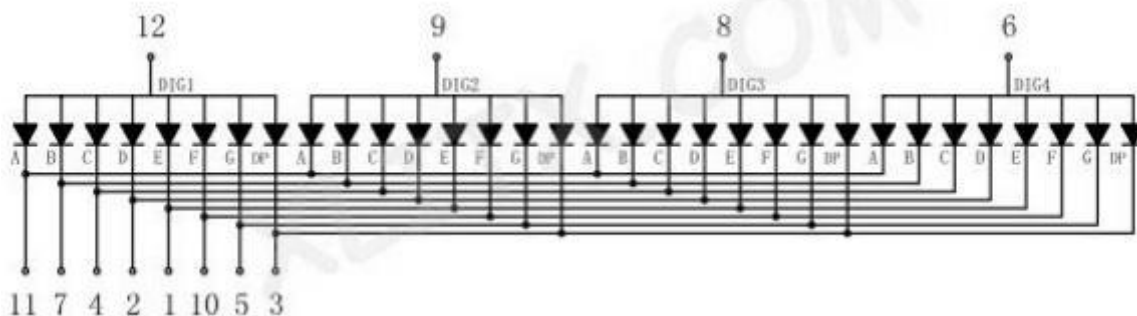


Рис.3.3.11. Схема виводів індикатора 3641BS з загальними анодами. [14]

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. [14]

### Драйвер семисегментного індикатора

Звісно, МК сам може керувати семисегментним індикатором, але тоді потрібно пустити в дію більшу кількість його виводів. Виходячи з цього, в схему електричну принципову було додано драйвер семисегментного дисплея. На рис.3.3.12 наведено схему з технічної документації [16] TM1637:

#### Hardware connection drawing

Nixie tube in circuit diagram is common anode one.

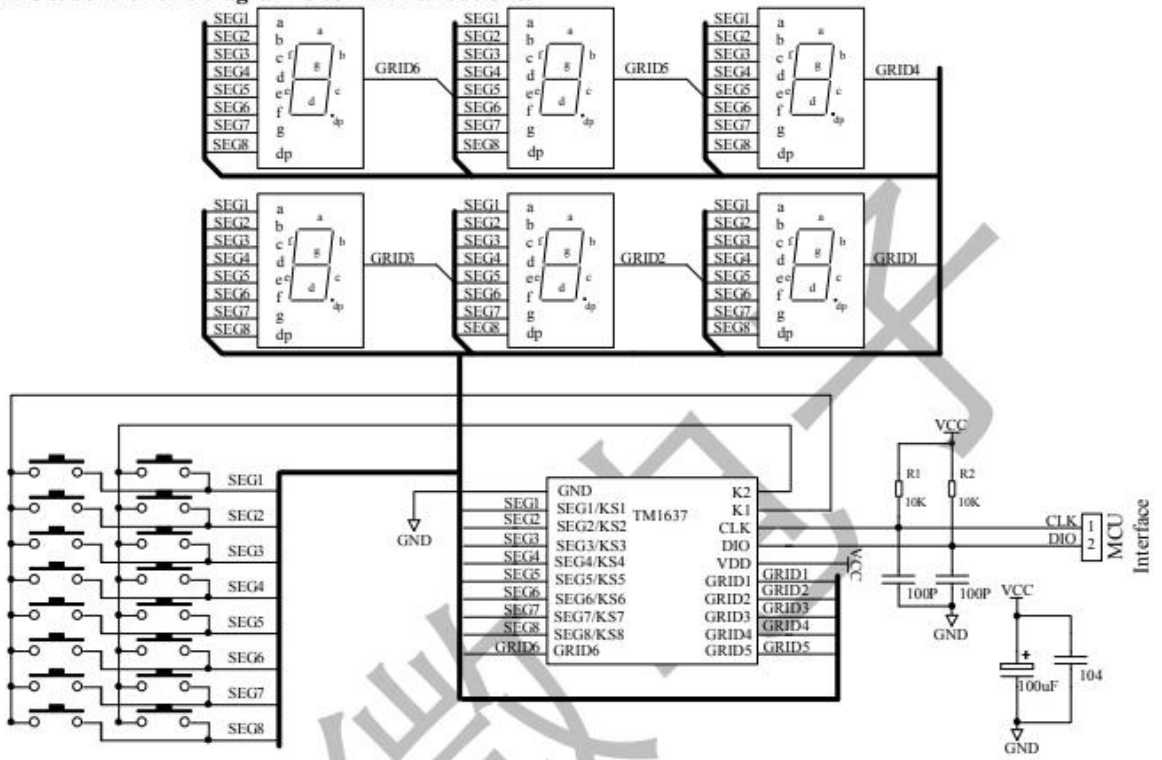


Рис.3.3.12. Схема підключення драйвера TM1637. [16]

