

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. Потебні

Кафедра електроніки, інформаційних систем
та програмного забезпечення

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий магістерський

(рівень вищої освіти)

на тему Дослідження та розробка приладу контролю параметрів навко-
лишнього середовища

Виконав: студент II курсу, групи 8.1532

Спеціальності 153 Мікро- та наносистемна техніка

освітньої програми Мікроелектронні інформаційні
системи

(код і назва освітньої програми)

Михальцов Данило Романович

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник доцент кафедри ЕІСПЗ, доцент, к.т.н.

Ніконова Аліна Олександрівна

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент інженер-конструктор Конструкторського бюро Коло-
сова

Григор'єва Ірина Костянтинівна

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2023 рік

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ**

Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 153 «Мікро- та наносистемна техніка»

(код і назва)

Освітня програма Мікроелектронні інформаційні системи

(код і назва)

Спеціалізація _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕІСПЗ

Критська Т.В.

“ ___ ” _____ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Михальцов Данило Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження та розробка приладу контролю параметрів навколишнього середовища»

керівник роботи Ніконова Аліна Олександрівна

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

затверджені наказом ЗНУ від “01” травня 2023 року №639-с

2. Строк подання студентом роботи 30 листопада 2023 року

3. Вихідні дані до роботи мікроконтролер ATmega328P-PU, оптопарі з симісторним входом МОС3023, датчик температури та вологості АНТ10, перетворювач інтерфейсу rs485, високвольтний напівмостовий драйвер IR2153, зовнішній тактовий генератор побудований на кварцевому резонаторі

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Принципи аналізу та об'єкти вимірювання стану навколишнього середовища

2. Розробка приладу контролю параметрів навколишнього середовища

3. Техніко-економічне обґрунтування

4. Охорона праці та техногенна безпека

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

Л1 – Система автоматичного контролю навколишнього середовища; Л2 – Обґрунтування вибору мікроконтролера atmega 328; Л3 – Вибір датчику контролю

параметрів; Л4 – Блок комутації високої напруги; Л5 – блок комутації низької напруги; Л6 – Моделювання схеми з використанням шини передачі даних; Л7 – То-

пология друкованої плати; Л7 – Схема електрична принципова (креслення)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
<i>I</i>	<i>Ніконова А.О.</i>	<i>01.11.2022</i>
<i>II</i>	<i>Ніконова А.О.</i>	<i>01.05.2023</i>
<i>III</i>	<i>Ніконова А.О.</i>	<i>04.10.2023</i>
<i>IV</i>	<i>Ніконова А.О.</i>	<i>02.11.2023</i>

7. Дата видачі завдання _____ 01.11.2022 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів проекту (роботи)	При-мітка
<i>1</i>	<i>Аналіз існуючих приладів. Визначення недоліків, переваг, методів модернізації та покращення параметрів</i>	<i>01.11-01.03</i>	
<i>2</i>	<i>Визначення основних параметрів навколишнього середовища</i>	<i>01.03-01.05</i>	
<i>3</i>	<i>Розробка структурної схеми</i>	<i>01.05-12.09</i>	
<i>4</i>	<i>Обґрунтування вибору елементної бази приладу</i>	<i>12.09-25.09</i>	
<i>5</i>	<i>Розробка блоку комутації</i>	<i>25.09-08.10</i>	
<i>6</i>	<i>Розробка схеми блоку живлення</i>	<i>08.10-25.10</i>	
<i>7</i>	<i>Моделювання схеми в електронному середовищі</i>	<i>25.10-04.11</i>	
<i>8</i>	<i>Розділ економічного обґрунтування</i>	<i>04.10-02.11</i>	
<i>9</i>	<i>Розділ охорони праці та техногенної безпеки</i>	<i>02.11-16.11</i>	
<i>10</i>	<i>Оформлення плакатів, підготовка до захисту</i>	<i>16.11-30.11</i>	

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить 88 сторінок, 26 рисунків, 14 таблиць, 15 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – прилад контролю параметрів навколишнього середовища.

Мета роботи – розробка приладу контролю параметрів навколишнього середовища.

Завдання роботи – забезпечити точність передачі інформації, синхронність функціонування вузлів приладу; забезпечити контроль параметрів за допомогою датчиків, мобільність і автономність використання приладу.

Методика досліджень – моделювання пристрою за допомогою програмних забезпечень Proteus, SPlan 5.0, Layout 4.0.

Короткий виклад результатів досліджень – за допомогою розробленої системи можна керувати освітленням, обігрівачем, вентилятором, зволожувачем повітря. Таким чином можна організувати контроль навколишнього середовища, включати і відключати освітлення в потрібний час, забезпечувати роботу вентиляції за таймером або при досягненні критичної температури, контролювати параметри обігрівача при різних температурних режимах.

Результати впровадження – макет електронного приладу пройшов випробування на кафедрі ЕІСПЗ.

Прогнозні пропозиції – рекомендується подальша доробка схеми, для забезпечення запам'ятовування інформації і передачі її на персональний комп'ютер або мобільний пристрій для подальшого аналізу.

МІКРОКОНТРОЛЕР, СХЕМА, ДАТЧИК, ШИНА ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ, ІНДИКАТОР, КОМУТАТОР, РЕЗИСТОР, КОНДЕНСАТОР

Кваліфікаційну роботу виконано на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення з 01.11.2022 р. по 30.11.2023 р.

Зміст

ВСТУП.....	3
1 ПРИНЦИПИ АНАЛІЗУ ТА ОБ'ЄКТИ ВИМІРЮВАННЯ СТАНУ 4	4
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	4
1.1 Аналіз стану навколишнього середовища	4
1.2 Основні параметри навколишнього середовища, що підлягають вимірюванню.....	7
1.3 Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища	9
1.3.1 Загальні характеристики вимірювального обладнання	10
1.3.2 Вимірювання вологості повітря.....	11
1.3.3 Вимірювання температури навколишнього середовища.....	14
2 РОЗРОБКА ПРИЛАДУ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРІВ	19
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	19
2.1 Узагальнена схема системи контролю.....	19
2.2 Схема управління системою	22
2.3 Структура мікроконтролера ATmega328P	27
2.4 Архітектура ядра AVR	30
2.5 Зовнішні пристрою контролю навколишнього середовища.....	33
2.6 Використання двонаправленої шини передачі даних.....	39
2.7 Розробка блоку видачі керуючих команд	42
2.7.1 Блок комутації високої напруги	43
2.7.2 Блок комутації низької напруги.....	46
2.8 Розробка схеми блоку живлення.....	48
2.9 Розробка друкованої плати	51
2.10 Електрична принципова схема приладу.....	54

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	56
3.1 Обґрунтування вибору датчика температури та вологості АНТ10.....	56
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....	63
4.1 Загальне визначення охорони праці, її роль, предмет, об'єкт та методичні основи.	63
4.1.1 Правові та організаційні питання охорони праці.....	64
4.1.2 Пожежна безпека.....	66
4.1.3 Техногенна безпека	67
4.2 Електробезпека.....	73
4.3 Освітлення виробничих приміщень.....	76
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	80
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	81
ДОДАТОК А.....	83

ВСТУП

Проведення технологічних процесів, вимірювання параметрів на різних рівнях організації виробництва та забезпечення життєдіяльності живих організмів потребує постійного контролю параметрів навколишнього середовища.

Аналіз стану навколишнього середовища можна проводити із залученням різних методів та устаткування, серед яких є фізичні, фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні, методи клітинної біології, генної інженерії, а також методи варіаційної статистики і математичного аналізу. На якість, точність і достовірність досліджень значною мірою впливають багато чинників.

Показники температури та вологості є важливими факторами, адже відхилення деякого вимірюваного значення від встановленої межі може змінити умови проведення технологічного процесу, досліджу та як наслідок – негативний результат процесу. Саме тому, постійний контроль цих параметрів є критерієм дозволу проведення досліджу, експерименту, технологічного процесу або та ін. Актуальним є завдання на розробку автоматизованого приладу контролю параметрів навколишнього середовища, що може скласти конкуренцію іноземним виробникам[1].

З огляду на вищезазначене, в Україні застосування автоматизованих систем контролю параметрів навколишнього середовища є перспективною областю. Створення актуальних товарів для промислового ринку позитивно позначиться на імпортозаміщенні та розвитку країни. Автоматизовані системи контролю параметрів навколишнього середовища з нижчою вартістю та простотою в експлуатації знизить вартість технологічного процесу, експерименту або досліджу.

1 ПРИНЦИПИ АНАЛІЗУ ТА ОБ'ЄКТИ ВИМІРЮВАННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

1.1 Аналіз стану навколишнього середовища

Поняття «навколишнє середовище» (НС) достатньо складне та в першу чергу залежить від особливостей об'єкта, що функціонує в цьому середовищі. Навколишнє середовище можна розглядати у людини або будівлі, у підприємства або організації. Для людини НС є дуже складним та різноманітним: матеріальне і нематеріальне, природне і штучне, глобальне і локальне, регульоване і нерегульоване тощо. Навколишнє середовище біологічних компонентів – окремі організми, популяції, види рослин і тварин. Поняття «навколишнє середовище» охоплює великий діапазон – від загального середовища (наземного, водного, ґрунтового) існування певних видів організмів до локального (індивідуального) середовища, яке безпосередньо оточує конкретний організм. Саме жива речовина є основною рушійною силою в біосферній міграції хімічних елементів. Наукове визначення організму включає і зовнішнє середовище, яке саме підтримує його існування. Поняття НС розглядається залежно від впливу організму на нього:

- загальне, що виходить за межі індивідуального впливу організму;
- індивідуальне, що оточує організм і залежить від нього.

Отже «навколишнім середовищем» зокрема, є ойкументне та ярусове навколишнє середовище. Аналіз стану навколишнього середовища можна проводити на різних рівнях організації матерії із залученням різних методів та устаткування. По-перше, це аналіз неживої природи: стану ґрунтів, води, повітря (вимір кислотності, лужності, наявності певних іонів, вмісту мікроелементів, радіоактивності, змін стану газової фази тощо). По-друге, аналіз стану

живих організмів та їхніх залишків, продуктів їхньої життєдіяльності у ґрунтах, воді, повітрі. Також об'єктами дослідження і тестерними системами можуть бути і самі організми. Існує багато різноманітних методів, які використовують для аналізу стану навколишнього середовища. Серед них є фізичні, фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні, методи клітинної біології, генної інженерії, а також методи варіаційної статистики і математичного аналізу. Значною мірою на точність, якість та достовірність досліджень значною мірою впливають багато чинників, серед яких: правильність і точність вимірювання об'ємів рідин; відважування реактивів; дбайливе ставлення до приладів та вміле користування ними; правильність обробки одержаного експериментального матеріалу. Обов'язковим для проведення досліджень є відповідність лабораторій санітарногігієнічним нормам, наявність засобів індивідуального захисту, підведення гарячої та холодної води. Реактиви, які використовують для аналізів, повинні бути марки «ч.д.а.» («чисті для аналізу»), що мають не більше 0,07 % домішок, «х.ч.» («хімічно чисті»), в яких домішок не більше 0,03 %. Для фільтрів, які застосовуються, є певний тип маркування: синя смужка на фільтрах свідчить про те, що їх уживають для фільтрування дрібнозернистих сумішей, біла – середніх, чорна або рожева – найменш щільних суспензій, для драглистих речовин, жовта – фільтри знежирені. Крім того, екологічна лабораторія повинна мати допоміжні кімнати; вагову, апаратну, підсобну. Іноді потрібно використовувати посуд з полімерних матеріалів і вибрати відповідне скло до типу робіт (термостійке, хімічно стійке, вакуумне).

Організаційна структура служб моніторингу, які забезпечують виконання основних обов'язків, складається з основних і допоміжних. Основні служби виконують основні функціональні обов'язки: спостереження, контроль, оцінка та аналіз стану досліджуваного об'єкта. Допоміжні служби представлені відділами матеріального, фінансового, технічного, інформаційного, методичного, нормативного, правового забезпечення [1,2].



Рисунок 1.1 – Типова функціональна схема моніторингу

Типова функціональна схема моніторингу звичайно із служб спостереження і збору первинних даних та контролю їх достовірності і первинної обробки; служби контролю рівня забруднення, аналізу і оцінки стану середовища; служби моделювання і прогнозу стану середовища, можливих його змін та розроблення рекомендацій; служби підготовки інформації для користувачів. При цьому важлив організація передачі інформаційних потоків між цими підрозділами.

Спостереження у межах системи моніторингу за дією основних антропогенних факторів і процесів відбуваються за такими напрямками:

- спостереження за локальними джерелами забруднення і забруднюючими факторами.

Вони здійснюються на територіях окремих об'єктів (підприємств, ділянок ландшафтів, населених пунктів) у формі контролювання кількісного й якісного складу викидів і скидів забруднюючих речовин;

– спостереження за станом навколишнього природного середовища.

Вони зосереджені на відслідковуванні фізико-географічних (розподіл суші і води, рельєф, природні ресурси, народонаселення, урбанізація), геофізичних (вулкани, землетруси, ерозії, цунамі), хімічних (хімічний склад атмосферних домішок природного й антропогенного походження, опади, поверхневі і підземні води, ґрунт, рослини, основні шляхи поширення забруднювачів), геохімічних (кругообіг речовин, 19 хімічні, шумові забруднення атмосфери), явищ і процесів; – спостереження за станом біотичної складової біосфери. В їх процесі відслідковують реакції окремих організмів, популяцій, або угруповань, а також спостерігають за функціональними і структурними біологічними ознаками (приростом біомаси за годину часу, швидкістю поглинання різних речовин рослинами чи тваринами, чисельністю видів рослин і тварин, загальною біомасою);

– спостереження за реакцією великих систем (клімату, біосфери, Світового океану). При цьому моніторингу потребують фізичні, хімічні і біологічні показники.

1.2 Основні параметри навколишнього середовища, що підлягають вимірюванню

До факторів навколишнього середовища, що підлягають вимірюванню, належать перш за все такі:

Кліматичні чинники суттєво впливають на зміни екосистеми та зумовлюють виникнення опадів на цій території. Метеорологічні спостереження

проводяться для вимірювання та оцінки сукупності факторів, що характеризують розвиток нормальних і аномальних природних (кліматичних) явищ, а також відповідних реакцій системи.

Параметри, що контролюються:

- температура поверхні землі (в градусах Цельсія з точністю до однієї десяткової цифри);
- температура повітря (на висоті 1,5 м, в градусах Цельсія з точністю до однієї десяткової цифри);
- температура ґрунту (на глибині 20 см, в градусах Цельсія з точністю до однієї десяткової цифри);
- відносна вологість повітря (у відсотках); – інсоляція, ультрафіолетове випромінювання (Вт/м S02).

2. Вимірювання концентрації токсичних газів та аерозолів в атмосферних вітрах дозволяє оцінити рівень забруднення та розрахувати суху пилову масу токсичних речовин на поверхні ґрунту досліджуваної ділянки. Найкраще вимірювати вміст домішок поблизу на станціях безперервної реєстрації концентрації забруднювачів повітря, або використовувати лабораторний аналіз проб повітря.

3. Атмосферні опади визначають надходження (забруднюючих речовин) ЗР в екосистему і можуть бути розділені на сухі і вологі осадження. Сухі осадження неможливо виміряти безпосередньо. Їх значення можна розрахувати на основі концентрації в приземному шарі атмосфери газоподібних і твердих забруднювачів, часткоподібних забруднювачів і швидкостей осадження. Вологі осадження можна виміряти шляхом аналізу зразків опадів у лабораторії. На газоні влаштовують місця збору атмосферних опадів. Це забезпечує вільне проникнення дощу або снігу в колектор. Приймачі розміщуються на висоті 1,2 м над землею. Для аналізу вмісту важких металів в атмосферних опадах були спеціально відібрані окремі проби вологого осаду. Підземні води (води із зон аерації) потребують особливого контролю. Надходження кислої води в ґрунт розчиняє мінеральні речовини і викликає вивітрювання.

4. Підземні води є одним з основних переносників елементів в екосистемах, багато в чому залежно від особливостей гідрологічної зони. Відбір проб можна проводити в місцях, де підземні води піднімаються на поверхню в струмках, колодязях, колодязях, трубах або свердловинах. Відбір проб виконується на ділянках з підземними водами на ділянці видобутку, де є природні джерела або де підземні води просочуються на поверхню.

5. Основним джерелом надходження розчинених речовин з річкових басейнів є поверхневі води, поверхневий стік. Величина втрат елемента може бути розрахована на підставі вимірювання вмісту ЗР у поверхневих водах у зонах стоку та аналізу його концентрації у джерелі води або водоймі.

