

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ МОНІТОРИНГУ  
ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри  
\_\_\_\_\_ Володимир ШУТКО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА ЗІ  
СПЕЦІАЛЬНОСТІ 171 «ЕЛЕКТРОНІКА»  
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЇ ПРОГРАМИ «ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ»

**Тема: «Електронний настільний годинник на базі Arduino»**

Виконавець  
студент групи ЕС-407Б \_\_\_\_\_ Войцех Ярослав Федорович

Керівник  
к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Морозова І.В.

Нормоконтролер \_\_\_\_\_ Сініцин Р.Б.

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ  
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

171 «ЕЛЕКТРОНІКА»,  
ОПП «ЕЛЕКТРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ»

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_ Володимир ШУТКО

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Войцех Ярослав Федорович

(П.І.Б., випускника)

1. Тема дипломної роботи: «Електронний настільний годинник на базі Arduino» затверджена наказом ректора від «23» березня 2023 р. №\_387/ст.
2. Термін виконання роботи: з «23» березня 2023р. по «21» травня 2023р.
3. Вихідні дані до роботи: розробити систему дистанційного керування камерою.
4. Зміст пояснювальної записки: 1 Теоретичні основи розробки, 2 Вибір технічних засобів, 3 Апаратно-програмна реалізація.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстрованого) матеріалу: таблиці, рисунки, зображення сенсорів, модулів, пристрою, код програми.

## 6. Календарний план-графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання етапів	Відмітка про виконання
1.	Затвердження теми бакалаврської роботи	23.03.2023р	
2.	Вивчення літератури	24.03.2023р.- 03.04.2023р.	
3.	Теоретичні основи розробки	04.04.2023р.- 09.04.2023р.	
4.	Вибір технічних засобів	10.04.2023р.- 22.04.2023р.	
5.	Апаратно-програмна реалізація	23.04.2023р.- 14.05.2023р.	
6.	Оформлення та усунення недоліків дипломної роботи	15.05.2023р.- 21.05.2023р.	

Дата видачі завдання: «23» березня 2023 р.

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

(ПІБ)

Морозова І.В.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(підпис випускника)

(ПІБ)

Войцех Я.Ф.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Електронний настільний годинник на базі Arduino» містить: 66 сторінок, 21 рисунок, 2 таблиці, 13 використаних джерел.

Електронні настільні годинники є невід'ємною частиною нашого повсякденного життя. Вони не тільки надають нам точний відлік часу, але й виконують різноманітні функції для зручності та покращення нашої організації. У зв'язку з цим, розробка електронного настільного годинника на базі Arduino стає актуальною та цікавою задачею. Він є доступним за ціною та легко конфігурується відповідно до власних потреб. Будучи гнучким у використанні, цей годинник може бути застосований в будинку, гаражі або будь-якому приміщенні з необхідними датчиками. Крім того, використання Arduino забезпечує доступність запчастин і готових рішень, що додає переваги цьому проекту.

**Актуальність теми** "Електронний настільний годинник на базі Arduino" полягає в тому, що в сучасному світі зростає популярність смарт-пристроїв та Інтернету речей (IoT). Розробка електронного годинника на базі Arduino дозволяє відповідати цим трендам, надаючи користувачам не тільки основні функції годинника, але й розширений функціонал, такий як будильник, календар, термометр та інші. Такий проект також надає можливість вивчити основи електроніки та програмування, що є важливими навичками в цифровій епохі. Додатково, годинник може бути розширений функціями вимірювання рівня повітря, вологості, освітленості та інших параметрів, забезпечуючи практичну цінність у повсякденному житті. Отже, ця тема актуальна через її відповідність технологічним тенденціям, можливість набуття важливих навичок та створення практичного електронного пристрою з розширеними функціями.

**Мета роботи** полягає у розробці функціонального електронного пристрою, що поєднує основні функції годинника, будильника, календаря та термометра. Основним завданням є створення зручного, надійного та простого у використанні годинника для щоденного використання.

**Об'єктом розробки** є сам електронний настільний годинник. Розробка охоплює створення апаратної конструкції годинника, програмне забезпечення для керування його функціями, а також можливість розширення його функціоналу за допомогою додаткових модулів.

**Методом дослідження** є комбінація теоретичного аналізу, проектування та практичної реалізації.

**Результати роботи** включають розробку електронного настільного годинника на базі Arduino з функціями: показ дати та часу, вимірювання температури, функція будильника та відображення тиску.

**Матеріали даної дипломної роботи** можуть бути використані в галузі розробки електронних годинників на базі Arduino, дослідженні та вдосконаленні функцій годинників, а також в академічних дослідженнях з області вбудованих систем і програмування.

Ключові слова: МІКРОКОНТРОЛЕР, ДАТЧИКИ, ТИСК, ГОДИННИК, LCD 2004, БУДИЛЬНИК, ARDUINO.

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

- D0 - D13 - Це назви цифрових входів/виходів на контролері Arduino Nano.
- A0 - A7 - Аналогові входи, використовуються для зчитування аналогових сигналів.
- GND - Заземлення, повернення до землі для електричного кола.
- 3V3 - Напруга 3,3 Вольти, використовується для живлення деяких елементів.
- AREF - Аналоговий опорний вхід, використовується для встановлення опорного значення для аналогового перетворення.
- +5V - Позитивна напруга 5 Вольт, використовується для живлення деяких елементів.
- VIN - Вхідна напруга, використовується для живлення контролера через зовнішнє джерело.
- TX - Вихідний передавальний сигнал, використовується для передачі даних.
- RX - Вхідний приймальний сигнал, використовується для отримання даних.
- SS - Slave Select, використовується для вибору пристрою в SPI (Serial Peripheral Interface).
- MOSI - Master Out Slave In, вихідний сигнал мастера в SPI.
- SCK - Serial Clock, генератор тактових імпульсів в SPI.
- ICSP - In-Circuit Serial Programming, використовується для програмування мікроконтролера.
- SDA - Serial Data, вхідний/вихідний сигнал для зв'язку по протоколу I2C (Inter-Integrated Circuit).
- SCL - Serial Clock, сигнал такту для зв'язку по протоколу I2C.
- TWI - Two-Wire Interface, інтерфейс передачі даних по протоколу I2C.
- SPI - Serial Peripheral Interface, протокол передачі даних між мікроконтролером та периферійними пристроями.
- RST/ RESET - Сигнал скидання, використовується для перезапуску або скидання пристрою.
- DAT - Дані, сигнал для передачі даних.
- CLK - Тактовий сигнал, використовується для синхронізації передачі даних.

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ .....	4
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ .....	6
ЗМІСТ .....	7
ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ГОДИННИКА .....	9
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	20
2.1 Розробка структурної схеми .....	20
2.2 Вибір мікроконтролера та огляд його архітектури .....	21
2.3 Вибір додаткових пристроїв .....	26
РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНО АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ .....	33
3.1 Опис схеми електричної принципової .....	33
3.2 Електричний розрахунок. ....	35
3.3 Розташування елементів на друкованій платі. ....	40
3.4 Трасування друкованої плати. ....	41
3.5 Огляд друкованої плати в 3D. ....	42
РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИЛАДУ .....	44
4.1 Програмна реалізація .....	44
4.2 Тестування програмного забезпечення та виправлення помилок. ....	44
4.3 Огляд закінченого пристрою .....	46
ВИСНОВОК .....	51
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	52

## ВСТУП

Електронний настільний годинник: технологічна революція на вашому столі.

Годинники відіграють невід'ємну роль у нашому житті, ставши не тільки необхідним пристроєм для вимірювання часу, але й стильним аксесуаром та предметом інтер'єру. З роками годинники пройшли великий шлях розвитку, починаючи від механічних пристроїв до сучасних електронних розробок. Одним з найцікавіших досягнень в галузі годинників є електронний настільний годинник, який завойовує своїм функціоналом і дизайном.

Електронні настільні годинники – це пристрої, які комбінують у собі передові технології, стильний дизайн і зручність в щоденному використанні. Вони працюють на основі електронних компонентів, таких як мікропроцесори, світлодіодні дисплеї, сенсорні панелі та інші. Їхній багатофункціональний характер дозволяє не лише точно показувати час, але і виконувати різноманітні додаткові функції. Залежно від моделі, вони можуть мати вбудований будильник, календар, термометр, гігрометр, а також функцію відліку часу зворотнього відліку для таймерів і тайм-менеджменту. Більшість електронних настільних годинників також мають освітлення, що дозволяє використовувати їх у темряві без проблем.

Незважаючи на свою функціональність, електронні настільні годинники завоювали популярність завдяки своєму стильному зовнішньому вигляду. Вони прикрашають будь-який стіл або полицю своїм сучасним дизайном, ергономічною формою та різноманітними кольорами. Електронні настільні годинники не тільки зручні і стильні, але і прості у використанні. Більшість моделей оснащені інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, що дозволяє легко налаштувати час, будильник та інші функції. Батарейка або акумулятор забезпечує стабільне живлення, що дозволяє електронним годинникам працювати тривалий час без перерви.

У світі швидкого розвитку технологій, електронні настільні годинники виявляються незамінними помічниками для керування часом і покращення продуктивності. Їхні функції й дизайн роблять їх неперевершеними вибором для офісу, дому або подарунку. Такі годинники перетворюють звичайний робочий стіл або прикметний комод на місце, де сполучаються технологічна революція і естетична гармонія.

Високий рівень функціональності, стильний дизайн та простота використання роблять електронні настільні годинники привабливими для широкого кола користувачів. Чи ви шукаєте точний і надійний спосіб вимірювання часу, чи просто бажаєте додати елегантності у вашу оселю або робоче середовище, електронний



настільний годинник є ідеальним вибором. Він поєднує в собі функціональність і стиль, даруючи вам зручність і задоволення у використанні.

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ГОДИННИКА

### 1.1. Розробка багатофункціонального годинника

Електронні годинники з використанням рідкокристалічного дисплея не випускаються серійно. Ці годинники мають особливу функцію індикації поточного часу за допомогою великого ЖК дисплея, що робить їх використання зручним у темний час доби. Незалежно від цього, такі годинники також можуть використовуватись у світлу пору, але основна їх функція полягає в освітленні приміщення, де є обмежене освітлення або його відсутність, як світильник.

Електронні годинники мають свої переваги і недоліки порівняно зі звичайними годинниками. До переваг можна віднести:

- Незвичайний спосіб індикації за допомогою великого рідкокристалічного дисплея 2004.
- Зручне використання годинника у темну пору доби при незначному освітленні.

Недоліки таких годинників включають:

- Складність виготовлення.
- Висока вартість компонентів.

Якщо би такі годинники були випускатися серійно, їх вартість була б значно нижчою, оскільки велика кількість світлодіодів має велику вартість. Також загальна вартість годинників впливає на вартість мікроконтролера. Проте, ці недоліки з часом можуть бути подолані, і я вважаю, що у майбутньому такі годинники можуть стати доступними в серійному виробництві.

Рідкокристалічний дисплей 2004, який використовується у цьому дипломному проекті, має кілька переваг. Він має великий розмір і високу роздільну здатність, що дозволяє зручно відображати інформацію. Дисплей також забезпечує високу якість відображення, з чіткими, контрастними і яскравими зображеннями, які можна спостерігати з різних кутів огляду.

Завдяки рідкокристалічному дисплею, електронний годинник має деякі переваги. Програмування та керування годинником стають легкими, оскільки рідкокристалічні дисплеї підтримують протоколи комунікації, що дозволяють просто підключити їх до мікроконтролерів, наприклад, Arduino. Це спрощує процес керування та програмування дисплея, щоб відображати необхідну інформацію.

Рідкокристалічні дисплеї також відрізняються гнучкістю відображення. Вони здатні відображати різні типи інформації, включаючи текст, числа, графіку та інші елементи, що дозволяє створювати різноманітні та зрозумілі інтерфейси користувача.

Використання рідкокристалічного дисплею 2004 у даному дипломному проекті забезпечує зручне та зрозуміле відображення передаваної користувачу інформації. Цей тип дисплею є надійним, ефективним та широко застосовується у сфері електроніки.

Багатофункціональний годинник, розроблений на основі Arduino, передбачає бути дуже зручним у використанні. За своїми характеристиками він навіть перевершує раніше розроблені промислові годинники.

З урахуванням вищезазначеного можна зробити висновок, що розробка електронного настільного годинника на базі Arduino є більш обґрунтованою, оскільки його технічні та експлуатаційні характеристики кращі, ніж у промислових приладах. Очікується, що такий годинник буде значно вдосконаленим.

З усього вищезазначеного видно, що розробка електронного годинника є актуальною темою.

#### Мета розробки дипломної роботи

Мета даної розробки полягає у розробці функціонального електронного пристрою, що поєднує основні функції годинника, будильника, календаря та термометра. Основним завданням є створення зручного, надійного та простого у використанні годинника для щоденного використання

Огляд функціональних блоків та параметрів годинника:

Основні комплектуючі:

- Платформа "Arduino Nano" - мікроконтролер Atmega 328P, на якому базується годинник.
- Мікросхема DS1302 - забезпечує точність ходу годинника і живлення від USB, щоб уникнути переналаштування після вимкнення.
- Плата I2C - використовується для виводу інформації на дисплей. Мікросхема PCF8574T перетворює послідовні дані I2C на паралельні дані, необхідні для роботи з LCD-дисплеєм.
- Датчик температури та атмосферного тиску BMP180 - використовується як периферійний пристрій для виміру температури повітря.
- Модуль рідкокристалічного дисплею - використовується для відображення інформації.

