

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА ПРОГРАМУВАННЯ ТА МАТЕМАТИКИ

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

**на тему «Розробка програмно-апаратного комплексу цифрового
терморегулятора»**

Виконав: групи ІТ-151

напряму підготовки 6.040302

«Інформатика»

_____ Копьонкін В.С.
(підпис)

Керівник,

доцент, к.т.н. _____ Іванов В. Г.
(підпис)

Рецензент,

_____ Батурін О.І.
(підпис)

СЄВЕРОДОНЕЦЬК

2019 року

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інформаційних технологій та електроніки
Кафедра програмування та математики
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність **6.040302 «Інформатика»**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПМ,
д.т.н., доцент
_____ Лифар В.О.
« ____ » _____ 2019
р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
КОПЬОНКІН ВЛАДИСЛАВ СЕРГІЙОВИЧ

1. Тема роботи Розробка програмно-апаратного комплексу цифрового терморегулятора
керівник роботи доцент Іванов Віталій Геннадійович
2. Строк подання студентом роботи 06 червня 2019 р.
3. Вихідні дані до роботи
Об'єктом дослідження даної роботи є програмне забезпечення пошуку спам-зображень.
3.1 Літературні джерела:
Мюллер, С. Модернізація й ремонт ПК, 14-е видання: Пер. с англ. – М.: Видавничий будинок «Вільямс», 2003. – 1184 с.
Гук, М. Апаратні інтерфейси ПК. Енциклопедія. – Спб.: Видавничий будинок «Пітер», 2002. – 528 с.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
 - 4.1 Вступ
 - 4.2 Огляд методів:
 - 4.3 Основна частин:
 - 4.4 Висновки
 - 4.5 Перелік використаних джерел
5. Перелік графічного матеріалу немає
6. Дата видачі завдання 02 лютого 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Одержання завдання на виконання роботи	01.02.19	
2	Укладання і погодження з керівником плану і етапів виконання роботи	20.02.19	
3	Узагальнення даних літературних джерел, укладання першого розділу	1.03.19	
4	Аналіз шляхів виконання завдання. Вибір і погодження з керівником оптимального шляху	10.03.19	
5	Проектування інфологічної моделі задачі що реалізується.	01.04.19	
6	Укладання та тестування програмного продукту	20.04.19	
7	Укладання, оформлення та погодження пояснювальної записки з керівником	15.05.19	
8	Здача готової пояснювальної записки на кафедру	06.06.19	
9	Укладання доповіді і презентації	10.06.19	

Студент

(підпис)

Копьонкін В.С.

Керівник роботи

(підпис)

Іванов В. Г.

ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ І ОЦІНЮВАННЯ
дипломної роботи студента гр.ІТ-151 Копьонкна В.С.

Науковий керівник

Доцент, к.т.н.

Іванов В. Г.

Оцінка наукового керівника: _____

Рецензент ст..викл. каф. ПМ СНУ ім.В.Даля Батурін О.І.
місто роботи, посада, ПІБ

Оцінка рецензента: _____

Кінцева оцінка за результатами захисту:

Голова ЕК

підпис

Лифар В.О.

ВСТУП

Актуальність досліджень. У сучасному суспільстві наука й промисловість не можуть існувати без вимірів фізичних величин. Результати вимірювальних процесів використовують для забезпечення належної якості продукції, що випускається, забезпечення безпечної й безаварійної роботи транспорту, а також дозволяють вивчати фізичні явища. Виміру фізичних величин може бути зроблене за допомогою різних засобів: вимірювальних приладів або систем, перетворювачів і інших обладнань. До середини ХХ століття для одержання й обробки результатів вимірів була необхідна взаємодія людини з вимірювальним приладом. З розвитком науки був виділений новий напрямок науково-технічного прогресу – автоматизація при використанні мікропроцесорних обладнань. Це процес дозволив звільнити або суттєво зменшити ступінь участі людину в процесах одержання, перетворення, передачі й використання інформації. Обробка отриманих даних є трудомістким процесом без мікропроцесорних обладнань. Практична частина досліджень дипломної роботи заснована на розробці програмного забезпечення для одержання даних з датчика для контролю рівня напруги на навантаженні. У зв'язку із цим для контролю фізичних процесів, залежних від результатів вимірів температури, було поставлено завдання про автоматизацію регулювання напруги.

Об'єкт досліджень: мікроконтролерна система, яка має комутований цифровий термодатчик DS18B20 і рідкокристалічний індикатор WH1602B.

Предмет досліджень: протокол одержання даних з датчика, алгоритм виводу інформації на рідкокристалічний дисплей і регулювання рівня напруги на зовнішньому навантаженні за допомогою широко імпульсної модуляції.

Ціль дослідження: розробка цифрового вимірювального приладу температури з можливістю контролю рівня напруги на зовнішньому навантаженні.

Завдання дослідження:

- a) розробити цифрову модель і принципову схему обладнання, що реалізує контроль і регулювання рівня напруги за допомогою широкої імпульсної модуляції для зовнішнього споживача, що підключається, залежно від вимірюваної температури;
- b) розробити протокол передачі даних від цифрового термодатчика до мікроконтролера;
- c) розробити програмне забезпечення для сполучення роботи мікроконтролера Atmega8, цифрового датчика DS18B20 і рідкокристалічного модуля;
- d) створити друковану плату термодатчика з інтегрованим малопотужним блоком живлення.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати роботи й розроблене обладнання дозволяє досягти високої точності виміру температури й знизити ймовірність виникнення аварійної ситуації, а також можуть бути практично використані в різних системах, що вимагають автоматизацію регулювання рівня напруги на споживачах (наприклад, приладах використовуваних для охолодження або обігріву) залежно від установленого бар'єра температури.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ОБЛАДНАНЬ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ

1.1 Огляд сучасних цифрових обладнань регулювання температури

Терморегулятор або термостат – це прилад, відповідальний за підтримку заданого температурного значення в обладнанні, відповідального за температурний режим. Даний механізм вважається основним елементом управління теплоносія. Сучасні терморегулятори обладнаються невеликим дисплеєм. У ручному режимі виставляється потрібне значення, а потім прилад його автоматично підтримує. Терморегулятори з датчиком температури повітря вважаються частиною охолоджувальної або опалювальної системи. Їх вставляють у різне встаткування кліматичного контролю.

Термостат має наступні функції:

- економія ресурсів, прилад контролює задане температурне значення й при необхідності відключає встаткування;
- безпекою, тому що при поломці встаткування обладнання сповістить про проблему звуковим сигналом;
- комфортні умови, при роботі термостата немає необхідності регулювати систему ручним способом;
- безліч моделей обладнань відрізняються компактністю;
- для радіаторів опалення передбачене використання спеціальних моделей, які встановлюються на трубі приладу опалення.

Прилади діляться на наступні варіанти залежно від матеріалу:

- біметалічні;
- електронні термопари;
- електронні термістори для опалювальних схем.



Рисунок 1.1 Радіатор опалення із вбудованим механізмом контролю

За принципом дії бувають наступні види терморегуляторів:

- електронні - обладнані вбудованими термометрами;
- механічні - принцип роботи ґрунтується на розширенні пластин і передачі даних регулюючому обладнанню (рис. 1.2).

Контроль над температурою виконується по термодатчику повітря, підлоги або за допомогою комбінованих варіантів. Найчастіше збір інформації здійснюється по приладах, які монтуються на радіатори опалення. Бувають регулятори з віддаленим механізмом, який установлюється на відстані від опалювального обладнання, що дозволяє одержати більш достовірні дані. Прилад з віддаленим обладнанням фіксується на стіні й приєднує в загальну схему.

Електронні обладнання користуються все більшою популярністю. Для контролю температури в подібних обладнаннях використовуються напівпровідникові матеріали. Схеми підключення теплої підлоги до терморегулятора припускають використання токовища, тому їх підключають до розетки або використовують батарейки або акумулятори. Електронні

моделі обладнаються моніторами, на яких відображаються температурні налаштування, дата й час.



Рисунок 1.2 Електронна й механічна модель

Електронні обладнання мають певні переваги перед механічними:

- простіше в установці й монтажі;
- мають більший діапазон температур, при цьому можуть застосовуватися в підвальних приміщеннях і гаражах.

Термореле, або термостат, виконує 3 важливі функції:

1. Економія. За рахунок контролю при підвищенні живлення обігрівачем може бути виключене, а коли показники досягнуть мінімального значення, система знову включиться.
2. Підвищення комфорту. Усі маніпуляції по контролю над функціонуванням системи будуть відбуватися в автоматичному режимі.
3. Безпека. Якщо відбувся екстрений перегрів казана, або опалення відключилося в аварійному порядку, то обладнання подасть звуковий або світловий сигнал.

Терморегулятор з датчиком температури в цілому є більш надійним приладом у порівнянні зі звичайними ручними вентилями, оскільки забезпечує якісну роботу навіть при наявності у воді піску або інших дрібних домішок. Тому даний прилад однаково підійде як для квартири, так і для заміського будинку.



Рисунок 1.3 Сучасні прилади терморегуляторів з дисплеєм

Існують системи, де збір даних відбувається віддалено, і встаткування встановлюється на радіатор так само, як і звичайний вентиль. Перед початком роботи на обладнанні задається необхідна температура, яку прилад буде підтримувати. При цьому апарат не вимагає зовнішнього джерела напруги.

Регулювання температури повітря в сучасних приладах здійснюється в такий спосіб:

1. на терморегулятор надходять дані про ступінь нагрівання теплоносія;
2. датчики, що перебувають безпосередньо в приміщенні, надають дані про температуру повітря;
3. зібрана інформація надходить на блок керування;
4. регулятор температури повітря в приміщенні порівнює значення, що зробили, а потім змінює температуру теплоносія в потрібному напрямку.

1.2 Структурна схема типової мікропроцесорної системи

Для розробки цифрового обладнання розглянемо схему мікропроцесорної системи. Основним діючим елементом сучасної мікропроцесорної системи і є мікроконтролер. Головною складовою будь-якого мікроконтролера є мікропроцесор. Мікропроцесор не працює сам по собі. Мікропроцесор — це частина тієї або іншої мікропроцесорної системи.

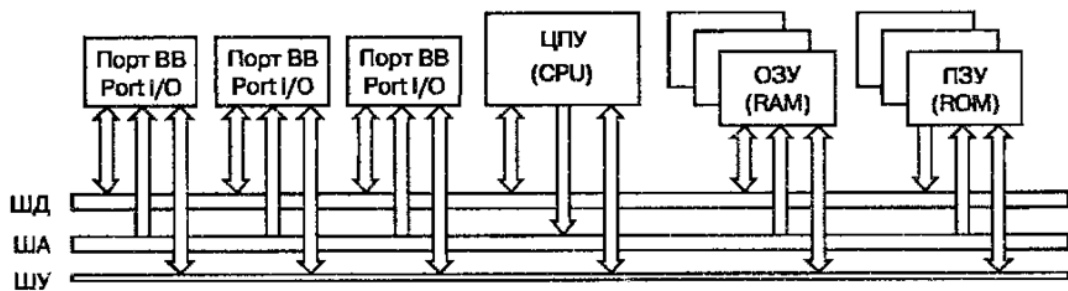


Рисунок 1.4 Структурна схема типової мікропроцесорної системи

Крім властиво мікропроцесора, до складу мікропроцесорної системи входять і інші, не менш важливі елементи. На рис.1.4 наведена узагальнена структурна схема типової мікропроцесорної системи. Кожне найменування являє собою певне скорочення повної назви елемента:

- CPU (Central Processing Unit) — центральне процесорне обладнання (ЦПУ).
- RAM (Random Access Memory) — обладнання з довільним доступом, або оперативний запам'ятовувальний пристрій (ОЗУ).
- ROM (Read Only Memory) — пам'ять тільки для читання, або постійний запам'ятовувальний пристрій (ПЗУ).
- Port I/O (Port Input/Output) — порт вводу-виводу.

Для підключення до мікроконтролера периферійних обладнань (світлодіода, кнопки керування) використовуються порти вводу-виводу. Мікроконтролери Attiny2313, Atmega8, Atmega16, Atmega32 мають їх 20, 28 і більше.

Atmega8 поєднує в собі функціональність, компактність і порівняно не високу ціну. Такі якості дали найширше поширення Atmega8 серед професійних і аматорських конструкцій. Мікроконтролер має широкий набір модулів, і може бути використаний у великій кількості обладнань.

1.3 Процесор, цифрові шини й види пам'яті

Головним керуючим елементом усієї мікропроцесорної системи є процесор. Саме він управляє й пам'яттю, і портами вводу-виводу. Пам'ять і порти введення і виводу є пасивними обладнаннями й можуть тільки відповідати на керуючі впливи.

Для того, щоб процесор міг управляти мікропроцесорною системою, він з'єднаний з усіма її елементами за допомогою цифрових шин. Шина оце набір паралельних провідників, по яких передається цифровий сигнал. Ці провідники є лініями шини.