Система станції моніторингу в кожному конкретному випадку залежить від типу досліджуваного об'єкта. Виділяють такі системи станцій моніторингу:

- система станцій спостереження за контрольними зонами;
- система станцій спостереження за забрудненими зонами;
- система станцій спостереження за територією та навколишнім середовищем населених пунктів.

Кожна з цих систем зазвичай складається з кількох станцій. Крім того, кожна окрема станція спостереження може мати ряд точок відбору, тобто мережу цих точок. Кількість і розташування цих пунктів у кожному конкретному випадку залежить від певних умов і вимог, і перш за все від типу і специфіки об'єкта, завдань і програми спостереження, методів і прийомів виконання [1,3].

1.3 Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища

Вимірювальний прилад - це засіб вимірювання, який дозволяє безпосередньо визначати параметри вимірюваної величини.

Залежно від способу передачі інформації вимірювальні прилади поділяються на аналогові та цифрові.

Інформація, яку отримує аналоговий вимірювальний прилад, постійно змінюється і аналогічно реєструється. Величина параметра, що змінюється, відображається на шкалі приладу. Аналоговий прилад містить:

- сенсор – функціональний елемент, що забезпечує зв'язок між приладом та параметром, що вимірюється;
- перетворювач сигналу, який трансформує отриманий сенсором сигнал таким чином, щоб його можна було спостерігати, читати, реєструвати;
- аналоговий індикатор, що перетворює сигнал від перетворювача у форму, зручну для реєстрації оператором.

Типовий приклад аналогового вимірювального приладу – термометр. Сенсором тут є головка термометра, перетворювачем сигналу – капілярна трубка зі ртуттю, аналоговим індикатором – градуйована шкала.

У цифрових приладах інформація подається у вигляді дискретних сигналів, хоча величина параметра змінюється безперервно. Ділянка змін величини параметра, що вимірюється, ділиться на певну кількість рівних інтервалів, позначених цифрами. Кожен інтервал відповідає найменшій зміні параметра, яку здатний зареєструвати прилад. Цифровий прилад містить такі основні елементи:

- сенсор (функції його ті ж самі, що й в аналоговому приладі);
- аналогово-цифровий перетворювач, який перетворює отриманий сигнал у цифрову форму;
- цифровий дисплей, за допомогою якого читається отримана інформація[4].

1.3.1 Загальні характеристики вимірювального обладнання

Точність описує різницю між значенням вимірюваної величини та фактичним значенням. Точність вимірювального приладу обмежує вимірювання зна-

чень параметрів. Загальною ознакою засобів вимірювань є рівні точності - показники межі похибки, встановлені для них згідно зі стандартами. Наприклад, рівень точності 0,1 відповідає похибці 0,1%.

Чутливість пристрою можна визначити як співвідношення між зміною сигналу датчика та зміною вимірюваного параметра. Пристрої з низькою чутливістю можуть втратити частину корисної інформації, тоді як пристрої з високою чутливістю можуть отримати надлишок інформації, ускладнюючи інтерпретацію.

Роздільна здатність – найменша зміна величини параметра, що вимірюється. Наприклад, найменша поділка або цифра шкали приладу.

Вірогідність – здатність приладу надавати вірну інформацію протягом визначеного періоду часу.

Лінійність відгуку відповідає рівномірній шкалі приладу; ця характеристика не є обов'язковою, але полегшує процес вимірювання.

Час відгуку характеризує швидкість, з якою прилад реагує на зміну вхідного сигналу. Він відповідає проміжку часу між зміною параметра та моментом вимірювання цієї зміни.

Дрейф нуля характеризує нестабільність установки нуля за відсутності сигналу. Він залежить від кліматичних та інших умов [5].

1.3.2 Вимірювання вологості повітря

Вологість повітря, або вміст у ньому водяної пари, є важливою характеристикою погоди і клімату. Вологість повітря вимірюється гігрометрами і психрометрами.

Як відомо, вода займає близько 70,8 % поверхні земної кулі; живі організми містять від 50 до 99,7% води, в атмосфері міститься 13-15 тис. км³ води у вигляді крапель, кристалів снігу і водяної пари.

Водяна пара в атмосфері впливає на клімат Землі. Вологість повітря має важливе значення в метеорології для прогнозування погоди. Підтримання постійної вологості є обов'язковим для текстильної, кондитерської, фармацевтичної, музейної та бібліотечної промисловості. Здоров'я людини залежить від вологості повітря, що забезпечує випаровування вологи та підтримку сталої температури тіла. Отже, вимірювання вологості є однією з необхідних і важливих навичок як для виробничих цілей, так і для побутового життя.

Абсолютна і відносна вологість характеризуються кількістю вологи.

Якщо говорити про *абсолютну вологість*, то це маса водяної пари, що міститься в см^3 при даній температурі (тобто це щільність водяної пари). Її одиницею є кілограм на метр в кубі ($\text{кг}/\text{м}^3$).

В однаковій масі пари при різній температурі повітря значення будуть відрізнятися, тому цим способом неможливо оцінити об'єктивну ступінь вологості повітря.

Відносну вологість можна дізнатися відношенням абсолютної вологості при певній температурі до густоти насичення водяної пари при такій же температурі. Вона вимірюється у відсотках (%).

Для вимірювання відносної вологості необхідно:

- Виміряти температуру повітря і за допомогою спеціальної таблиці знайти тиск насиченої пари при цій температурі.
- Встановити точку роси, а потім знайти тиск водяної пари (таблиця), що відповідають тій же температурі.
- За формулою зробити обчислення.

Точкою роси є температура, при якій відносна вологість становить 100%. Для визначення цієї величини застосовують спеціальні прилади - гігрометри. Найбільш простими у використанні є гігрометр Ламберта і волосяний гігрометр.

Гігрометр Ламбрехта складається з циліндричної металевої бочки з горизонтальною віссю. У середину цього циліндра вставлена трубка, з'єднана з гумовою грушею.

Ефір поміщається в циліндр, дозволяючи повітря протікати через циліндр, щоб прискорити його випаровування. При випаровуванні ефіру охолоджується і циліндр. Коли температура циліндра дорівнює температурі точки роси, його поверхня запотіває. Для вимірювання температури всередину циліндра вставляють термометр, а щоб момент випадання роси був помітним, на циліндр надягають блискуче кільце, ізольоване від нього теплоізоляційною прокладкою. Більш детальна класифікація представлена в таблиці 1.1 [1].

Таблиця 1.1- Види гігрометрів та сфери їх застосування

Види гігрометрів	Призначення	Застосування
Вимірювач вологості твердого середовища	Використовується для перевірки таких матеріалів як бетон, цемент, деревина, картон, папір та ін. Один прилад може бути розрахований на роботу тільки з одним типом матеріалу або поєднувати одразу кілька можливостей	Контроль якості будівельних матеріалів на виробництві, при закупівлі, зберіганні, перевірці характеристик готової продукції
Термогігрометр	Має сенсор який знімає показники температури та вологості повітря. Принцип роботи – безконтактним способом	Вимірювання параметрів мікроклімату в житлових, виробничих приміщеннях, офісах, теплицях, складах.
Вимірювач вологості повітря	Включає зонд або датчик, який реагує на скупчення найдрібніших водяних частинок в повітрі.	Перевірка умов зберігання книг і предметів мистецтва в музеях, контроль процесу сушіння продукції на виробництві
Універсальний гігрометр	Призначений для вимірювання вологості повітря, твердих середовищ, а також температури і точки роси.	Може застосовуватись в різних сферах діяльності: при перевірці умов зберігання паперової продукції, продовольчих товарів, зерна, а також у побуті

Якщо раніше прилади для вимірювання вологості використовувалися лише в професійних цілях, наприклад, у наукових лабораторіях, то сьогодні кожен, хто цікавиться мікрокліматом у приміщенні, може скористатися гігрометром. Технічний прогрес продовжується, удосконалюється обладнання, з'явилися моделі, що дозволяють визначати вологість твердих речовин.

1.3.3 Вимірювання температури навколишнього середовища

В енергетичних установках і системах тепловимірювання використовуються для поточного виробничого контролю роботи обладнання. При проведенні аудиту енергетичних систем, де температура є основним об'єктивним показником відповідності їх експлуатаційних характеристик вимогам нормативних або технічних умов, точність вимірювань визначає, чи можливі подальші заходи з впровадження енергозберігаючих заходів. Як правило, величина температури найбільш значуща в системах з потужними енергетичними потоками, в яких головним чином проводяться вимірювання ряду основних величин (тиску, температури, витрати та ін.) таких робочих речовин [4]:

- води живильної, охолодженої, хімічно очищеної, мережевої і конденсату;
- свіжої пари, перегрітої пари, відібраної і відпрацьованої пари;
- повітря атмосферного, а також повітря для охолодження турбогенератора;
- димових газів у топці і газоходах котлоагрегату;
- насосів, вентиляторів, димососів і в системах перетворення енергій; - палива твердого, рідкого і газоподібного.

Виміряти температуру об'єкта безпосередньо, тобто так само, як інші фізичні величини, такі як довжина, маса, об'єм або час, неможливо. Тому температуру речовини визначають, спостерігаючи за змінами фізичних властивостей іншої речовини, так званої термометричної, яка контактує з нагрітим об'єктом і через деякий час вступає з ним у теплову рівновагу. Цей метод вимірювання не дає абсолютного значення температури нагрітого середовища, а лише різницю відносно початкової температури робочої речовини, яка приймається за нуль. Майже всі фізичні властивості останньої більшою чи меншою мірою залежать від температури, оскільки при нагріванні змінюється внутрішня енергія речовини, але для їх вимірювання по можливості вибирають ті,

які чітко змінюються з температурою, не піддаються впливу інших факторів і відносно легко піддаються вимірюванню.

Цим вимогам найбільше повно відповідають такі властивості робочих речовин, як зміна тиску в замкнутому об'ємі, об'ємне розширення, зміна електричного опору, виникнення термоелектрорушійної сили та інтенсивність випромінювання, покладені в основу будови приладів для вимірювання температури. Зміна агрегатного стану хімічно чистої речовини (плавлення або затвердіння, кипіння або конденсація), як відомо, проходить при постійній температурі, значення якої визначаються складом речовини, характером її агрегатної зміни і тиском. Значення цих відтворених температур рівноваги між твердою і рідкою або рідкою і газоподібною фазами різних речовин при нормальному атмосферному тиску, що дорівнює 760 мм рт. ст., називаються реперними точками. Якщо взяти за основу інтервал температур між реперними точками плавлення льоду і кипіння води, позначивши їх відповідно 0 і 100, у межах цих температур виміряти об'ємне розширення певної робочої речовини, наприклад ртуті, що перебуває у вузькій циліндричній скляній посудині, і розділити на 100 рівних частин зміну висоти її стовпа, то в результаті буде побудована так звана температурна шкала. Для вимірювання температури, що лежить вище або нижче обраних значень реперних точок, отримані поділки наносять на шкалі і за межами відміток 0 і 100. Поділки температурної шкали називаються градусами. При побудові зазначеної температурної шкали була довільно взята пропорційна залежність об'ємного розширення ртуті від температури, що, однак, не відповідає дійсності, особливо при температурах вище 100 градусів. Тому за допомогою такої шкали можна точно виміряти температуру тільки у двох вихідних точках 0 і 100 градусів, тоді як результати вимірювання у всьому іншому діапазоні шкали будуть неточними. Те саме явище спостерігалось б і при побудові температурної шкали з використанням інших фізичних властивостей робочої речовини, таких, як зміна електричного опору провідника, збудження термоелектрорушійної сили і т.п. Користуючись

другим законом термодинаміки, англійський фізик Кельвін у 1848 р. запропонував дуже точну і рівномірну, що не залежить від властивостей робочої речовини шкалу, яка отримала назву термодинамічної температурної шкали (шкали Кельвіна). Остання заснована на рівнянні термодинаміки для оборотного процесу (циклу Карно). Термодинамічна температурна шкала починається з абсолютного нуля і у цей час є основною. Одиниці термодинамічної температури позначаються знаком К (кельвін), а умовне значення її буквою Т. На Генеральній конференції по мірах і вагах Міжнародний комітет мір і ваг прийняв нову практичну температурну шкалу 1968 р. (МПТШ-68), градуси якої позначаються знаком °С (градус Цельсія), а умовне значення температури – буквою t. Для цієї шкали градус Цельсія дорівнює градусу Кельвіна. Крім Міжнародної практичної температурної шкали, існує ще шкала Фаренгейта, запропонована у 1715 р. Шкала побудована шляхом поділу інтервалу між реперними точками плавлення льоду і кипіння води на 180 рівних частин (градусів), позначуваних знаком °Ф. За цією шкалою точка плавлення льоду дорівнює 32, а кипіння води 212°Ф.

Для визначення істинної температури повітря термометри, прикріплені до оправы, варто встановлювати в тіні і на відстані від освітлених сонцем предметів. При впливі на них прямих сонячних променів вони показують 235 більш високу температуру, ніж має навколишнє повітря, через нагрівання матеріалу оправы. Більш точні дані про температуру повітря одержують за допомогою аспіраційного термометра, що є складовою частиною психрометра Асмана. Психрометр аспіраційний великої моделі (Асмана) служить для вимірювання температури і вологості повітря в стаціонарних і польових умовах. Принцип дії психрометра ґрунтується на різниці показань сухого (лівого) і змоченого (правого) термометрів у залежності від вологості навколишнього повітря. Резервуар правого термометра повинний бути обернутий тонкою матерією (батистом в один шар чи марлею), що перед роботою змочують водою. Термометри аспіратора повинні щорічно перевірятися в бюро перевірки управління

гідрометеорологічної служби. Крім того, роботу аспіратора необхідно перевіряти не рідше двох разів на місяць. Для цього пружину механізму заводять до відмовлення і стежать через спеціальне віконце на ковпаку за обертанням барабана, відзначаючи по секундоміру час одного обороту по рисці, нанесеній на барабан. При справному психрометрі один оборот барабана не повинний перевищувати більше, ніж на 10 с часу, зазначеного в паспорті приладу. При більш значній зміні цієї швидкості прилад необхідно відремонтувати і перевірити в бюро перевірки

Прилади для вимірювання температури поділяють залежно від використовуваних ними фізичних властивостей речовин на такі групи з діапазоном показань [5]:

1. Термометри розширення ($-190\dots+650^{\circ}\text{C}$) засновані на властивості тіл змінювати під дією температури свій об'єм.

2. Манометричні термометри ($-160\dots+200^{\circ}\text{C}$) працюють за принципом зміни тиску рідини, газу або пари з рідиною в замкнутому об'ємі при нагріванні або охолодженні цих речовин.

3. Термометри опору ($-200\dots+650^{\circ}\text{C}$) засновані на властивості металевих провідників змінювати залежно від нагрівання їх електричний опір.

4. Термоелектричні термометри ($-50\dots+1800^{\circ}\text{C}$) побудовані на властивості різнорідних металів і сплавів утворювати в парі (спаї) термоелектро-рушійну силу, що залежить від температури спаю.

5. Пірометри ($-30\dots+6000^{\circ}\text{C}$) працюють за принципом вимірювання випромінюваної нагрітими тілами енергії, що залежить від температури цих тіл.

6. Термометри розширення. Фізична властивість тіл змінювати свій об'єм залежно від нагрівання широко використовується для вимірювання температури.

Цей принцип лежить в основі рідинних скляних і дилатометричних термометрів, які з'явилися дуже давно і слугували для створення перших температурних шкал. Рідинні термометри, які використовують принцип теплового

розширення рідини в скляній ванні, використовують ртуть або органічні рідини, такі як етиловий спирт або толуол, як робочу рідину. Ртутні термометри є найбільш поширеними, оскільки вони мають значні переваги перед термометрами, наповненими органічними рідинами, включаючи ширший діапазон вимірювання температури, де ртуть залишається рідкою, безртутне скло і простоту виготовлення, що дозволяє наповнювати їх хімічно чистою ртуттю. Ртуть є рідиною в діапазоні температур від -39°C (точка замерзання) до 357°C (точка кипіння) при атмосферному тиску і має середній коефіцієнт теплового розширення $0,18 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$. Скляні рідинні термометри є приладами місцевої індикації. Складається з резервуара для рідини, капілярної трубки, з'єднаної з резервуаром і закритої з протилежного боку, шкали і захисної оболонки [5].