На основі схеми з рис.3.3.12, було побудовано схему на рис.3.3.13:

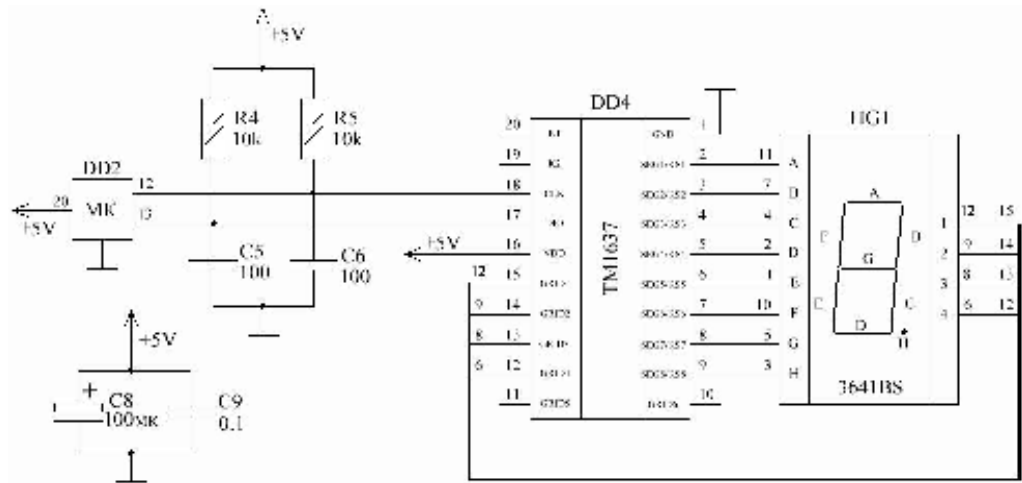


Рис.3.3.13. Схема електрична принципова для драйвера семисегментного індикатора.

Малопотужні резистори R4 і R5 потрібні для підтягування сигналу до рівня живлення. Фільтрувальний конденсатор C9 між VDD і GND повинен розташовуватися на друкованій платі якомога ближче до мікросхеми TM1637, щоб посилити фільтрувальний ефект. Конденсатори C5 і C6, підключені до виводів DIO і CLK, можуть зменшити перешкоди для радіозв'язку. Конденсатор C8 застосований в якості згладжувального фільтра живлення. Номінали ємностей і опорів для елементів вказані в схемі на рис.3.3.12. Номінали конденсаторів більше максимальної напруги в схемі.

Параметри резистора R4:

Резистор метало-плівковий; 10 кОм; 0.125 Вт;  $\pm 10\%$ ; МЛТ-0,125.

Параметри резистора R5:

Резистор метало-плівковий; 10 кОм; 0.125 Вт;  $\pm 10\%$ ; МЛТ-0,125.

Параметри конденсатора C5:

Конденсатор керамічний 100 пФ; 50 В;  $\pm 10\%$ ; К10-73-1Б.

Параметри конденсатора C6:

Конденсатор керамічний 100 пФ; 50 В;  $\pm 10\%$ ; К10-73-1Б.

Параметри конденсатора C8:

Конденсатор електролітичний 100 мкФ; 6.3 В;  $\pm 10\%$ ; К52-15В.

Параметри конденсатора C9:

Конденсатор керамічний 0.1 мкФ; 50 В;  $\pm 10\%$ ; КМ-56-Н30.

Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ

Арк.

39

Параметри мікросхеми DD4:

Спеціалізована мікросхема TM1637; DIP–20.

### Кнопки керування

Для задання режимів роботи цифрового контролера термостату, потрібно посылати сигнали керування до МК, для цього вибрано кнопки з самоповерненням – тактові кнопки. Кнопки SB1 і SB2 під'єднано до виводів (пінів) МК, і до GND (земля) – вузла електричного кола, потенціал якого умовно приймається за нуль.