Технічні параметри годинника:

- Платформа Arduino Nano з мікроконтролером Atmega 328P.
- Точність ходу годинника не гірше трьох хвилин на рік роботи.
- Напруга живлення - 5 В.
- Вимір температури в інтервалі від -40 до +80°C.
- Дискретність виміру температури - 0,5°C.
- Споживання струму до 250 мА.
- Споживання струму DS1302 в режимі виключення - 15 мкА.
- Звуковий сигнал - 2 кГц, переривистий ¼ с.
- Режим будильника - 7 днів.
- Формат часу - 00:00 (год/хв).
- Формат дати - 00.00.00 (дд/мм/рр).
- Вид дисплею: LCD екран з 20 символами та 4 рядками.
- Кількість дисплеїв - 1 шт.
- Три кнопки для налаштування.

Огляд теоретичних аспектів годинника:

Годинник - це пристрій, призначений для вимірювання часу. Більшість сучасних годинників використовують регулярні процеси, такі як коливання, для вимірювання часових інтервалів. Історичні годинники, які використовували пісок або воду, вимірювали час на основі тривалості певних процесів, наприклад перетікання піску через вузьку щілину.

Помимо своєї основної функції, годинники часто вважаються художніми та ювелірними виробами, які мають велику цінність завдяки своєму унікальному дизайну.

Історія годинника:

Годинники, прилади для вимірювання часу, менших за добу та часу дня, використовувалися з давніх часів. Першими з них були сонячні годинники, які визначали час за тінню, яку вони кидали. Недоліком сонячних годинників було їх обмежена працездатність тільки в ясну погоду та їхнє непрацездатне функціонування вночі.

Водяні годинники були відомі в Стародавньому Єгипті та Межиріччі.

Механічні годинники з'явилися в Європі у 14 столітті. Перші з них не мали стрілок або циферблата і вказували на час за допомогою дзвінка. Існують згадки про годинники, які отримав Карл Великий у подарунок від Гаруна ар-Рашида, але деталей про їхню конструкцію не збереглося. У 15-16 століттях громадські годинники почали встановлювати на майданах великих європейських міст. Точність цих годинників була низькою, з відхиленням до чверті години. Вода використовувалася як джерело енергії у ранніх конструкціях, а пізніше - гирі. Винахід штирового спускового механізму відкрив шлях до подальшого розвитку цих годинників.

Годинники епохи Відродження мали значення не лише як засіб вимірювання часу, але й для астрономії та астрології, що дозволяло їм відображати не тільки час, але й дату, день тижня, фази Місяця і навіть гороскоп.

Відкриттям, що малі коливання маятника залежать від періоду, став внесений Галілео Галілеєм внесок до розвитку годинників. Це привело до появи маятникових годинників.

Механічний годинник зі стрілками, які показували години та хвилини, був винайдений лише у 17 столітті. Найточніший годинник серед усіх інших був створений голландським механіком Христіаном Гюйгенсом, який винайшов годинник з маятником. Роберт Гук також створив маятниковий годинник незалежно від Гюйгенса. Анкерний механізм був винаходом англійського механіка Вільяма Клемента в 1670 році. У 1675 році Томас Томпсон створив ще більш точний годинник, замінивши маятник пружиною.

Розвиток годинників був стимульований практичними потребами навігації. Для точного визначення координат корабля на морі були потрібні годинники, що могли вимірювати час не лише точно, але й при умовах корабельної хитавиці. Хронометр, який називається годинником, що розробив Джон Гаррісон, був створений саме для цієї цілі. За свій винахід Гаррісон отримав премію у 20 тисяч фунтів від британського короля в 1772 році.

У 19 столітті був вперше представлений електричний годинник, а в 1918 році електрогодинник вже мав здатність працювати від мережевого електричного струму.

З розвитком електроніки в другій половині 20 століття електронні годинники почали замінювати механічні. Електронні годинники, що відлічують час з високою точністю, використовують кристали кварцу. Цей принцип ґрунтується на природніх вібраціях (100 000 коливань за секунду) в кристалах кварцу, а живлення забезпечується батарейкою. Сучасні годинники мають вигляд мініатюрних комп'ютерів. Вони оснащені будильником і секундоміром, а час відображається на електронному дисплеї. Електронні годинники стали невід'ємною частиною

комп'ютерів, мобільних телефонів та інших побутових пристроїв - таймери використовуються в мікрохвильових печах, пральних машинах та інших пристроях.

Для наукових експериментів потрібно вимірювання часу з ще більшою точністю, і саме тому були розроблені атомні годинники, які використовують коливання електромагнітного поля, що випромінюється атомами під час переходів між електронними рівнями. При дуже низьких температурах цезієві атомні годинники можуть забезпечити точність вимірювання часу до 10-11 секунди.

Годинкові механізми використовуються у сучасних годинниках, незалежно від їх типу - механічних, електронних або атомних. Ці механізми ґрунтуються на періодичних процесах, таких як автоколивання. Всі годинники мають схожу принципову будову, яка включає коливну систему, контрольний механізм, джерело енергії та індикатор. Контрольний механізм забезпечує постачання енергії в коливну систему для компенсації втрати енергії. Індикатор відображає інформацію про час на циферблаті зі стрілками або електронному дисплеї.

Механічні годинники використовують гармонічні коливання маятника або пружини, і компенсують втрату енергії шляхом контрольованого постачання енергії. Контроль енергії здійснюється за допомогою анкерного механізму. Маятникові годинники мають довгий стрижень з вантажем на кінці, який гойдається у двох напрямках. Час відлічується з великою точністю завдяки постійній швидкості гойдання маятника. Гиря, піднята на певну висоту, служить джерелом енергії для маятникових годинників, поступово віддаючи її маятнику.

У наручних механічних годинниках замість маятника використовуються обертальні коливання балансира, а джерелом енергії є скручена пружина.

Електронні годинники використовують коливання п'єзоелектричного кристалу кварцу, а контрольний механізм здійснюється за допомогою електронної схеми. Джерелом енергії в електронних годинниках є батарейка.

Атомні годинники є найточнішими і працюють на основі вимірювання частоти випромінювання окремих атомів. Сучасний еталон секунди визначається як 9 192 631 770 періодів випромінювання атома цезію-133 при переході між двома надтонкими рівнями основного стану. Цей процес відбувається за сталої довжини хвилі, при нульовій температурі і відсутності зовнішнього магнітного поля.

Годинники можна класифікувати за розмірами і портативністю наступним чином:

- Кишенькові годинники.
- Наручні годинники.
- Каретні годинники.

- Настільні годинники.
- Настінні годинники.
- Годинники, що стоять на підлозі.
- Баштові годинники.

Також годинники можна класифікувати за механізмом виміру:

- Сонячні годинники, що використовують сонячне світло для вимірювання часу.
- Вогняні годинники, що використовують горіння для вимірювання часу.
- Пісочні годинники, що використовують розтікання піску для вимірювання часу.
- Водяні годинники, що використовують потік води для вимірювання часу.
- Механічні годинники, що використовують механічні рухи для вимірювання часу.
- Камертонні годинники, що використовують коливання камертону для вимірювання часу.
- Кварцові годинники, що використовують кварцевий кристал для вимірювання часу.
- Електричні годинники, що використовують електричні сигнали для вимірювання часу.
- Електронні годинники, що використовують електронні компоненти для вимірювання часу.
- Астрономічні годинники, що використовують астрономічні спостереження для вимірювання часу.
- Атомні годинники, що використовують коливання атомів для надзвичайно точного вимірювання часу.

Сонячний годинник базується на тому факті, що сонце відбиває тінь від предметів, і його шлях по небу залишається однаковим в однакові дні різних років. За допомогою розміщеного на ньому круга та корекції відносно широти місця можна приблизно визначити поточний час.

Водяний годинник, також відомий як клепсидра, працює за подібним принципом до пісочного годинника. Поряд з сонячними годинниками, він може бути одним з найстаріших приладів для вимірювання часу, за винятком вертикального палицевого гномона, яким користувалися давні скотарі для визначення часу за допомогою довжини падаючої тіні. Оскільки водяні годинники

мають глибокі корені в давнину, точна дата їх появи залишається невідомою. Найпростіша форма водяного годинника - чашоподібний резервуар з водою, відомий як клепсида, використовувався в Вавилоні та Єгипті приблизно з XVI століття до нашої ери. Інші регіони світу, включаючи Індію та Китай, також мають свідчення про використання водяних годинників у давні часи, хоча точні дати появи їх тут менш впевнені. Деякі автори стверджують, що водяний годинник існував у цих регіонах вже на початку 4000 року до нашої ери.

Древньогрецькою та древньоримською цивілізаціями було віддано перевагу удосконаленню форми водяних годинників, які отримали складні зубчасті передачі, розраховані на постійну роботу протягом доби. Ці годинники склалися з витонченого механізму і відзначалися покращеною точністю. Ці досягнення були передані через Візантію в ісламський світ і згодом повернулися до Західної Європи. Окремі проекти водяних годинників розроблялися незалежно один від одного, а деякі знання передавалися через торгівлю. В суспільствах, що існували до сучасності, не виникало потреби у високоточних методах хронометрування, які вимагаються в сучасному індустріальному суспільстві, де час контролюється у роботі або відпочинку, а робота може розпочинатися або закінчуватися в будь-який час, незалежно від зовнішніх умов. Замість цього, водяні годинники в давніх суспільствах використовувалися головним чином для астрономічних вимірювань. Ці ранні водяні годинники були калібровані за допомогою сонячних годинників. Незважаючи на те, що вони ніколи не досягали рівня точності сучасних годинників, водяні годинники були найточнішими впродовж багатьох тисячоліть і широко використовувалися як прилади для вимірювання часу, поки в Європі в XVII столітті їх не замінили більш точні маятникові годинники.

Ісламській цивілізації приписують подальше поліпшення точності водяних годинників, які були ретельно розроблені з інженерною майстерністю. У 797 або, можливо, 801 році, Харун ар-рашид, багдадський халіф з династії абасидів, подарував Карлу Великому індійського слона на ім'я Абул-Абас, разом з "особливо складним зразком" водяного годинника. У XIII столітті курдський інженер Аль-Джазарі (1136-1206 р.), який працював на правителя з династії Артугідів Діяр-Бакра Насір аль-Діні, створив безліч годинників різних форм і розмірів. У його книзі описано 50 механічних пристроїв у шести категоріях, включаючи й водяні годинники. Найвідоміші з них були "Слон", "Переписувач" і "Замок", які були успішно відтворені. Щодо піщаного годинника, його механізм базується на тому, що рівномірно відкалібрований піщиний пісок проходить через вузький отвір і випадає в нижню частину визначеними проміжками часу. Люди швидко зрозуміли, як використовувати дві порожнини, з'єднані вузьким перешийком з отвором для пересипання піску. Половинки скляних посудин мали форму чаші і використовувались для вимірювання коротких проміжків часу, але у них була одна

недолік: після пересипання піску з верхньої частини до нижньої їх доводилося перевертати.

На флоті пісочний годинник був відомий як склянки. Вогняні годинники з'явилися вперше в Китаї. Вони склалися зі спіралі або палички з горючого матеріалу, до яких були підвішені металеві кульки. Під час горіння матеріалу кульки впадали в порцелянову вазу, викликаючи дзвінкий звук. Пізніше вогняні годинники з'явилися й у Європі. Тут використовувалися свічки, на які рівномірно наносилися мітки. Відстань між мітками слугувала одиницею часу. Механічні годинники складаються з чотирьох основних компонентів, які слід розрізняти:

1. Двигун (пружина або гиря).
2. Передавальний механізм зубчастих коліс.
3. Регулятор, який забезпечує рівномірний рух.
4. Розподільник або спуск, який передає імпульси регулятору від двигуна і контролює рух передавального механізму. Основним вимірником часу є регулятор. Зубчасті колеса, пов'язані зі стрілками циферблата, виконують роль вимірювачів одиниць часу, встановлених регулятором. Оскільки обертання Землі навколо своєї осі вважається рівномірним протягом доби, ми маємо один масштаб для порівняння проміжків часу. Зазвичай секунда вважається одиницею часу, яка є  $1/86400$  частиною доби. Про різні методи обчислення часу, такі як зоряний, середній та справжній день, можна знайти в статті "Час".

Регулятори механізмів годинників налаштовуються таким чином, щоб вимірювані ними проміжки часу були рівними цілій секунді, половині секунди, чверті або п'ятій частині секунди. Якщо регулятор починає вимірювати менші проміжки часу, лічильник показує більше кількість їх у даному періоді. У такому випадку кажуть, що годинники йдуть вперед. Якщо інтервал регулятора більший, годинники відстають. При домовленості про початковий момент доби, коли лічильник годин повинен показувати нуль минулих одиниць часу, вводиться поняття поправки годинника. Вона може бути позитивною, якщо годинник відстає, або негативною, якщо годинник пішов вперед. Зміна поправки годинника протягом певного періоду називається ходом годинника (наприклад, добовий, тижневий, годинний хід). Хід вважається позитивним, якщо годинники відстають, і негативним, якщо годинники йдуть вперед. Хід відображає саме відхилення виміряних регулятором проміжків часу від прийнятої одиниці. Поправка годинника є умовною величиною, і може бути відкоригована на значення менше однієї хвилини простим пересуванням хвилинної стрілки лічильника.

Однією з переваг годинників є їхній малий розмір і, що найважливіше, стабільний хід. Хід добрих астрономічних годинників та хронометрів повинен якомога менше залежати від змін температури, тиску, вологості повітря, випадкових



поштовхів, зносу вісей механізму, згущення змащення, молекулярних змін у різних частинах механізму і т.д. Астрономічні годинники поділяються на два основних типи:

"Постійні" годинники, у яких рух забезпечується вагою гир, а регулювання відбувається за допомогою коливання маятника.

"Переносні" годинники, в яких рух викликається силою пружності пружини, що поступово розгортається, а регулювання здійснюється за допомогою коливань тонкої пружини, яка з'єднана з балансиrom (детальніше див. нижче).