У кожний момент часу по шині передається одне двійкове число. По кожній лінії передається один розряд цього числа. У будь-якій мікропроцесорній системі є, принаймні, три основні шини. Усі вони зображені на рис. 1.4 Нижче наведене розшифрування цих:

- ШД — шина даних (DATA bus);
- ША — шина адреси (ADDR bus);
- ШУ — шина керування (CONTROL bus).

Процесор — це найголовніша частина всієї мікропроцесорної системи. Процесор не завжди був мікропроцесором і мав малі габарити. На початку своєї розробки процесор являв собою кілька електронних плат, зібраних з радіоелементів. Сьогодні ж це досить інтегрована малогабаритна мікросхема, що містить у своєму складі безліч компонент. Процесор призначений для того, щоб виконувати різні операції із числами. Послідовність цих операцій є програмою. Кожна операція кодується у вигляді числа й записується на

згадку. Ті числа, з якими процесор виконує свої операції, називаються даними. Дані також записані на згадку. Тому процесор можна віднести до цифрового автомата, здатного виконувати певний набір операцій із числами. Але головною його особливістю є можливість запрограмувати будь-яку послідовність його дій.

Процесор може виконувати операції:

- арифметичні дії (усі найпростіші операції, які можна зробити над числом), він може вважати число з будь-якої комірки пам'яті, складати, віднімати, порівнювати, множити й ділити прочитані числа.
- записувати назад на згадку результат обчислень
- логічні операції із числами (бульові функції).

Усі три частини обчислювальної системи (процесор, модуль пам'яті, порти введення/виводу) зв'язані між собою шинами даних (рис.1.4). По цих шинах передаються цифрові сигнали як від процесора до модуля пам'яті й від процесора — до портів введення в виводу, так і у зворотному напрямку: від портів введення і виводу й пам'яті до процесора.

Порти введення і виводу — це спеціальні мікросхеми, за допомогою яких мікропроцесорна система може спілкуватися з периферійними обладнаннями. Без портів губиться весь зміст мікропроцесорної системи. Вона не може працювати сама по собі. Мікропроцесор повинен чимсь управляти. Через порти введення процесор одержує зовнішні впливи (керуючі сигнали). Наприклад, сигнали від кнопок, датчиків. За допомогою портів виводу процесор управляє зовнішніми обладнаннями (реле, моторами, світловими індикаторами, дисплеями).

Процесор працює з портами введення і виводу практично так само, як і з комірками пам'яті. Робота з портами зводиться до того, що процесор просто читає число з порту введення або записує число в порт виводу. У якості порту виводу найчастіше виступає звичайний паралельний регістр. Порт

уведення ще простіше. Це проста ключова схема, яка по команді із центрального процесора подає зовнішні дані на його входи.

Набір операцій, які процесор здатний виконувати за участю портів введення і виводу, набагато менше, чим операцій з комірками пам'яті. У них також можна записувати й зчитувати інформацію. Однак зберігання чисел — це не головне призначення портів.

Порт введення — це спеціальне електронне обладнання, на яке ззовні надходять які-небудь електричні сигнали, призначені для керування мікропроцесорним обладнанням. Наприклад, сигнали, що виникають при натисканні клавіш на клавіатурі, сигнали, що виникають при спрацьовуванні різних датчиків, і т.п. Процесор зчитує їх у вигляді чисел і обробляє отримані числа відповідно до алгоритму керування.

Порт виводу виконує зворотну функцію. У них процесор записує різні числа, які потім надходять на зовнішні обладнання у вигляді електричних сигналів. Ці сигнали використовуються для керування. Управляти можна будь-яким обладнанням, яке допускає електричне керування, це індикатори, дисплеї, електромагнітні реле, електромотори, електричні нагрівачі і т.д.

Потрібно тільки підсилити керуючі сигнали до необхідної потужності. Крім перерахованих вище команд у будь-який мікропроцесор закладений набір спеціальних команд, специфічних для завдань керування процесом обчислень.

Два види пам'яті (ОЗУ й ПЗУ) призначені для зберігання інформації (даних і програм). Обоє виду пам'яті являють собою набір гнізд, у кожній з яких може зберігатися одне двійкове число. Розподіл на постійну й оперативну пам'ять досить умовно. З погляду процесора, обоє ці виду пам'яті практично ідентичні. Однак все-таки між ними є одна досить істотна відмінність.

Після того, як інформація записана в ОЗУ, вона зберігається там лише доти, поки подана напруга живлення. Як тільки живлення буде відключено,

інформація, записана в ОЗУ, відразу губиться. Про це ми вже говорили вище. Класичний приклад гнізда ОЗУ — це найпростіший регістр, побудований на ДаТригерах.

У такий регістр можна записувати інформацію й читати її звідти. Однак якщо відключити, а потім включити живлення, то всі тригери, з яких складаються регістри ОЗУ, устанавляться у випадковий стан. Інформація буде загублена. Сучасні мікросхеми пам'яті будуються на основі зовсім інших технологій. Але й донині не придумане досить швидкодіюче обладнання пам'яті, що не втрачає інформації при вимиканні живлення.

Найпоширеніша на сьогоднішній день технологія побудови ОЗУ— це так звана динамічна пам'ять. Зберігання інформації в мікросхемах динамічної пам'яті здійснюється за допомогою динамічно підзаряджаємих мініатюрних ємностей (конденсаторів), виконаних інтегральним способом на кристалі кремнію.

Кожний конденсатор зберігає один біт інформації. Якщо значення біта повинне бути дорівнює одиниці, то схема керування заряджає конденсатор. Якщо в гнізді повинен бути логічний нуль, то конденсатор розряджається. Заряджений конденсатор може зберігати свій заряд, а, виходить, і записану в нього інформацію протягом усього декількох мілісекунд. Для того, щоб інформація не згубилася, використовують регенерацію пам'яті.

Спеціальна схема періодично зчитує вміст кожної комірки пам'яті й під заряджає конденсатори для тих бітів, де записана одиниця. Для прискорення процесу регенерації всі комірки пам'яті кожної мікросхеми розбиваються на рядки. Зчитування й відновлення проводиться відразу для цілого рядка. Для нормальної роботи динамічного ОЗУ регенерації повинна безупинно працювати протягом усього часу, поки включене живлення. У сучасних ОЗУ схема регенерації вбудовується усередину самих мікросхем.

Постійний запам'ятовувальний пристрій (ПЗУ) призначене для довгочасного зберігання інформації й не втрачає записану інформацію навіть

після вимикання живлення. При виготовленні мікросхем ПЗУ застосовуються зовсім інші технології. На зорі мікропроцесорної техніки мікросхеми ПЗУ здійснювали зберігання інформації завдяки пропалюванню внутрішніх мікроперемичок на кристалі. Занесена в такий спосіб інформація не могла бути змінена. Якщо інформація застарівала, мікросхему просто викидали й заміняли на іншу.

На зміну однократно програмувальним ПЗУ прийшли ПЗУ з ультрафіолетовим стиранням. Такі мікросхеми ПЗУ допускали багаторазове використання. перемички, що перепалюються, одержали можливість відновлюватися. Перед повторним використанням мікросхему потрібно було «стерти». Тобто відновити перемички. Для цього кристал мікросхем зазнав опромінення світловим потоком ультрафіолетового діапазону, для чого мікросхеми забезпечувалися спеціальним віконечком у верхній частині корпусу.

Кількість циклів запис й стирання для таких мікросхем було обмежено. Мікросхеми з ультрафіолетовим стиранням проіснували досить довго. Вони й зараз працюють у безлічі мікропроцесорних обладнань, виготовлених на рубежі минулого й нинішнього століть.

Сучасні ж мікросхеми ПЗУ будуються по так званій флеш-технології (Flash). Такі мікросхеми також засновані на застосуванні спеціальних перемичок, що перепалюються, з можливістю відновлення. Але стирання інформації в цьому випадку відбувається електричним шляхом. Тому такі мікросхеми ще називають ЕСПЗУ. Увесь процес стирання здійснюється усередині мікросхеми. Для запуску процесу стирання досить подати певну комбінацію сигналів на її входи.

Будучи включеними до складу мікропроцесорної системи, мікросхеми ОЗУ й мікросхеми ПЗУ працюють як єдина пам'ять програм і даних. Хоча процесор і працює з обома видами пам'яті однаково, але із ПЗУ він може тільки читати інформацію. Запис інформації в ПЗУ неможлива. Якщо

мікропроцесор все-таки спробує зробити запис, то нічого страшного не відбудеться. Просто в гнізді залишиться те, що там було до спроби запису.

РОЗДІЛ 2 ПРИНЦИПОВА СХЕМА Й ЦИФРОВА МОДЕЛЬ ТЕРМОКОНТРОЛЕРА

2.1 Архітектура й основні характеристики мікроконтролера Atmega8

Для одержання інформації з будь-якого датчика необхідно провідне обладнання - мікроконтролер. Мікроконтролер також забезпечує висновок інформації на рідкокристалічний дисплей. Усі ці функції може виконати будь-який мікроконтролер з обсягом Flash-пам'яті більш 4 Кбайт.

Усі мікроконтролери компанії Atmel мають високошвидкісну гарвардську RISC-архітектурою завантаження й виконанням більшості інструкцій протягом одного циклу тактового генератора. Програмний код утримується в електричній перепрограмувальній постійній пам'яті програм FLASHROM, яка може бути перезаписана до 10000 раз. Система команд мікроконтролерів фірми Atmel споконвічно проектувала з урахуванням особливостей мови програмування високого рівня, що в результаті дозволяє одержувати більш ефективний код у порівнянні з Assembler [5].

Мікроконтролер Atmega8 має два повноцінні порти з розрядністю 8 біт у відмінності від Attiny2313 (рис.2.1-2.6), молодшого побратима. Наявність в Atmega8 аналогово-цифрового перетворювача, що дає можливість вимірювати такі параметри як напруга, токовище, ємність що дозволяє розробити повноцінний мультиметр на базі цього мікроконтролера. Так само Atmega8 має порт UART для приймання й передачі даних TTL рівня.

Порт для роботи із протоколу TWI (можливість реалізувати програмний I2C). По I2C до Atmega8 можна підключити цілий спектр обладнань:

- зовнішню EEPROM пам'ять серії 24схх,
- РК індикатори й графічні дисплеї,
- регулятори гучності, опору.

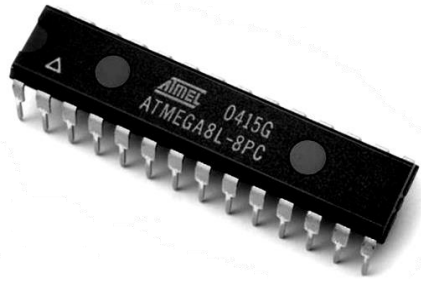


Рисунок 2.1 Мікроконтролер Atmega8 у корпусі PDIP

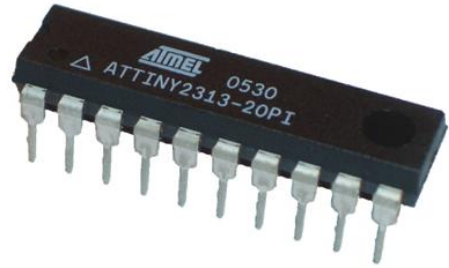


Рисунок 2.2. Мікроконтролер Attiny2313 у корпусі PDIP

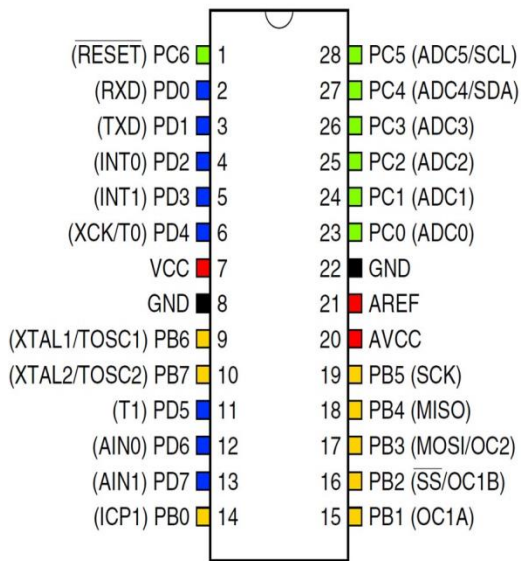


Рисунок 2.3. Цоколевка Atmega8 у корпусі PDIP.

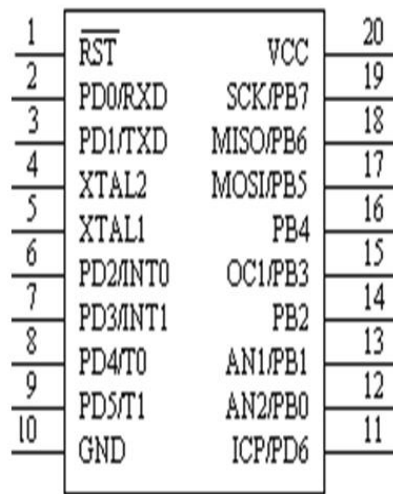


Рисунок 2.4. Цоколевка Attiny2313 у корпусі PDIP.