Параметри кнопок SB1 і SB2:

Кнопки тактові; SWT6–V; SPST; 12В; 50 Ма; 100 Ом; 100 МОм; DIP. [15]

### Зв'язок з зовнішнім комп'ютером

Організувати зв'язок: зовнішній комп'ютер – МК ATtiny2313, було вирішено через перетворювач USB–UART на базі FTDI FT232RL.

Річ у тому, що для роботи найпростішого програматора, що не потребує у своєму складі мікроконтролера, потрібен комп'ютер з COM або LPT портом, причому бажано з частотою процесора не вище гігагерца–двох. Також потрібно стару версію операційної системи – Windows XP або Windows 2000. Тому було вибрано конвертор FT232R, він – надійний, стабільний, підтримуваний всіма операційними системами за замовчуванням.

Далі наведено схему підключення з технічної документації [17]:

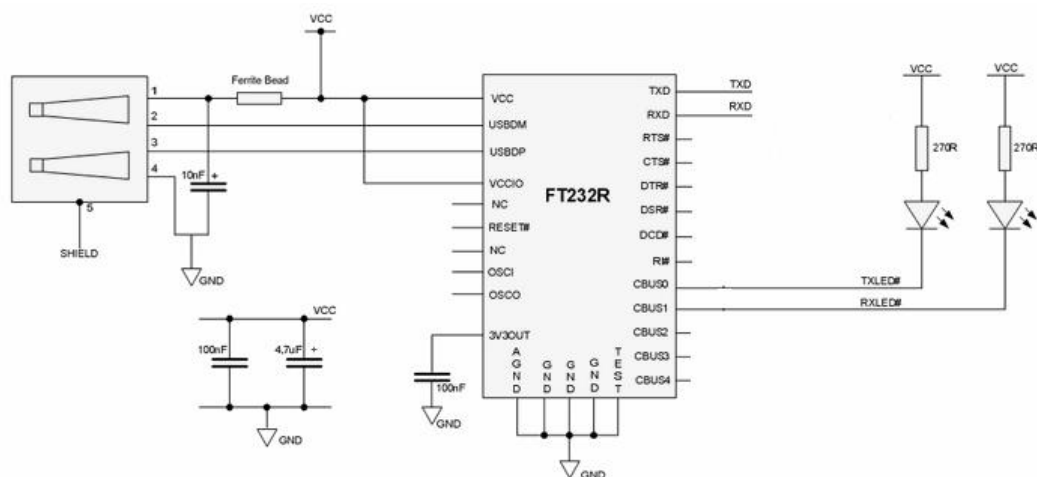


Рис.3.3.14. Схема для підключення FT232R до USB. [17]

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

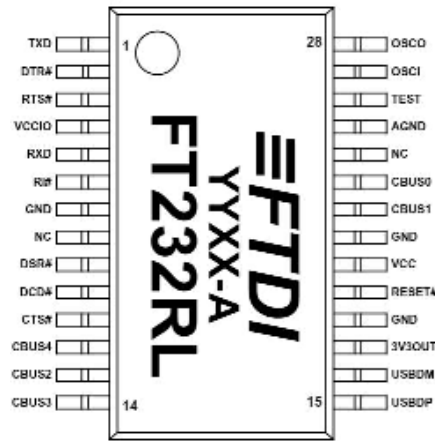


Рис.3.3.15. FT232RL (SSOP корпус). [17]

Мікросхема FT232RL випускається в SSOP і QFN–32 корпусах, вона підходить лише для поверхневого монтажу, але в даній бакалаврській роботі її застосовано разом з компонентами наскрізного монтажу.

На основі схеми з рис.3.3.14, було побудовано схему на рис.3.3.16:

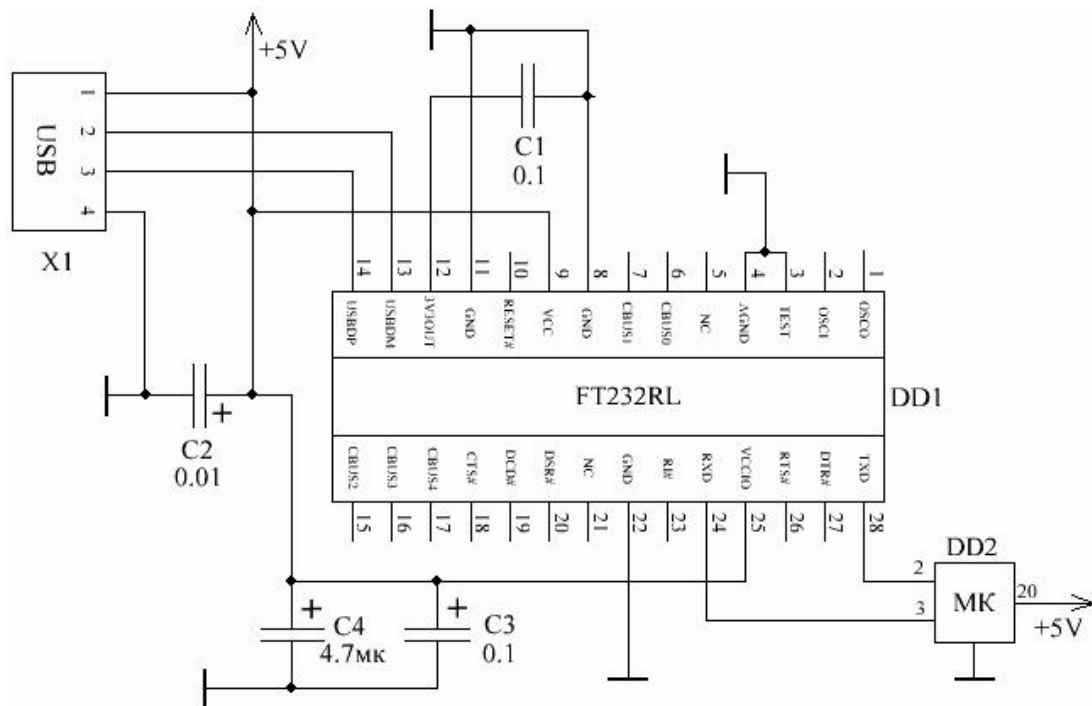


Рис.3.3.16. Схема електрична принципова для зв'язку з зовнішнім комп'ютером.

Фільтр ЕМП, який в схемі на рис.2.2.14 позначений "Ferrite Bead", в схемі на рис.2.2.16 не вказано, тому при перепрограмуванні МК, потрібно застосовувати

USB – кабель з феритовим фільтром ЕМП. Номінали напруг конденсаторів взяті з запасом, по максимальній напрузі в схемі – 5 вольтів.

Параметри конденсатора С1:

Конденсатор керамічний 0.1 мкФ; 50 В; ±10%; КМ–56.

Параметри конденсатора С2:

Конденсатор керамічний 0.01 мкФ; 50 В; ±10%; К10–73–1Б.

Параметри конденсатора С3:

Конденсатор керамічний 0.1 мкФ; 50 В; ±10%; КМ–56.

Параметри конденсатора С4:

Конденсатор електrolітичний 4.7 мкФ; 6.3 В; ±10%; К50–35.

Параметри мікросхеми DD1:

Спеціалізована мікросхема FT232RL; SSOP.

### Живлення

Для живлення мікроконтролера DD2 і датчика DD3, а також мікросхем DD1 і DD4, потрібно стабілізоване джерело живлення напругою 5 вольтів. 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.

При розробці стабілізатора, є деякі правила: для згладження пульсацій вхідної напруги, робоча напруга вхідного конденсатора повинна бути у 2–3 рази більше напруги первинної мережі; щоб уникнути перегріву стабілізатора, необхідно підтримувати найменшу вхідну напругу мікросхеми.

#### **Electrical Characteristics (LM7805)**

(Refer to the test circuits.  $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$ ,  $I_O = 500\text{mA}$ ,  $V_I = 10\text{V}$ ,  $C_I = 0.1\mu\text{F}$ , unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit	
Output Voltage	$V_O$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5\text{mA} \leq I_O \leq 1\text{A}$ , $P_O \leq 15\text{W}$ , $V_I = 7\text{V to } 20\text{V}$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note 2)	Regline	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_O = 7\text{V to } 25\text{V}$	–	4.0	100	mV
			$V_I = 8\text{V to } 12\text{V}$	–	1.6	50.0	
Load Regulation	Regload	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5\text{mA to } 1.5\text{mA}$	–	9.0	100	mV
			$I_O = 250\text{mA to } 750\text{mA}$	–	4.0	50.0	
Quiescent Current	$I_Q$	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	–	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	$\Delta I_Q$	$I_O = 5\text{mA to } 1\text{A}$	–	0.03	0.5	mA	
			$V_I = 7\text{V to } 25\text{V}$	–	0.3		1.3