У астрономії існують два основних типи годинників: "постійні" годинники, також відомі як маятники, і хронометри. Постійні годинники зазвичай використовуються в обсерваторіях і закріплюються на кам'яних стовпах або в стінах, іноді розташовуються в підвалах, щоб зменшити вплив змін температури. Показання годинника порівнюють з іншими годинниками за допомогою мікрофона і телефонного з'єднання. Якщо постійний годинник належним чином налаштований і обслуговується, його добовий хід не повинен перевищувати 0,3 секунди, а зміни протягом доби - одну соту секунди.

Хронометри - це годинники другого типу. Вони поділяються на "настільні" (бокс-хронометри) і "кишенькові" хронометри. Кишенькові хронометри мають меншу якість порівняно з настільними. Хронометри використовуються для визначення географічного положення місць, робіт з переносними астрономічними інструментами, визначення часу й довготи в морській навігації тощо. Настільні хронометри на кораблях зазвичай розташовуються на прирості Кардана. Годинники і хронометри зазвичай налаштовуються на секунди зоряного часу, але існують також "середні" хронометри, які йдуть за середнім часом. Вибір між цими типами годинників залежить від конкретних потреб астрономічних спостережень та обробки даних.

Є певні вимоги до годинників і хронометрів, що цінуються астрономами. Вони повинні мати непомітні, плавні та безшумні удари. Декілька видатних майстрів, які створили такі астрономічні годинники і хронометри, включають Кесельса, Піля, Дента, Тіде, Ховю (Howuh), Кнобліха, Фродшема та Нардена.

Ходики - це невеликі стінні годинники з простою конструкцією, що використовують гирі як джерело енергії. В деяких моделях маятником можуть бути дві рухомі "ноги", які рухаються в протилежних напрямках. Деякі ходики мають також механізм з боєм, де гиря може бути знята й підвішена окремо на спеціальній гачок.

Годинники із зозулею - це настінні годинники з елегантним корпусом, зазвичай механічні, що імітують спів зозулі. Звукові сигнали (від одного до дванадцяти) зазвичай лунають кожну годину, відображаючи поточний час, і часто супроводжуються гонгом ("бум - ку-ку"). Механізм, що імітує зозулю, був

розроблений у середині XVIII століття і майже не зазнав змін з того часу. Регіон Шварцвальд у Німеччині, зокрема містечко Триберг, вважається батьківщиною годинників із зозулею і має музей, присвячений цим годинникам.

Кварцові годинники є одним різновидом електронно-механічних годинників, які працюють на основі п'єзоелектричного ефекту, властивого кристалам кварцу. Цей ефект полягає в тому, що кристал кварцу може деформуватися під дією зовнішнього електричного поля і поляризуватися при механічній деформації. Завдяки невеликим розмірам кристала кварцу, він може стабільно генерувати коливання з високою часовою й температурною стабільністю. Механізм кварцових годинників включає елемент живлення, електронний генератор, лічильник дільника та вихідний підсилювач, який збуджує синхронний електродвигун через систему зубчастих коліс для руху стрілок годинника.

Електронні годинники, натомість, працюють на основі підрахунку періодів коливань від генератора. Вони використовують електронну схему й виводять інформацію на цифровий дисплей. Перші електронні годинники були створені з окремих ламп, потім використовувались транзистори і мікросхеми.

Перші наручні електронні годинники мали світлодіодний дисплей, але вони затримувалися в часі, оскільки світлодіоди були дуже енергоємними. Згодом були використані рідкі кристали, які мали властивість орієнтуватися в зовнішньому електричному полі й пропускати світло з одним напрямком поляризації. Шляхом розташування між двома поляризаторами світло від зовнішнього джерела поглиналося системою поляризатор-рідкий кристал-поляризатор-відбивач, що ставало темним і утворювало елемент зображення при наявності електричного поля. Це значно знизило споживання енергії, і заміна елементів живлення стала необхідною набагато рідше.

Сучасні електронні годинники зазвичай включають в себе спеціалізований мікроконтролер, який дозволяє надати їм різноманітні сервісні функції, такі як будильники, мелодії, календарі тощо. Проте, мікроконтролер все ж продовжує використовувати кристал кварцу для вимірювання періодів коливань.

Слід відзначити, що існують електронні годинники, які працюють на основі підрахунку періодів частоти електричної мережі. У деяких країнах існують строгі вимоги до стабільності частоти електричної мережі, проте навіть за умови коливань навантаження, точність таких годинників не може бути вважена ідеальною, хоча для багатьох людей вона вважається достатньою.

Одним з різновидів електронних годинників є "бінарні годинники" (англ. Binary watch), які відображають час у двійковому коді. Для відображення двійкових розрядів використовуються світлодіоди. Число груп світлодіодів, їхні розміри та розташування можуть варіюватися. Одна група світлодіодів показує години, а інша -

хвилини. Також можуть бути використані світлодіоди для відображення секунд, дати і т.д.

Радіо годинник - це електронні або кварцові годинники, які можуть синхронізуватися з точними сигналами часу, що передаються від телевізійних або спеціальних радіостанцій, а також (для досягнення особливо високої точності) з супутників GPS.

Цікаві факти:

- Протягом різних етапів розвитку цивілізації людство використовувало різноманітні типи годинників, включаючи сонячні, зоряні, водяні, вогневі, пісочні, колісні, механічні, електричні, електронні і атомні годинники.
- Напрямок руху стрілок годинника, як "за годинною стрілкою" так і "проти годинної стрілки", використовується для вказівки напрямку кругового руху.
- Традиційний напрямок руху годинної стрілки збігається з напрямком, у якому рухається тінь горизонтальних сонячних годин, розташованих у північній півкулі Землі. Проте існують годинники, у яких стрілки рухаються "проти годинної стрілки", як це спостерігається у сонячних настінних годинниках.
- На циферблатах з римськими цифрами іноді четверту годину позначають як III замість IV. Це зроблено з естетичних або традиційних міркувань.
- У рекламі годинників звичайно використовують час близько 10:10 або 8:20. Це зроблено для того, щоб стрілки не перекривали назву бренду чи логотипу. Крім того, час 10:10 на годинниках створює враження посмішки або знака перемоги (Victory), що може позитивно впливати на сприйняття покупцем.

Умовний циферблат годинника широко використовується для орієнтування в місцевості та надання вказівок щодо цілей, маршрутів або напрямків спілкування між підрозділами (зазвичай, це властиво американській армії) або окремими спостерігачами. При цьому 12-та година зазвичай вказує на фронт, поточний напрямок руху або положення самого спостерігача або його технічного засобу. Напрямок спостережуваного об'єкта (або маршруту) вказується у напрямку відповідної цифри на циферблаті, яка відображає кутове положення об'єкта відносно спостерігача, якби циферблат був горизонтальним, а його центр збігався зі спостерігачем. Таким чином, об'єкт, що знаходиться точно праворуч, буде позначений як "на 3-ю годину". Після вказівки напрямку зазвичай додається числове значення, що вказує на відстань до об'єкта у метрах.

## РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Розробка структурної схеми

В наші дні у населення використовується значна кількість електронних годинників, вироблених під час існування Радянського Союзу, які, хоча й старі, все ж є повністю функціональними. Однак основним обмеженням і незручністю цих морально застарілих пристроїв є їхні обмежені можливості.

З метою усунення цього недоліку була розроблена описана конструкція електронного годинника, який використовує недорогий і широко поширений серед радіоаматорів пристрій Arduino Nano. Багатофункціональний годинник складається з наступних основних структурних блоків:

- Блок живлення;
- Arduino Nano;
- Модуль керування яскравістю;
- Модуль барометра;
- блок керування;
- Модуль барометра та температури;
- Модуль реального часу;
- Модуль бузера (гучномовець);
- Модуль LCD дисплею.

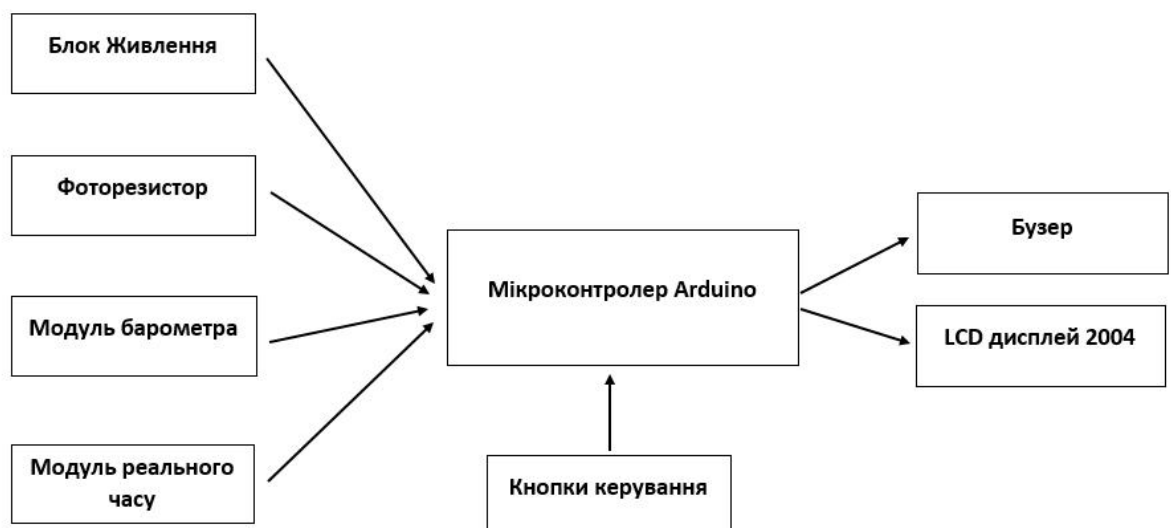


Рисунок 2.1 – Структурна схема електронного настільного годинника

МК типу Atmega328P виконує всі основні функції. ШІМ сигнал на його виводах є дуже стабільним завдяки програмному рішенню формування сигналу та використанню генератора зі стабілізованою кварцовою тактовою частотою контролера.

Цей мікроконтролер має кілька переваг, зокрема:

- Він є функціонально закінченим блоком, який не потребує додаткової налагодження.
- Він має систему переривань та апаратний стек.
- В ньому є незалежна пам'ять даних EEPROM та багатий набір периферійних пристроїв, таких як USB, SPI, I2C, USART, LCD, компаратори, АЦП та інші.

Цей мікроконтролер має низьке енергоспоживання та може програмуватися внутрішньо, без видалення з пристрою.

Для відліку часу використовується мікросхема DS1302 з послідовним інтерфейсом I2C. Точність цього годинника залежить від стабільності частоти 32768 Гц кварцового резонатора ZQ.

Для вимірювання температури та абсолютного тиску використовується цифровий датчик BMP180, який пов'язаний з платформою Arduino через інтерфейс 1-Wire.

Сигнал спочатку подається на модуль I2C, а потім передається на дисплей, де відображаються символи на рідкокристалічному дисплеї.

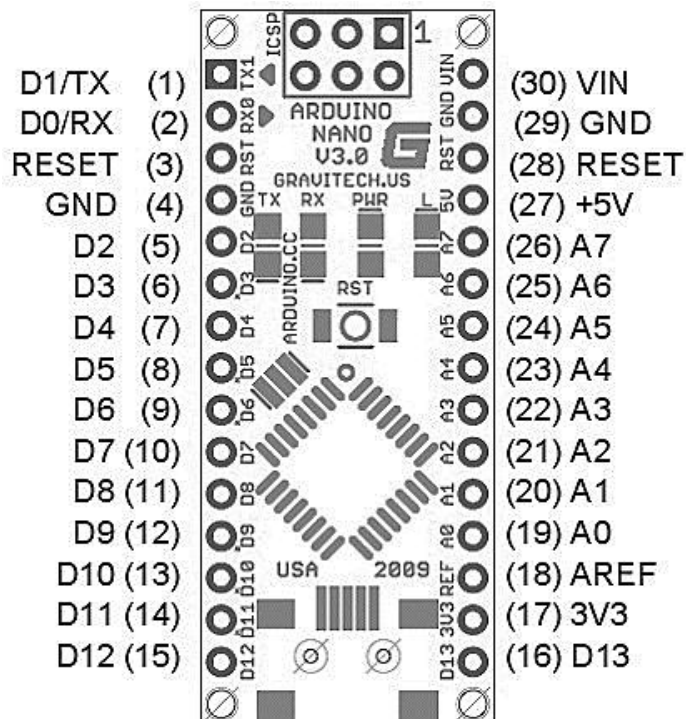
За допомогою кнопки SB1 можна вибрати елемент на дисплеї, який потрібно змінити, такий як дата, час, місяць або будильник. Після вибору елемента він почне блимати, і кнопками SB2 і SB3 можна збільшувати або зменшувати значення цього елемента.

Цифровий настільний годинник має 4 екрани, які змінюються послідовно:

1. Основний дисплей, на якому відображається поточна дата, час, запланований будильник, температура та абсолютний тиск.
2. Екран з поточним часом, виведеним великими літерами.
3. Екран з поточною температурою, виведеною великими літерами.
4. Екран з поточним абсолютним тиском, виведеним великими літерами.

## 2.2 Вибір мікроконтролера та огляд його архітектури

Arduino Nano є компактною, повнофункціональною платою, яка добре взаємодіє з макетною платою. Вона базується на мікроконтролері ATmega328 (версія 3.0 Arduino Nano). Ця плата має практично таку саму функціональність, як



Arduino Duemilanove, але має відмінну конструкцію. Вона не має роз'єму живлення DC і використовує Mini-B USB роз'єм замість стандартного. Arduino Nano була розроблена компанією Gravitech з США.

Рисунок 2.2 – Схема і конструкція виводів

Таблиця 2.1 – Призначення виведення.