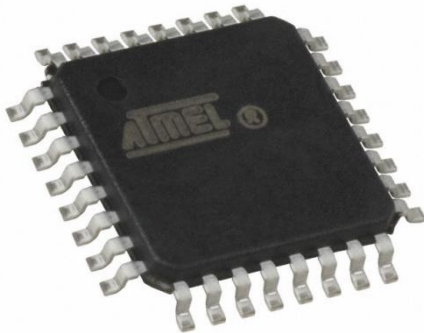


Рисунок 2.5. Мікроконтролер Atmega8 у корпусі TQFP

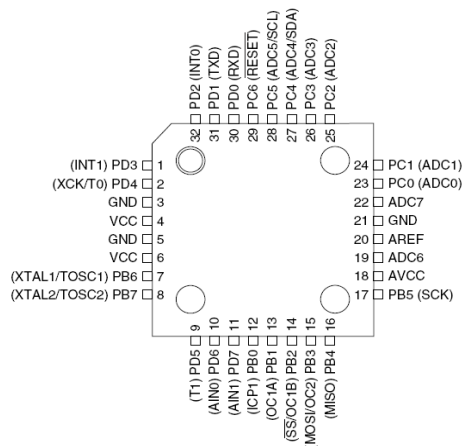


Рисунок 2.6. Цоколевка Atmega8 у корпусі TQFP.

Таб. 2.1 Опис висновків мікроконтролера моделі Atmega8

Позначення	Номер виводу		Тип виводу	Опис
	DIP	TQFP		
Порт В. (8-розрядний двунаправлений порт уведення/виводу із внутрішніми резисторами, що підтягують)				
PB0 (ICP)	14	12	I/O	B0 (Вхід захоплення таймера/лічильника T1 (режим Capture))
PB1 (OC1A)	15	13	I/O	B1 (Вихід А таймера/лічильника T1 (режим Compare, PWM))
PB2 (\overline{SS} /OC1B)	16	14	I/O	B2 (Вибір SlaveОбладнання в каналі SPI/ Вихід В таймера/лічильника T1 (режим Compare, PWM))
PB3 (MOSI/OC2)	17	15	I/O	B3 (Вихід (Master) або вхід (Slave) даних каналу SPI/ Вихід таймера/лічильника T2 (режим Compare, PWM))
PB4 (MISO)	18	16	I/O	B4 (Вхід (Master) або вихід (Slave) даних каналу SPI)
PB5 (SCK)	19	17	I/O	B5 (Вихід (Master) або вхід (Slave) тактового сигналу SPI)
PB6(XTAL1/TOSC1)	9	7	I/O	B6 (Вхід тактового сигналу/Вихід для підключення резонатора до таймера/лічильнику T2)
PB7(XTAL2/TOSC2)	10	8	I/O	B7 (Вихід тактового генератора/ Висновок для підключення резонатора до таймера/лічильнику T2)
Порт С. (7-розрядний двоспрямований порт уведення/виводу із внутрішніми резисторами, що підтягують)				
PC0 (ADC0)	23	23	I/O	30 (Вхід АЦП)
PC1 (ADC1)	24	24	I/O	31 (Вхід АЦП)
PC2 (ADC2)	25	25	I/O	32 (Вхід АЦП)
PC3 (ADC3)	26	26	I/O	33 (Вхід АЦП)
PC4 (ADC4/SDA)	27	27	I/O	34 (Вхід АЦП/Лінія даних модуля TWI)
PC5 (ADC5/SCL)	28	28	I/O	35 (Вхід АЦП/Тактовий сигнал модуля TWI)
PC6 (\overline{RESET})	1	29	I/O	С6 (Вхід скидання)
ADC6	-	19	I	Вхід АЦП
ADC7	-	22	I	Вхід АЦП
Порт D. (8-розрядний двоспрямований порт уведення/виводу із внутрішніми резисторами, що підтягують)				
PD0 (RXD)	2	30	I/O	D0 (Вхід USART)
PD1 (TXD)	3	31	I/O	D1 (Вихід USART)

PD2 (INT0)	4	32	I/O	D2 (Вхід зовнішнього переривання)
PD3 (INT1)	5	1	I/O	D3 (Вхід зовнішнього переривання)
PD4 (T0/XСК)	6	2	I/O	D4 (Вхід зовнішнього тактового сигналу таймера/лічильника T0/Вхід/вихід зовнішнього тактового сигналу USART)
PD5 (T1)	11	9	I/O	D5 (Вхід зовнішнього тактового сигналу таймера/лічильника T1)
PD6 (AIN0)	12	10	I/O	D6 (Позитивний вхід компаратора)
PD7 (AIN1)	13	11	I/O	D7 (Негативний вхід компаратора)
AREF	21	20	P	Вхід опорної напруги для АЦП
AGND	22	21	P	Аналоговий загальний вивод
Avcc	20	18	P	Вивод джерела живлення АЦП
GND	8	3,5	P	Загальний вивод
Vcc	7	4,6	P	Вивод джерела живлення

Мікроконтролер Atmega8 має 32 регістри загального призначення. Усі регістри прямо працюють із арифметично-логічним обладнанням, що значно зменшує розмір програмного коду. Мікроконтролер Atmega8 містить 16 кбайт внутрішньої програмувальної Flash пам'яті з підтримкою можливості читання під час програмування, три порти введення і виводу загального призначення, програмувальний сторожовий таймер із внутрішнім генератором, послідовний порт SPI, налагоджуваний інтерфейс debug.

Програмування контролера може бути здійснене за допомогою послідовного інтерфейсу SPI або за допомогою технології bootloader. Основною гідністю другого способу є програмування контролер без яких-небудь додаткових програмуючих обладнань [6].

2.2 Характеристики РК індикатору WH1602B

У якості обладнання для виводу інформації зручно використовувати рідкокристалічні дисплеї, тому що вони забезпечують легке сприйняття виведеної інформації. Цей факт є важливим при розробці вимірювальних обладнань. Рідкокристалічні дисплеї, що випускаються в різних країнах, мають тенденцію до стандартизації. У дисплеях використовується однорядне

рознімання з 14 контактами, розташованих у лінію. Зовнішній вигляд і призначення висновків індикатору відображено на малюнку 2.7 і таблиці 2.2 відповідно.

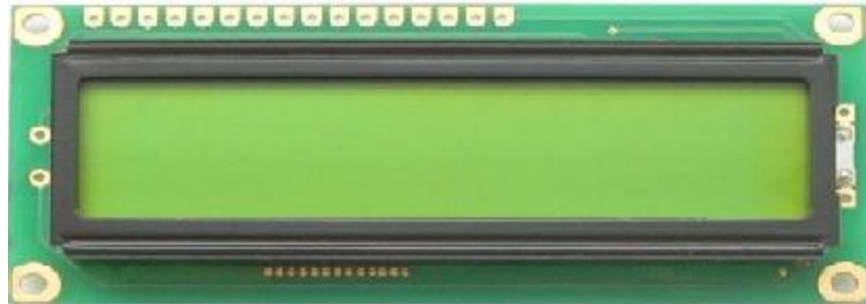


Рисунок 2.7 – Розташування висновків РКІ

Таблиця 2.2 – Призначення висновків РК індикатору

№	Название	Назначение вывода	№	Название	Назначение вывода
1	Vss	Общий провод	9	DB2	Линия данных 2
2	Vdd	Напряжение питания	10	DB3	Линия данных 3
3	V ₀	Контрастность	11	DB4	Линия данных 4
4	RS	Команды или данные	12	DB5	Линия данных 5
5	R/W	Запись или чтение	13	DB6	Линия данных 6
6	E	Строб	14	DB7	Линия данных 7
7	DB0	Линия данных 0	15	A	Анод
8	DB1	Линия данных 1	16	K	Катод

Технічні характеристики рідкокристалічного дисплея WH1602B:

1. Належить класу символних (алфавітно-цифрових) дисплеїв.
2. Текстовий дозвіл – 16x2 символів.
3. Підтримує англійський алфавіт і кирилицю.
4. Має вільні комірки пам'яті для створення нових символів.
5. Напруга живлення від 4,5В до 5,5В, струм живлення 1,2мА.
6. Вбудований контролер S6B0066U.

Контраст відображуваної інформації на дисплеї може бути відрегульований за допомогою потенціометра на 10 кОм, який виконує функцію дільника. Подібний підхід дозволяє забезпечити просте регулювання напруги в діапазоні між потенціалом «землі» і напругою живлення V_{CC} , що у свою чергу дає можливість регулювати контраст при відображенні (Рисунок 2.8).

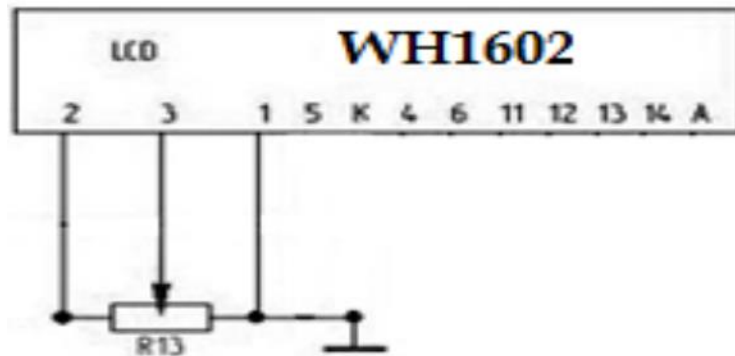


Рисунок 2.8 – Схема керування напругою контрасту

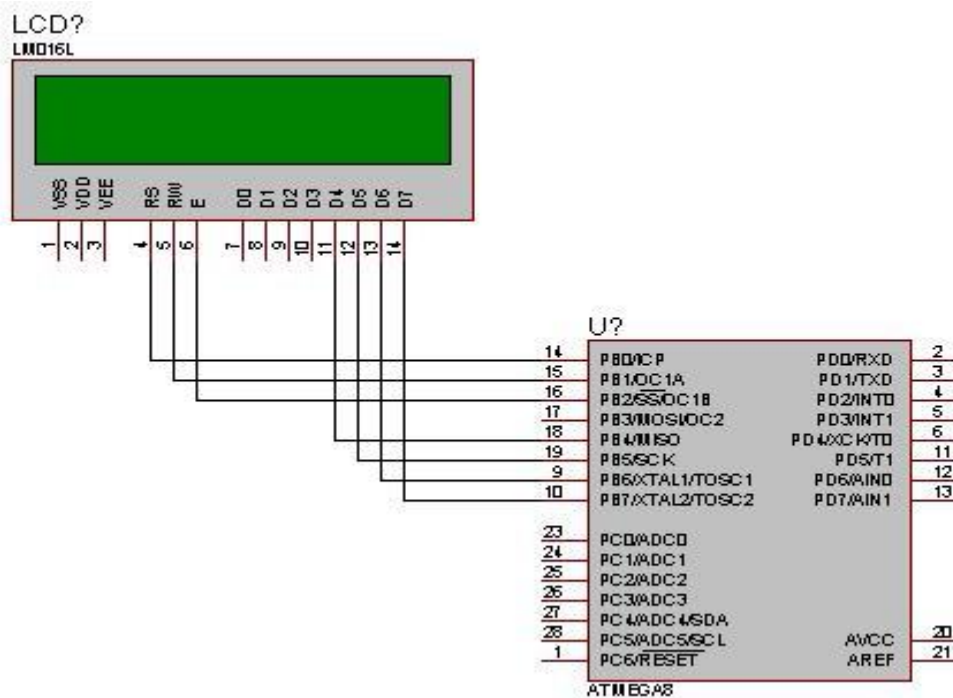


Рисунок 2.9 – Схема підключення

Рідкокристалічний дисплей підключається до мікроконтролера через паралельну синхронну шину, яка забезпечує швидкий запис на дисплей і зчитування даних з нього. Індикатори WH1602В мають два формати передачі/приймання даних: 8-розрядний і 4-розрядний формати. У першому

режимі використовуються 11-сигнальних лінії, дані передаються за один такт. У другому режимі використовується тільки 7-сигнальних лінії. Обмін даними відбувається в такий спосіб: спочатку передається старша тетрада байта, потім молодша.

У термоконтролері використаний 4-розрядний формат. У такому режимі при підключенні мікроконтролера до ЖК-індикатору для запису використовуються лише чотири старші біти (DB4-DB7). Рідкокристалічні дисплеї має двома типами інформації: байт команди й байт даних. Команди забезпечують ініціалізацію й вибір режиму роботи дисплея, дані забезпечують висновок символів на екран. Перемикання між командами й даними здійснюється RS бітом [10].