Метою дипломної роботи є дослідження та розробка автономної системи контролю навколишнього середовища. Для досягнення мети треба вирішити наступні задачі:

- дослідити та проаналізувати існуючі аналоги систем контролю навколишнього середовища; визначити основні параметри мікроклімату, що треба контролювати
- розробити загальну структурну схему управління системою контролю навколишнього середовища;
- обрати мікроконтролер, що виконуватиме функції контролю та управління системою згідно з поставленими задачами;
- визначити необхідні датчики для контролю параметрів системи, провести дослідження за результатами якого обрати найбільш відповідні вимогам;
- розробити електричну принципову схему та перевірити її працездатність в електронному середовищі Proteus

2 РОЗРОБКА ПРИЛАДУ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

2.1 Узагальнена схема системи контролю

Система контролю відстежує різні фактори, що визначають стан навколишнього середовища та забезпечує управління пристроєм для регулювання зовнішніх показників. Система здатна контролювати:

- температуру (для передбачення перегріву або переохолодження та їх запобігання);
- освітлення (відповідно до необхідного заданого рівня);
- вентиляція (для створення обміну повітря в приміщенні для видалення надлишків теплоти, вологи, шкідливих та інших речовин);
- аналіз ґрунту (для розподілу поживних речовини та забезпечення зволоження).

Для автоматизації та ефективного регулювання параметрів НС, контроль здійснюється одночасно і становить одну велику систему, яка може бути оптимізована під індивідуальні потреби. Основні завдання системи автоматичного регулювання полягають в:

- керуванні температурою повітря;
- управлінні системою зволоження;
- управлінні освітлювальними установками.

Узагальнену структурну схему системи контролю НС можна представити у вигляді сукупності наступних функціональних блоків (рис. 2.1)

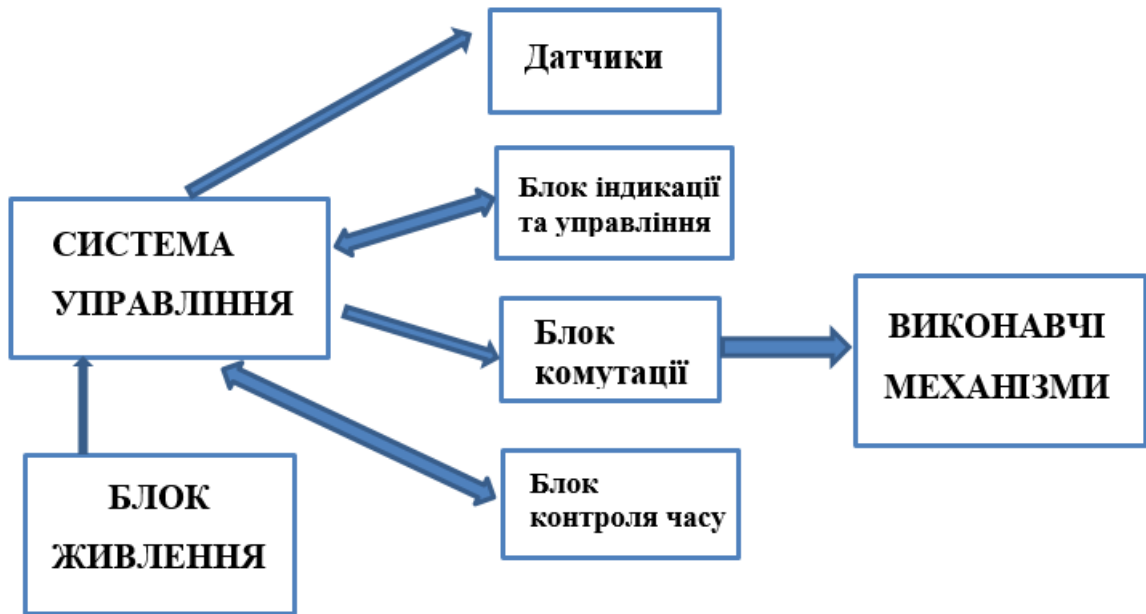


Рисунок 2.1 – Узагальнена схема системи контролю НС

Для автоматизації та ефективного регулювання параметрів НС, контроль здійснюється одночасно і становить одну велику систему, яка може бути оптимізована під індивідуальні потреби. Основні завдання системи автоматичного регулювання полягають в:

- керуванні температурою повітря;
- управлінні системою зволоження;
- управлінні освітлювальними установками.

Схема системи контролю включає:

1) Блок імпульсного живлення (БІЖ) призначений для перетворення постійної напруги в імпульсну встановленої скважності, які, як правило, подаються на імпульсний трансформатор. Імпульсні трансформатори застосовуються в пристроях імпульсної техніки для зміни амплітуди імпульсів. Основною вимогою до імпульсних трансформаторів є мінімальне спотворення форми трансформованих імпульсів.

При виготовленні імпульсних трансформаторів в якості осердя використовується феромагнітні матеріали - феритові сердечники на відміну від низько-частотних трансформатори, де в якості осердя використовується сталь (сталеві пластини). Вихідна напруга імпульсного джерела живлення (ІДЖ) стабілізована, завдяки негативному зворотному зв'язку, що дозволяє утримувати вихідну напругу на одному рівні навіть при зміні вхідної напруги та навантажувальної потужності. Зворотний негативний зв'язок може бути реалізований за допомогою однієї з додаткових обмоток в імпульсному трансформаторі або за допомогою оптрона, який підключається до вихідних ланцюгів джерела живлення та дозволяє реалізувати гальванічну розв'язку від мережі змінної напруги[6]. Основні переваги ІДЖ:

- високий ККД;
- низька собівартість;
- велика потужність;
- широкий діапазон напруги живлення;
- висока стабільність роботи;
- мала вага конструкції;
- невеликі розміри;
- безліч готових компонентних рішень.

Однак блоки живлення є джерелами перешкод, що пов'язано з принципом роботи схеми перетворювача. Для часткового усунення цього недоліку використовують екранування схеми.

Імпульсні джерела живлення стали практично неодмінним атрибутом будь-якої сучасної побутової та промислової техніки, що споживає від мережі потужність понад 100 Вт. До цієї категорії потрапляють комп'ютери, телевізори, монітори. Для створення імпульсних джерел живлення застосовуються спеціальні схемні рішення. Для виключення наскрізних струмів через вихідні транзистори деяких імпульсних джерел живлення використовують спеціальну форму імпульсів, а саме біполярні імпульси прямокутної форми, з

деяким проміжком часу тривалістю більшою за час розсмоктування неосновних носіїв у базі вихідних транзисторів. В іншому випадку ці транзистори будуть пошкоджені. Керуючі імпульси з метою стабілізації вихідної напруги може змінюватись за допомогою зворотного зв'язку. Зазвичай для забезпечення надійності в імпульсних джерелах живлення використовують високочастотні транзистори, які мають низькі частоти перемикання, малі коефіцієнти передачі по струму, значні струми витоку, великі падіння напруги на колекторному переході у відкритому стані.

2) Система управління – спеціалізований мікропроцесорний пристрій, орієнтований на виконання керуючих функцій. Інтегруючи на одному кристалі високопродуктивний процесор, пам'ять і набір периферійних пристроїв, мікроконтролери (МК) дозволяють з мінімальними витратами реалізувати високоефективні системи і пристрої управління.

3) Пристрої зняття інформації – датчики вологості, температури

4) Блок індикації та управління

5) Блок комутації - реле

6) Блок регулювання часу

7) Виконавчі механізми - засоби підтримки параметрів НС: насос, обігрівач, освітлювач.

2.2 Схеми управління системою

При проектуванні приладів необхідно знаходити компроміс між розмірами і вартістю схеми управління з одного боку та гнучкістю і продуктивністю з іншого. Співвідношення параметрів може відрізнятися дуже сильно в різних випадках. Тому існує безліч типів мікроконтролерів, що відрізняються архітектурою процесорного модуля, розміром і типом вбудованої пам'яті, набором

периферійних пристроїв, типом корпусу. В даний час однокристальні мікроконтролери є найбільш масовими представниками мікропроцесорної техніки, обсяг випуску яких становить близько 2,5 млрд. штук на рік.

Універсальні 16-розрядні МК призначені для реалізації систем реального часу середньої продуктивності. Структура і система команд адаптовані на швидку реакцію за зовнішніми подіями. Найчастіше використання мають в системах управління електродвигунами.

Периферійні (інтерфейсні) МК призначені для реалізації найпростіших МП систем управління. Вони мають малу продуктивність і малі габаритні розміри. Можуть використовуватися периферійними пристроями ЕОМ (клавіатура, миша і т.п.).

Універсальні 8-розрядні МК призначені для реалізації МП систем малої і середньої продуктивності. Мають просту систему команд і велику номенклатуру вбудованих пристроїв.

Цифрові сигнальні процесори (DSP – Digital Signal Processor) призначені для складної математичної обробки вимірюваних сигналів у режимі реального часу. Широко використовуються в телефонії та зв'язку. Основні відмінності DSP: підвищена розрядність оброблюваних слів (16,32,64 біта) і висока швидкість у форматі з плаваючою точкою (16 flops).

Спеціалізовані 32-розрядні МК реалізують високопродуктивну архітектуру і призначені для систем телефонії, передачі інформації, телебачення і інших, що вимагають високошвидкісної обробки інформації.

Типи системи команд процесорів сучасних МК:

- RISC – (Reduce Instruction Set Commands) архітектура зі скороченим набором команд.
- CISC – (Complex Instruction Set Commands) традиційна архітектура з розширеним набором команд.
- ARM – (Advanced RISC – machine) вдосконалена RISC архітектура.

Мікроконтролери AVR мають гарвардську архітектуру (програма та дані знаходяться у різних адресних просторах) та систему команд, близьку до ідеології RISC(рис.2.2).

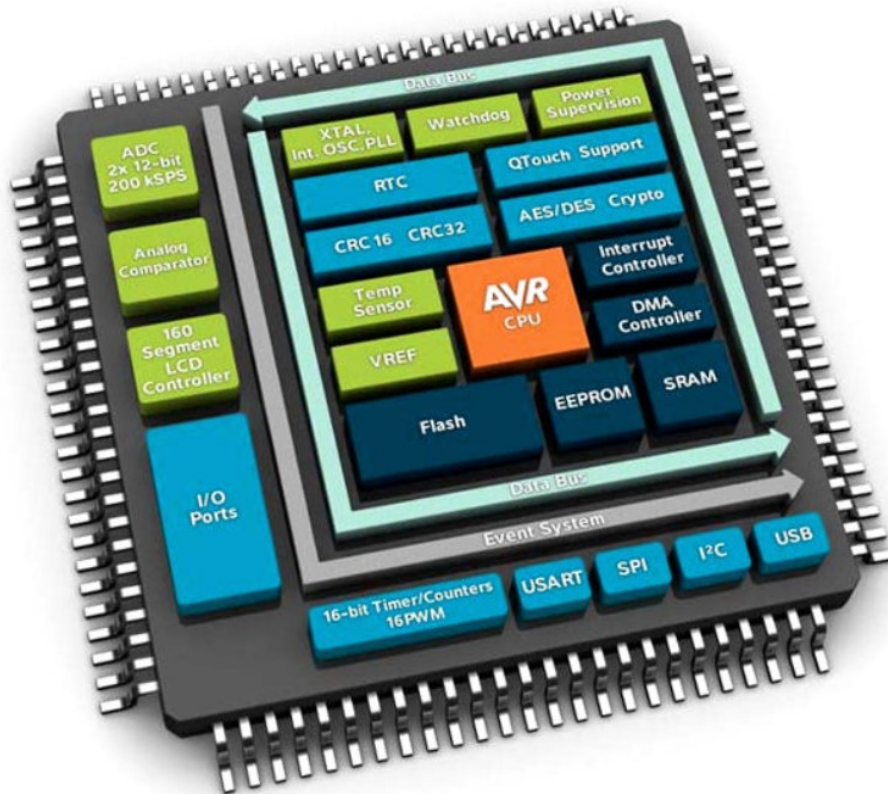


Рисунок 2.2 - Структура AVR мікроконтроллера

Мікроконтролер містить:

1. Швидкодіючий процесор із RISC-архітектурою;
2. FLASH-пам'ять;
3. EEPROM-пам'ять;
4. Оперативну пам'ять RAM;
5. Порти введення/виводу;
6. Периферійні та інтерфейсні модулі.

Сучасні AVR мікроконтролери містять близько 130 команд, які дуже швидко виконуються і не вимагають великих витрат як у внутрішньо-процесорних ресурсах, так і споживаної потужності.

Мікроконтролер ATmega328P – це високопродуктивний 8-розрядний мікроконтролер AVR з низьким енергоспоживанням - розширена архітектура RISC(рис 2.3). Має наступні особливості:

- 32 Кбайт внутрішньосистемної самопрограмованої флеш-пам'яті програм

- 1 Кбайт EEPROM

- 2 Кбайт внутрішньої SRAM

- 32 × 8 робочих регістрів загального призначення

- пропускна здатність до 16 MIPS на частоті 16 МГц

- сегменти енергонезалежної пам'яті високої витривалості

- блокування програмування для захисту програмного забезпечення

- внутрішній калібрований генератор

- зовнішні та внутрішні джерела переривань

- два 8-бітних таймера/лічильника з окремим режимом попереднього масштабування та порівняння

- один 16-бітний таймер/лічильник з окремим попереднім масштабувальником, режимом порівняння та режим захоплення

- лічильник реального часу з окремим генератором

- програмований послідовний USART

- послідовний інтерфейс SPI головний/підлеглий

- байт-орієнтований 2-провідний послідовний інтерфейс (сумісність із Phillips I²C)

- програмований сторожовий таймер з окремим вбудованим генератором

- вбудований аналоговий компаратор

- переривання та пробудження після зміни PIN-коду - спеціальні функції мікроконтролера

- шість каналів ШІМ

- 8-канальний 10-бітний АЦП у корпусі TQFP та QFN/MLF

- вимірювання температури

- скидання під час увімкнення живлення та програмоване виявлення перегорання

- шість режимів сну: режим очікування, зменшення шуму АЦП, енергозбереження, вимкнення живлення, режим очікування і розширений режим очікування.

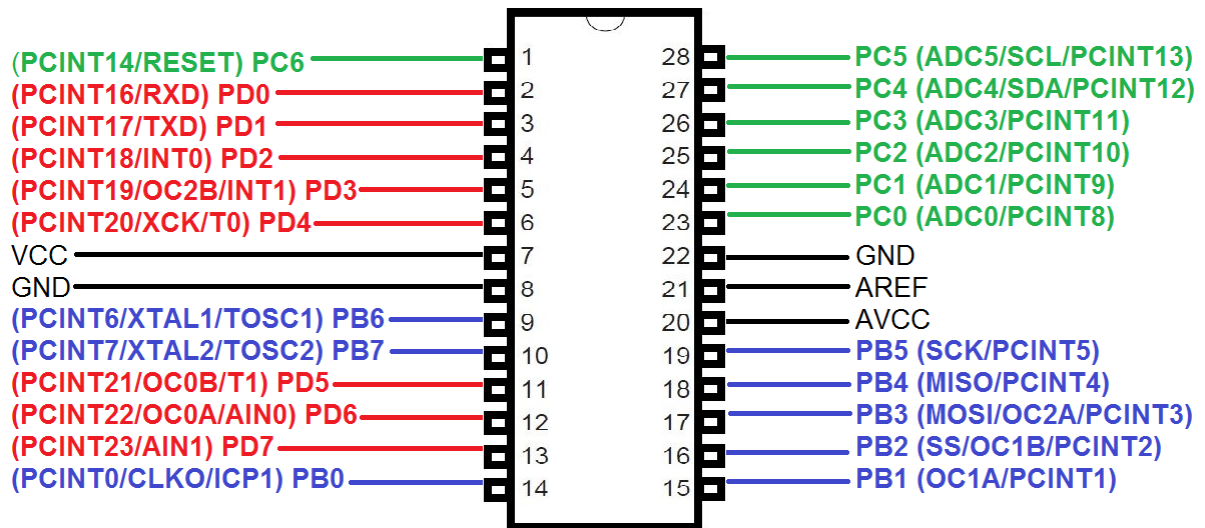


Рисунок 2.3 - Опис та призначення роз'ємів Atmega328

VCC - цифрова напруга живлення.

GND - земля.

Порт В — це 8-розрядний двонаправлений порт вводу/виводу з внутрішніми резисторами (обираються для кожного біта). Вихідні буфери порту В мають симетричні характеристики приводу з високою здатністю як поглинач, так і джерела. Як входи, штифти порту В, які витягуються ззовні низький буде джерелом струму, якщо підтягуючі резистори активовані. Виводи порту В мають три стани, коли виникає умова скидання активний, навіть якщо годинник не працює.