№ виведення	Найменування	Тип	Опис
1 - 2, 5 - 16	D0 - D13	Введення – виведення	Цифрові введення- виведення портів D0 - D13
3, 28	RESET	Введення	Скидання (активний рівень - низький)
4, 29	GND	Живлення	Загальне живлення
17	3V3	Вивід	+3,3 В з мікросхеми FT232
18	AREF	Введення	Опорна напруга АЦП
19 - 26	A0 - A7	Введення	Аналоговий вхід, канали 0 - 7
27	+ 5V	Введення – виведення	+5 В на висновок від регулятора на платі, або +5 В на вхід від зовнішнього джерела живлення

30	VIN	Живлення	Напруга живлення
----	-----	----------	------------------

Таблиця 2.2 – Характеристики Arduino Nano v3.0

Мікроконтролер	Atmel ATmega328P
Напруга живлення	5В
Вхідна напруга (рекомендований)	7-12В
Вхідна напруга (граничне)	6-20В
Цифровий введення-виведення	14 ліній (6 з них = ШИМ)
Аналоговий ввід	8 ліній
Постійний струм на лініях введення-виведення	40мА
Постійний струм на лінії 3.3В	50мА
Flash-пам'ять	32 КВ, 2 кб з них використані для завантажувача
SRAM-пам'ять	2 кб
EEPROM-пам'ять	1 кб
Тактова частота	16МГц
Розміри	0.73 "x 1.70" (18,54мм x 43,18мм)
Мікроконтролер	Atmel ATmega328P
Напруга живлення	5В
Вхідна напруга (рекомендований)	7-12В
Вхідна напруга (граничне)	6-20В
Цифровий введення-виведення	14 ліній (6 з них = ШИМ)
Аналоговий ввід	8 ліній
Постійний струм на лініях введення-виведення	40мА
Постійний струм на лінії 3.3В	50мА
Flash-пам'ять	32 КВ, 2 кб з них використані для завантажувача
SRAM-пам'ять	2 кб
EEPROM-пам'ять	1 кб
Тактова частота	16МГц
Розміри	0.73 "x 1.70" (18,54мм x 43,18мм)



Живлення Arduino Nano може бути здійснене через роз'єм Mini-B USB, нерегульоване зовнішнє джерело напругою 6-20 В (пін 30) або регульоване зовнішнє джерело напругою 5 В (пін 27). При цьому плата автоматично вибирає джерело живлення з більшою напругою. Чіп FTDI FT232RL, що знаходиться на платі Nano, отримує живлення лише при підключенні плати до USB. Якщо плата живиться від зовнішнього джерела (не від USB), вихідна напруга 3.3 В (постачена чіпом FTDI) відсутня, і світлодіоди RX і TX будуть мигати, якщо на цифрових лініях 0 або 1 відповідно буде з'єднання. Мікроконтролер ATmega328 має пам'ять розміром 32 кб (2 кб з них використовуються для завантажувача). Він також має 2 кб оперативної пам'яті SRAM і 1 кб EEPROM, яка може бути зчитана або записана за допомогою бібліотеки EEPROM. Кожна з 14 цифрових виводів в Nano може бути використана як вхід або вихід за допомогою функцій `pinMode()`, `digitalWrite()` і `digitalRead()`. Вони працюють з напругою 5 В. Кожний вивід може витримувати струм до 40 мА і має внутрішній підтягуючий резистор (за замовчуванням відключений) з опором 20-50 кОм. Крім того, деякі виводи мають спеціальні функції.

Послідовний зв'язок даних на Arduino Nano здійснюється за допомогою портів Serial 0 (RX) і 1 (TX). Вони використовуються для отримання (RX) і передачі (TX) послідовних даних з рівнем напруги TTL. Ці порти підключені до відповідних ліній чіпа FTDI USB-to-TTL.

Зовнішні переривання на Arduino Nano можуть бути налаштовані на лініях 2 і 3. Ці лінії можуть використовуватися як тригери для переривань за низьким рівнем напруги, спадним або зростаючим фронтами сигналу або зміною сигналу. Додаткову інформацію можна знайти в описі функції `attachInterrupt()`.

Arduino Nano також має піни для ШІМ (широтно-імпульсного модулятора) на лініях 3, 5, 6, 9, 10 і 11. Ці піни дозволяють генерувати 8-бітові ШІМ сигнали за допомогою функції `analogWrite()`.

Для послідовного програмування чіпа використовується SPI (послідовний інтерфейс програмування) з використанням ліній 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) і 13 (SCK). Ці лінії підключені до роз'єму ICSP, що повністю сумісний з Arduino Duemilanove і Diecimila.

На Arduino Nano також є вбудований світлодіод, підключений до цифрового піна 13. Коли на цей пін подається високий рівень (1), світлодіод загориться, а при низькому рівні (0) світлодіод згасне.

Arduino Nano має 8 аналогових входів, кожен з них здатний розпізнавати 10-бітні значення (всього 1024 значення). За замовчуванням, діапазон вимірювання на цих входах знаходиться в межах 0 ... 5 В, але верхню межу можна змінити, використовуючи лінію AREF та функцію `analogReference()`.

На платі Arduino Nano також є кілька ліній з'єднання:

- Лінії I2C: 4 (SDA) і 5 (SCL). Вони призначені для підтримки протоколу I2C (TWI) при використанні бібліотеки Wire.
- AREF: Ця лінія використовується як опорна напруга для аналогових входів. Вона використовується разом з функцією analogReference().
- Reset (скидання): Ця лінія відповідає за перезавантаження мікроконтролера при нульовій напрузі на ній. Зазвичай вона використовується для додавання кнопки скидання на додаткові плати, що підключаються до Arduino Nano.

Arduino Nano також має можливості для зв'язку з комп'ютером, іншими платами Arduino або іншими мікроконтролерами. Мікроконтролер ATmega328 має апаратний UART-порт для послідовної передачі даних TTL-рівня (5В). Чіп FTDI FT232RL на платі встановлює зв'язок між UART-портом і USB-драйвером (який включений в ПЗ Arduino) і створює віртуальний COM-порт на комп'ютері. ПЗ Arduino також має монітор послідовного порту, який дозволяє передавати та отримувати текстові дані з плати Arduino. Світлодіоди RX і TX на платі миготять під час передачі даних через чіп FTDI і з'єднання з комп'ютером через USB (але не під час передачі даних по лініях 0 і 1).

Бібліотека SoftwareSerial дозволяє здійснювати послідовний зв'язок через будь-яку цифрову лінію плати Arduino. Мікроконтролер ATmega328, що знаходиться на платі Arduino Nano, також підтримує шини I2C (TWI) і SPI. В середовищі Arduino є бібліотека Wire, яка спрощує використання шини I2C, а для роботи з SPI можна ознайомитися з описом ATmega328. Програмування Arduino Nano здійснюється за допомогою програмного забезпечення Arduino IDE. Мікроконтролер ATmega328, що знаходиться на Arduino Nano, має вбудований загрузчик, який дозволяє завантажувати новий код без використання зовнішнього програматора. Для цього використовується стандартний протокол STK500. Також можна програмувати мікроконтролер через роз'єм ICSP (In-Circuit Serial Programming - програмування внутрішньої схеми). Arduino Nano має можливість автоматичного скидання, що означає, що для перезавантаження плати перед завантаженням нового коду не потрібно натискати фізичну кнопку скидання. Вона може бути перезавантажена програмним шляхом через з'єднання DTR на FT232RL з лінією скидання ATmega328 за допомогою конденсатора. Синхронізація зниження лінії DTR з початком завантаження дозволяє зменшити час реакції загрузчика, і середовище Arduino використовує цю можливість, щоб завантажити код одним натисканням кнопки "Завантажити".

### 2.3 Вибір додаткових пристроїв

## Модуль DS1302 RTC (Real-Time Clock) модуль реального часу

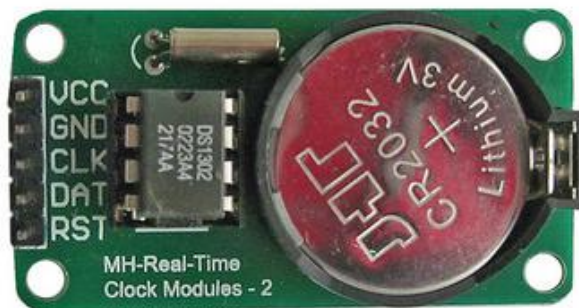


Рис 2.1.2 Модуль DS1302 RTC

Модуль DS1302 RTC (Real-Time Clock) для ARDUINO призначений для пристроїв, які потребують контролю часу, навіть при відсутності живлення в мережі. Він може використовуватись у різних проектах, таких як системи автоматичного поливу з різними режимами або автоматичне підключення вуличного освітлення.

Цей модуль базується на мікросхемі DS1302, яка має 31 байт статичної оперативної пам'яті (ОЗУ). DS1302 є покращеною версією мікросхеми DS1202 і має додаткові 7 байтів ОЗУ та два виводи для підключення живлення на самій платі.

Модуль може відображати поточну дату, визначати кількість днів у місяці, включаючи високосні роки. Він підтримує як 24-годинний, так і 12-годинний формати. Інформацію можна передавати або отримувати по 1 байту або у пакеті з 31 байта.

Модуль можна керувати за допомогою платформи Arduino Uno або інших мікропроцесорних пристроїв через інтерфейс I2C.

DS1302 підключається до мікроконтролера за допомогою простого послідовного зв'язку. На платі є п'ять виходів: VCC і GND служать для живлення модуля від зовнішнього джерела, вихід CLK відповідає за тактовий сигнал, DAT - за лінію передачі даних для подальшої обробки мікроконтролером, а RST - за вихід, який використовується для скидання даних.

Технічні характеристики:

Напруга живлення: від 2 до 5,5 В

Максимальний струм при 2,5 В: 300 мА

Робоча температура: від 0 до +70 °С

Розміри плати: 44 x 23 x 12 мм

Елемент живлення: CR2032

Доступна пам'ять модуля: 31 байт

## Барометр BMP180



Рис 2.2.1 Барометр BMP180

BMP180 є високоточним цифровим барометром і термометром, розробленим компанією Bosch. Цей датчик вирізняється своєю високою надійністю і точністю вимірювання атмосферного тиску та температури, що робить його ідеальним вибором для широкого спектру наукових та технічних проектів, пов'язаних з метеорологією, навігацією, кліматичним контролем та іншими областями.

Датчик BMP180 має вражаючий діапазон вимірювання атмосферного тиску від 300 гектопаскалів до 1100 гектопаскалів. Його висока точність вимірювання атмосферного тиску з відхиленням всього  $\pm 0.12$  гПа дозволяє отримувати даних надійні результати для прогнозування погоди, визначення висоти та аналізу змін клімату.

Окрім цього, датчик BMP180 здатний вимірювати температуру в широкому діапазоні від  $-40$  °C до  $+85$  °C з точністю  $\pm 2$  °C. Це дає можливість враховувати вплив температури на атмосферний тиск і забезпечує значно більш точні результати вимірювань.

Для зручного підключення та комунікації з мікроконтролерами, такими як Arduino та Raspberry Pi, датчик BMP180 підтримує цифровий інтерфейс зв'язку I2C. Інтегрований аналого-цифровий перетворювач (АЦП) вбудований в самому датчику забезпечує високу точність вимірювань.

Поряд з високою точністю та надійністю, BMP180 відзначається низьким споживанням енергії, що дозволяє йому працювати на батарейних джерелах з великою ефективністю. Це особливо корисно в портативних пристроях, де енергоефективність має велике значення. Крім того, датчик має компактні розміри  $3.6$  мм x  $3.8$  мм x  $0.93$  мм, що робить його легким у використанні та вбудовані в різні пристрої з обмеженим простором.

Завдяки своїм характеристикам, датчик BMP180 знаходить широке

застосування у різних галузях. В метеорології, він використовується для збору даних про атмосферний тиск і температуру, що допомагає у прогнозуванні погоди і вивченні кліматичних змін. В навігаційних системах, датчик використовується для вимірювання висоти та контролювання барометричних змін, що допомагає визначати місцезнаходження. Крім того, він може бути використаний у пристроях, які контролюють кліматичні умови, таких як системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Загалом, BMP180 є потужним і універсальним датчиком, що надає точні вимірювання атмосферного тиску та температури. Його зручний інтерфейс, низьке споживання енергії та широкий діапазон застосування роблять його незамінним компонентом для багатьох наукових, технічних та промислових проектів.

### **Модуль LCD дисплея 2004**

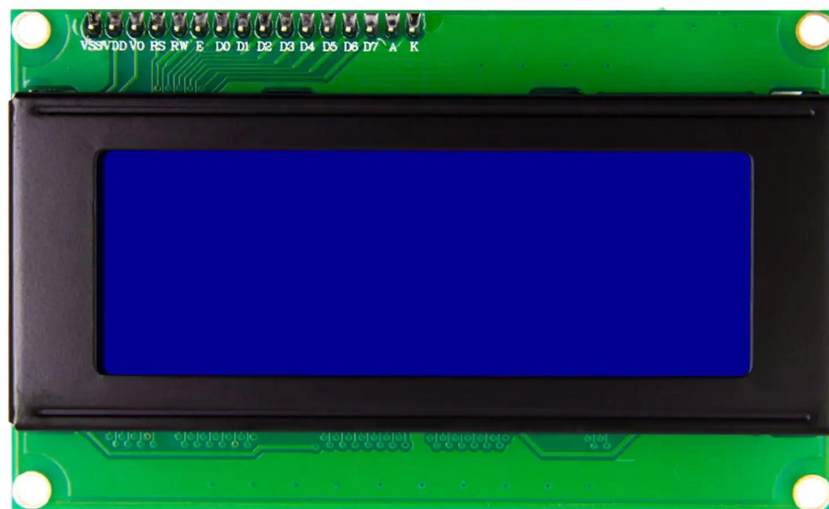


Рис 2.2.1 Модуль LCD дисплея 2004

Модуль LCD дисплея 2004 є пристроєм, що базується на рідкокристалічній технології та використовується для відображення текстової і графічної інформації. Завдяки своїм характеристикам, він може одночасно відображати до 80 символів, розташованих у 20 символів на рядок та 4 рядки.