2.3 Характеристика цифрового термодатчика DS18B20

Одним з основних елементом цифрового термометра є температурний датчик компанії Dallas Semiconductor. Датчики від цієї компанії із прямим перетворенням сигналу в цифрову форму не вимагають додаткових аналого-цифрових перетворювачів і мають точність від $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ до $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$, також широкий діапазон температур. Тому що датчики мають широкий температурний діапазон, і доступні звичайному користувачеві, то вибір припав на продукцію компанії Dallas Semiconductor, а саме, DS18B20.

Цифровий термометр DS18B20 – датчик із прямим перетворенням сигналу в цифрову форму не вимагають додаткових аналого-цифрових перетворювачів. Датчик здійснює передачу даних по 1-wire шині. Усі процеси на шині управляються центральним мікропроцесором. Діапазон вимірів від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$, погрішність становить 1°C . Кожний DS18B20 має унікальний 64-бітний послідовний код, який дозволяє, спілкуватися з безліччю датчиків DS18B20 установлених на одній шині. Розташування висновків температурного датчика показано на малюнку 2.10. Датчик

DS18B20 використовує винятково 1-wire протокол – при цьому формується з'єднання, яке здійснює комунікацію на шині, використовуючи всього один керуючий сигнал. Шина повинна бути підключена до джерела живлення через резистор, що підтягує, тому що всі обладнання пов'язані із шиною, використовують з'єднання через Z-стани або вхід відкритого стоку. Використовуючи цю шину мікропроцесор (обладнання керування) ідентифікує й звертається до датчиків температури, використовуючи 64-бітовий код приладу. Оскільки кожний прилад має унікальний код, число приладів, до яких можна звернутися на одній шині, фактично необмежено.

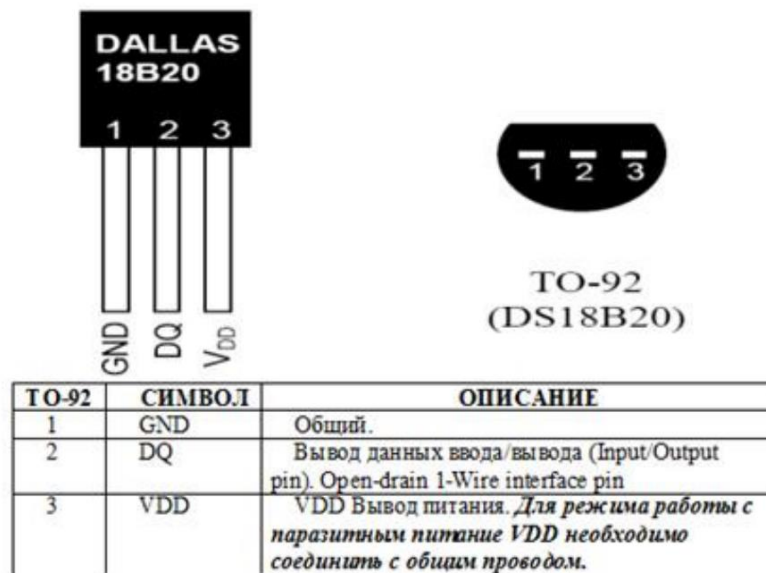


Рисунок 2.10 – Розташування висновків DS18B20

У випадку використання одного температурного датчика зникає необхідність прочитання унікального коду. Отже, при ініціалізації температурного датчика може бути використана команда «пропуск ROM»[9].

Функціональним ядром DS18B20 є температурний датчик прямого перетворення в цифровий код. Це патентована схема використовує два генератори частоти з різними температурними коефіцієнтами, настроєними на одну температурну крапку (звичайно 550C). Різниця між кількістю вироблених одним і іншим генераторами імпульсів за одиницю часу є вихідним значенням для визначення відповідності цифрового коду й вимірюваної температури. Накопичувальний суматор, що входить у

функціональне ядро, дозволяє скорегувати все нелінійності у всім діапазоні температур. Тому додаткового підстроювання або використання АЦП не потрібно. Розв'язна здатність DS18B20 за замовчуванням випускається 12-розрядним. Після видачі команди «Перетворення (44h)» прилад виконує температурне перетворення. Цифрові дані зберігаються у над оперативній пам'яті на 16 розрядів. Після конвертації температури можна прочитати 9 байт умісту пам'яті датчика. Перший і другий байт визначають поточне значення температури згідно з таблицею 2.3.

Таблиця 2.3 – Формат регістру температури

LS byte	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
MS byte	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

У даній роботі виміру проводимо в целочисленому форматі, отже, молодшої тетрадой регістру Lsbyte можна зневажити. Помітимо, що в регістрі Msbyte можна вилучити старшу тетраду, тому що вона зберігає в собі ту ж інформацію, що й старший біт у молодшій тетраді даного регістру. Зробивши логічне зрушення регістру Lsbyte на 4 біта вправо й логічне зрушення регістру Msbyte на 4 біта вліво, і склавши два регістри, одержимо наступний формат регістру температури (зазначено в таблиці 2.4).

Таблиця 2.4 – Формат регістру температури

byte	bit 7	bit 6	bit 5	bit 4	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
Значение	S	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

Біт ознаки (S) указує, позитивне або негативне значення: $S = 0$ для позитивних значень і $S = 1$ для негативних значень. Останні 4 біта в регістрі Lsbyte відповідають за дробову частину результату виміру [11].

Обладнання керування шиною, обробивши команду ROM для звертання до датчика, може формувати одну з команд функції. Термометр DS18B20 містить наступні функціональні команди: конвертувати

температуру, запис на згадку, читання пам'яті, копіювання ОЗУ в ПЗУ, повторне завантаження й вид електроживлення датчика. У даній роботі використані тільки дві команди, розглянемо їх докладніше. Конвертувати температуру [44h] – ця команда починає єдине температурне перетворення. Після закінчення перетворення дані зберігаються в 2-байтовому температурному регістрі в оперативній пам'яті, а DS18B20 вертається в неактивний стан з низьким енергоживленням. Якщо DS18B20 харчується від зовнішнього джерела живлення, головне обладнання може зчитувати стан шини після команди «Конвертування температури». Якщо на шині логічний «Нуль» - виходить, що DS18B20 виконує температурне перетворення. Якщо на шині логічна «Одиниця» – виходить, що перетворення кінчене й можна, зчитувати дані. Читання пам'яті [BEh] – команда дозволяє обладнанню керування читати вміст пам'яті. Передача даних починається з найменшого значущого байта 0 і триває до 8-го байта (байт 8 - циклічний контроль надмірності). Обладнання керування може виконати скидання, щоб закінчити читання в будь-який час, якщо необхідно тільки частина даних [9]. Температурний датчик є веденим обладнанням. Отже, ROM команди й функціональні команди призначаються цифровому термометру провідним обладнанням, у цьому випадку мікроконтролером Atmega8.

2.4 Розробка протоколу приймання й передачі даних

Для забезпечення роботи периферійних обладнань вимірювального приладу мікроконтролер повинен зробити ініціалізацію температурного датчика й рідкокристалічного індикатору. Щоб уважати результат виміру із цифрового термометра DS18B20 необхідно виконати певну послідовність операцій: ініціалізація, команда ROM, функціональна команда. Важливо впливати цієї послідовності щораз, коли звертаємося до DS18B20, оскільки датчик не буде «відповідати», якщо будь-які кроки в послідовності відсутні [9]. Усі сеанси зв'язку мікроконтролера з датчиком починається із сигналу скидання (Рисунок 2.11). Ведучий шини подає імпульс скидання, сигнал низького рівня тривалістю не менш 480 мкс. Після цього мікроконтролер звільняє лінію й входить у режим приймання, DS18B20 чекає 15–60 мкс і потім передає імпульс присутності (сигнал низького рівня тривалістю 60–240 мкс). При виявленні імпульсу присутності ведучий передає одну з команд функції ПЗУ. Якщо на лінії розташований тільки один датчик, краще використовувати команду «пропуск ROM».



Рисунок 2.11 – Ініціалізація цифрового термометра DS18B20

При успішній ініціалізації мікроконтролер передає функціональну команду «конвертування температури». Після завершення конвертації для одержання результату виміру температури необхідно зробити ініціалізацію датчика, видати команду ПЗУ «пропуск ROM» і функціональну команду

«Читання пам'яті» і вважати два байти ОЗУ DS18B20. Передача веденому обладнанню функціональних команд і команд ROM, і читання байт умісту пам'яті датчика відображено на малюнку 2.12.

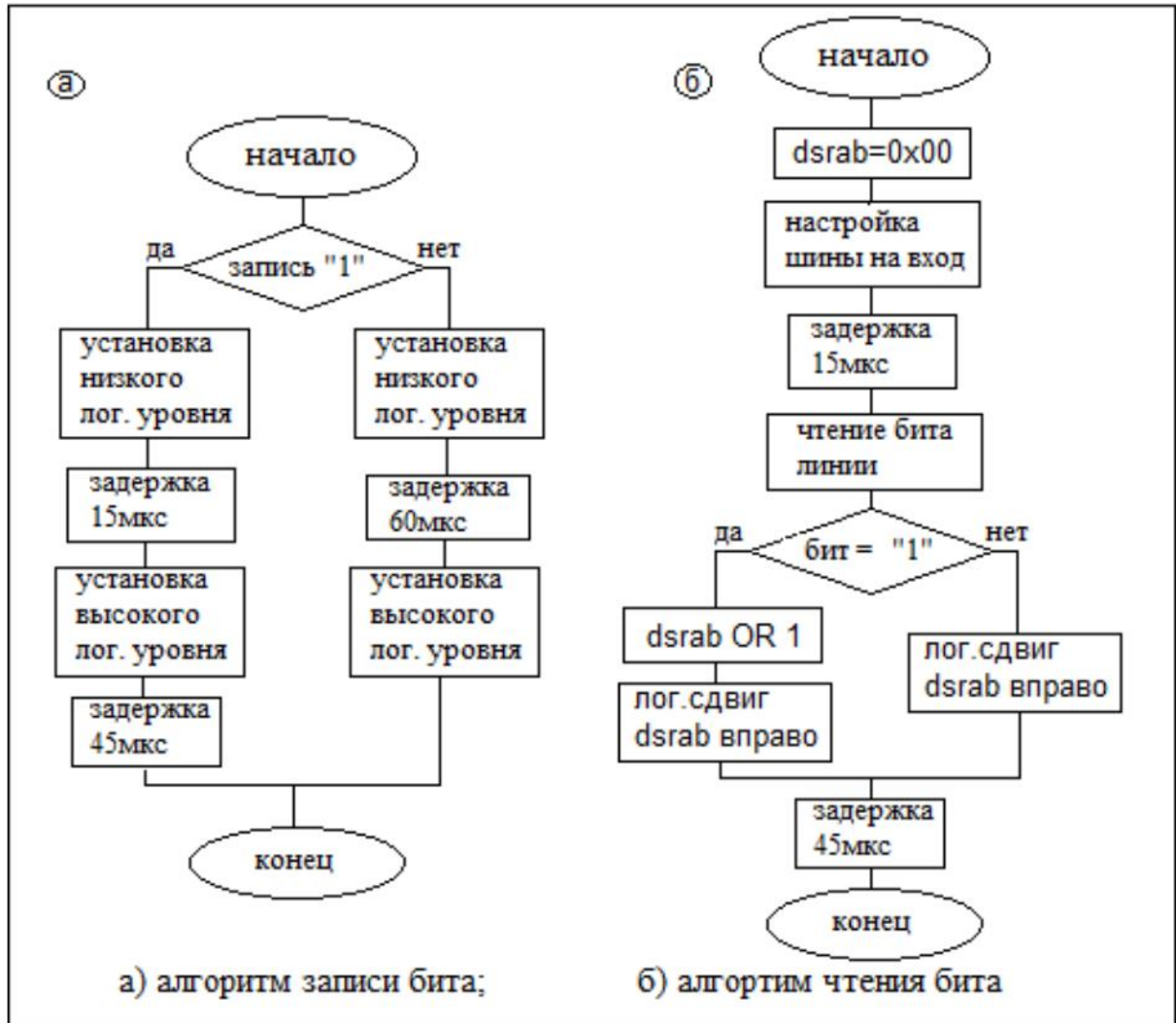


Рисунок 2.12 – Алгоритм записи/читання біта даних DS18B20

Усі команди цифрового термометра DS18B20 мають довжину 8 розрядів, тому для передачі або приймання даних необхідно операції читання (записи) організувати в циклі. Програмний код мікроконтролера був написаний мовою високого рівня C++. Таким чином, для температурного датчика розроблена окрема бібліотека (Додаток А). У цій бібліотеці реалізовані наступні функції: ініціалізація, запис і читання байта даних і передбачений вибір будь-якого виводу, до якого може бути підключений датчик [10]. Результат виміру температури в данім обладнанні виводиться на

рідкокристалічний дисплей і монітор персонального комп'ютера. Перш ніж спостерігати температуру на дисплеї необхідно привести його в активний стан. Ініціалізація ЖК-індикаторів залежить від внутрішнього контролера й формату передачі даних. У даній роботі використаний дисплей WH1602B на основі контролера S6B0066Uc 4- розрядним форматом передачі даних. При такому форматі 8-бітні дані розбиваються на дві групи по чотири розряди й послідовно передаються по чотирьом старшим лініям даних DB4-DB7. ЖК-індикатори мають два типи байт: дані й команда. Дані призначені для виводу адреси символу в таблиці знакогенератора (це програмувальний лічильник керуючий роботою звичайної мікросхеми ПЗУ). Команди дозволяють вибрати конфігурацію дисплея. Передача даних між мікроконтролером і індикатором може йти в обоє напрямки, однак, звичайно користуються тільки записом інформації.