Залежно від налаштувань запобіжника вибору тактової частоти, PB6 можна використовувати як вхід для підсилювача інвертованого генератора та як вхід для робоча схема внутрішнього годинника.

Залежно від налаштувань запобіжника вибору тактової частоти, PB7 може використовуватися як вихідний сигнал від підсилювача генератора.

Порт С — це 7-розрядний двонаправлений порт вводу/виводу з внутрішніми підтягуючими резисторами (вибираються для кожного біта). Вихідні буфери РС5..0 мають симетричні характеристики приводу з високою здатністю як поглинача, так і джерела. Як входи, контакти порту С, які витягуються зовні низький буде джерелом струму, якщо підтягуючі резистори активовані. Виводи порту С перебувають у трьох станах, коли виникає умова скидання «активний», навіть якщо годинник не працює.

Якщо запобіжник RSTDISBL запрограмований, РС6 використовується як вхідний контакт. Якщо запобіжник RSTDISBL не запрограмований, РС6 використовується як вхід скидання.

Порт D — це 8-розрядний двонаправлений порт вводу/виводу з внутрішніми підтягуючими резисторами (вибираються для кожного біта). Вихідні буфери порту D мають симетричні характеристики порту з високою здатністю поглинання, так і джерела. Як входи, контакти порту D, які витягуються зовні низький буде джерелом струму, якщо підтягуючі резистори активовані. Виводи порту D мають три стани, коли виникає умова скидання активний, навіть якщо годинник не працює [7].

AVCC — це контакт напруги живлення для аналого-цифрового перетворювача. Його слід підключити зовні до VCC, навіть якщо АЦП не використовується. Якщо використовується АЦП, його слід підключити до VCC через фільтр нижніх частот. РС6..4 використовує цифрову напругу живлення, VCC.

AREF — аналоговий еталонний контакт для АЦП.

2.3 Структура мікроконтролера ATmega328P

Ядро AVR поєднує багатий набір інструкцій із 32 робочими регістрами загального призначення. Усі 32 регістри безпосередньо підключені до ариф-

метико-логічного пристрою (ALU), дозволяючи отримати доступ до двох незалежних регістрів в одній інструкції за один такт. Архітектура є більш ефективною та забезпечує пропускну здатність у десять разів швидше, ніж звичайні мікроконтролери CISC(рис.2.4).

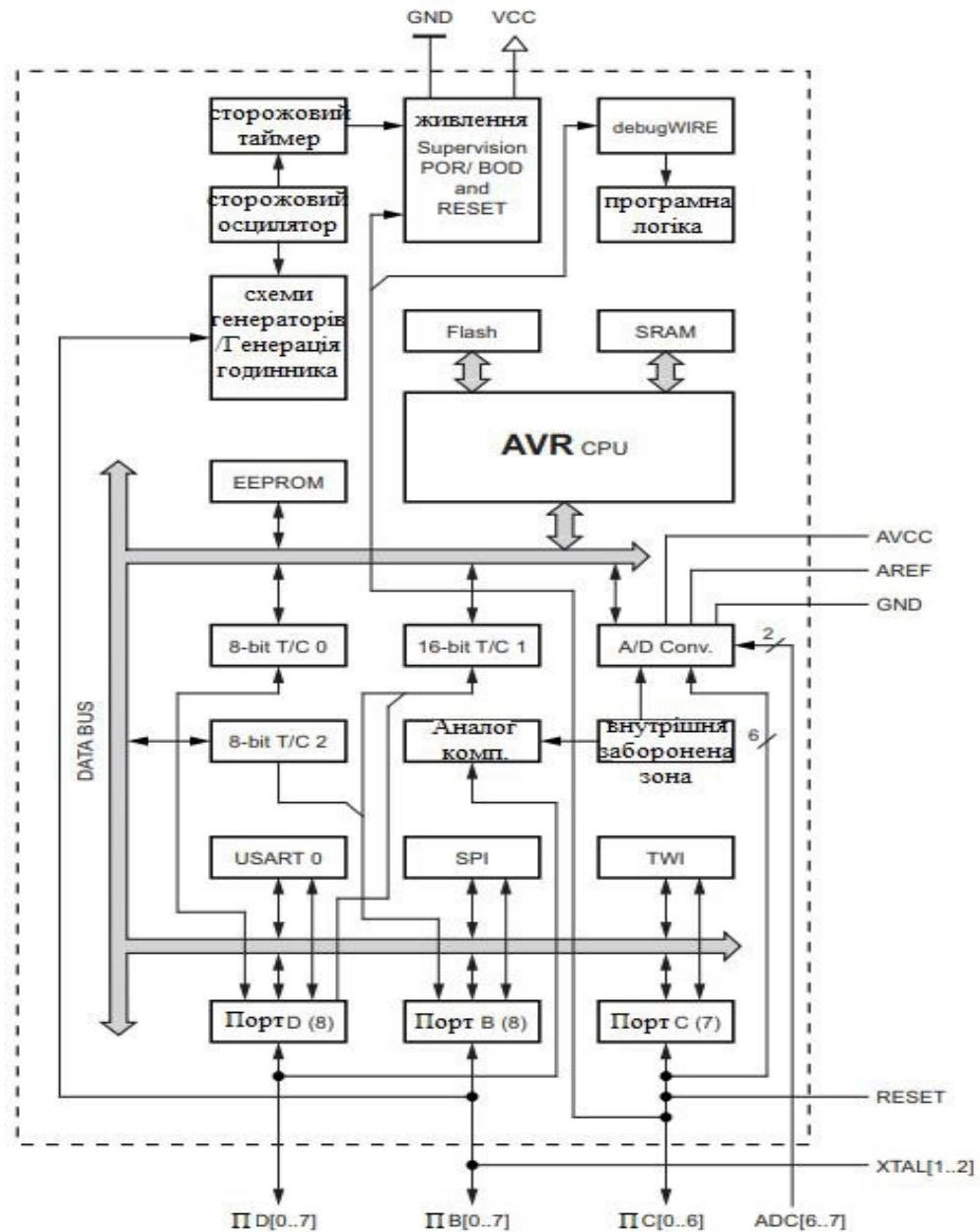


Рисунок 2.4 – Структура мікроконтролера

Atmel ATmega328P забезпечує 32 Кбайт внутрішньосистемної програмованої флеш-пам'яті з можливістю читання під час запису, 1 Кбайт EEPROM, 2 Кбайт SRAM, 23 лінії вводу/виводу загального призначення, 32

робочі регістри загального призначення, три гнучких таймера/лічильника з режимами порівняння, внутрішні та зовнішні переривання, послідовний програмований USART, байт-орієнтований 2-провідний послідовний інтерфейс, послідовний порт SPI, 6-канальний 10-бітний АЦП (8 каналів у корпусах TQFP і QFN/MLF), програмований сторожовий таймер із внутрішнім генератором і п'ять режимів енергозбереження, які можна вибрати програмно.

Режим очікування зупиняє ЦП, дозволяючи SRAM, таймеру/лічильникам, USART, 2-провідному послідовному інтерфейсу, порту SPI та системі переривань працювати та продовжувати функціонування. Режим ввімкнення/вимкнення зберігає вміст регістру, але сповільнює (“фрізить”) генератор, відключаючи всі інші функції мікросхеми до наступного переривання або апаратного ресету(reset) У режимі енергозбереження асинхронний таймер продовжує працювати, дозволяючи користувачу підтримувати базу таймера, поки сам пристрій перебуває в режимі сну. Режим шумозаглушення АЦП зупиняє ЦП і усі модулі вводу/виводу, крім асинхронного таймера та АЦП, щоб мінімізувати шум перемикання під час перетворення АЦП. У режимі очікування кварцевий/резонаторний генератор працює, а решта пристрою перебуває в режимі сну. Це забезпечує дуже швидкий запуск в поєднанні з низьким енергоспоживанням.

Пристрій виготовлено за технологією енергонезалежної пам'яті високої щільності Atmel. Флеш-пам'ять ISP на чіпі дозволяє перепрограмувати пам'ять програми в системі через послідовний інтерфейс SPI за допомогою звичайної енергонезалежної пам'яті програматора або за допомогою вбудованої програми завантаження, що працює на ядрі AVR. Програма завантаження (boot program) може використовувати будь-який інтерфейс для завантаження у флеш-пам'ять програми. Програмне забезпечення в розділі boot-флеш-пам'яті продовжуватиме працювати, поки у цьому розділі оновлено програми, забезпечуючи реальну операцію “read-while-write” під час запису. Завдяки поєднанню 8-розрядного процесора RISC з внутрішньосистемною самопрограмованою флеш-пам'яттю на монолітному чіпі.

Atmel Atmega328P – це потужний мікроконтролер, який забезпечує дуже варіативність та економічно ефективне рішення для багатьох програм вбудованого керування. Atmega328P AVR підтримується повним набором інструментів розробки програм і систем, включаючи: компілятори C, асемблери макросів, налагоджувачі/симулятори програм, внутрішньосхемні емулятори та комплекти оцінки[8].

2.4 Архітектура ядра AVR

Основною функцією ядра процесора є забезпечення правильного виконання програми. Тому центральний процесор повинен мати доступ до пам'яті, виконувати обчислення, керувати периферійними пристроями, обробляти переривання.

Щоб максимізувати продуктивність і паралельне виконання, AVR використовує гарвардську архітектуру – з окремою пам'яттю та шиною для програм і даних. Інструкції в програмній пам'яті виконуються за допомогою однорівневої конвеєрної обробки (рис.2.5).

Поки одна інструкція виконується, наступна інструкція попередньо вибирається з пам'яті програми. Ця концепція дозволяє інструкції виконуватись у кожному такті. Програмна пам'ять — флеш-пам'ять, що перепрограмується в системі. Регістровий файл швидкого доступу містить 32×8 -розрядні робочі регістри загального призначення з одним часом доступу тактового циклу. Це дозволяє працювати з арифметико-логічним пристроєм (АЛП) за один цикл. У типовій операції ALU два операнди виводяться з реєстрового файлу, операція виконується, а результат зберігається— за один такт.

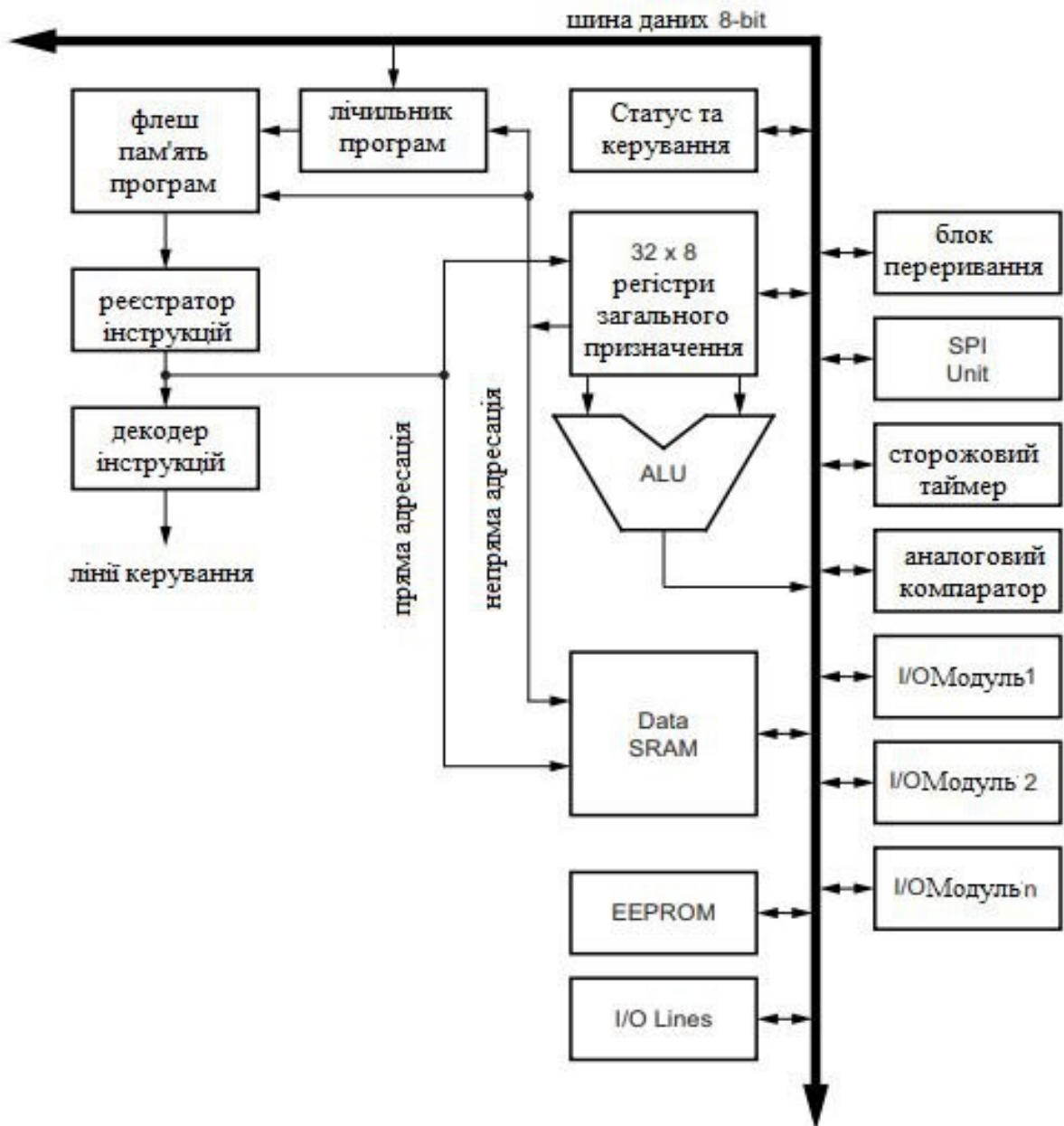


Рисунок 2.5 - Блок-схема архітектури AVR

Шість із 32 регістрів можна використовувати як три 16-розрядні вказівники регістрів непрямих адресів для адресації набору даних, що дозволяє ефективно обчислення. Один із цих адресних показників також можна використовувати як адресний показник для пошуку таблиць програм флеш пам'яті. Ці додані функціональні регістри є 16-розрядними X-, Y- та Z-регістрами. ALU підтримує арифметичні та логічні операції між регістрами або між константою та регістром. Єдиний реєстр операції також можна виконувати в ALU. Після

виконання арифметичної операції реєстр стану оновлюється для відображення інформація про результат операції.

Потік програми забезпечується умовними та безумовними інструкціями переходу та виклику, здатними безпосередньо звертатися до цілого адресного простору. Більшість інструкцій AVR мають один 16-бітний формат слова. Кожна адреса пам'яті програми містить 16- або 32-розрядну інструкцію.

Простір програмної флеш-пам'яті розділено на дві частини: програму завантаження та програму прикладної програми. Обидва розділи мають спеціальні біти блокування для захисту від запису та читання/запису. Інструкція SPM, яка записується в програму флеш пам'яті повинен знаходитися в розділі «програми завантаження». Під час викликів переривань і підпрограм програмний лічильник адреси повернення (PC) зберігається в стеку. Стек ефективно розподіляється в SRAM загальних даних, і, отже, розмір стека обмежений лише загальним розміром SRAM і використання SRAM. Усі програми повинні ініціалізувати SP у процедурі скидання. Показник стека (SP) доступний для читання/запису в просторі введення/виведення. Через SRAM даних можна легко отримати доступ п'яти різних режимів адресації, які підтримуються в архітектурі AVR. Усі простори пам'яті в архітектурі AVR є лінійними та регулярними картами пам'яті.

Гнучкий модуль переривань має реєстри керування в просторі вводу-виводу з додатковим бітом дозволу глобального переривання в статусі зареєструватися. Усі переривання мають окремий вектор переривань у таблиці векторів переривань. Переривання мають пріоритет відповідно з позицією вектору переривання. Чим нижче адреса вектор переривання, тим вищий пріоритет. Простір пам'яті вводу-виводу містить 64 адреси для периферійних функцій центрального процесора, таких як реєстри керування, SPI та інші функції вводу-виводу. Доступ до пам'яті вводу/виводу можна отримати безпосередньо або як розташування простору даних, наступне за файлом реєстру.

ATmega328P розроблено та виготовлено відповідно до найсуворіших міжнародних вимог стандарт ISO-TS-16949. Якість і надійність ATmega328P були перевірені під час регулярного продукту кваліфікація згідно з АЕС-Q100 клас 1.