Однією з головних переваг модуля є його здатність відображати значну кількість інформації на обмеженій площі екрану. Кожен символ представляється у вигляді 5x8 точкової матриці, що дозволяє відтворювати букви, цифри, символи та прості графічні елементи.

Зазвичай модуль LCD включає в себе вбудований контролер, такий як HD44780, який спрощує керування дисплеєм через мікроконтролер або інший пристрій. Стандартні команди використовуються для встановлення позиції курсора,

відображення тексту у потрібному місці, створення спеціальних символів та інших операцій.

Цей модуль широко використовується у різних електронних пристроях та системах, де необхідно передавати важливу інформацію користувачу. Він знайшов застосування у промислових пристроях, приладах, автомобільних системах, вбудованих системах, аудіо-відео пристроях та інших сферах, де зображення тексту є важливим аспектом.

Додатково, модуль LCD може мати кнопки або інші елементи керування, які дозволяють взаємодіяти з дисплеєм і змінювати його поведінку або відображення. Це дозволяє користувачу взаємодіяти з пристроєм, змінювати налаштування та виконувати різні функції безпосередньо на самому дисплеї.

Модуль LCD дисплея є надійним та простим у використанні пристроєм, який дозволяє виводити велику кількість текстової інформації для зручного сприйняття користувачем. Цей модуль дозволяє розширити можливості електронних проектів, надаючи зручний та ефективний спосіб виведення інформації.

Окрім відображення тексту, модуль LCD дисплея може також підтримувати відображення простих графічних елементів, таких як лінії, прямокутники та крапки. Це дозволяє створювати прості інтерфейси користувача та візуалізувати дані на екрані, що покращує взаємодію з пристроєм та забезпечує зручність використання.

Загалом, модуль LCD дисплея 2004 є популярним вибором для багатьох електронних проектів завдяки своїм перевагам, таким як велика кількість відображуваної інформації, простота використання, зручність керування та можливість відображення тексту та графіки. Він знайшов широке застосування в різних галузях і допомагає покращити функціональність та взаємодію користувача з електронними пристроями.

### **Модуль адаптера інтерфейсу IС/I2С**

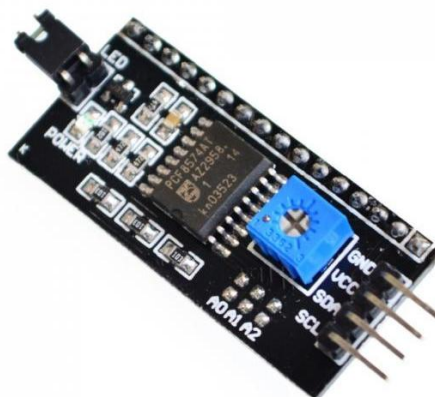


Рис 2.2.1

Модуль адаптера інтерфейсу IC/I2C, заснований на мікросхемі PCF8574T, призначений для зручного підключення рідкокристалічних LCD-дисплеїв 1602 або 2004 до мікроконтролерів, таких як Arduino. Цей модуль дозволяє зменшити кількість потрібних пінів для підключення дисплея і спрощує процес зв'язку з ним за допомогою I2C.

Мікросхема PCF8574T виконує функцію перетворення послідовних даних I2C на паралельні дані, необхідні для роботи з LCD-дисплеєм. Вона забезпечує зручний інтерфейс для зв'язку з дисплеєм через I2C. Модуль підтримує LCD-дисплеї різних моделей, включаючи 1602 і 2004 з розмірами 16x2 або 20x4 символи.

Цей модуль спрощує підключення рідкокристалічного LCD-дисплея 16x2 до Arduino, використовуючи всього 4 дроти. Він зменшує кількість необхідних пінів для зв'язку з дисплеєм, що полегшує проектування і підключення. Модуль використовує шину I2C для комунікації з мікроконтролером, що дозволяє передавати дані швидко і ефективно.

Крім основних функцій, модуль PCF8574T також має розширені можливості, дозволяючи виводити і приймати дані з LCD-дисплея. Він може мати додаткові функції, такі як регулювання контрастності дисплею або підсвічування (backlight), що поліпшують візуальний вигляд дисплею.

Модуль адаптера інтерфейсу IC/I2C на основі мікросхеми PCF8574T є потужним і зручним інструментом для роботи з рідкокристалічними LCD-дисплеями. Він дозволяє ефективно використовувати ресурси мікроконтролера та спрощує процес зв'язку з дисплеєм, що робить його популярним в проектах, де потрібне виведення інформації на дисплей з обмеженими ресурсами.

Цей модуль приваблює своєю простотою використання. Завдяки йому, підключення рідкокристалічного дисплея до Arduino або іншого мікроконтролера стає легким і зручним. Замість складного підключення кожного піна окремо, модуль адаптера інтерфейсу IC/I2C дозволяє зв'язати дисплей з мікроконтролером за допомогою всього двох пінів - SDA (для передачі даних) і SCL (для синхронізації). Це суттєво спрощує проектування і підключення, особливо у випадку обмежених ресурсів або складних проектів.

### **Фоторезистор GL55**



Фоторезистор GL55 є електронним пристроєм, який використовує зміну опору в залежності від освітленості навколишнього середовища. Він належить до класу оптичних датчиків і зазвичай використовується для вимірювання і контролю освітленості в різних пристроях і системах.

Основним елементом фоторезистора GL55 є напівпровідниковий матеріал, який має здатність змінювати свою електричну опірність при зміні освітленості. Збільшення освітленості призводить до зменшення опору фоторезистора, тоді як зменшення освітленості збільшує його опір. Ця залежність використовується для вимірювання інтенсивності світла в середовищі.

Фоторезистор GL55 має наступні характеристики:

1. Опір: Опір фоторезистора GL55 змінюється залежно від освітленості навколишнього середовища. Він має високий опір у темряві і низький опір при високій освітленості. Опір може коливатись від кількох кілоом до десятків мегаом, залежно від моделі та умов освітлення.

2. Спектральна чутливість: Фоторезистор GL55 має спектральну чутливість в діапазоні від 400 до 700 нм, що відповідає видимій області спектра. Він найбільш чутливий до світла зеленого кольору.

3. Точність: Фоторезистор GL55 має досить високу точність вимірювання освітленості. Його значення опору може досить точно відобразити рівень освітленості в навколишньому середовищі.

4. Час реакції: Фоторезистор GL55 має відносно швидкий час реакції на зміну освітленості. Він може вимірювати зміни освітленості в діапазоні від кількох мікросекунд до мілісекунд, залежно від конкретної моделі.

5. Робоча напруга: Фоторезистор GL55 працює з напругою в діапазоні від 1 до 150 Вольт. Це дозволяє його використання в різних електронних схемах і пристроях.

6. Температурний діапазон: Фоторезистор GL55 може працювати в широкому температурному діапазоні, зазвичай від -40 до +85 градусів Цельсія. Це робить його придатним для використання в різних кліматичних умовах і середовищах.



## РОЗДІЛ 3. ПРОГРАМНО АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ

### 3.1 Опис схеми електричної принципової

На схемі електричній принциповій зображені наступні елементи:

Контролер Arduino Nano - це мікроконтролер з програмованою пам'яттю, який використовується для управління всіма функціями годинника. Він забезпечує можливість програмування та керування різними компонентами проекту.

Екран 2004 з модулем I2C - цей екран використовується для відображення інформації про час, дату та інші функції годинника. Модуль I2C дозволяє підключити екран до контролера Arduino за допомогою двох проводів, що спрощує підключення.

Модуль часу DS1302 - цей модуль використовується для збереження та відстеження часу. Він забезпечує точне вимірювання часу та дати, що потрібно для коректної роботи годинника.

Модуль барометра BMP180 - цей модуль вимірює атмосферний тиск, температуру та висоту. Він використовується для відображення погодних умов та інших відомостей на екрані годинника.

3 кнопки - ці кнопки використовуються для керування функціями годинника, наприклад, налаштування часу, дати та інших параметрів.

Фоторезистор - цей компонент вимірює рівень освітленості навколишнього середовища. Він використовується для автоматичного регулювання яскравості підсвічування екрану годинника.

1 резистор 10 кОм - цей резистор використовується для створення делікатного опору в колі фоторезистора та забезпечення правильного вимірювання освітленості.

Загальна схема підключення компонентів виглядає наступним чином:

Основні підключення виглядають наступним чином:

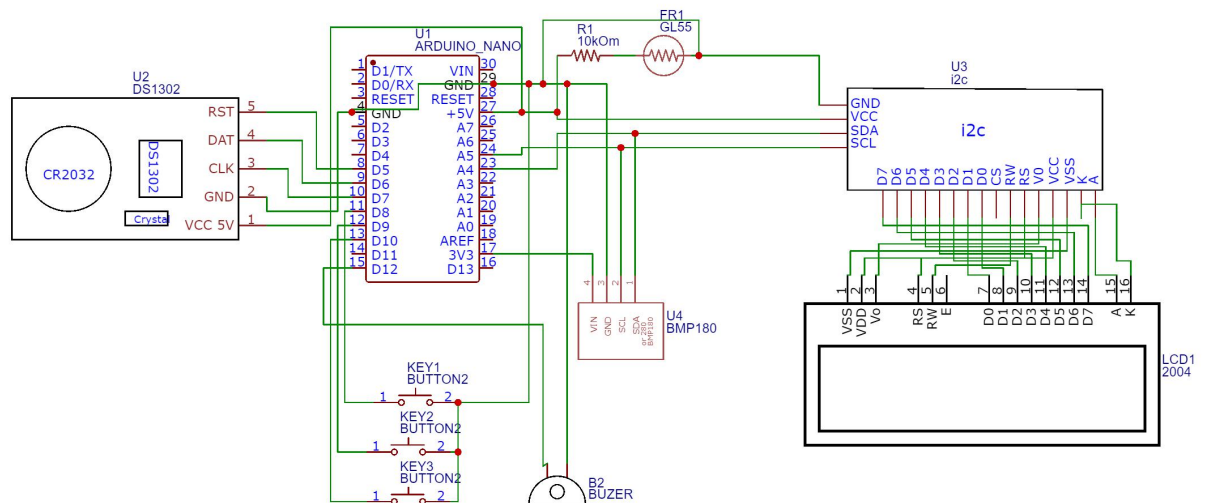


Рис 3.1 Схема електрична принципова.

1. Екран 2004 з модулем I2C:
  - Контакт GND екрану під'єднується до землі (GND) на контролері Arduino Nano.
  - Контакт VCC екрану під'єднується до відповідного контакту на контролері Arduino Nano +5V.
  - Контакт SDA екрану під'єднується до відповідного контакту на контролері Arduino Nano, A4.
  - Контакт SCL екрану під'єднується до відповідного контакту на контролері Arduino Nano, A5.
2. Модуль часу DS1302:
  - Контакт VCC модуля DS1302 під'єднується до відповідного контакту на контролері Arduino Nano.
  - Контакт GND модуля DS1302 під'єднується до землі (GND) на контролері Arduino Nano.
  - Контакт RST модуля DS1302 під'єднується до відповідного контакту на контролері Arduino Nano.
  - Контакт DAT модуля DS1302 під'єднується до відповідного контакту на контролері Arduino Nano.
  - Контакт CLK модуля DS1302 під'єднується до відповідного контакту на контролері Arduino Nano.
3. Модуль барометра BMP180:
  - Контакт VCC модуля BMP180 під'єднується до відповідного контакту на контролері Arduino Nano.
  - Контакт GND модуля BMP180 під'єднується до землі (GND) на

контролері Arduino Nano.

- Контакт SDA модуля BMP180 під'єднується до відповідного контакту на контролері Arduino Nano.

- Контакт SCL модуля BMP180 під'єднується до відповідного контакту на контролері Arduino Nano.

4. Кнопки:

- Один кінець кожної кнопки під'єднується до землі (GND) на контролері Arduino Nano.

- Інший кінець кожної кнопки під'єднується до окремих цифрових контактів на контролері Arduino Nano , D10,D9,D8.

5. Фоторезистор:

- Один кінець фоторезистора під'єднується до землі (GND) на контролері Arduino Nano.

- Інший кінець фоторезистора під'єднується до аналогового контакту на контролері Arduino Nano.

- Резистор 10 кОм підключений між аналоговим контактом та землею (GND).

### 3.2 Електричний розрахунок.

Необхідно розрахувати випрямляч і фільтр з такими параметрами:

- Напруга мережі  $U_c = U_1 = 220 \text{ В}$ .
- Частота мережі  $F_s = 50 \text{ Гц}$ .
- Напруга на вході фільтра  $U_0 = 9 \text{ В}$ .
- Амплітуда пульсації першої гармоніки  $U_{m1} = 2 \text{ В}$ .
- Струм навантаження  $I_0 = 0,4 \text{ А}$ .