Алгоритм запису даних і команд на дисплей для чотирьох розрядної шини:

1. Установити значення лінії RS (RS=0 – команда, RS=1 – дані).
2. Вивести значення старшої тетради байта даних на лінії шини DB4...DB7.
3. Установити лінію E = 1.
4. Установити лінію E = 0.34
5. Вивести значення молодшої тетради байта даних на лінії шини DB4...DB7.
6. Установити лінію E = 1.
7. Установити лінію E = 0.
8. Установити лінії шини DB4...DB7 у високоімпедансний стан[7].

Після включення напруги робота РК індикатору завжди починається із процедури його ініціалізації, установки якої зберігаються до вимикання напруги на обладнанні. Знаючи послідовність операції записи команди, можна ініціалізувати дисплей згідно з наступною блок-схемою (рис. 2.13).

Висновок інформації на дисплей відбувається у два етапи. Перший етап – мікроконтролер формує байт команди, що містить адреса гнізда DDRAM. Команда попадає на входи передумовки лічильника адреси АС. Відбувається вибір знакомісця, на який буде виведений символ. Другий етап – мікроконтролер формує байт даних, що містить адреса виведеного символу. Обладнання виводу символів на індикацію зчитує з відеопам'яті біти адреси, і обране знакомісто ЖК-індикатору активується.

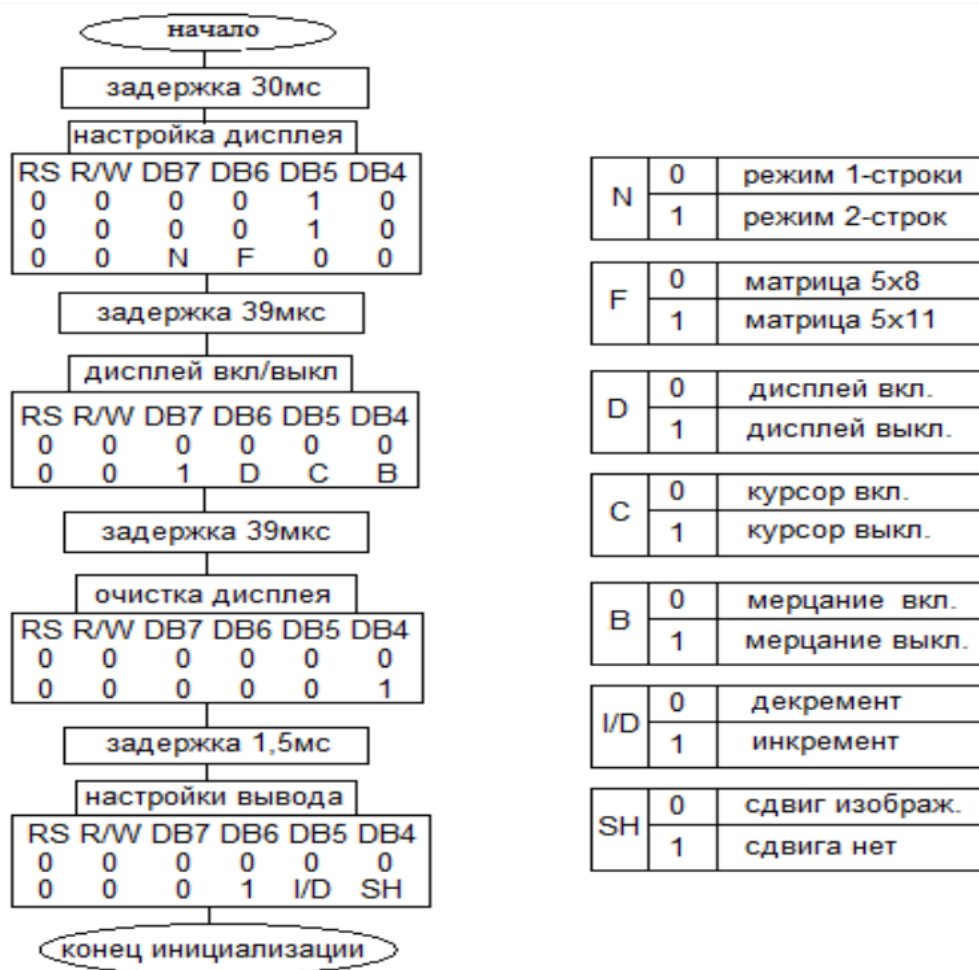


Рисунок 2.13 – Алгоритм ініціалізації дисплея

Таким чином, можна вивести необхідну інформацію на дисплей. Для рідкокристалічного індикатора також був розроблений модуль в основній програмі (Додаток А) мовою C++, який виконує ініціалізацію, запис даних і команд, висновок символів і рядків.

2.5 Розробка принципової схеми й добір елементної бази приладу

Принципова схема для розроблювального цифрового терморегулятора наведено на малюнку 2.14.

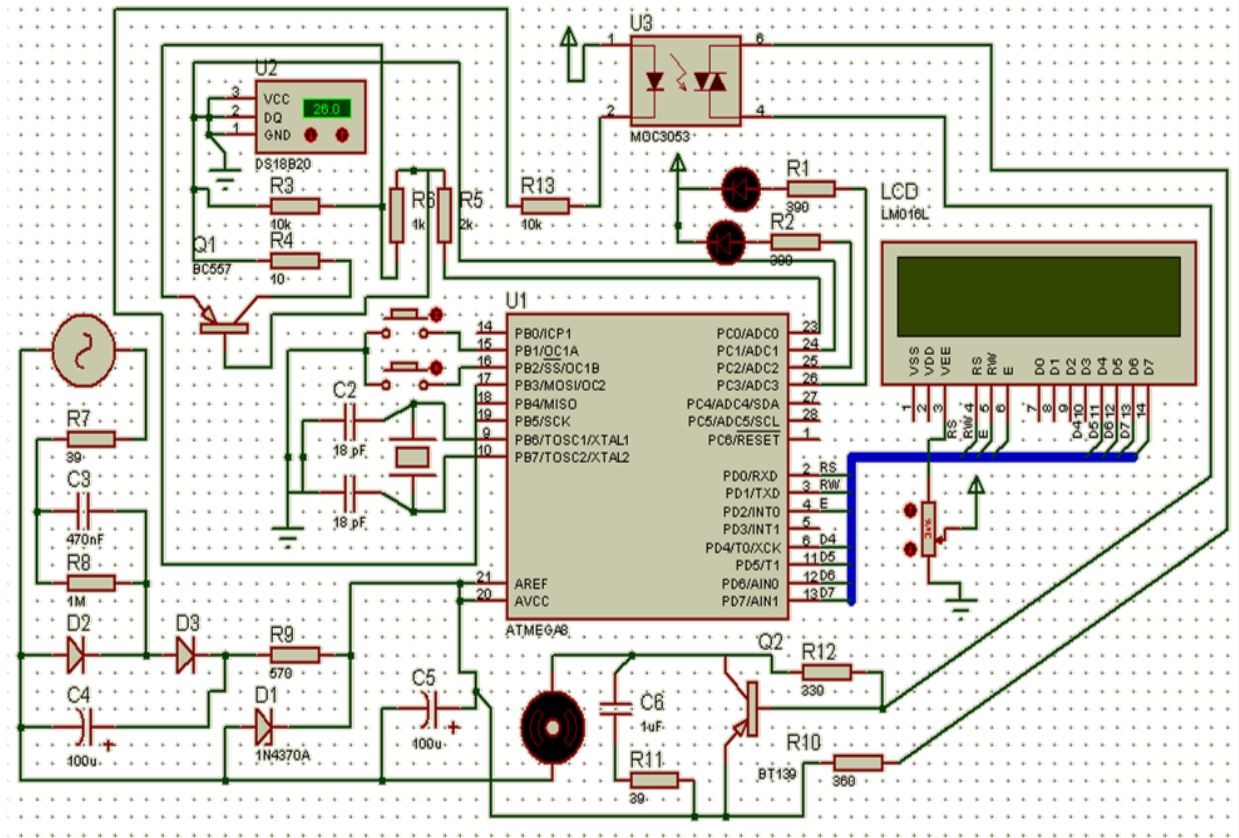


Рисунок 2.14 Принципова схема розроблювального термоконтролера

Згідно із принциповою схемою виберемо наступні радіокомпоненти для розроблювального термоконтролера (таб. 2.5).

Таблиця 2.5 – Радіокомпоненти обладнання

	Резистори		КіллВ	
	Номинал			
1	39 Ом	2 Вт	3	для начіпного монтажу
2	300 Ом	2 Вт	3	
3	47 Ом	2 Вт	3	
4	1 Мом	1-2 Вт	3	
5	360 Ом	2 Вт	3	

6	330 Ом	2 Вт	3	
7	510 Ом	0,25 Вт	10	smd
8	330 Ом	0,25 Вт	10	smd
	Конденсатори			
1	0,01 мкФ	400 В	2	металлоп лєночнн й
2	0,47 мкФ	400 В	2	
3	0,68 мкФ	400 В	2	
4	100 мкФ		4	електроліт
5	18 пФ		2	
	Діод			
1	1N4007		2	
	Клеммник			
1	126-02P	2 виводу	2	
2	340R-02P	2 виводу	2	
	Кварцовий резонатор міні			
		12 Mhz	1	
1	Atmega 8 (PDIP)		1	
2	панель для МК		1	
3	Стабілітрон BZX55C 5V1	0,5 Вт	2	
4	DS 18B20		1	
5	ПК модуль (з підсвічуванням- WH1602B)		1	
6	Симистор BT139-600		2	
7	МОС3041 М		2	
	Свердел			
1		0.7 мм	3	
2		0.6 мм	3	
	Текстоліт			
	Мікрокнопки		2	

Мікроконтролер обладнання повинен виконувати 4 функції:

1. робити опитування датчика температури DS18B20 і зберігати в ОЗУ значення температури, отримані від датчика в кожному циклі опитування температури;

2. періодично робити опитування події натискання клавіш і змінювати встановлений температурний бар'єр;
3. виводити встановлений температурний бар'єр і поточну температуру на дисплей WH1602B;
4. залежно від результату порівняння встановленого температурного бар'єра й поточної температури включати або виключати зовнішнє навантаження.

Обмірювана температура не тільки зберігається, але й виводиться на рідкокристалічний екран (РКІ). Графічні можливості екрана дозволяють відображати не тільки цифрові значення температури, але й відображати зміни температури в часі у вигляді графіків. Також мікроконтролер може зберігати не одне значення температури, а трохи (до 20 значень). Якщо значення температури виходить за діапазон установленого температурного бар'єра, то мікроконтролер формує попереджуючий сигнал за допомогою світлодіодів і включає або виключає зовнішнє навантаження.

2.6 Розробка цифрової моделі в середовищі віртуального моделювання Proteus 8.5

Перед складанням на макетній платі розроблювального обладнання, для попередньої перевірки його працездатності скористаємося програмою-симулятором для симулювання роботи схеми в реальному часі. Використовуємо програмний комплекс класу автоматизації проектування електронних приладів (EDA), призначений для розробки електричних схем і друкованих плат Proteus 8.5. Це досить багатофункціональна програма для симуляції аналогових і цифрових схем. До складу Proteus 8.5 входять програми з ISIS (програма-симулятор) і ARES (трасування друкованих плат), у якій розведення плат можна трасувати автоматично, за попередньо складеною схемою в ISIS.

Відповідно запропонованій принциповій схемі розроблювального термоконтролера створимо віртуальну модель у середовищі Proteus 8.5 (рис. 2.15).