2.5 Зовнішні пристрою контролю навколишнього середовища

Для контролю навколишнього середовища необхідно провести аналіз існуючих датчиків, та обрати той, що має найбільший пріоритет. Для вибору датчика температури та вологості було досліджено найпопулярніші модулі АНТ10, DHT11, DHT22, ВМЕ280, НТУ21D, SHT40, АНТ21 та результати аналізу представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Порівняння датчиків температури та вологості

Назва датчику	АНТ10	АНТ21	DHT22	SHT40	НТУ21D
Діапазон вимірювання температури	-40°C ... +85°C ±0.3 °C	от -40 до +125°C ± 0.2°C	-40 ~ +80 °C ± 2%	-40 ~ 125 °C ± 0.5	-40...125 C +/- 0.3 C
Діапазон вимірювання вологи	0 ... 100% RH ± 2%	0-100% RH ± 2%	5 - 95% RH ± 5%	0-100% RH ± 2%	0 % - 100 % RH +/- 3 %
Інтерфейс	I2C	I2C	1-wire	I2C	I2C
Напруга живлення	1.8 - 5V	2.7 - 5.5 V	3.3-6VВ	1.8-3.6 В	24.4...5.5 В.
Габаритні розміри	16x11 мм	16x15.8мм	15.1x25.1 мм	10x13 мм	16x13 мм
Орієнтовна ціна	90,00	146.00 грн	150 грн	150 грн	205,00

АНТ10 – це цифровий датчик температури та вологості (рис.2.6). Дворядний плоский безвивідний SMD-корпус має розміри 16x11 мм. Датчик АНТ10 представляє собою мікросхему ASIC нової конструкції з покращеним напівпровідниковим ємнісним датчиком вологості MEMS та стандартним вбудованим датчиком температури. Він може виводити калібрований цифровий сигнал по I2C шині. Датчик має діапазон живлення від 1,8 до 5 В, але робоча напруга, що рекомендується, - 3,3 В. Оскільки цей датчик призначений для штампування на спеціальній друкованій платі за допомогою процесу сплавлення, раціональніше для монтажу обрати модуль. Окрім цього на модулі встановлено стабілізатор 3,3 В LM6206-3.3/ХС-6206-3.3, що являє собою трехвивідний низькоточний стабілізатор, виконаний за CMOS технології. Стабілізатор може забезпечити максимальний вихідний струм до 100 мА і допускає вхідну напругу до 6 В. Також на модулі встановлено зсув логічного рівня який складається з масиву SMD резисторів 10 кОм x 4 (103) та 6-контактного здвоєного N-канального MOSFET-чіпа що дозволяє підключати його до логічного рівня в 5В.



Рисуно 2.6 - Цифровий датчик температури та вологості АНТ-10.

АНТ21 Відрізняється від **АНТ10** діапазоном вимірювання температури, габарітними розмірами та вартістю.

DHT22 (AM2302) є цифровими датчиками температури, що вимірюють і температуру і вологість (2.7). Порівняно з DHT11 датчик DHT22 має кращу роздільну здатність і більш широкий діапазон вимірювання температури та вологості. Обидва виглядають дуже схожим і працюють однаково, але мають відмінності. Датчики можуть живитися напругою від 3,3 до 6 В. Датчик DHT22 має більшу вартість, але інтервал зчитування 2 секунди. DHT11 дешевший, має менший діапазон і менш точний. Він має інтервал зчитування 1 секунду. Орієнтовна ціна 150грн.

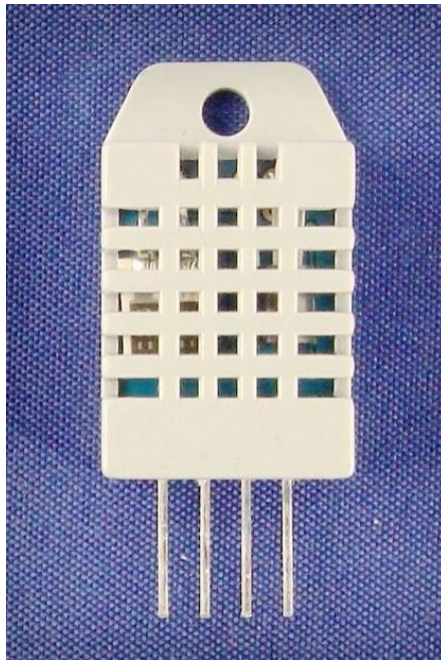


Рисунок 2.7 - Цифровий датчикам температури DHT22

SHT40 - це цифрова сенсорна платформа для вимірювання відносної вологості та температури в різних класах точності від Sensirion (рис.2.8).

Його інтерфейс I2C забезпечує кілька попередньо налаштованих адрес I2C, зберігаючи їх наднизькі значення потужності. Внутрішній обігрівач із

потужним налаштуванням можна використовувати в трьох температурних режимах таким чином забезпечуючи роботу датчика в складних умовах.

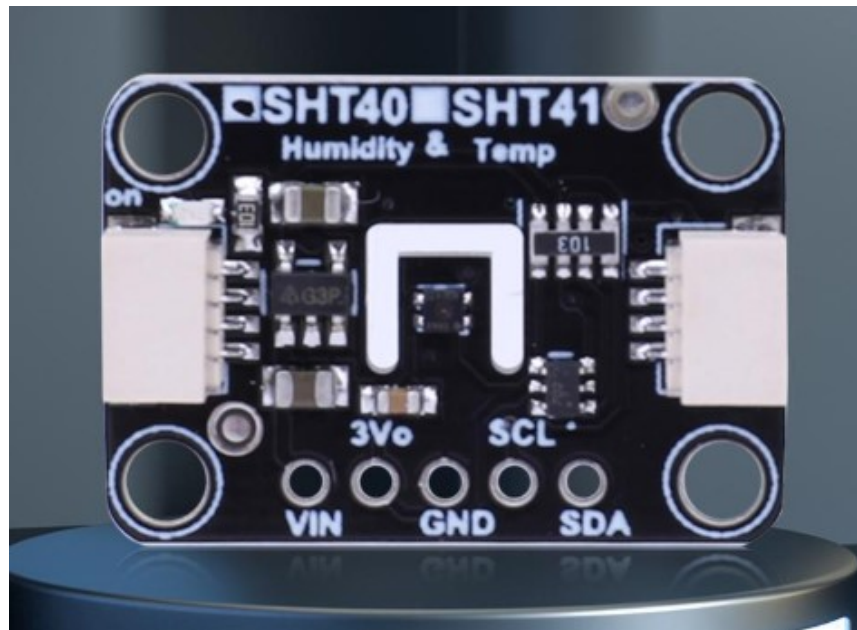


Рисунок 2.8 - Цифровий датчикам температури SHT40

HTU21D - це новий цифровий датчик вологості з визначенням температури (рис.2.9). Встановлюючи нові стандарти з точки зору розміру та інтелекту, він вбудований у пакет Dual Flat No leads (DFN) із можливістю спаювання і має невелику опорну поверхню 3 x 3 x 0,9 мм. Цей датчик забезпечує відкалібровані лінеаризовані сигнали в цифровому форматі I²C.

Цифрові датчики вологості HTU21D - це спеціальні перетворювачі вологості та температури, які підключаються та працюють для додатків OEM, де потрібні надійні та точні вимірювання. Прямий інтерфейс із мікроконтролером можливий завдяки модулю для цифрових виходів вологості та температури. Ці датчики малої потужності розроблені для важливих додатків із великим об'ємом і витратами з обмеженим простором.



Рисунок 2.9 - Цифровий датчик температури HTU21D

З порівняння глобальних пріоритетів різних датчиків (розділ 3) видно, що найбільшим є пріоритет у варіанта датчика температури та вологості АНТ10.

Ємнісний датчик є друкована лезоподібна плата з можливістю занурення в ґрунт до 80 мм. На ній дві доріжки двох електродів, які захищені токоізолюючою маскою і не піддаються корозії (рис 2.10)

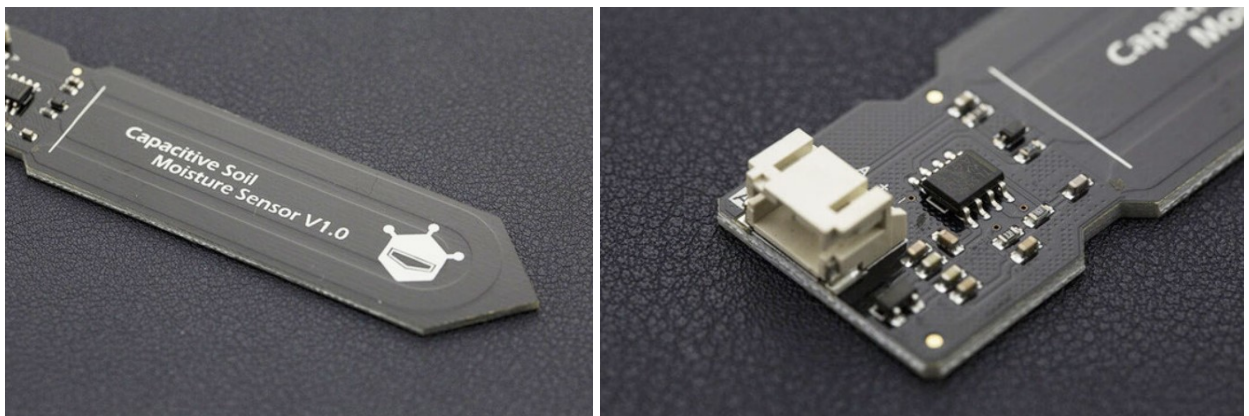


Рисунок 2.10- Ємнісний датчик

На платі ємнісного датчика знаходиться RC-генератор побудований на таймері NE555 частота якого залежить від ємності між двома електродами (рис.2.11).

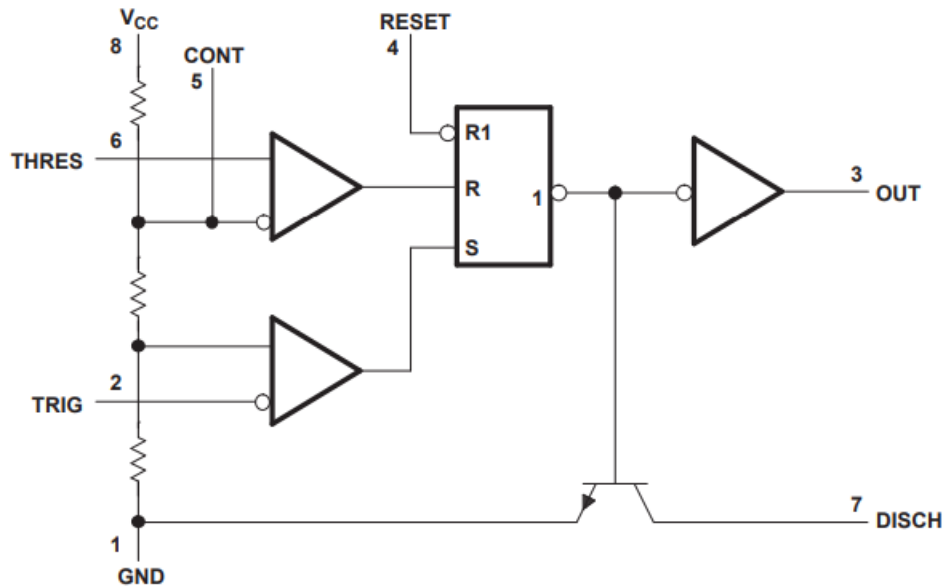


Рисунок 2.11 – Функціональна схема таймеру NE555

Таймер є схемою точної синхронізації, здатною створювати часові затримки або коливання. При затримці часу або в моностабільному режимі роботи часовий інтервал контролюється одним зовнішнім резистором або мережею конденсаторів джерела. В а-стабільному режимі роботи, частота та робочий цикл можуть керуватися незалежно за допомогою двох зовнішніх резисторів і одного зовнішнього конденсатора.

Зміна вологості ґрунту позначається на діелектричних властивостях та змінює ємність датчика, що призводить до підвищення або зниження вихідного сигналу датчика. Підсумкова напруга пропорційна ступеню вологості ґрунту[9].

Dallas DS18B20 з повністю аналогічними параметрами: діапазон вимірюваних температур від -55 до $+125$ °C. Зчитуваний з приладу цифровий код є прямим безпосереднім кодом вимірюваного значення температури і не потребує додаткових перетворень. Програмована користувачем роздільна здатність вбудованого АЦП може бути змінена в діапазоні від 9 до 12 розрядів вихідного коду. Абсолютна похибка перетворення менше 0.5 °C в діапазоні контрольованих температур -10 до $+85$ °C. Максимальний час повного 12-ти розрядного перетворення ~ 750 мс (при роздільній здатності 12 розрядів). Для підключення

потрібно резистор 4.7 кОм. Внутрішня енергонезалежна пам'ять температурних установок забезпечує запис довільних значень верхньої та нижньої межі установок. Крім того, мікросхема містить вбудований логічний механізм пріоритетної сигналізації у випадку виходу температури за один з обраних порогів. Вузол 1-Wire-інтерфейсу приладу організований таким чином, що існує теоретична можливість адресації необмеженої кількості подібних пристроїв на однопровідній лінії. Термометр має індивідуальний 64-розрядний реєстраційний номер (груповий код 028H) і забезпечує можливість роботи без зовнішнього джерела живлення, тільки за рахунок паразитного живлення однопровідної лінії. Живлення приладу через окремий зовнішній вивід здійснюється напругою від 3.0В до 5.5В.

2.6 Використання двунаправленої шини передачі даних

Буфер двонаправленої шини (приймач) - це тип логічної схеми, контакти введення-виведення якої можна налаштувати як введення і виведення для прийому і передачі даних. Оскільки трансівер дозволяє змінювати напрямок сигналу за допомогою керуючого сигналу (DIR), він використовується на лінії шини, за якою дані передаються у двох напрямках.

1-Wire - шина передачі даних пристроїв, розроблена компанією Dallas Semiconductor Corp., що дозволяє здійснювати передачу даних на малій швидкості, сигналізацію, і живлення через єдиний провідник.

Поки шина вільна, вона підтягується до позитивного рівня живлення та утримується в ньому. У цей момент усі пристрої на шині заряджають внутрішній конденсатор та одержують енергію. Як тільки необхідно звернутися до будь-якого пристрою, шина опускається в нуль на заданий проміжок часу і повертається назад, потім чекає відповіді - якщо на шині присутній хоча б один ведений, він зобов'язаний відповісти короткочасним опусканням шини в нуль

(рис.2.12). Далі приблизно таким же чином ведучий передає адресу та команду, до кого конкретно він хоче звернутись та отримує будь-які дані[11].

INITIALIZATION TIMING

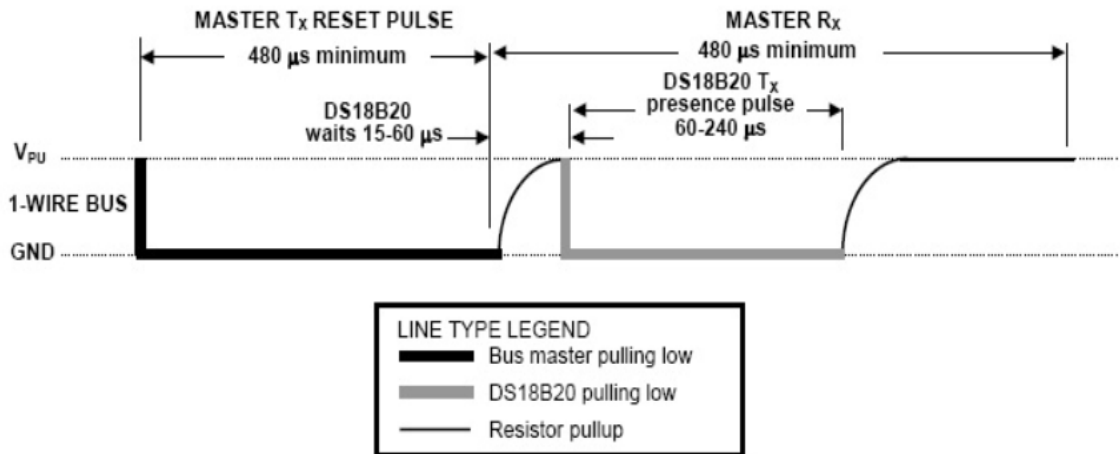


Рисунок 2.12 – Часова діаграма спрацювання 1-Wire

Шина I2C є модифікацією послідовного протоколу обміну даними, здатну в звичайному «швидкому» режимі передавати послідовні 8-бітові дані на швидкостях від 100 до 400 кбіт/с. Процес обміну даними реалізується за двома проводами (крім загального проводу): лінія даних SDA і лінія синхронізації SCL.