*Рис.3.3.17. Вхідні і вихідні напруги мікросхем серії 78XX. [18]*

### 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)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range	$T_{OPR}$	0 ~ +125	$^{\circ}C$
LM78xx		-40 ~ +125	$^{\circ}C$
LM78xxA		0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

Рис.3.3.18. Абсолютні максимальні умови LM7805. [18]

L7805 видає вихідну напругу 5 вольтів. Як видно з рис.2.2.17, бажаною вхідною напругою в технічній документації [18] LM7805, відзначено напругу в 10 вольтів. 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.

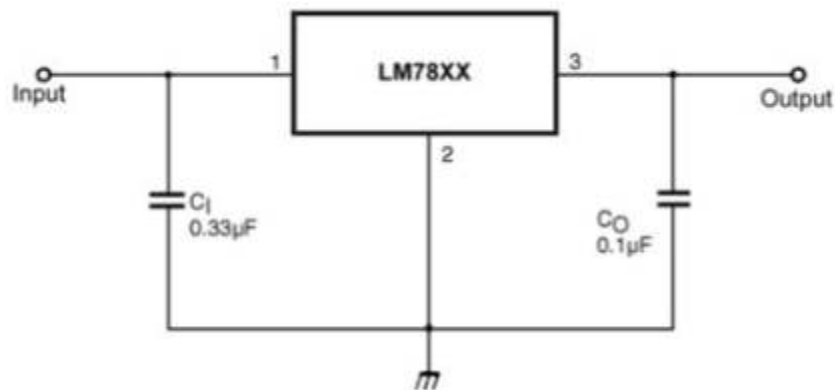


Рис.3.3.19. Загальна схема підключення для мікросхем серії 78XX. [18]

На рис.3.3.19, показано загальну схему підключення для мікросхем серії 78XX, і вказані мінімальні ємності вхідного і вихідного конденсаторів.

На основі схеми на рис.2.2.19, було побудовано схему на рис.2.2.20:

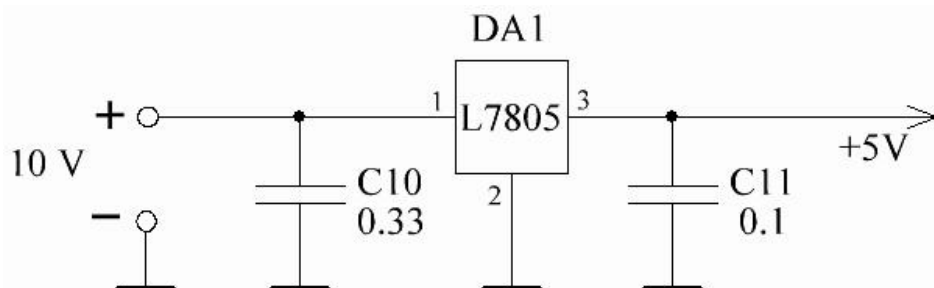


Рис.2.2.20. Схема електрична принципова для живлення.

Параметри конденсатора С10:

Конденсатор керамічний; 0.33 мкФ; 50В; ±10%; К10–17Б–Н50.

Параметри конденсатора С11:

Конденсатор керамічний; 0.1 мкФ; 50В; ±10%; КМ–56.

Параметри мікросхеми DA1:

Стабілізатор напруги; LM7805СТ; +5В; 1А; ТО–220.

Вихідна потужність даного стабілізатора не може перевищувати 5 Ват:

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

де Р – максимальна вихідна потужність; I – максимальний вихідний струм; U – максимальна вихідна напруга.

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

## ВИСНОВКИ

Відповідно до теми даної бакалаврської роботи, було розроблено електричну структурну та електричну принципову схеми цифрового контролера термостату. Креслення схем електричної структурної та електричної принципової оформлено згідно з вимогами ЄСКД.

Проведено основні розрахунки електричних параметрів елементів схеми. Пристрій оснащений одним датчиком, схему електричну принципову побудовано на базі мікроконтролера типу AVR. Напруга живлення цифрового контролера 5 В, напруга живлення навантаження 230 В, 50 Гц. Встановлена температура підтримується шляхом комутації навантаження.