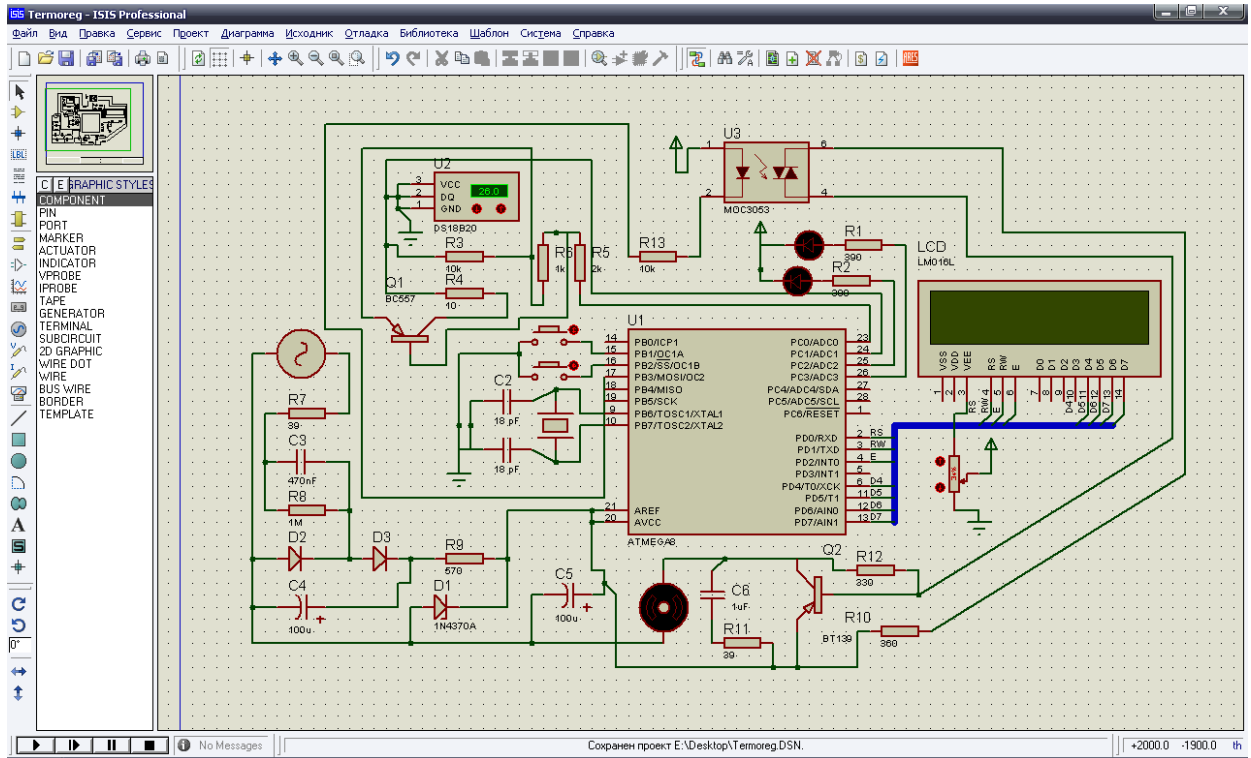


Рисунок 2.15. Віртуальна модель обладнання

У модулі програми симулятора Proteus 8.5 проведемо лабораторні дослідження віртуальної моделі обладнання. Отримані результати показують:

1. Правильний добір номіналів компонент у гальванічній розв'язці схеми симісторного керування зовнішнім навантаженням.
2. Достатнє токовище в інтегрованому блоці живлення для цифрових мікросхем (~ 200 ma) при напрузі 5V.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ Й ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕРМОКОНТРОЛЕРА

3.1 Розрахунок і розробка блоку живлення для цифрових мікросхем

Використання конденсаторів для зниження напруги, що подавати на навантаження від освітлювальної мережі, має давню історію. В 50-е роки радіоаматори широко застосовували в безтрансформаторних джерелах живлення радіоприймачів конденсатори, які включали послідовно в ланцюг ниток розжарення радіоламп. Це дозволяло усунути резистор, що гасить, є джерелом нагрівання всієї конструкції. Останнім часом помітне повернення інтересу до джерел живлення з конденсатором, що гасить; у недавніх публікаціях [17, 18] докладно розглянуті варіанти таких конструкцій і їх розрахунок. Властивий усім без винятку подібним обладнань недолік - підвищена небезпека через гальванічний зв'язок виходу з електричною мережею - ясно усвідомлюється, але допускається розраховуючи на грамотність і акуратність користувача.

Розглянемо компромісний варіант джерела, що забезпечує електробезпеку, із простим трансформатором, що гасить конденсатором і. Таким трансформатор вийде, якщо напруга на його первинній обмотці обмежити значенням близько 30 В. Для цього досить 600...650 витків порівняно товсте, зручне при намотуванні проведення; заради спрощення, можна для обох обмоток використовувати той самий проведення. Надлишок напруги тут прийме на себе конденсатор, включений послідовно з первинною обмоткою (конденсатор повинен бути розрахований на номінальну напругу не менш 400 В). По такому принципу доцільно організувати живлення низьковольтних навантажень із токовищем у первинному ланцюзі (з урахуванням невеликого коефіцієнта трансформації) до 0,5 А.

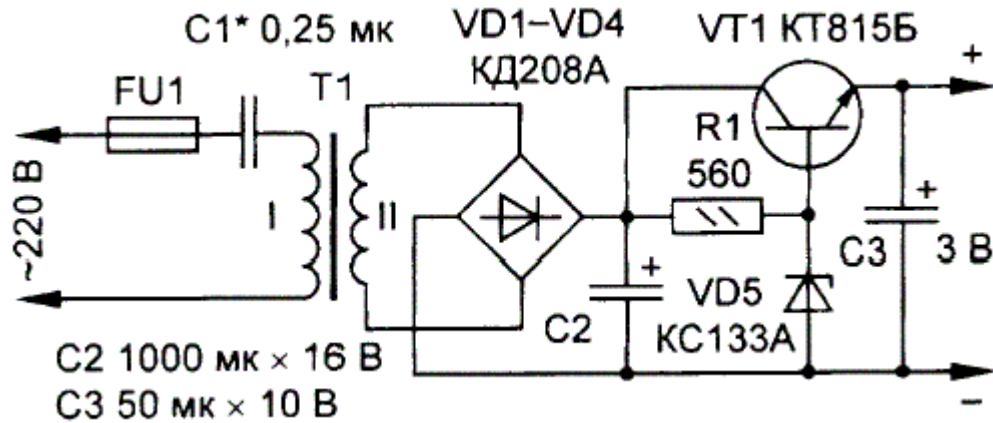


Рисунок 3.1 Схема блоку живлення

На рис. 3.1 представлена схема блоку живлення, що підходить для роботи з малопотужними обладнаннями (гірляндою зі світло діодів настільної міні-ялинки або для аудіо-плеєра). Включення світло діодів (8-10 штук) проводиться паралельно (рис. 3.2); при цьому усувається звичайна плутанина проводів, їх легше зробити непомітними в "хвої" стовбура й гілочок. Трансформатор можна зібрати на магнітопроводі Ш 12x15. Для намотування підійде проведення ПЭВ-1 діаметром 0,16 мм; число витків первинної й вторинної обмоток - 600 і 120...140 відповідно. Виготовити такий трансформатор вдасться, як говориться, "на коліні". Електричну міцність не менш 2 кВ забезпечить ізоляційна прокладка між обмотками з лавсанової плівки товщиною 0,1 мм або конденсаторного паперу.

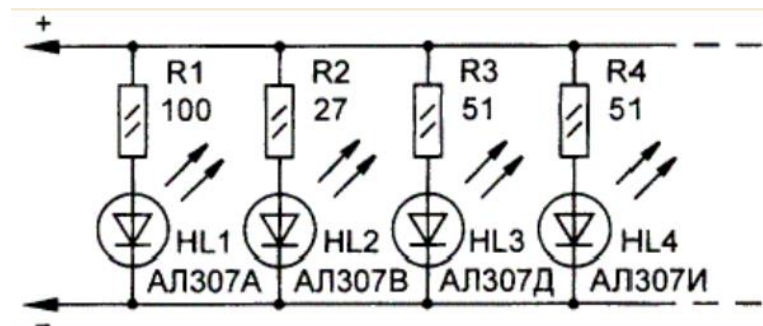


Рисунок 3.2 Схема включення світло діодів

Для того щоб обладнання не вийшло з ладу при відключенні навантаження [17], до виходу моста VD1-VD4 слід підключити стабілітрон Д815Г. У нормальному режимі він не працює, оскільки має мінімальна напруга стабілізації вище робітника на виході моста. Запобіжник FU1 захищає трансформатор і стабілізатор при пробі конденсатора З1. Загальний вид розробленого модуля блоку живлення представлений на рис. 3.3.



Рисунок 3.3. Модуль низько потужного блоку живлення на платі

3.2 Розробка монтажної плати

Для проектування й ручного розведення печатної плати скористаємося середовищем трасування плат Sprint-Layout. Програма дозволяє працювати із двома шарами (провідників і маркування) для кожної сторони плати. Додаткові можливості – шар паяльної маски, металізація, SmdaMaska. Вбудований трасировщик тільки допомагає розлучати провідники, і не є автоматичним. У поповнюваній бібліотеці присутні найпоширеніші електронні компоненти. В Sprint-Layout реалізована можливість експортувати результати роботи в популярні формати Excellon і Gerber, а також створити файл HPGL.

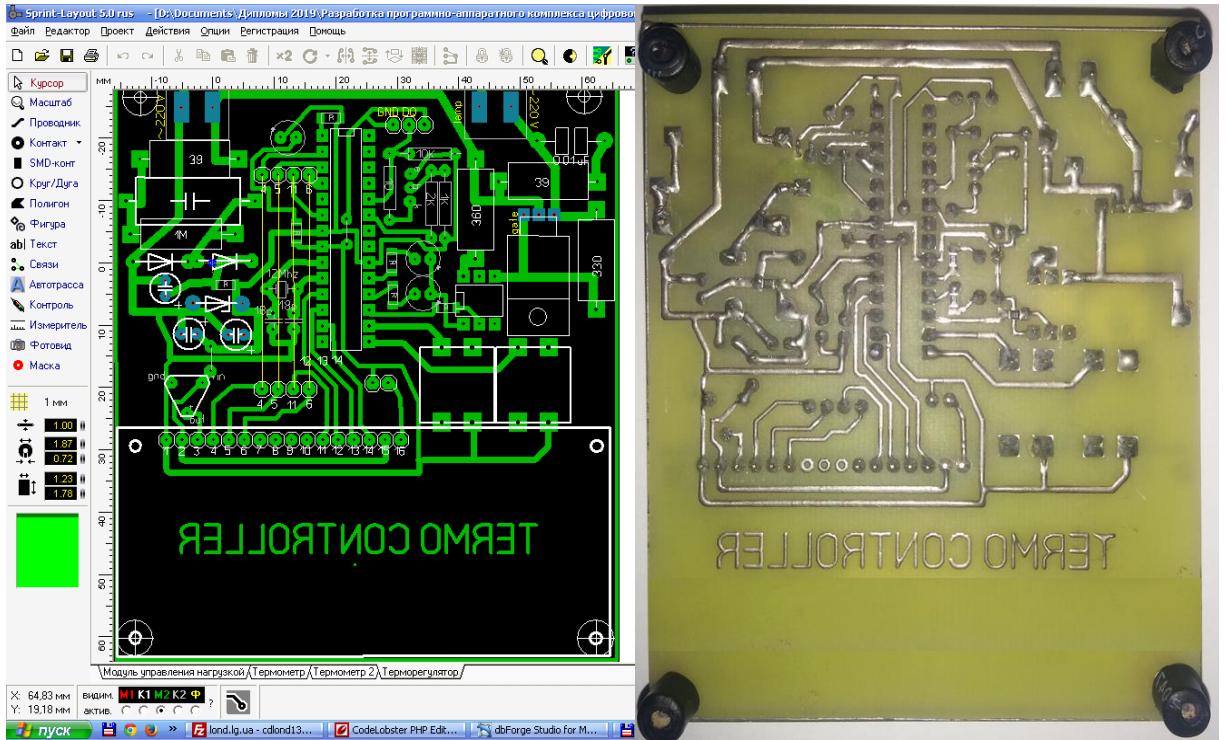


Рисунок 3.4 Цифрова модель і створена по ній монтажна плата

Розроблена цифрова модель монтажної плати була використана для обробки монтажної плати на програмно-керованому фрезерному верстаті. У результаті чого після лудіння була отримана монтажна плата термоконтролера (рис. 3.4). Після збору й пайки всіх компонентів була отримана плата термоконтролера в зборі (рис.3.5).