Шина стає двоспрямованою завдяки тому, що каскади виходів підключених до шини пристроїв мають відкриті колектори або стоки, відтворюючи таким чином монтажне «І». В результаті шина зводить до мінімуму кількість зв'язків між мікросхемами, на платі залишається менше необхідних контактів та доріжок. Сама плата в результаті виходить простіше, компактніше і технологічніше у виробництві.

Є ведучий (master) та ведені (slave). Ініціатором обміну завжди виступає ведучий, обмін між двома веденими неможливий. Усього на одній двопровідній шині може бути до 127 пристроїв. Такти лінії SCL генерує master. Лінією SDA можуть керувати як майстер, так і ведений залежно від напрямку

передачі. Одиницею обміну є пакет, обрамлений унікальними умовами на шині, іменованими стартовим і стоповим умовами. Майстер на початку кожного пакета передає один байт, де вказує адресу веденого та напрямок передачі наступних даних. Після кожного слова передається один біт підтвердження прийому приймальною стороною.

Стандартні напруги +5 або +3,3 В, однак допускаються й інші. Основний режим роботи - 100 кбіт/с; 10 кбіт/с у режимі роботи зі зниженою швидкістю. Також важливо, що стандарт допускає припинення тактування для роботи з повільними пристроями.

PCF8574 містить 8-бітний порт введення-виведення загального призначення, читання або запис даних здійснюється будь-яким мікроконтролером або іншим пристроєм по шині I²C. Розширювач має низький споживаний струм і виходи з регістром з високими характеристиками струму для прямої передачі сигналу на світлодіоди і т.п. Також у пристрої є лінія переривання (INT), яка може бути підключена до логіки переривання мікроконтролера. Посилаючи сигнал переривання цією лінією, дистанційне введення - висновок повідомляє мікроконтролеру про що надходять його порти даних, без необхідності підтримувати зв'язок через I²C-шину. Це означає, що PCF8574 може залишатися простим "підпорядкованим" пристроєм.

На рисунку 2.13 представлено моделювання схеми в електронному середовищі Proteus з використанням шини I²C

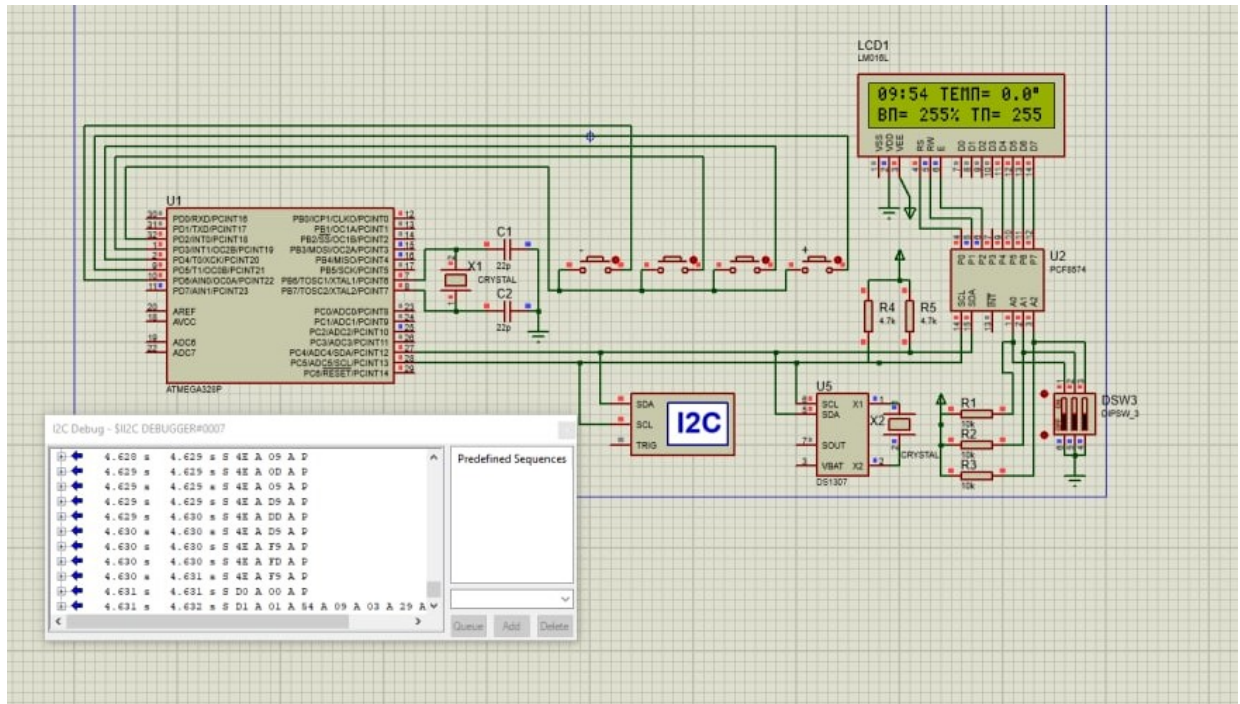


Рисунок 2.13 - Реалізація шини I2C

2.7 Розробка блоку видачі керуючих команд

Блок управління та комутації виконує функцію видачі керуючих команд на виконавчі пристрої каналів комутації. Пристрій складається з двох блоків для передачі посиленних по потужності сигналів по зонах оповіщення, а також для забезпечення контролю відсутності короткого замикання чи обриву в лініях зон оповіщення. Перший блок включає два симістори які виконують комутування високої напруги; оптопару для гальванічної розв'язки та Снабер – пристрій для уникнення стрибків напруги в електричних системах[12].

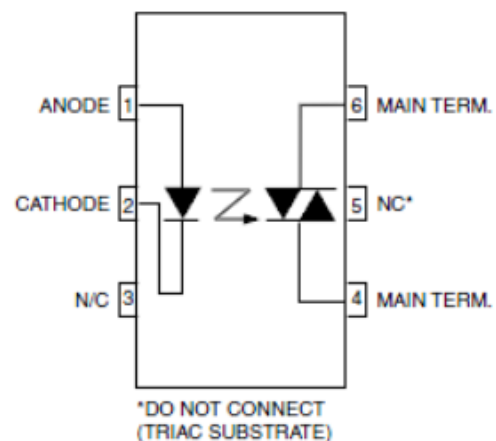
2.7.1 Блок комутації високої напруги

Оптрон це електронний прилад, що складається з джерела світла та фотоприймача. Роль джерела світла виконує світлодіод інфрачервоного випромінювання з довжиною хвилі в межах 0,9-1,2 мкм, а приймача фототранзистори, фотодіоди, фототиристри та ін., пов'язані оптичним каналом і об'єднані в один корпус. Принцип роботи оптрона полягає в перетворенні електричного сигналу на світло, а потім його передачі по оптичному каналу і перетворення на електричний сигнал. Якщо роль фотоприймача виконує фоторезистор, його світлове опір стає у тисячі разів менше початкового темного, якщо фототранзистор, вплив на його базу створює аналогічний ефект, як і при подачі струму в базу звичайного транзистора, і він відкривається.

Оптосимістор належать до класу оптронів і забезпечують дуже хорошу гальванічну розв'язку (близько 7500 В) між керуючим ланцюгом та навантаженням (рис.2.14). Ці радіоелементи складаються з арсенід-гелієвого інфрачервоного світлодіода, з'єднаного за допомогою оптичного каналу з двонаправленим кремнієвим перемикачем.



а)



б)

Рисунок 2.14 – Зовнішній вигляд (а) та призначення виводів (б) оптопари з симісторним входом MOC302.

Таблиця 2.2 – Характеристики оптопарі МОС3023

№	Параметр	Значення
1	Пряма напруга світлодіодів	1.2 В
2	Зворотна напруга світлодіода	3 В
3	Струм світлодіода	60 мА
4	Напруга ізоляції	7.5 кВ
5	Вхідний струм спрацьовування	3...5 мА
6	Пікова напруга симістора	400 В
7	Вихідний струм увімкнення симістора при 25 С°	100 мА
8	Вихідний струм увімкнення симістора при 75 С°	50 мА
9	Піковий вихідний струм	1.2 А

Блок комутації високої напруги, що виконує функцію видачі керуючих команд на виконавчі пристрої каналів комутації представлено на рисунку 2.15

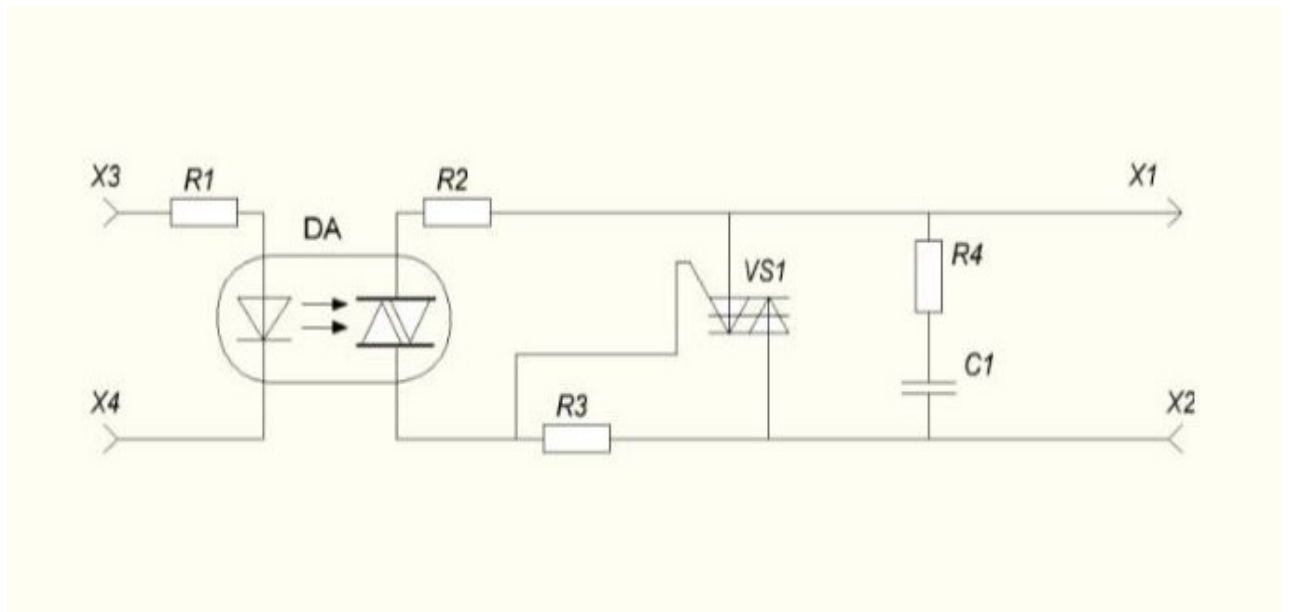


Рисунок 2.15 – Блок комутації високої напруги

Розрахуємо величину опору резистора R1. Опір обмежувального резистора R1 залежить від мінімального прямого струму інфракрасного світлодіода, необхідного для спрацювання симістору. Розрахуємо R діода для оптосимістора МОС3023 и напруги живлення +5 вольт. В даному випадку максимальний струм, який зможе пропустити світлодіод оптосимістора дорівнює значенню 60 мА, робочий струм 5 мА. Необхідно врахувати струм світлодіода 10 мА с урахуванням зниження ефективності світлодіоду протягом строку служби, поступового послаблення сили струму (запас 5 мА).

Таким чином $R1 = (5-1,5)/0,01 = 350 \text{ Ом}$ (обираємо 360 Ом).

При використанні мікроконтролера, необхідно враховувати падіння напруги порядку 0,3 вольта та розрахунки проводити не для 5 вольт, а для 4,7 вольт. В такому випадку R1 складає 320 Ом (обираємо 330 Ом).

Резистор R2 на схемі вмикати необов'язково, якщо навантаження тільки резистивне. Однак, якщо симістор захищений ланцюгом R4-C2, резистор R2 дозволяє обмежити струм через керуючий електрод оптосимістора.

У разі індуктивного навантаження струм і напруга, що проходить через симістор, знаходяться в протифазі. Так як симістор перестає бути провідником, коли струм проходить через нуль, конденсатор C2 може розряджати через оптосимістор. Тоді резистор R2 обмежить цей струм розряду. Знаючи, що максимально допустимий струм для оптосимістора МОС3023 дорівнює 1 ампер і прийнявши за максимальне значення напруги, що діє, в мережі 260 вольт, розрахуємо мінімальне значення опору R2:

$R2 = 260 \cdot \sqrt{2} / 1 = 368 \text{ Ом}$ (обираємо 360 Ом).

Занадто велика величина може призвести до порушення роботи.

Значення резистора R3 становить 330 Ом. Резистори R2 і R3 вводять затримку відмикання симістора, яка буде тим значнішою, чим вищий опір цих резисторів.

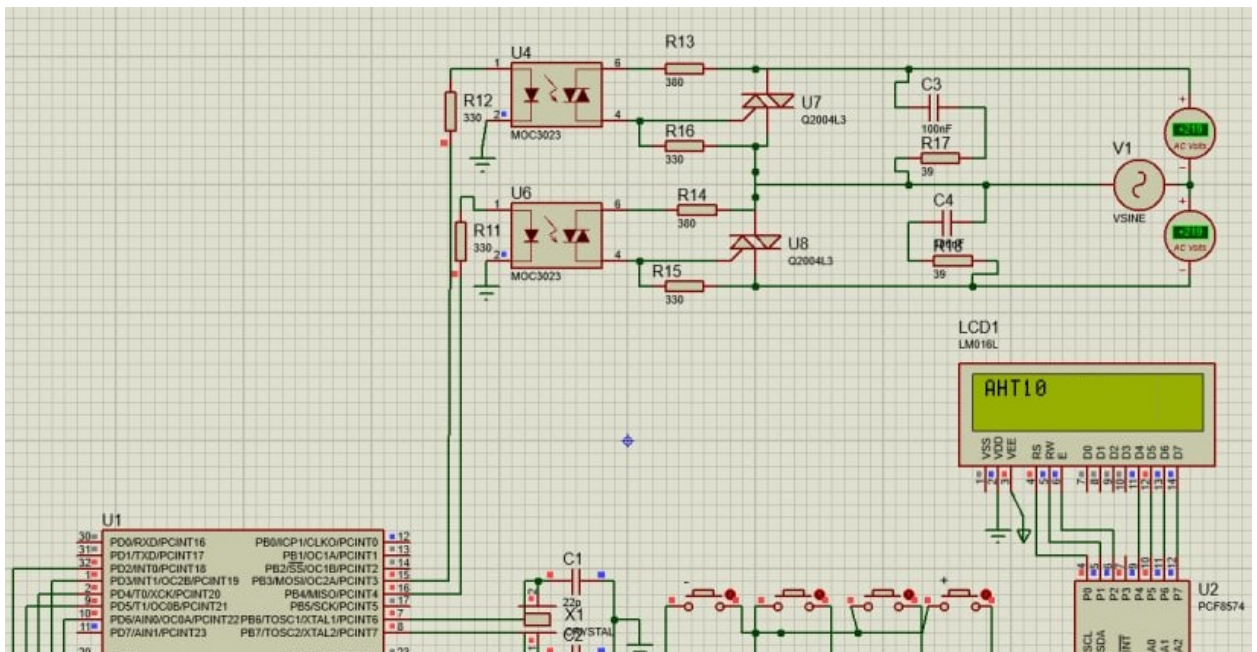


Рисунок 2.16– Моделювання блоку комутації високої напруги в Proteus

2.7.2 Блок комутації низької напруги

Блок комутації низької напруги складається з струмообмежувального резистора R1 (100 Ом) що захищає вхід контролера від перевищених значень сили струму, резистор R2 (10 КОм) автоматично закриває транзистор за відсутності сигналу з МК і польового транзистора VT1 (70Т03GH). Польовий транзистор має переваги в порівнянні з біполярним. На затвор подається напруга, але при наявності діелектрика струм буде нульовим, а отже необхідна потужність керування транзистором буде мінімальною, за фактом він споживає тільки в момент перемикавання, коли йде заряд і розряд конденсатора. Удосконалені силові МОП-транзистори надають найкраще поєднання швидкого перемикавання, надійної конструкції пристрою, низького опору та економічності (рис.2.17).