Розроблена електрична принципова схема пристрою відповідає всім вимогам, що вказані в технічному завданні, та має наступні технічні характеристики:

- |   |   |
|---|---|
| - Напруга живлення (постійний струм)                  | 5В;   |
| - Напруга живлення (змінний струм), 50 Гц             | 230 В;  |
| - Потужність навантаження, не більше                  | 2.3 КВт;  |
| - Тип навантаження                                    | активне;  |
| - Коефіцієнт потужності навантаження, не більше       | 0.5;  |
| - Кількість датчиків температури                      | 1;  |
| - Точність вимірювання датчика температури, не менше  | $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ;                     |
| - Діапазон вимірювання датчика температури            | $-10^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$ |
| - Тип виходу датчика температури                      | цифровий;                                       |
| - Тип мікроконтролера                                 | AVR;  |
| - Тип індикатора                                      | 7-сегментний, LED;                              |
| - Тип інтерфейсу для зв'язку з ПК                     | USB;  |
| - Точність підтримування температури, менше або рівне | $\pm 0.5\text{C}$ .                             |

Коефіцієнтом потужності навантаження можна знехтувати у випадку активного типу навантаження.

Симістор ВТ139-600 у корпусі ТО-220, має бути доповнений радіатором, інакше перегрів занадто великий для надійної роботи, навіть при невеликому навантаженні.

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

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Кожухин В. А., "ЦИФРОВОЙ ТЕРМОСТАТ". Журнал "Радиоконструктор", 2008, №11, с.19-21.
- [2] Трищенко К., "Усовершенствованный термометр - термостат на микроконтроллере". Журнал "Радио", 2006, №1, с.43-45.
- [3] Высочанский П., "Микроконтроллерный термометр - терморегулятор для инкубатора". Журнал "Радио", 2007, №12, с.36-37.
- [4] Горчук Н.В., "УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТЕРМОСТАТ". Журнал "Радиоконструктор", 2012, №7, с.34-35.
- [5] Заец Н., "Двухканальный терморегулятор на микроконтроллере PIC16F84A". Журнал "Схемотехника", 2004, №10, с.42-44.
- [6] Slovák O., "Teploměr - termostat se senzory DS18B20". Журнал "Praktická Elektronika", 2015, №1, с.25-27.
- [7] ДСТУ 3321:2003. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять. [На заміну: ДСТУ 3321-96; Чинний від 2004-10-01]. -Вид. офіц.- Київ: Держспоживстандарт України, 2005. с.13
- [8] ДСТУ ГОСТ 2.702:2013. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT). [Чинний від 2014-09-01]. Відповідає офіційному тексту. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015.
- [9] ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT). [Чинний від 2014-10-01; На заміну: ДСТУ EN 50160:2010]. -Вид. офіц.- Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. с.7
- [10] MOC3042M Datasheet (PDF) - ON Semiconductor. с.3, с.6.  
[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:  
<https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/moc3043m-d.pdf>  
// (дата звернення: 04.05.2021)
- [11] BT139-600 Datasheet (PDF) - Apollo Electron Co.Ltd. с.1.  
[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

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

<https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/476822/APOLLOELECTRON/BT139-600.html>

// (дата звернення: 04.05.2021)

[12] ATTINY2313-20PU Datasheet(PDF) - ATMEL Corporation. с.1, с.181.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://html.alldatasheet.com/html-pdf/175192/ATMEL/ATTINY2313-20PU/158/1/ATTINY2313-20PU.html>

// (дата звернення: 04.05.2021)

[13] DS18B20 Datasheet(PDF) - Dallas Semiconductor. с.1, с.7.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>

// (дата звернення: 04.05.2021)

[14] 3641BS Datasheet (PDF) - XLITX Technology Co.Ltd. с.1-4.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

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

// (дата звернення: 04.05.2021)

[15] 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: 04.05.2021)

[16] 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](https://www.mcielectronics.cl/website_MCI/static/documents/Datasheet_TM1637.pdf)

// (дата звернення: 04.05.2021)

[17] 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: 04.05.2021)

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

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

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

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

// (дата звернення: 04.05.2021)

[19] Термометр-термостат с датчиками DS18B20. [Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

[http://avrproject.ru/load/termometr\\_thermostat\\_s\\_datchikami\\_ds18b20/1-1-0-85](http://avrproject.ru/load/termometr_thermostat_s_datchikami_ds18b20/1-1-0-85)

// (дата звернення: 04.05.2021)

[20] Быстродействующие предохранители стандарта IEC. с.24.