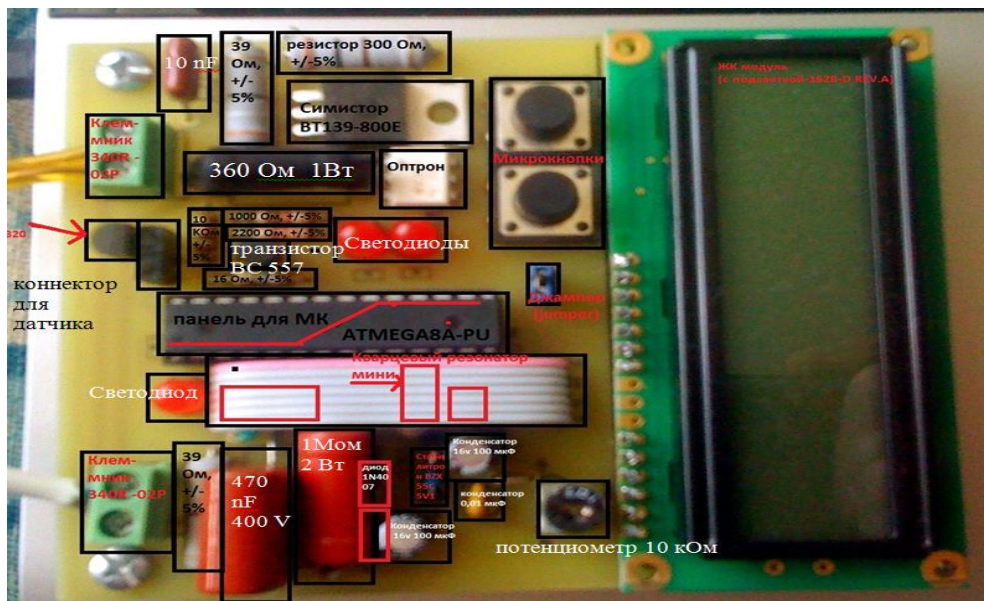


Рисунок 3.5 Плата термоконтролера в зборі

3.3 Розробка програмного забезпечення обладнання

У розроблювальному терморегуляторі використаний мікроконтролер Atmega8 із зовнішньою тактовою частотою 12 МГц. Алгоритм програми реалізований на перериваннях від таймерів з лічильників T0 (робітник режим) і T2 (режим установки порогів включення/вимикання навантаження). При включенні обладнання відбувається настроювання необхідних даних, завантаження даних з EEPROM, передделителя таймерів встановлюються в СК/64, переривання від таймерів — по переповненню (період 2 мс).

Дозволяється переривання від таймера T0, дозволяється глобальне переривання. Далі, по перериванню від таймера T0:

- ❖ відбувається зчитування даних з датчиків DS18B20 і висновок поточної температури на РК дисплей;
- ❖ порівняння поточної температури від датчиків зі значеннями встановлених порогів включення/вимикання зовнішнього навантаження;
- ❖ керування навантаженнями (включення/вимикання);
- ❖ опитування кнопок;

При натисканні на ліву кнопку:

- забороняється переривання від таймера T0;
- дозволяється переривання від таймера T2;

Далі, по перериванню від таймера T2:

- опитування кнопок;
- установка порогів включення/вимикання для двох каналів;
- запис даних установок в EEPROM;
- після установки порогів включення/вимикання.

У середовищі розробки програмного забезпечення для мікроконтролерів сімейства Atmega Codevisionavr був розроблений вихідний код прошивання (рис.3.6). Увесь код представлений у додатку А, В.


```

154 lcd_gotoxy(0,0); lcd_putsf("ошибка иниц-и");
155 #pragma r1-
156 }
157 #asm("sei");
158 )
159
160 void transKodToTemp(void) { // преобразование кода t'c в 10-е число
161     stTemp(); //обращение к процедуре запуска МК-ом расчета датчиком тем-ры
162     rdTemp(); // чтение из регистров датчика битов тем-ры
163     t1=0; t2=0; m=0b00000001;
164     symbol=bufTemp[1]>>7; // бит тем-ры "-"
165     if(symbol){
166         bufTemp[0]^=0b1111000;
167         bufTemp[1]^=0b00000111;
168     }
169     k=bufTemp[0]>>4;
170     for(i=0;i<=3;i++){
171         t1=t1+m*(k<<0b0001);
172         m<<=1; k>>=1;
173     }
174     k=bufTemp[1]<<0b00000111;
175     for(i=0;i<=2;i++){
176         t1=t1+m*(k<<1);
177         m=(i==1)?16:m<<1; k>>=1;
178     }
179     k=bufTemp[0]<<0b00001111;
180     m=1;
181     for(i=0;i<=3;i++){
182         t2=t2+m*(k<<1);
183         m<<=1; k>>=1;
184     }
185     // в t1 - целая часть тем-ры
186     // в t2 - дробная часть тем-ры
187 )
188 // перевод в частота 2 Гц для буфера
189

```

Messages

```

Error: D:\Documents\Дипломы 2019\Разработка программно-аппаратного комплекса цифрового терморегулятора\Материал\Pr_temometr_dipl_1\Pr_temometr_dipl.c(1): preprocessor command expected
Error: D:\Documents\Дипломы 2019\Разработка программно-аппаратного комплекса цифрового терморегулятора\Материал\Pr_temometr_dipl_1\Pr_temometr_dipl.c(15): the program has no 'main' function

```

Рисунок 3.6 Вихідний код прошивання термоконтролера Codevisionavr

3.4 Опис роботи й характеристики модулів термоконтролера

Для досягнення мети випускної кваліфікаційної роботи був поставлений ряд завдань. Однією з них є розробка вимірювального обладнання з передачею даних на мікроконтролер. Виходячи з гідностей і недоліків протоколів, був обраний 1-wire протокол для сполучення з датчиком DS18B20. Реалізація термоконтролера з погляду програмної частини представлено на малюнку 3.7. Із блок-схеми видно, що основна програма взаємодіє з термодатчиком і РК індикатором за допомогою додаткових модулів. Програмний код, що аналізує дані температурного датчика реалізований у модулі, що підключається до керуючої програми мікроконтролера. Обробку події натискання клавіш виконує зовнішнє переривання основної програми.

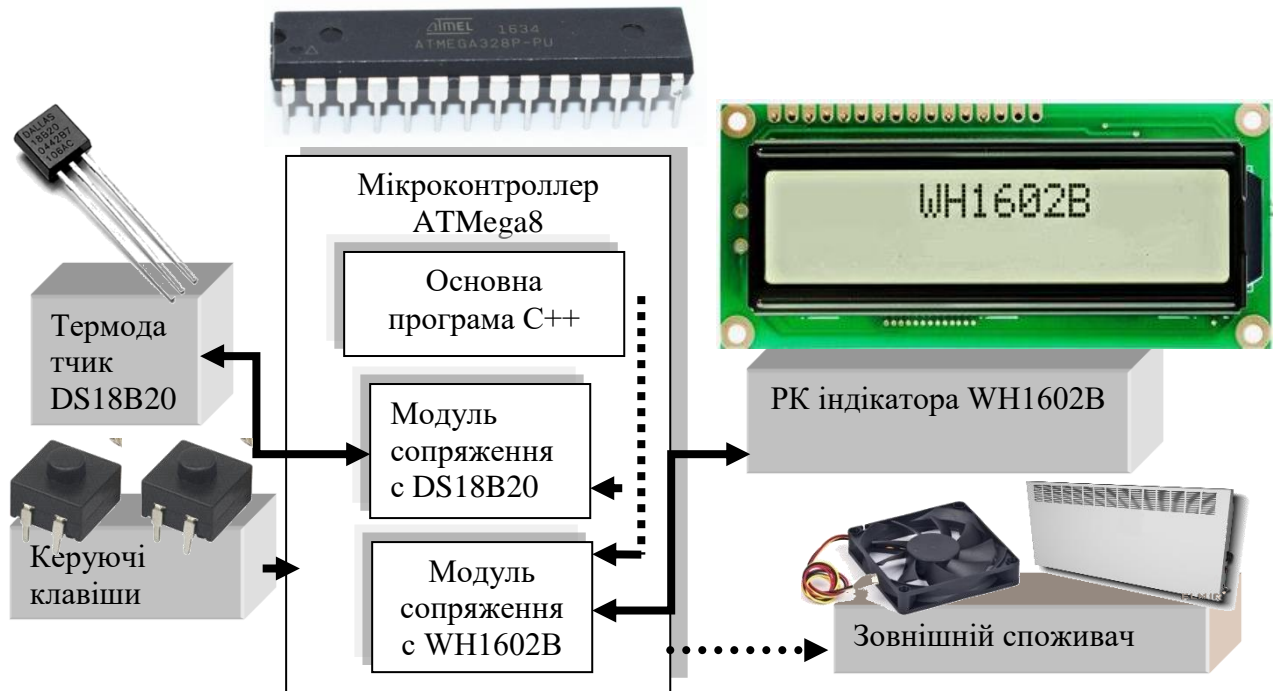


Рисунок 3.7 Блок-схема реалізації сполучення модулів термоконтролера

У випадку виходу поточної температури за встановлений температурний бар'єр, мікроконтролер подає сигнал на симістор у схемі з гальванічною розв'язкою, що викликає включення або вимикання зовнішнього споживача. Якщо цей сигнал буде у вигляді ШИМ, то на навантаженні встановиться деяка середня напруга. Оскільки навантаження, що підключається до терморегулятора звичайно буває активної (лампочки накаливання, ТЭН, електронагрівальні прилади), те в схемі використане симісторное керування. Симістори (тріаки) дуже зручні в керування активними навантаженнями в мережах змінного токовища.

Реле має обмежений ресурс роботи — звичайно близько 100 000 перемикань і може комутувати навантаження в трохи кіловат. Треба враховувати, що при експлуатації реле з навантаженням, що споживає потужність близько до граничних паспортних значень реле, ресурс роботи реле може знизитися на порядок. Симістори мають необмежений ресурс роботи при правильній експлуатації (підключати навантаження з потужністю не перевищуючої паспортної потужності симістора, а краще вибирати симістор із запасом міцності). При керуванні навантаженнями потужністю

300-400 ватів симістор у розроблювальнім обладнанні може працювати без радіатора, при більшій навантаженні необхідно ставити симістор на радіатор. При використанні в конструкції симістора, у схемі зроблена гальванічна розв'язка мікроконтролера від мережі 220 V. Для цього використовується оптосимістор.

У ході виконання дипломної роботи розроблений і зібраний термоконтролер з виводом даних на рідкокристалічний дисплей (рис 3.8). У якості центрального процесорного обладнання вимірювального приладу використаний мікроконтролер Atmega8, що працює від зовнішнього генератора, що працює на частоті 12 мГц (кварцовий резонатор).

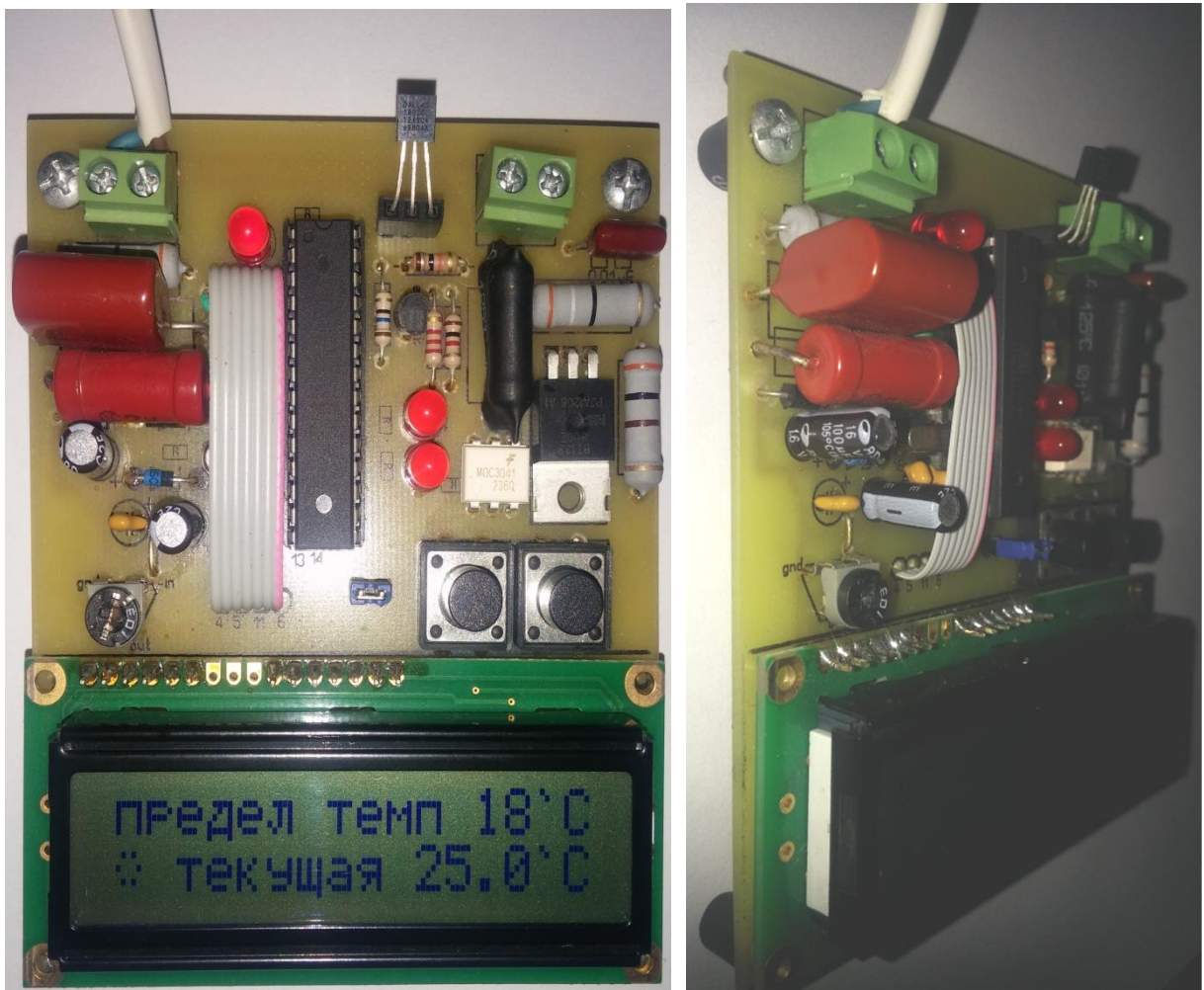


Рисунок 3.8 Розроблений термоконтролер

Для функціонування в мікроконтролер за допомогою програматора Usbasp записане прошивання (програмне забезпечення з додатка А),

отримана після компіляції вихідного коду мікроконтролера Atmega8 у середовищі розробки Codevision AVR. Для програмування обладнання по інтерфейсу SPI при першій включенні програматора в шину комп'ютера операційна система запросить драйвер DFU. Після завершення інсталяції драйвера в системі з'явиться обладнання Usbasp(Рисунок 3.9). Далі обладнання готове до автономного використання.