Рисунок 2. 17 - Структура МОП-транзистору 70Т03ГН

Ємнісні властивості транзистору є його недоліком. Наявність ємності на затворі вимагає великого зарядного струму при відкритті. Теоретично це дорівнює нескінченності на нескінченно малому проміжку часу. А якщо струм обмежити резистором, то конденсатор буде заряджатися повільно.

Під час комутації індуктивного навантаження відбувається викид напруги, який може пошкодити транзистор. Для захисту від нього в колі підключено паралельно діод (рис.2.18).

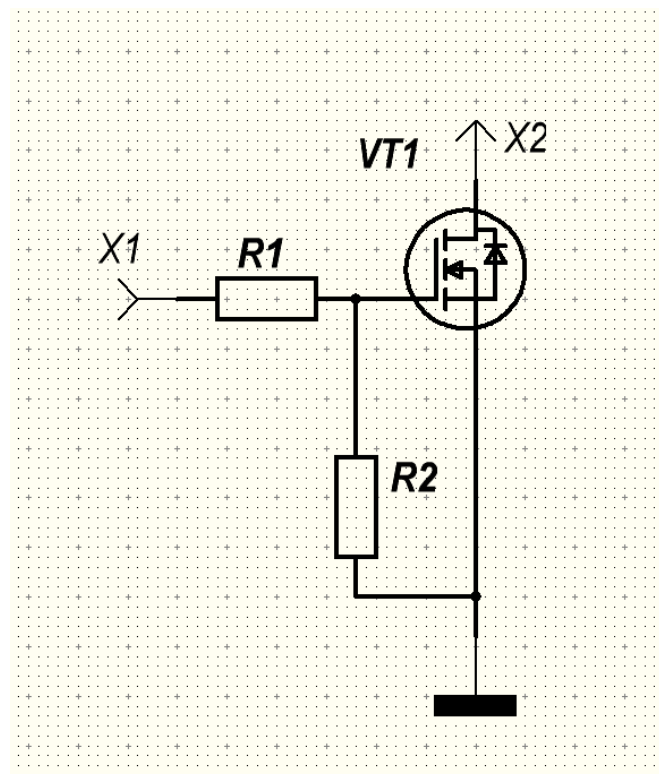


Рисунок 2.18 – Блок комутації низької напруги

Підключення блоку комутації низької напруги до мікроконтролера з силовими МОП-транзисторами, які надають найкраще поєднання швидкого перемикання, надійної конструкції пристрою, низького опору та економічності представлено на рис. 2.19.

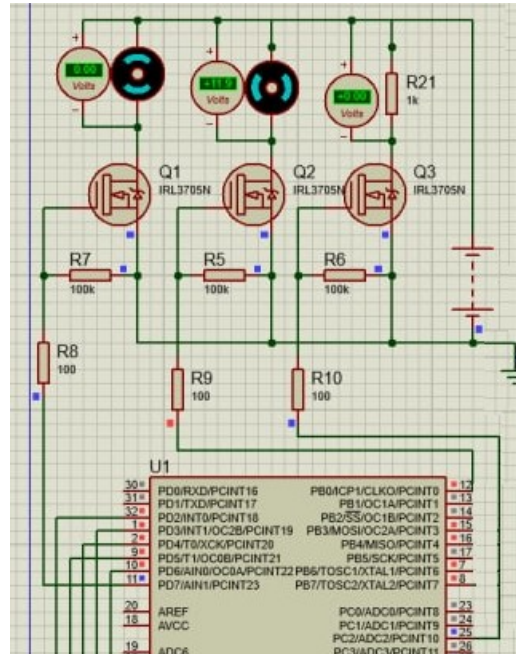


Рисунок 2.19 – Підключення блоку комутації низької напруги до мікроконтролера

2.8 Розробка схеми блоку живлення

IR2153 - це мікросхема, що поєднує в собі високовольтний напівмостовий драйвер та генератор - аналог серії 555. Чіп IR2153 дуже популярний як основа для побудови імпульсних блоків живлення, електронних трансформаторів, перетворювачів напруги.

Напруга живлення може змінюватись від 10 до 20 вольт, робочий струм 5 мА і робоча температура до 125 градусів Цельсія. Це стандартне напівмостове джерело живлення з IR2153. Діодний міст на вході 1n4007 або готова діодна збірка розрахована на струм не менше 1 А із зворотною напругою 1000

В. Резистор R1 не менше 2 Ватт 24 кОм, резистор R2, R3, R4 потужністю 0,25 Ватт.

Таблиця 2.3 – Характеристики мікросхеми IR2153

Модель	IR2153
Напряжение питания	15.6 В
Потребляемый ток	25 мА
Частота преобразования	до 100 кГц
Корпус	DIP-8
Диапазон рабочих температур	-40...+125°C

Стійкість до перешкод значно покращена за рахунок зниження піку dI/dt драйверів затвора, і шляхом збільшення гістерезиса блокування зниженої напруги до 1 В. Максимальна завадостійкість пристрою та забезпечення комплексного захисту від електростатичного розряду на всіх контактах.

Особливості IR2153:

1. Вбудований напівмостовий драйвер на 600 В
2. Стабілізатор 15,6 на V_{cc}
3. Низький температурний коефіцієнт мертвого часу
4. Функція відключення ($1/6 V_{cc}$) на контакті СТ
5. Підвищене блокування від зниженої напруги з гістерезисом (1 В)
6. Нижній ланцюг зміщення рівня потужності
7. Постійна ширина імпульсу на L0, H0 під час запуску
8. Внутрішній діод початкового завантаження 50 нс
9. Відмінна стійкість до замикань на всіх входах та виходах
10. Захист від електростатичного розряду на всіх дротах
11. Не містить свинець

Схема блоку живлення представлена на рисунку 2.20. Конденсатори фільтра плівкові розраховані на напругу не менше 250 В 0,1 - 0,33 мкФ. Кон-

денсатор C5 – 1 нФ. Керамічний, керамічний конденсатор C6 - 220 нФ, плівковий C7 - 220 нФ (400 В). Транзистор VT1, VT2 марки N IRF840, діодний міст на виході повноцінний з чотирьох ультрашвидких діодів HER308 або інші аналогічні.

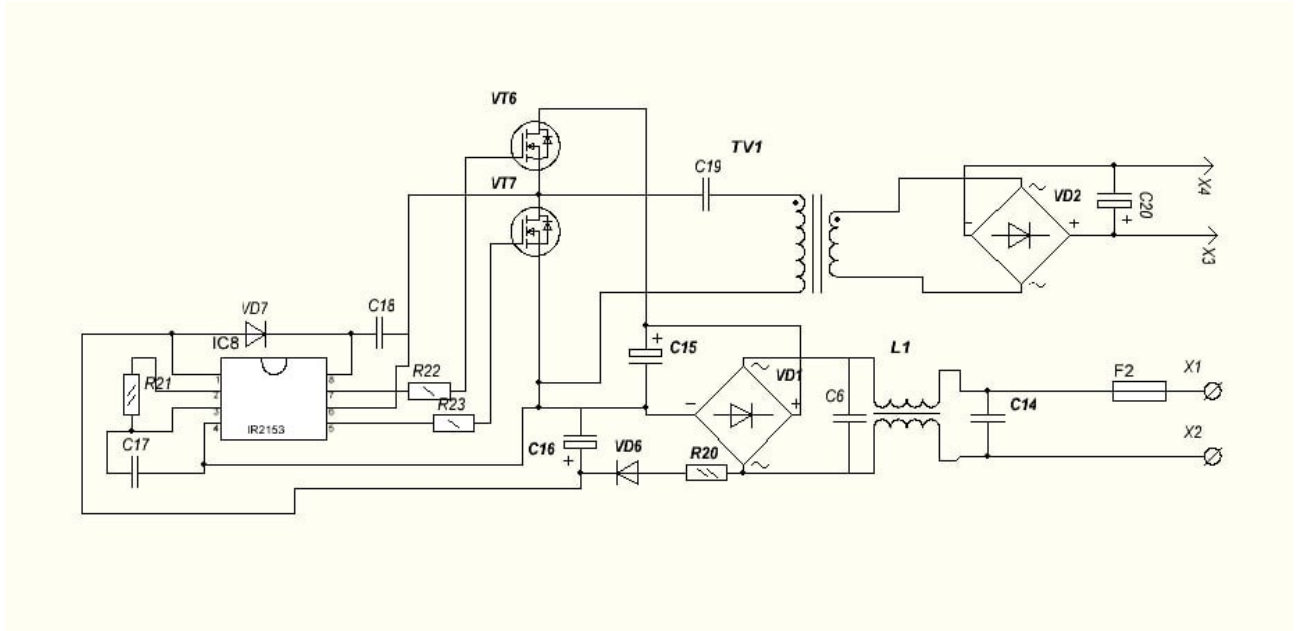


Рисунок 2.20 – Схема блоку живлення

Перевагою цієї схеми є достатньо високий ККД та невеликі розміри. Схема живиться від напруги 220 вольт, має на вході фільтр, який складається з дроселя і двох плівкових конденсаторів розрахованих на напругу не менше 250 - 300 Вольт ємністю від 0,1 до 0,33 мкФ. Далі напруга надходить на діодний міст, розрахований на зворотну напругу не менше 400 Вольт і струм не менше 1 Ампера. Далі за схемою стоїть конденсатор, що згладжує, з робочою напругою 400 В, оскільки амплітудне значення мережевої напруги становить приблизно 300 В. Ємність даного конденсатора підбирається з розрахунку 1 мкФ на 1 Ватт потужності. Живлення мікросхеми є змінним, резистор R1 забезпечує гасіння струму, бажано не менше двох Ват т.к. здійснюється його нагрівання, потім напруга випрямляється всього одним діодом на конденсатор, що згладжує, потім передається на мікросхему. В схемі мікросхема

працює на частоті 47 - 48 кГц. Для такої частоти розраховано RC ланцюжок, що складається з резистора R2 - 15 кОм та плівкового або керамічного конденсатора на 1 нФ.

Мікросхема вироблятиме прямокутні імпульси на виході, які надходять на затвори потужних польових ключів через резистори R3, R4. Номінали їх можуть відхилятися в межах від 10 до 40 Ом. Транзистори необхідно ставити з n-каналом, в даному випадку використовується IRF840 з робочою напругою стік-витік 500 В і максимальним струмом стоку 8 А при температурі 25 °С і максимальною потужністю, що розсіюється 125 Ватт. Далі за схемою стоїть імпульсний трансформатор, після нього йде повноцінний випрямляч з чотирьох діодів марки HER308, звичайні діоди не зможуть працювати на високих частотах, тому треба використовувати ультрашвидкі діоди і після мосту напруга надходить на вихідний конденсатор 30 Вольт. Можна обрати 470 мкФ. Особливо великих ємностей в імпульсних блоках живлення не потрібно. З розрахунку того, що на виході потрібно отримати напругу приблизно 12-14 Вольт, первинна обмотка трансформатора містить 47 витків проводом 0,6 мм у дві жили з ізоляцією між намотуванням, вторинна обмотка містить 4 витка того ж дроту в 7 жил.

2.9 Розробка друкованої плати

Друкована плата — це пластина, виготовлена з діелектричного матеріалу (текстоліт, склотекстоліт, гетинакс), на якій формується електричне коло, як правило, за допомогою процесу друку. Друкована плата використовується для електричного і механічного з'єднань різних електронних компонентів або окремих електронних вузлів. Електронні компоненти на платі приєднуються своїми виводами з елементами провідного рисунка, зазвичай паянням та збирається електронний модуль.

На відміну від поверхневого монтажу, схеми на друкованих платах створюються з фольги за допомогою адитивних або субтрактивних процесів. Друковані плати зазвичай мають отвори для кріплення та контактні площадки, а також можуть бути покриті захисним шаром (сплав олова і свинцю, олово, золото, срібло або органічний захисний шар). В друкованих платах є перехідні отвори, зовнішнє ізоляційне покриття, яке закриває ізоляційним шаром неживану для контакту поверхню плати. Маркування зазвичай виконується за допомогою трафаретного друку, рідше – струменевого або лазерного.

Для проєкту було трасовано 2 плати у середовищі Sprint layout від компанії розробника АВАСОМ-Ingenieurgesellschaft (Німеччина). На основній платі (рис.2.21) розташовано мікроконтролер, блок годинника реального часу та блок комутації. На другій частині було розташовано елементи блока живлення (рис.2.22). Плата конвертора rcf8674 являє собою окремий модуль