[Електронний ресурс] – РЕЖИМ ДОСТУПУ:

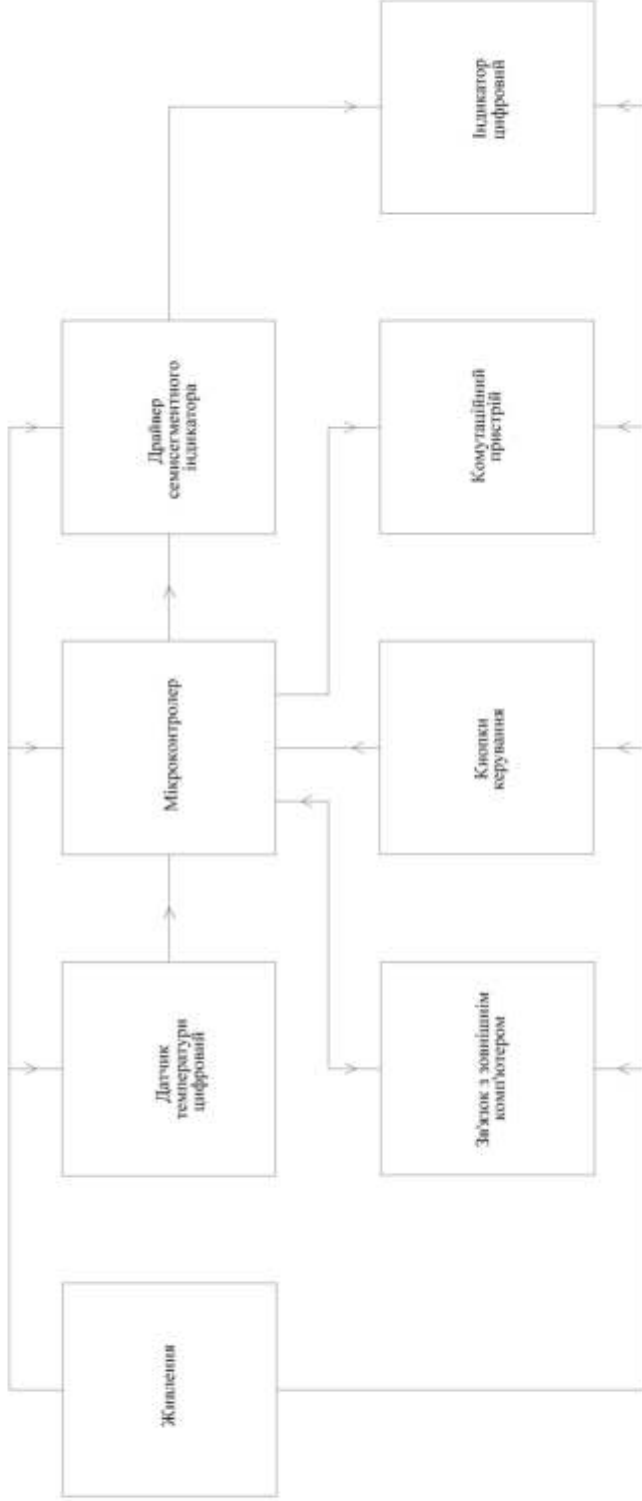
[http://www.eaton.ru/ecm/groups/public/@pub/@eatonru/@elec/documents/content/pct\\_2113732.pdf](http://www.eaton.ru/ecm/groups/public/@pub/@eatonru/@elec/documents/content/pct_2113732.pdf)

// (дата звернення: 04.05.2021)

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

# ДОДАТКИ

					КБР.ЕС.17050018.001.000. ПЗ	Арк.
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49