Розрахуємо потужність навантаження:

$$PP_0 = U_0 \cdot I_0;$$
$$P_0 = 9 \cdot 0,4 = 3,6(\text{Вт}).$$

– опір навантаження:

$$R_H = \frac{U_0}{I_0};$$

– коефіцієнт пульсації випрямляча:

$$k = \frac{U_{ml}}{U_0}$$

$$k = \frac{0.2}{9} = 0.0222$$

Враховуючи рекомендації щодо вибору випрямляча і отриманих значень, ми вирішуємо використати мостову схему випрямлення з роботою на ємнісне навантаження. Загалом (припускаючи, що напруга  $B$  приблизно дорівнює 1), ми визначаємо параметри випрямних діодів:

– зворотня напруга:

$$U_{зв} = 1.41 * B * U;$$

$$U_{зв} = 1.41 * 1 * 9 = 12.69 (В).$$

– випрямлений струм, на один випрямний діод:

$$I_{cp} = 0.5 * I_0;$$

$$I_{cp} = 0.5 * 0.4 = 0.2 (А).$$

Для випрямлення струму та забезпечення зворотної напруги ми використовуємо випрямний діод типу 1N4007, оскільки він має відповідні параметри для цих вимог. Диференціальний опір діода можна обчислити за допомогою наступної формули:

$$r_T = 1.2 * \frac{U_{PP}}{I_0};$$

$$r_T = 1.2 * \frac{1}{0.4} = 3 (Ом).$$

Далі перейдемо до обчислення випрямляча, де ми визначимо параметр  $A$  і кут  $\phi$ . Щоб це зробити, спочатку необхідно визначити активний опір трансформатора.

$$r_{TP} = k_r * \frac{R_H}{f_c * B_m} * \sqrt[4]{\frac{S^3 * U_0 * I_0}{f_c * B_m}};$$

$$r_{TP} = 3.5 * \frac{22.5}{50 * 1.25} * \sqrt[4]{\frac{1 * 50 * 1.25}{9 * 0.4}} = 2.5 (Ом);$$

Індукція в осерді трансформатора складає 1,25 Вт, що означає, що трансформатор має броньовану обмотку з площею  $S = 1$ . Індуктивність розсіювання обмоток трансформатора можна обчислити за допомогою наступної формули:

$$L_S = k_L * \frac{U_0 * 10^{-3}}{f_c * B_m} * \sqrt[4]{\frac{S^3 * U_0 * I_0}{f_c * B_m}};$$

$$L_S = 5 * \frac{9 * 10^{-3}}{50 * 1.25} * \sqrt[4]{\frac{1^3 * 9 * 0.4}{50 * 1.25}} = 10.8 * 10^{-3} \text{ (ГГН)};$$

Реактивний опір трансформатора визначаємо слідуючим чином:

$$X_{TP} = 2 * \pi * f_c * L_S;$$

$$X_{TP} = 2 * 3.14 * 50 * 10.08 * 10^{-3} \text{ (ОМ)}.$$

Далі знаходимо опір фази:

$$r_\phi = r_{TP} + 2r_T;$$

$$r_\phi = 2.5 + 2 * 3 = 8.5 \text{ (ОМ)}.$$

Коефіцієнт два показує, що в плечі моста стоїть два діода. Отже параметр А і кут  $\phi$  дорівнює:

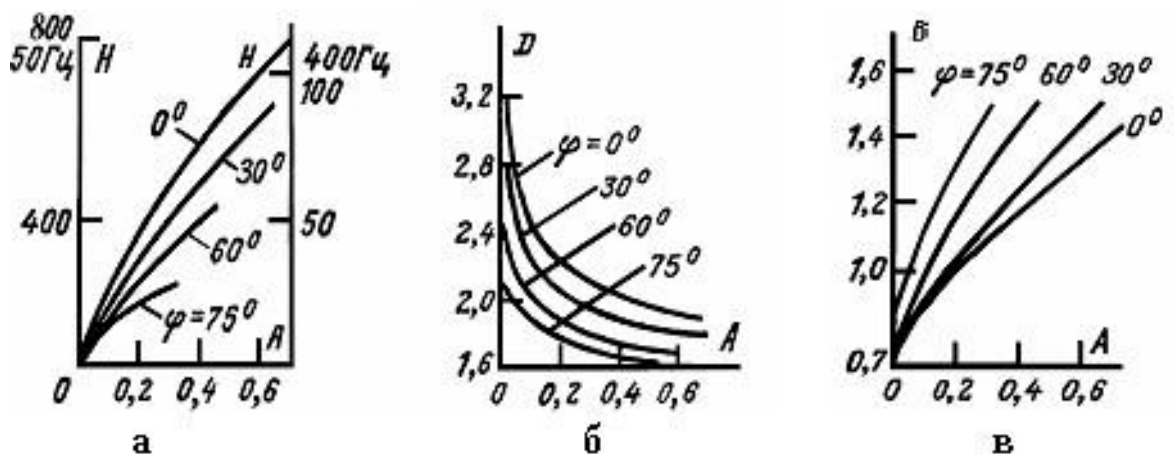
$$A = \frac{I_0 * \pi * r_\phi}{m * U_0};$$

$$A = \frac{0.4 * 3.14 * 8.5}{2 * 9} = 0.59;$$

$$\phi = \arctg\left(\frac{X_{TP}}{r_\phi}\right);$$

$$\phi = \arctg\left(\frac{3.91}{8.5}\right) \approx 0^\circ$$

З графіків зображених на рисунку 3.1 знаходимо коефіцієнти В, D, H



На Рисунку 3.1 показані графіки коефіцієнтів  $B$ ,  $D$  та  $H$ . Згідно з ними ми обираємо значення  $B=1.2$ ,  $D=2$  та  $H=700$ . Далі ми визначаємо необхідні точні значення струму та зворотної напруги.

$$I_{cp} = 0.5 * D * I_0;$$

$$I_{cp} = 0.5 * 2 * 0.4 = 0.4 (A).$$

$$U_{зв} = 1.41 * B * U_0;$$

$$U_{зв} = 1.41 * 1.2 * 9 = 15.22 (B);$$

Випрямні діоди використовуються для функціонування випрямника. У такому випадку, часто використовується мостова схема, де чотири діоди з'єднані між собою. Тепер ми розглянемо параметри трансформатора для цієї системи.

- напруга вторинної обмотки:

$$U_2 = B * U_0;$$

$$U_2 = 1.2 * 9 = 10.8 (B).$$

- струм вторинної обмотки:

$$I_2 = 0.707 * D * I_0;$$

$$I_2 = 0.707 * 2 * 0.4 = 0.56 (A).$$

- напруга первинної обмотки:

$$U_M = U_1$$

$$U_M = 220 (B).$$

- струм первинної обмотки:

$$I_1 = \frac{0.707 * D * I_0 * U_0}{U_1};$$

$$I_1 = \frac{0.707 * 2 * 0.4 * 9}{220} = 0.023 (A).$$

Габаритні потужності первинної і вторинної обмоток однакові, тому габаритна потужність трансформатора наступна:

$$S_1 = S_2 = 0.707 * B * D * P_0;$$

$$S_1 = S_2 = 0.707 * 1.2 * 2 * 3.6 = 6.1 (BA);$$

Визначаємо ємність конденсатора:

$$C_0 = \frac{H}{k_{II} * r_{\phi}};$$

$$C_0 = \frac{700}{0.0222 * 8.5} = 3709 \text{ (мкФ)}.$$

Якщо ми використовуємо конденсатори згідно зі стандартом ГОСТ, то найближчий доступний конденсатор має ємність 4700 мкФ. У даному випадку ми підключаємо два конденсатори паралельно: один має ємність 1000 мкФ, а другий - 100 пФ. Розраховуємо коефіцієнт пульсацій:

$$k_{п.вих} = \frac{H}{C_0 * r_{\phi}};$$

$$k_{п.вих} = \frac{700}{4800 * 8.5} = 0.017.$$

Отриманий коефіцієнт пульсацій є нижчим від заданого значення, що свідчить про правильний вибір конденсатора. Крім того, змінна складова вихідної напруги також враховується:

$$U_{0m1} = U_0 * k_n;$$

$$U_{0m1} = 0.017 * 5 = 0.085 \text{ (В)}.$$

На холостому ходу конденсатор зарядиться до напруги:

$$U_{2m} = U_2 \sqrt{2};$$

$$U_{2m} = 10.8 * 1.41 = 15.2 \text{ (В)}.$$

Тому необхідно вибрати конденсатор з наругою вище 15 В, по стандарту

Оскільки для годинника потрібна наруга живлення 5В, використовується вже відфільтрована наруга 12В. Ця наруга стабілізується до 5В за допомогою стабілізатора DA1 (L7805CV) і ще раз проходить фільтрацію за допомогою двох конденсаторів фільтра ємністю 10мкФ. Для ще більш ефективної фільтрації паралельно до цих конденсаторів також підключений ще один конденсатор ємністю 100рФ. Схема джерела живлення електронного годинника наведена на рисунку 3.2.

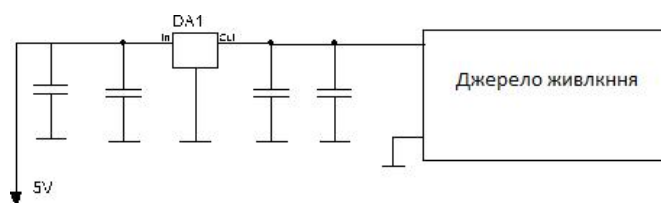


Рисунок 3.2 - Схема джерела живлення електронного годинника

Після аналізу цього розрахунку можна зробити висновок, що цей випрямляч повністю відповідає вимогам блока живлення.

### 3.3 Розташування елементів на друкованій платі.

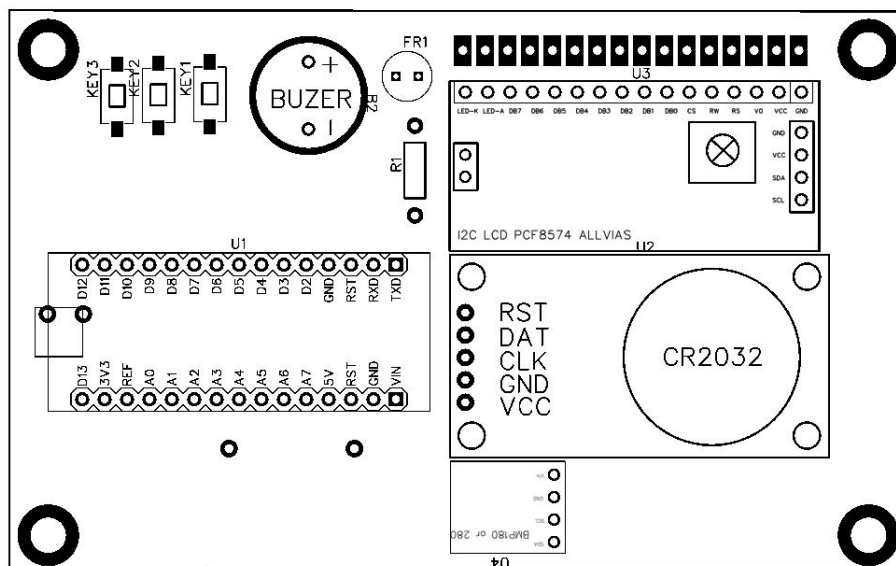


Рис 3.3.1 Розташування елементів на ДП. Вигляд ззаду

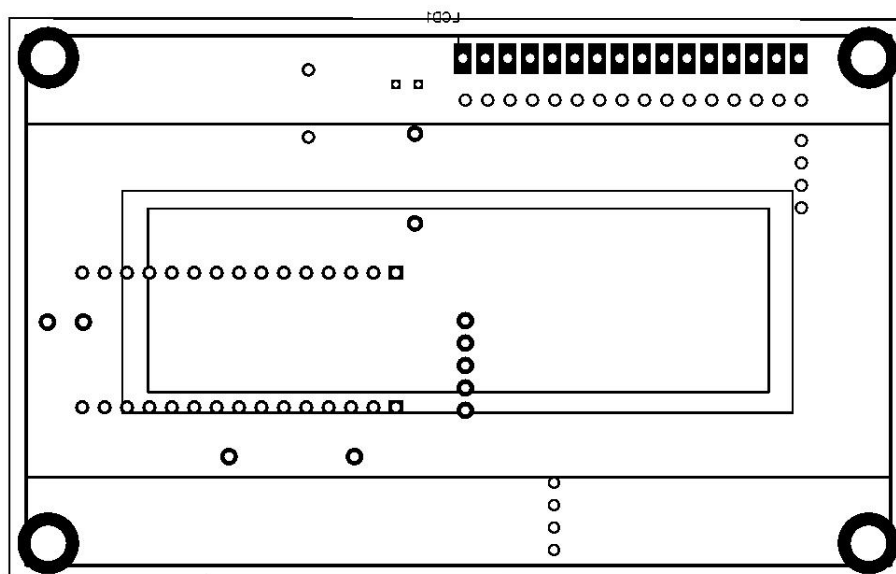


Рис 3.3.1 Розташування елементів на ДП. Вигляд спереду

Внутрішня компоновка приладу. Після проведення розробки конструкції приладу та електричних розрахунків переконалися у вірності перевіреної внутрішньої компоновки. Компоновка починається з розміщення органів керування, якими при експлуатації користуються рідко, зазвичай вони не мають



ручок – їх розмішують всередині пристрою. При компоновці вузлів необхідно шукати таке взаємне розташування деталей, при якому найбільш будуть виконуватись умови: мінімальні зворотні зв'язки та максимальне використання об'єму приладу. Найкращий коефіцієнт заповнення об'єму отримується тоді, коли крупногабаритні деталі мають однакову висоту та кратні інші розміри. Оскільки прилад споживає малу потужність, то виділення тепла буде незначне, тому в застосуванні методів охолодження немає потреби. Кількість друкованих плат – 1. Плата виготовлена з одностороннього гетенаксу. Плата в середині пристрою має горизонтальну орієнтацію. Електричне приєднання плати виконується за допомогою провідників.