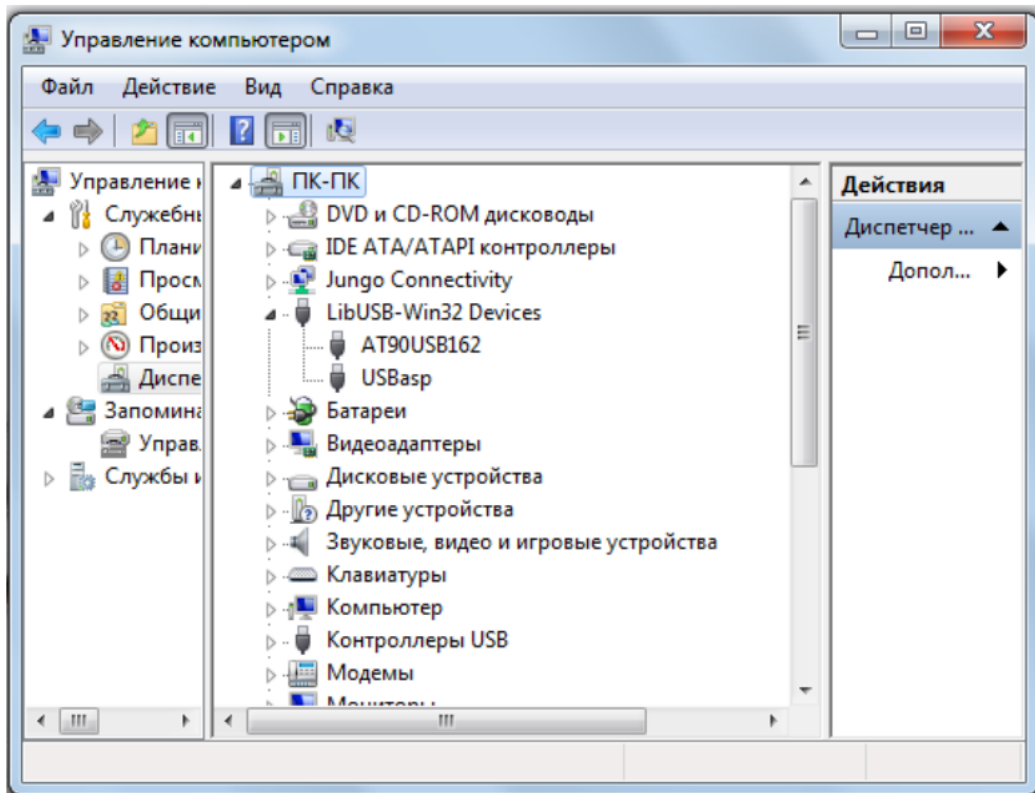


Рисунок 3.9 Визначення мікроконтролера в системі ПК

Опишемо процес роботи термометра. Підключаємо зовнішнє навантаження до порту термометра й включимо його в мережу 220 V. Після подачі напруги, центральний процесор термометра робить ініціалізацію рідкокристалічного дисплея шляхом передачі цифрового сигналу на шину індикатора. Якщо ініціалізація пройде успішно, на дисплеї приладу висвітиться встановлений температурний бар'єр, збережений в енергонезалежній Еером пам'яті контролера. Центральний процесор термометра за допомогою заданої послідовності команд робить

ініціалізацію цифрового термодатчика DS18B20. У випадку присутності термодатчика на шині, він відправляє відповідний імпульс. Цифровий чип DS18B20 після успішної ініціалізації робить вимір температури навколишнього середовища, далі контролер конвертує результат виміру. Після завершення конвертації мікроконтролер зчитує два байти ОЗУ веденого обладнання й робить їхнє перетворення в один байт, що спрощує передачу даних на рідкокристалічний дисплей. Даний байт передається у двійковій системі. Проводиться перетворення двійкового коду поточної температури в десятковий, після чого інформація виводиться на дисплей.

У якості веденого обладнань використовується датчик DS18B20. Мікроконтролер (провідне обладнання) формує спеціальні сигнали керування цифровим термометром. Таким чином, центральне процесорне обладнання за допомогою певної послідовності команд ініціалізує датчик і конвертує обмірювану температуру.

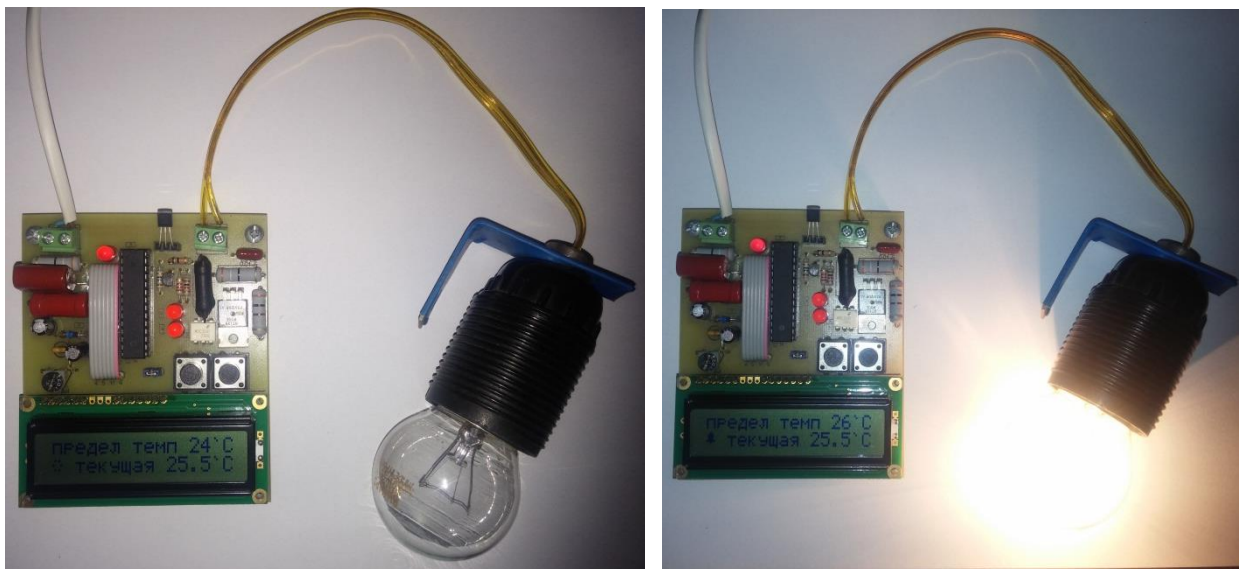


Рисунок 3.10 Термоконтролер у роботі

Після завершення конвертації мікроконтролер зчитує два байти ОЗУ веденого обладнання й робить їхнє перетворення в один байт, що спрощує передачу даних на рідкокристалічний дисплей. При натисканні на керуючі клавіші відбувається зменшення або збільшення температурного бар'єра, що сприяє включенню або вимиканню зовнішнього навантаження, у якості якого

може бути вентилятор або обігрівач. Робота розробленого термоконтролера представлена на рис. 3.10. У якості навантаження використана лампа розжарювання 220 V, потужністю 100 Ватів.

ВИСНОВКИ

1. У ході виконання дипломної роботи була розроблена цифрова модель і принципова схема обладнання, що реалізує контроль і регулювання рівня напруги за допомогою широкої імпульсної модуляції для зовнішнього споживача, що підключається, залежно від вимірюваної температури.
2. У віртуальній середовищі розробки цифрових обладнань Proteus 8.5 розроблена схема підключення до мікроконтролера Atmega8 цифрового датчика DS18B20 і рідкокристалічного модуля WH1602B.
3. Вивчений принцип виміру температури датчиком DS18B20 і здійснена передача й висновок результатів виміру на рідкокристалічний дисплей WH1602B.
4. В Codevision 1.25.9 - інтегрованому середовищу розробки (IDE) для розробки 8-бітних й 32-бітних AVR додатків від компанії Atmel мовою C++ написане програмне забезпечення для сполучення мікроконтролера Atmega8, цифрового датчика DS18B20 і рідкокристалічного модуля WH1602B.
5. Створена друкована плата термоконтролера з інтегрованим малопотужним блоком живлення для мікрочипів.
6. Отримані результати роботи й розроблене обладнання дозволяє досягти високої точності виміру температури й знизити ймовірність виникнення аварійної ситуації, а також можуть бути практично використані в різних системах, що вимагають автоматизацію регулювання рівня напруги на споживачах (наприклад, приладах використовуваних для охолодження або обігріву) залежно від установленого бар'єра температури.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мюллер, С. Модернізація й ремонт ПК, 14-е видання: Пер. с англ. – М.: Видавничий будинок «Вільямс», 2003. – 1184 с.
2. Агуров, П.В. Послідовні інтерфейси ПК. Практика програмування. – Спб.: Видавничий будинок « Бхв-Петербург», 2004. – 496 с.
3. Гук, М. Апаратні інтерфейси ПК. Енциклопедія. – Спб.: Видавничий будинок «Пітер», 2002. – 528 с.
4. Агуров, П.В. Інтерфейси USB. Практика використання й програмування. – Спб.: Видавничий будинок « Бхв-Петербург», 2004. – 576 с.
5. Мортон, Д. Мікроконтролери AVR вступний курс: Переклад з англ.- М.: Видавничий будинок «Додэкаххі», 2006. -272с.
6. Євстифеев, А.В. Мікроконтролери AVR сімейства Mega. Посібник користувача. – М.: Видавничий будинок «Додэкаххі», 2007. -592с.
7. Прокопенко, В.С. Програмування мікроконтролерів ATMEЛ мовою С. – К.: Видавничий будинок « Мк-Пресс», 2012. – 320 с.
8. Бланшет, Ж., Саммерфилд, М. Qt 4: програмування GUI на С++. – М.: Видавничий будинок « Кудиц-Пресс», 2008. – 718 с.
9. Чернов, Г. DS18B20 російський опис роботи з датчиком температури. – Дніпропетровськ. – 2009. – 32 с.
10. Зникін, П.А, Принцип роботи модулів РКІ WINSTARWH1602: Рукопис, 2006. – 12с. 63
11. Шитиков, А. Цифрові датчики від Dalls Semiconductor. Частина 1 // Компонента й технології. – 2001. – №3. – с. 48 – 55.
12. Atmel Corporation, AT90USB82/162 Complete. – San Jose. – 2010. – 307 с.
13. Алфавітно-цифрові індицируючі РК-модулі на основі контролера HD44780// Ринок мікроелектроніки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/lcd/chips/hd44780/start.htm> – Загл. с екрана.

14. Голубців М.С., Кириченкова А.В. Мікроконтролери AVR: від простого до складного. Изд.2-е, испр. I доп. - М.: СОЛОНІЙ- Пресс, 2006. 304с.- (Серія « Бібліотека інженера»).

15. Китаев Ю.В. Основи програмування мікроконтролерів АТ МEGA128 і 68HC908. Навчальний посібник : Спб: Спбгу ИТМО, 2007, 107с.

16. Температурні виміри. Довідник./ Геращенко О.А. Гордов А.Н., Ерьоміна А.К., і ін.; отрв. Ред. Геращенко О.А.; АН УРСР Ин-т проблем енергозбереження. - Київ: Наук. думка, 1989 р. 704 с.

17. Відлюдьків С. Розрахунок мережного джерела живлення з конденсатором, що гасить. - Радіо. 1997, №5, с. 48-50.

18. Ховайко О. Джерела живлення з конденсаторними дільниками напруги. - Радіо,1997, № 11,с.56,57.