Поз. Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
	<u>Резистори</u>		
R1, R3	МЛТ-0.25-330 Ом $\pm 10\%$ ОЖ0.467.180ТУ.	2	
R2	МЛТ-0.25-360 Ом $\pm 10\%$ ОЖ0.467.180ТУ.	1	
R4, R5	МЛТ-0.125-10 кОм $\pm 10\%$ ОЖ0.467.180ТУ.	2	
R6	МЛТ-0.125-39 Ом $\pm 10\%$ ОЖ0.467.180ТУ.	1	
R7	МЛТ-0.125-4.7 кОм $\pm 10\%$ ОЖ0.467.180ТУ.	1	
	<u>Конденсатори</u>		
C1, C3, C9, C11	КМ-56-50 В-0.1 мкФ $\pm 10\%$ ОЖ0.460.043ТУ	4	
C2, C7	К10-73-1Б-50 В 0.01 мкФ $\pm 10\%$ ЯАВЦ 673511.004ТУ	2	
C4	К50-35-6.3 В 4.7 мкФ $\pm 10\%$ Jamicon	1	
C5, C6	К10-73-1Б-50 В-100 пФ $\pm 10\%$ ЯАВЦ 673511.004ТУ	2	
C8	К52-15В-6.3 В 100 мкф $\pm 10\%$ АДПК.673543.001ТУ	1	
C10	К10-17Б-Н50-50 В -0.33 мкФ $\pm 10\%$ ОЖ0.460.172ТУ	1	
	<u>Інтегральні схеми</u>		
DA1	Мікросхема LM7805CT Fairchild Semiconductor	1	ТО-220
DD1	Мікросхема FT232RL FTDI	1	SSOP
DD2	Мікросхема ATtiny2313-20PU Microchip	1	DIP-20
DD3	Мікросхема DS18B20 Maxim	1	ТО-92
DD4	Мікросхема TM1637 Titan Micro Electronics	1	DIP-20
	<u>Роз'єми</u>		
X1	USB Female Type-B Port 4-Pin	1	
X2	Mini Micro JST XH2.54mm 3-Pin	1	

КБР.ЕС.17050018.000.01 ПЕЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Попович Б.В.		20.05			
Перевірив		Лукша О.В.		20.05			
Т.Контр.				20.05			
Н.Контр.		Лукша О.В.		20.05			
Затвердив		Заяць Т.М.		20.05			

Цифровий контролер термостату  
Перелік елементів

УжНУ, ІТФ  
4 курс група ЕС

Поз. Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
	<u>Оптопарі</u>		
U1	MOC3042M 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	FWX-30A14F IEK	1	ПВЦ 14x51
	<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	

Додаток 1

Завідувачу кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ

кан. ф.-н.н., Заяць Т.М.

Студента (-ки) 4 курсу  
спеціальності 171 Електроніка  
Попових Б.В.  
(прізвище, ініціали)

## ЗАЯВА

**щодо самостійного виконання  
навчальної/кваліфікаційної роботи здобувачем освіти**

Я, Попових Богдан Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові),

Студент(-ка) осма (денна), інженерно-технічний

(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.

19.06.2021

Дата

Попових

Підпис

Додаток 2.

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

Автор роботи	Попович Богдан Васильович
Назва роботи	Цифровий контролер термостату
Спеціальність	141 Електроніка
Курс	4
Факультет	Інженерно-технічний
Кафедра	електронних систем
Керівник роботи	доц. Лукша Олег Васильович
Роботу перевірено в програмі	Unichек
Додано до бази даних	-
Ідентифікаційний номер роботи	КБР.ЕС.17050018.001.000.13
Результати перевірки	
Показник унікальності тексту через перевірку роботи у внутрішній базі кафедри ЕС ІТФ ДНВЗ УжНУ	-
Показник унікальності тексту в мережі Інтернет	98,48%

Відповідальна особа/  
Науковий керівник роботи

Лукша О.В.  
(прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_  
Дата

\_\_\_\_\_  
Підпис

### 3.3. Розрахунок елементів цифрового контролера терм.

Завантажено: 06/19/2021 | Перевірено: 06/19/2021

● Matches ● Цитата ● Використані джерела ● Заміна символів



Matches

Веб джерела

1

1 [www.essuir.sumdu.edu.ua](http://www.essuir.sumdu.edu.ua)  
<https://www.essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/79816/1/Bakumenko.pdf>

1.52%

### 3.3. Розрахунок елементів цифрового контролера терм..

Завантажено: 06/19/2021 | Перевірено: 06/19/2021

● Matches ● Цитата ● Використані джерела ● Заміна символів

#### Цитати

Включені цитати

1

- 1 "Резистор 39 Ом (номинал якого потрібно збільшити до 360 Ом, якщо навантаження з великою індуктивністю має коефіцієнт потужності більше 0.5) і конденсатор 0.01 мікрофарад призначені для регулювання (демпфірування) симістора, і можуть бути застосовані, а можуть і не знадобитися, залежно від конкретного використовуваного симістора та навантаження."