### 3.4 Трасування друкованої плати.

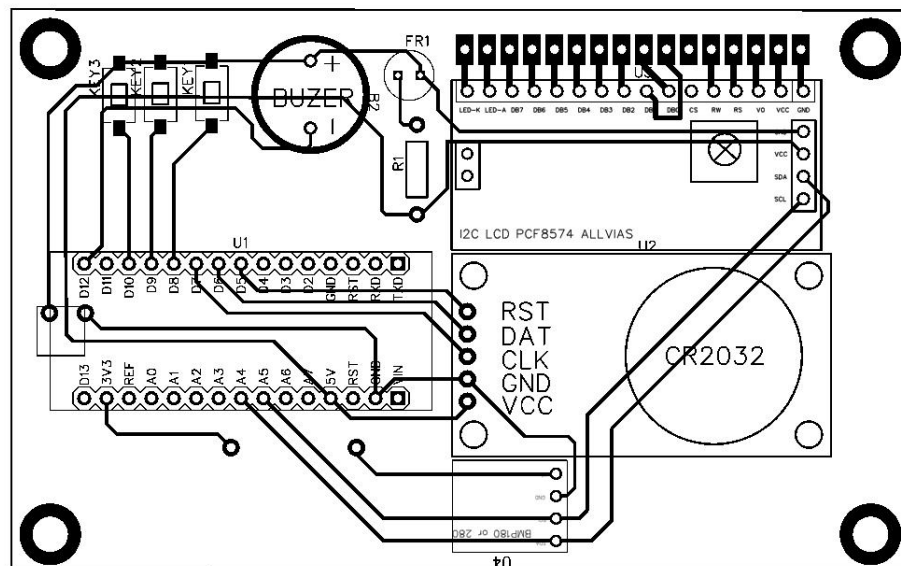


Рис 3.4.1 Трасування ДП

При трасуванні друкованих провідників (ДП) необхідно дотримуватися наступних правил:

1. Розташовуйте провідники рівномірно по платі і паралельно один одному, щоб уникнути перегрівання окремих ділянок плати. Фольга і матеріал основи мають різну теплоємність і теплопровідність, тому розташування провідників в такий спосіб сприятиме розсіюванню тепла.
2. Обмежте кількість провідників, що виходять з однієї контактної площинки під кутом менше 45°, до трьох або менше. Більша кількість провідників під таким кутом може спричинити збирання крапель припою в цих областях.
3. Постарайтеся зробити доріжки провідників одного розміру і не перевищувати розміру контактної площинки. Це сприятиме забезпеченню однакової ширини

- і рівномірного розподілу провідників по платі.
4. Уникайте різких перегинів провідників, щоб уникнути збирання припою у цих областях у вигляді крапель.
  5. Не допускайте створення контактних площадок з надмірною площею (більше 8 мм<sup>2</sup>). Велика площа контактної площадки може призвести до перегрівання та відшарування фольги, а також розтікання припою по контактній площинці, утворення з'єднання з низькою механічною міцністю.
  6. Уникайте перетину однією доріжкою іншої, якщо їх товщина відрізняється більше ніж в два рази.
  7. Друкований провідник, що проходить між двома контактними площадками, слід розташовувати так, щоб його вісь була перпендикулярна лінії, яка з'єднує центри отворів.
  8. Якщо довжина провідника перевищує 70 мм, розгляньте можливість додаткових контактних площадок або металізованих отворів для забезпечення надійного зчеплення друкованих провідників з основою.
  9. Уникайте прокладання провідників під корпусами навісних елементів, якщо між ними є різниця потенціалів, оскільки це може призвести до корозійного руйнування друкованих провідників.
  10. Перехід провідника з одного боку на інший повинен здійснюватися через отвори, а не під навісними елементами чи на поверхні плати.

### 3.5 Огляд друкованої плати в 3D.

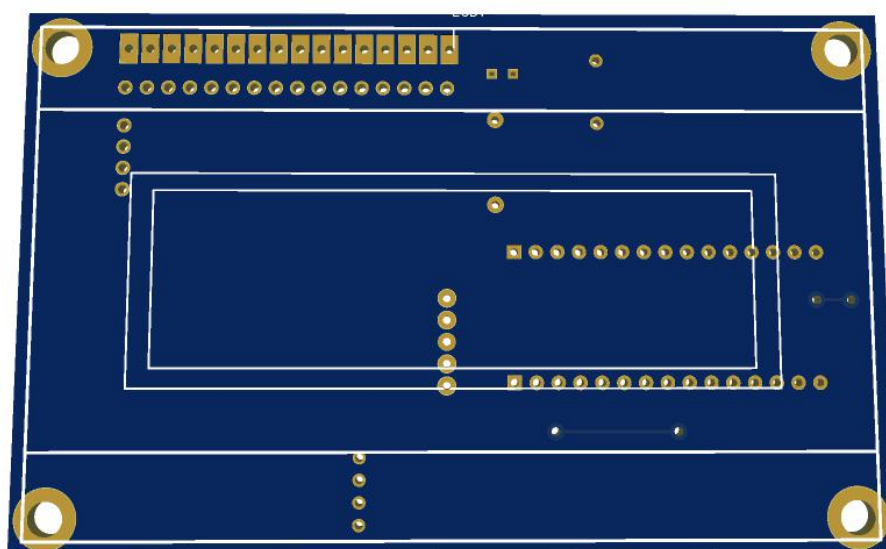


Рис 3.5.1 Вигляд плати спереду в 3D

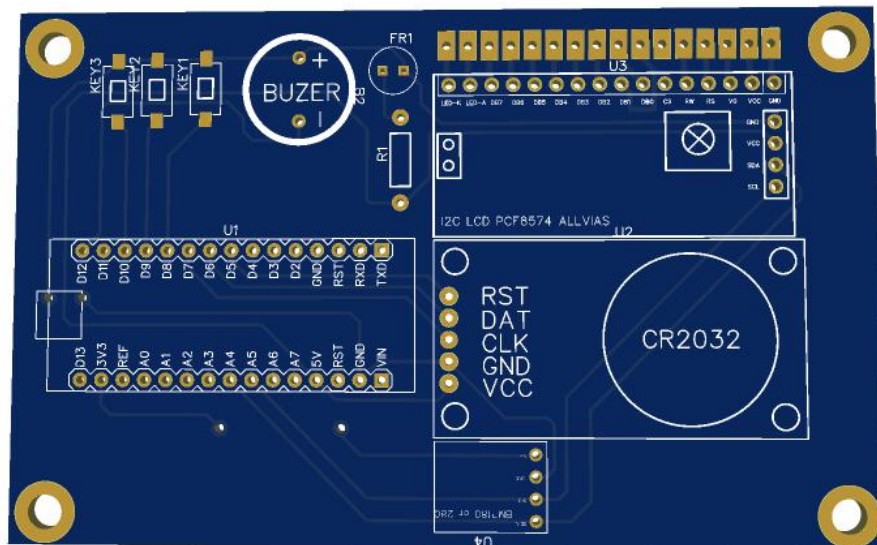


Рис 3.5.2 Вигляд плати ззаду в 3D

Огляд друкованої плати (ДП) в тривимірному форматі є важливою стадією в проектуванні електронних пристроїв. Цей процес надає можливість оцінити фізичний вигляд та розташування компонентів на платі перед виготовленням. Огляд ДП в 3D дозволяє розробникам перевірити правильність розміщення компонентів, виявити можливі колізії та оцінити естетичну відповідність плати.

Застосування 3D-моделювання дозволяє створити точне тривимірне відображення ДП з усіма компонентами, доріжками та з'єднаннями. Це дає можливість розглядати плату з будь-якого кута, зближуватись або віддалятись, щоб детально дослідити окремі елементи. Такий огляд допомагає виявити потенційні проблеми, такі як перекриття доріжок, неправильне розташування компонентів або взаємні конфлікти.

Під час огляду ДП в 3D, розробники можуть також використовувати функції анімації, щоб віртуально рухатися по платі та перевіряти з'єднання та розташування компонентів. Це дозволяє виявляти можливі проблеми, які можуть залишитися непоміченими на плоскій 2D-схемі.

Огляд ДП в 3D є важливим інструментом для забезпечення якісного та надійного функціонування електронних пристроїв. Він дозволяє розробникам оцінити та вдосконалити розташування компонентів, забезпечити належну роботу з'єднань та забезпечити ефективне використання простору на друкованій

## РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИЛАДУ.

### 4.1 Програмна реалізація

Програмна реалізація приладу є ключовим аспектом дипломного проекту. У цьому проекті програмне забезпечення грає важливу роль у керуванні та відображенні різних функцій та вимірювань на годиннику.

Основою програмного забезпечення є контроллер Arduino Nano, який використовується для програмування та керування функціями годинника. На Arduino Nano можна використовувати Arduino IDE (Integrated Development Environment) для написання коду та завантаження його на контроллер.

Програмна реалізація включає такі основні елементи:

1. Керування екраном: За допомогою модуля I2C підключається екран 2004, який відображає години, дату, температуру тощо. Програмне забезпечення включає код для керування цим екраном, встановлення шрифтів, відображення тексту та графіки на екрані.

2. Обробка часу: Модуль часу DS1302 використовується для отримання актуального часу та його відображення на годиннику. Програмне забезпечення містить функції для зчитування даних з модуля часу, обробки та форматування часу, а також синхронізації зовнішнього часу.

3. Вимірювання погодних параметрів: Модуль барометра BMP180 використовується для вимірювання тиску та температури. Програмне забезпечення включає код для зчитування даних з модуля барометра та їх обробки. Результати вимірювань можуть бути відображені на екрані годинника.

4. Управління кнопками: Годинник має три кнопки, які використовуються для налаштування часу, дати, будильників тощо. Програмне забезпечення включає код для виявлення та обробки натиск

### 4.2 Тестування програмного забезпечення та виправлення помилок.

Тестування програмного забезпечення та виправлення помилок є важливим етапом в реалізації дипломного. Цей процес допомагає перевірити коректність роботи програми, виявити можливі помилки та проблеми і забезпечити належну функціональність та надійність годинника.

Після написання програмного коду для годинника, наступним кроком є проведення тестування. Це включає запуск програми на контроллері Arduino Nano

та перевірку роботи різних функцій та вимірювань. Наприклад, перевірка правильності відображення часу, дати, погодних параметрів на екрані, а також коректність реакції на натиск кнопок.

Під час тестування важливо виконати наступні кроки:

1. Перевірка зчитування даних: Перевірити, чи правильно зчитуються дані з модулів часу та барометра. Впевнитись, що дані відображаються коректно на екрані годинника.

2. Валідація функціональності: Перевірити роботу основних функцій годинника, таких як встановлення та оновлення часу, дати, налаштування будильників, переключення режимів відображення тощо. Переконатись, що всі функції виконуються правильно і без помилок.

3. Тестування взаємодії з кнопками: Перевірити, чи реагує годинник на натиск кнопок відповідним чином. Переконатись, що кнопки працюють коректно і сприймаються програмою для виконання відповідних дій.

4. Виявлення та виправлення помилок: Під час тестування можуть виявлятися помилки або некоректна робота деяких функцій. Важливо здійснити аналіз коду, виявити та виправити помилки, щоб забезпечити належну функціональність годинника.

Після виправлення помилок необхідно повторно протестувати програмне забезпечення, щоб переконатись у правильній роботі годинника та відсутності проблем. Цей процес може вимагати декількох ітерацій, поки програма буде працювати належним чином.

Загальною метою тестування є забезпечення якісного та надійного програмного забезпечення для електронного настільного годинника на базі Arduino. Це дозволить користувачам насолоджуватись правильною та безперебійною роботою годинника, а також забезпечить успішне завершення дипломного проекту.

Під час тестування програмного забезпечення всі функції та вимірювання працювали належним чином, а жодних проблем або помилок не виявлено. Всі заплановані функції годинника, такі як відображення часу, дати, погодних параметрів та керування будильниками, функціонували бездоганно.

Валідація функціональності годинника показала, що його основні функції працюють належним чином. Годинник точно відображав актуальний час, а також правильно обробляв дані, отримані з модулів часу та барометра. Кнопки годинника також були чутливими і реагували на натиск, що дозволяло користувачу виконувати налаштування та зміну параметрів зручним способом.

Під час тестування не було виявлено жодних помилок або некоректної реакції програми на дії користувача. Всі перевірки та перехрестні перевірки коду

дали позитивні результати, що свідчить про правильну реалізацію програмного забезпечення.

Таким чином, можна стверджувати, що програмне забезпечення пройшло успішне тестування і працює бездоганно, забезпечуючи надійну та точну роботу годинника. Це підтверджує якість розробленого програмного продукту.

### 4.3 Огляд закінченого пристрою

Огляд готового пристрою - це короткий опис основних характеристик та властивостей закінченого електронного пристрою, його функціональних можливостей та ефективності. В цьому пункті надається загальна інформація про пристрій, його якість та придатність для використання, а також можливості, які він надає користувачу.

1. Перший рисунок: Лицева панель. На зображенні видно передню частину пристрою, де розміщений яскравий та зручний для спостереження екран.



Рис 4.3.1 Передня частина пристрою

2. Другий рисунок: Задня панель. На цьому зображенні представлено розташування всіх датчиків Arduino та кнопок на задній панелі пристрою. Це дає можливість зручно підключати та керувати різними функціями пристрою.

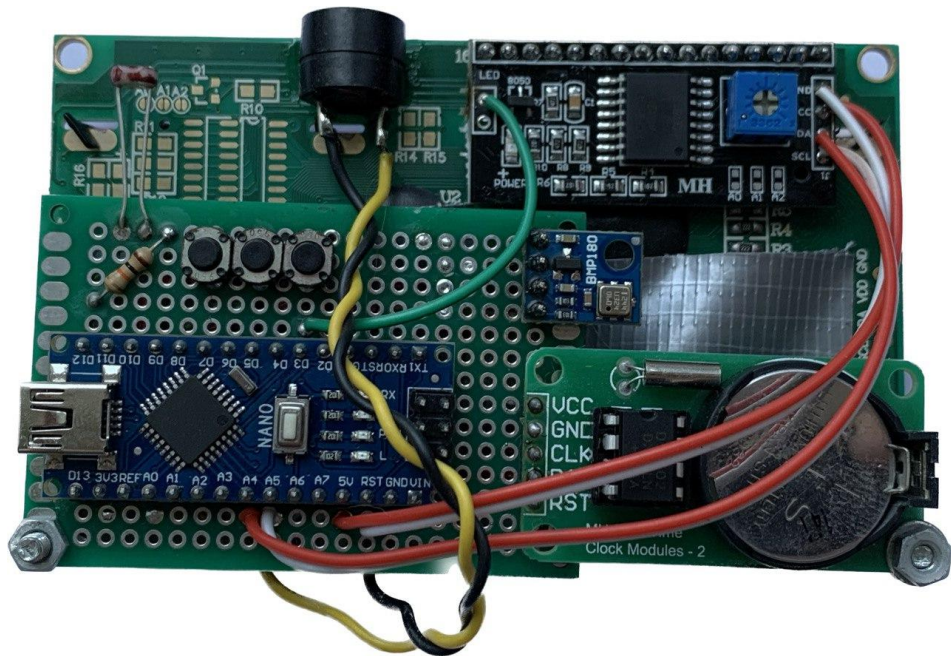


Рис 4.3.2 Задня панель пристрою

3. Третій рисунок: Екран завантаження. На екрані відображена назва пристрою та ім'я автора. Це початковий екран, який відображається під час завантаження пристрою.

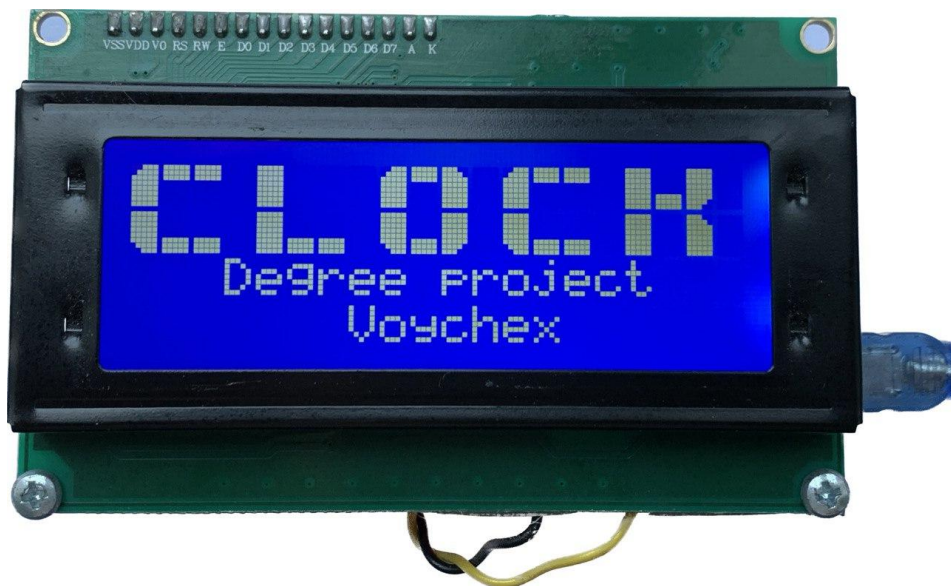


Рис 4.3.3 Екран завантаження

4. Четвертий рисунок : Основний екран. На цьому зображенні показані основні показники, такі як дата, час, тиск, температура та налаштований будильник. Цей екран відображає всю необхідну інформацію для користувача.

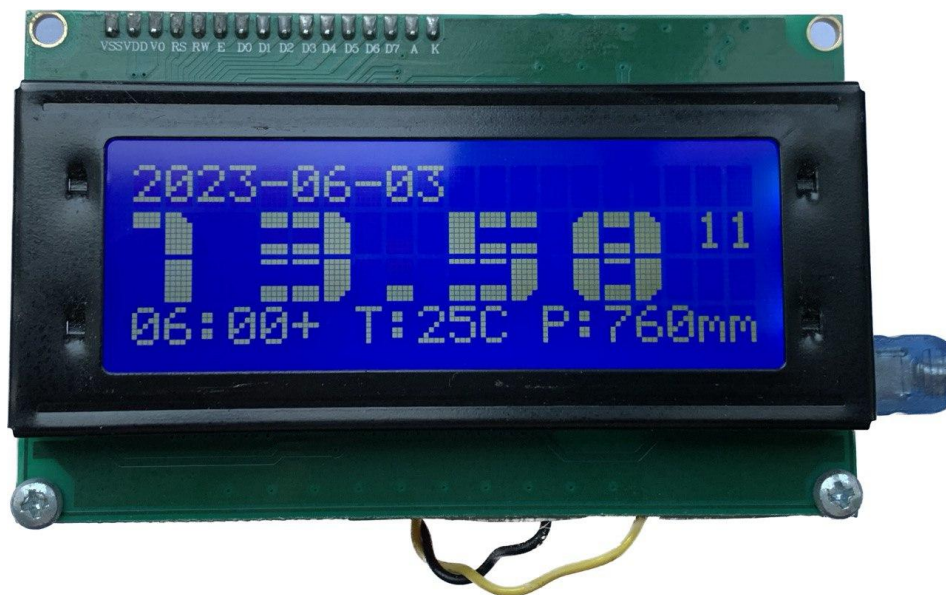


Рис 3.4.4. Основний екран

5. П'ятий рисунок: Атмосферний тиск. На цьому зображенні показаний атмосферний тиск великими літерами, виміряний у міліметрах ртутного стовпчика. Це дозволяє користувачеві отримати точні дані про атмосферний тиск у реальному часі.

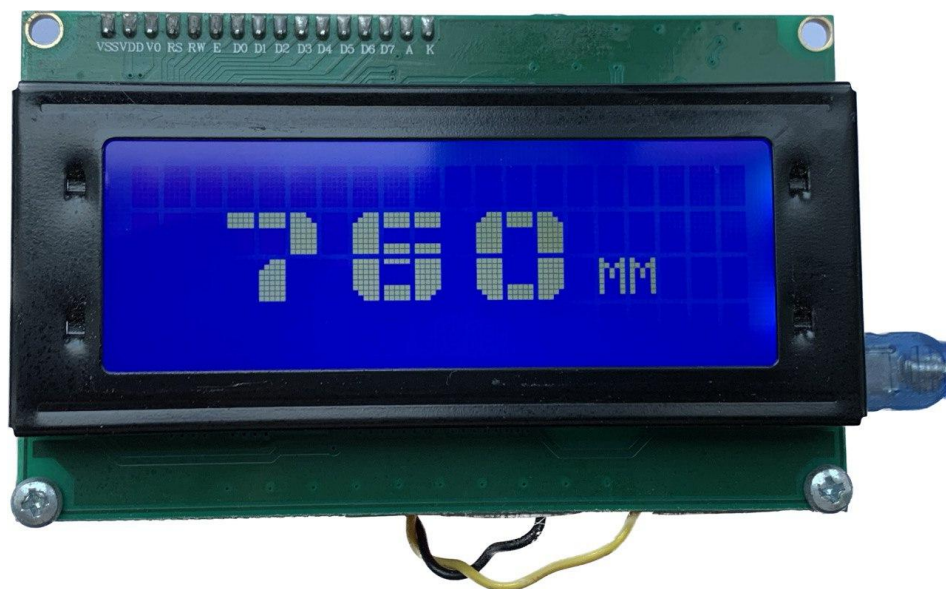


Рис 3.4.5. Атмосферний тиск

6. Шостий рисунок: Поточний час. На зображенні великими літерами відображається поточний час. Це дозволяє легко і швидко отримати інформацію про поточний час без необхідності заглядати в деталі.



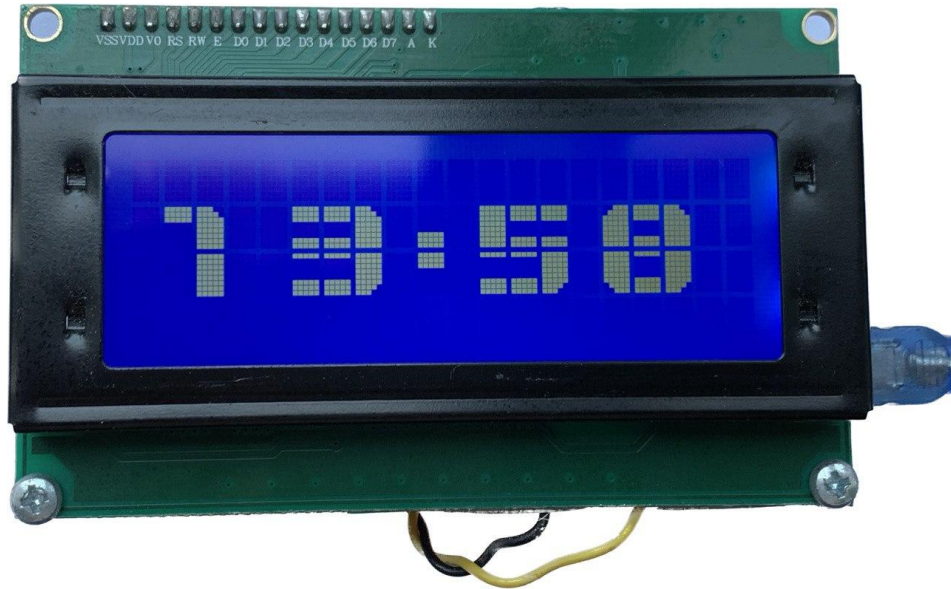


Рис 4.3.6. Поточний час

7. Сьомий рисунок: Поточна температура та автор приладу. На цьому зображенні показана поточна температура, а також ім'я автора пристрою. Це дозволяє користувачеві знати актуальну температуру та відповідну інформацію про автора пристрою.



Рис4.3.7 Поточна температура.



## ВИСНОВОК

Розроблений в рамках дипломного проекту "Електронний настільний годинник на базі Arduino", закінчений пристрій є результатом успішного поєднання технічних знань, професійної експертизи та високої якості виконання. Його функціональність та ефективність підтверджують його придатність для використання в реальних умовах.

Електронний настільний годинник на базі Arduino має ретельно розроблене програмне забезпечення, яке дозволяє точно відображати час, дату та погодні параметри. Він забезпечує широкий спектр функціональних можливостей, включаючи налаштування будильників, таймерів та відображення інформації про температуру та атмосферний тиск. Програмне забезпечення реалізоване з врахуванням найсучасніших стандартів програмування та забезпечує стабільну та надійну роботу пристрою.

В процесі тестування було перевірено відповідність пристрою встановленим вимогам та специфікаціям. Всі функції працювали належним чином, і не було виявлено жодних неполадок або проблем. Це підтверджує високу якість розробленого програмного забезпечення та правильне підключення та взаємодію всіх компонентів пристрою.

Завершений пристрій має компактний та естетичний дизайн, що дозволяє легко вписатись в будь-який інтер'єр. Використання високоякісних матеріалів та уважне виготовлення забезпечують його надійність та довговічність.

У підсумку, закінчений пристрій електронного настільного годинника на базі Arduino є вдалим прикладом успішного проектування, програмування та реалізації електронного пристрою. Його функціональність, стабільність та естетичний зовнішній вигляд роблять його привабливим варіантом для будь-якого користувача, який цінує точність, зручність та ефективність у вимірюванні часу та контролі погодних умов.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Белов А.В. Конструювання пристроїв на мікроконтролерах/А.В. Белов. - СПб.: "Наука та Техніка", 2010. - 256 с. – ISBN 5-94387-155-1.
2. Белов А.В. Самовчитель з мікропроцесорної техніки/А.В. Белов. - СПб.: "Наука та Техніка", 2009. - 224 с. - ISBN 5-94387-084-9.
3. Белов А.В. Створюємо пристрої на мікроконтролерах/А.В. Белов. – СПб.: Наука та Техніка, 2007. – 304 с. - ISBN 978-5-94387-364-3.
4. Болл С.Р. Аналогові інтерфейси мікроконтролерів/С.Р. Боллі. – М.: Видавничий дім “Додека-XXI”, 2007. – 360 с. - ISBN 978-5-94120-142-6.
5. Вальпа О.Д. Корисні схеми із застосуванням мікроконтролерів та ПЛІС/О.Д. Вальпа – М: Видавничий дім "Додека-XXI", 2006. – 416 с. - (Серія "Програмовані системи"). - ISBN 5-94120-129-X.
6. Бірюков С.А. Цифрові пристрої на МОП-інтегральних мікросхемах/С.А. Бірюков. – М.: Радіо та зв'язок, 2008. – 127 с.
7. Білоцерківський Г.Б. "Основи радіотехніки" / Г.Б. Білоцерківський. - М.: "Радянське радіо", 1978. - 368с.
8. Буклер В.О. Монтаж радіоапаратури/В.О. Буклер. – М.: “Зв'язок”, 2009. – 264с.
9. Гаспаров Д.В. Прогнозування технічного стану та надійності РЕА/Д.В. Гаспарів. - М: Енергія, 1973. - 224с.
10. Кушнір Ф.В. Електрорадіовимірювання/Ф.В. Кушнір. - Ленінград: Вища школа, 2012. - 210с.
11. Довідник з радіовимірювальних приладів. / За ред.В.С. Насонова. - М: Радянське радіо, 1976. - 330с.
12. Тарабрін Б.В. Цифрові інтегральні мікросхеми/Б.В. Тарабрін. - Довідник. М.: Радіо та зв'язок, 2009. – 240с.
13. Терещук Р.М. Напівпровідникові приймально-підсилювальні пристрої/Р.М. Терещук. - Довідник радіоаматора. – К.: Наукова думка, 1981. – 670 с.