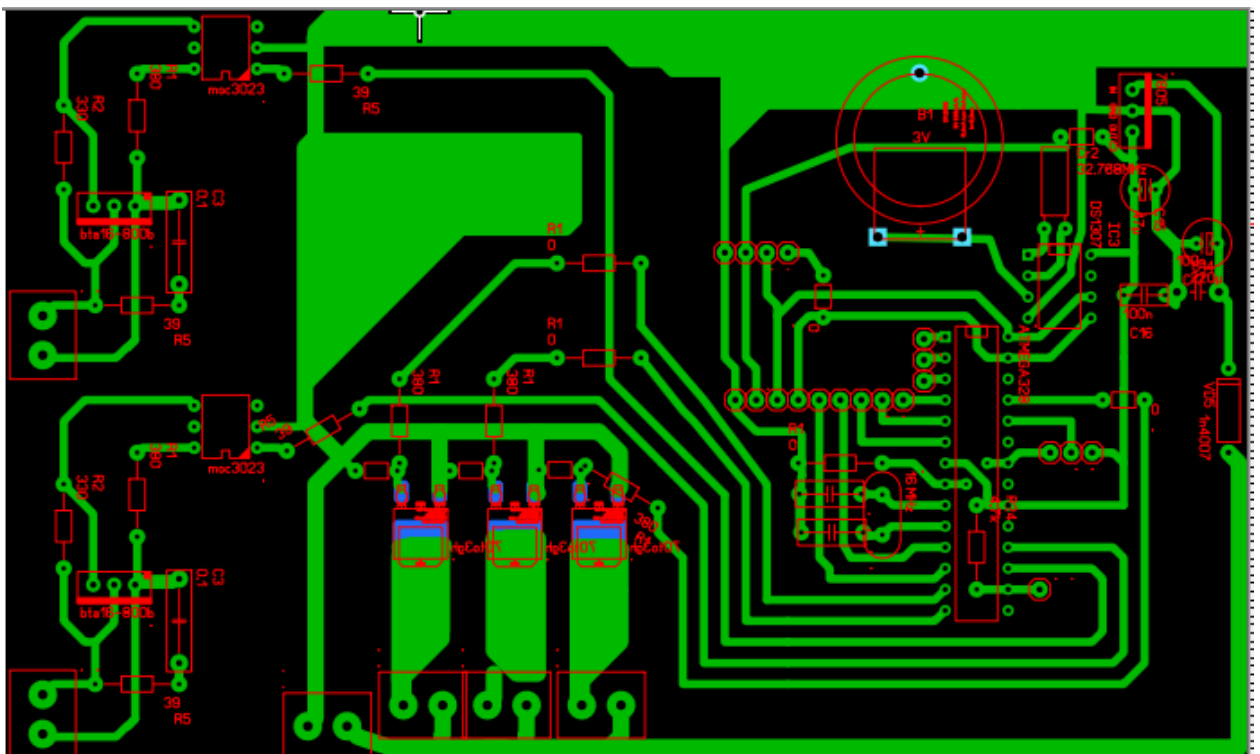


Рисунок 2.21 – Основна друкована плата

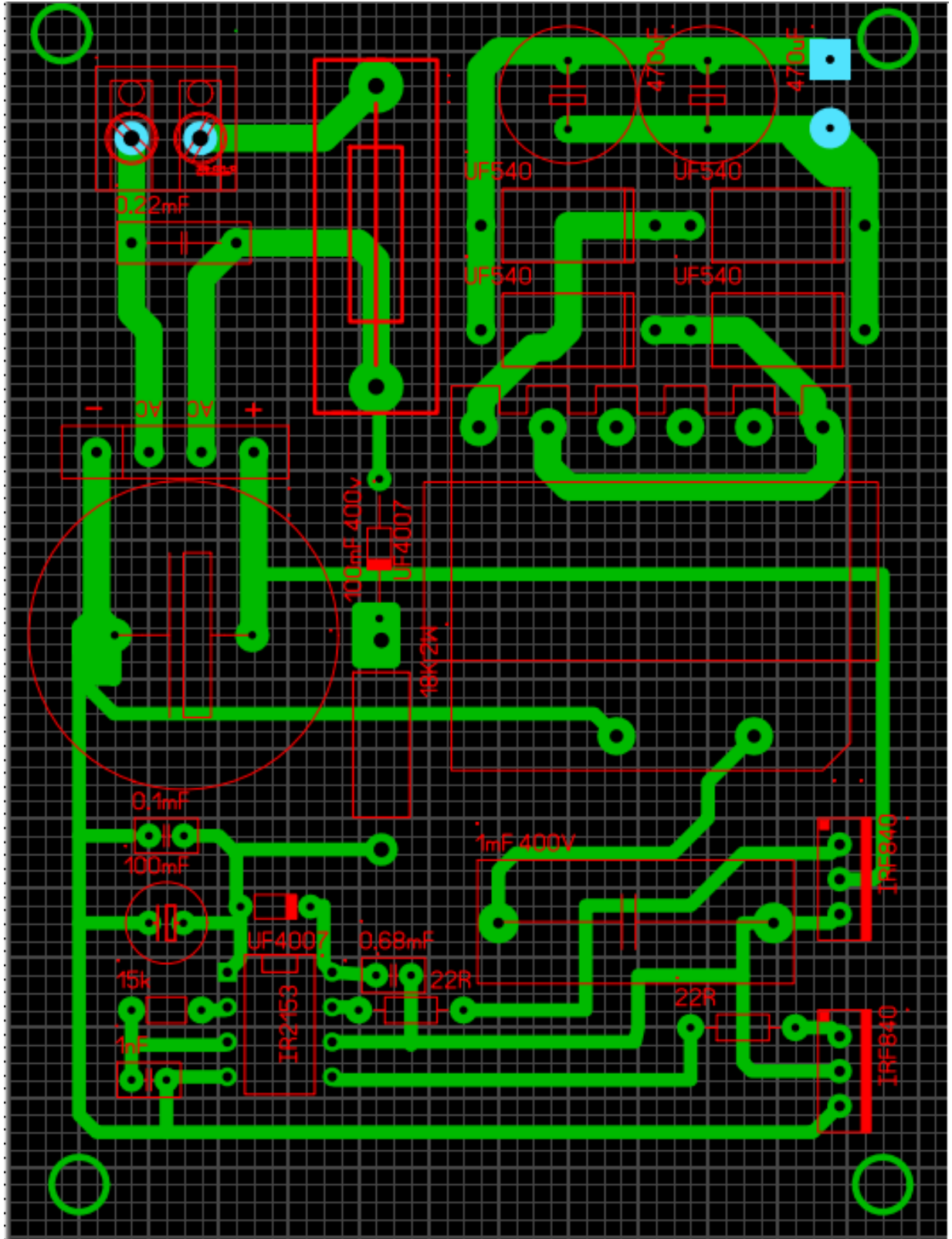


Рисунок 2.22 – Друкована плата блока живлення

2.10 Електрична принципова схема приладу

Схема складається з блока живлення на 12В який живить елементи схеми такі як вентилятори та зволожувач повітря. Від блока живлення напруга йде на лінійний стабілізатор (17805cv) який стабілізує напругу до 5В необхідних для живлення мікроконтролера, датчиків, мікросхеми годинника реального часу, перетворювача інтерфейсу та LCD екрану(рис.2.23).

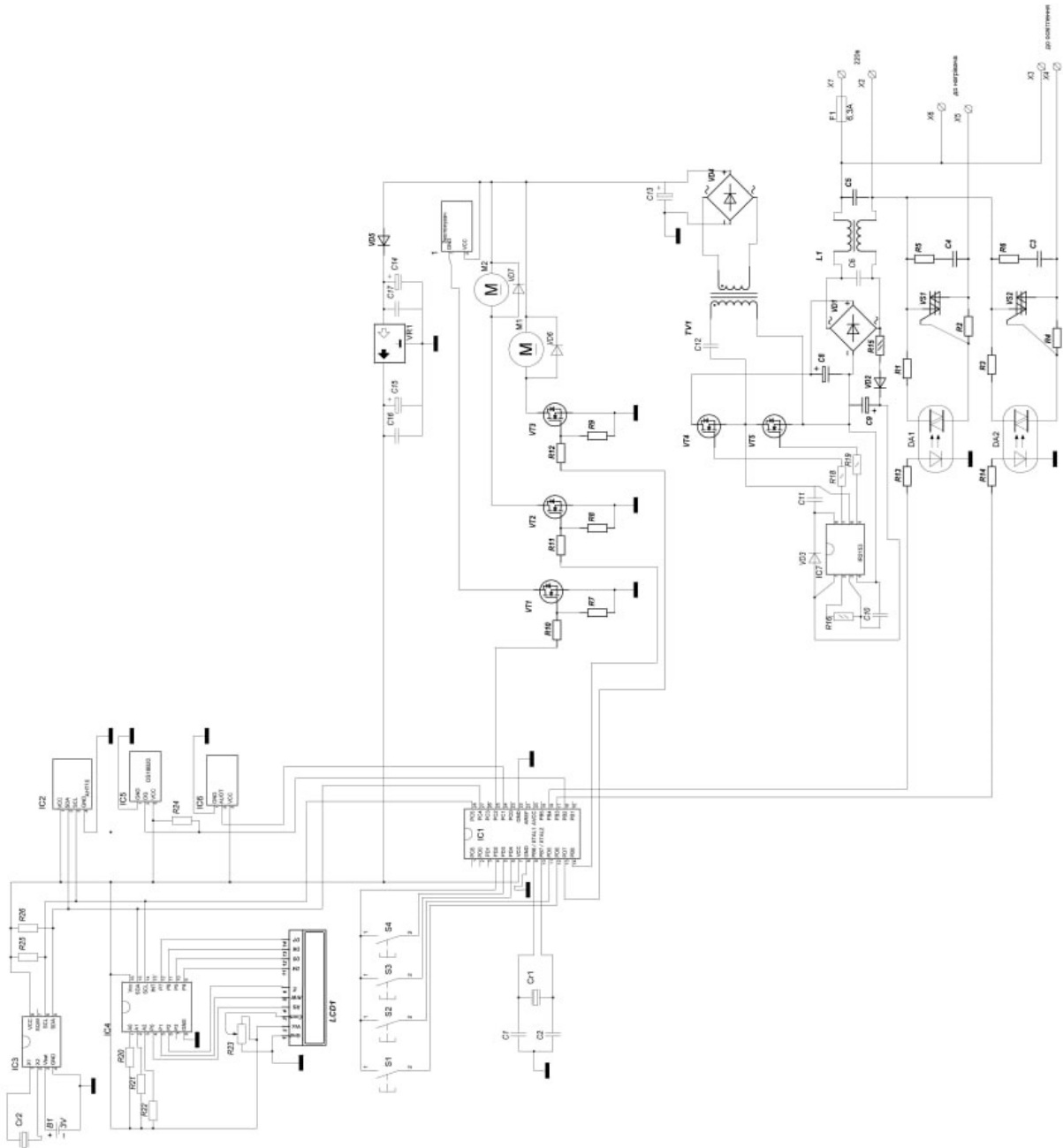


Рисунок 2.23 – Схема електрична принципова приладу

Тактування мікроконтролера ATmega328P (IC1) виконується за допомогою зовнішнього тактового генератора побудованого на кварцевому

резонаторі (Cr1) та конденсаторах C1 і C2 номінали яких визначаються виробником МК для відповідної частоти резонатора. Використання кварцового резонатора дозволяє забезпечити високу точність і стабільність тактової частоти. Годинник реального часу (IC3), підключений до виводів 27, 28 (шини I2C) мікроконтролера, забезпечує точний відлік часу завдяки часовому кварцевому резонатору (Cr2). За відсутності живлення завдяки батареї B1 годинник продовжує відлік часу, перетворювач інтерфейсу rcf8674 (IC4) дозволяє керувати LCD екраном використовуючи лише 2 виводи МК а не 6. Для регулювання контрасту до екрану підключено змінний резистор. На цій шині також знаходиться датчик температури та вологості АНТ 10 (IC2). Для стабільної роботи шини встановлено підтягуючі резистори R25 та R26. Керування пристроєм виконується за допомогою кнопок S1, S2, S3, S4 що підключені до виводів 4, 5, 6, 11 та 12 мікроконтролера. Датчик температури (IC5) ds18b20 підключено до виводу 16 мікроконтролера та встановлено підтягуючий резистор R24 для його стабільної роботи. До 24 виводу мікроконтролера підключено емнісний датчик вологості ґрунту. Блок комутації складається з двох частин: високовольтної, яка виконує управління світлом та обігрівом та низьковольтної, яка виконує управління вентиляцією та зволоженням повітря. Високовольтна частина складається з симісторів VS1 та VS2, які безпосередньо комутують змінну напругу та оптопари DA1 та DA2, які управляють симісторами та виконують роль гальванічної розв'язки. Оптопараи підключені до мікроконтролера через струмообмежувальні резистори R13 та R14. Для розвантаження симісторів встановлено снабери, які складаються з резисторів R5, R6 та конденсаторів C3, C4. Низьковольтна частина призначена для комутації постійного струму та складається з n-канальних транзисторів VT1, VT2 та VT3 які підключені до виводів мікроконтролера 13, 14, 25 через резистори R10, R11, R12. Резистори R7, R8, R9 призначені для розрядження ємності затвора.

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Обґрунтування вибору датчика температури та вологості АНТ10

Вибір оптимального датчику температури та вологості для системи контролю навколишнього середовища залежить від вибору задач, які він має виконувати.

Обиремо основні критерії для порівняння:

- діапазоном вимірювання температури
- діапазоном вимірювання вологості;
- габаритні розміри.

До системи контролю навколишнього середовища пред'являються наступні вимоги, які дозволять збільшити ефективність використання:

- простота керування;
- невисока вартість.

При проектуванні системи доводиться дотримуватись балансу між розмірами і вартістю з одного боку та гнучкістю і продуктивністю з іншого.

Для різних додатків оптимальне співвідношення цих та інших параметрів може відрізнятися дуже сильно. Тому існує великий вибір типів датчиків, що відрізняються параметрами, габаритами, ціною ін..

Проаналізуємо чотири варіанти датчиків (табл.3.1), враховуючи шкалу відносної важливості (табл.3.2).

Таблиця 3.1 - Можливі варіанти вибору датчика

Датчик		Тип інтерфейса
A	SHT40	I2C
B	DHT22	1-Wire
C	HTU21D	I2C
D	AHT10	I2C

Таблиця 3.2 - Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення
1	рівна важливість
3	помірна перевага
5	сильна перевага
7	значна перевага
9	дуже сильна перевага
2,4,6,8	проміжні судження

Вибір робимо за критеріями, наведеними в таблиці 3.3.

Встановлюємо відносну вагу кожного критерію на основі матриці попарних порівнянь для обраних критеріїв (таблиця 3.3),

У матриці прийняті наступні позначення:

i – номер критерію;

при порівнянні 6-ох критеріїв (табл. 3) $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$;

X_i - локальний пріоритет, тобто відносна вага i -го критерію в глобальному критерії:

$$X_i = \frac{\sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \omega_i}}{\sum_{i=1}^6 \sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \omega_i}}, \quad \sum - \text{сума по стовпці } \sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \omega_i};$$

Таблиця 3.3 – Попарне порівняння критеріїв

Критерій	1	2	3	4	5	6	$\sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \omega_i}$	X_i
1. Габарітні розміри	1	1/3	3	1/7	1/5	3	0,664	0,073
2. Швидкодія	3	1	3	1/3	1/7	3	1,042	0,116
3. Точність вимірювання	1/3	1/3	1	1/5	1/7	3	0,460	0,051
4. Вартість	7	3	5	1	1/5	7	2,297	0,254
5. Діапазон вимірювання	5	7	7	5	1	5	4,277	0,473
6. Тип інтерфейсу	1/3	1/5	1/3	1/7	1/5	1	0,293	0,033
Σ							9,033	1,00

Порівняння проводимо так: відносна вага кожного критерію самого до себе дорівнює 1. Критерій «габарітні розміри»: відносно критерію «вартість» він має значну перевагу (за табл.3.2 оцінка – 7), тоді в 4-й строці, 1-му стовпчику ставимо 7, а в 1-й строці, 4-му стовпчику ставимо 1/7;

- відносно критерію «швидкодія» він має помірну перевагу (за табл.2 оцінка – 3), тоді в 4-й строці, 2-му стовпчику ставимо 3, а в 2-й строці, 4-му стовпчику ставимо 1/3;

- відносно критерію «точність вимірювання» він має сильну перевагу (за табл.2 оцінка – 5), тоді в 4-й строці, 3-му стовпчику ставимо 5, а в 3-й строці, 4-му стовпчику ставимо 1/5; і т. д. порівнюємо цей критерій з іншими.

Так само порівнючи кожний критерій з іншими, заповнюємо таблицю 3.

Далі в кожній строчці перемножуємо усі 6 значень і беремо з цього добутку корінь 6-го ступеню – так заповнюємо стовпчик $\sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \omega_i}$; знаходимо суму по цьому стовпчику \sum , знаходимо

$$X_i = \frac{\sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \omega_i}}{\sum_{i=1}^6 \sqrt[6]{\prod_{i=1}^6 \omega_i}}$$

для кожної строки і заповнюємо стовпчик X_i .

Далі аналогічно складаємо 6 матриць попарних порівнянь альтернатив стосовно кожного критерію (таблиці 4, 5, 6, 7, 8, 9). Оскільки тепер порівнюються 4 технології по одному критерію, то $i = 1, 2, 3, 4$;

$$X_i = \frac{\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}}{\sum_{i=1}^4 \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}}; \sum - \text{сума по стовпці } \sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}.$$

Таблиця 3.4 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «габаритні розміри»

Датчик	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X_i
A	1	1/5	3	3	1,16	0,19
B	5	1	7	7	3,96	0,65
C	1/3	1/7	1	1/2	0,39	0,07
D	1/3	1/7	2	1	0,56	0,09
Σ					6,07	1,00

Таблиця 3.5 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «швидкодія»

Датчик	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X_i
A	1	5	1	1/3	1,14	0,21

B	1/5	1	1/5	1/7	0,48	0,09
C	1	5	1	1/3	1,56	0,29
D	3	7	3	1	2,20	0,41
Σ					5,37	1,00

Таблиця 3.6 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «точність вимірювання»

Датчик	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	5	1/5	1/7	0,61	0,09
B	1/5	1	1/7	1/9	0,24	0,04
C	5	7	1	1/3	1,85	0,29
D	7	9	3	1	3,71	0,58
Σ					6,41	1,00

Таблиця 3.7 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «вартість»

Датчик	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i
A	1	5	3	5	0,99	0,21
B	1/5	1	1/3	1/2	0,24	0,05
C	1/3	3	1	3	2,03	0,43
D	1/5	2	1/3	1	1,47	0,31
Σ					4,73	1,00

Таблиця 3.8 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «діапазон вимірювання»

Датчик	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X _i

A	1	5	1/3	1/5	0,76	0,13
B	1/5	1	1/7	1/9	0,24	0,04
C	5	7	1	1/2	2,41	0,41
D	3	9	2	1	2,47	0,42
Σ					5,88	1,00

Таблиця 3.9 - Порівняння альтернатив стосовно критерію «тип інтерфейсу»

Датчик	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^4 \omega_i}$	X_i
A	1	3	5	6	3,08	0,56
B	1/3	1	3	4	1,41	0,26
C	1/5	1/3	1	2	0,60	0,11
D	1/6	1/4	1/2	1	0,38	0,07
Σ					5,47	1,00

Глобальний пріоритет для кожної альтернативи обчислюється як сума добутків кожного локального пріоритету на його ваговий коефіцієнт. В таблиці 3.10 строка «вага» - це стовпчик X_i таблиці 3, строка «SHT40» - це значення X_i таблиць 4 – 9 для датчика A, строка «DHT22» - датчика B і т. д. Глобальний пріоритет для кожної технології розраховуємо так:

- для датчика SHT40: $0,073 \times 0,19 + 0,116 \times 0,21 + 0,051 \times 0,09 + 0,254 \times 0,21 + 0,473 \times 0,13 + 0,033 \times 0,56 = 0,176$ і т.д.

Таблиця 3.10 - Глобальний пріоритет для кожної альтернативи

Пріоритети	№1	№2	№3	№4	№5	№6	Глобальний
------------	----	----	----	----	----	----	------------

Вага	0,073	0,116	0,051	0,254	0,473	0,033	
SHT40	0,19	0,21	0,09	0,21	0,13	0,56	0,176
SHT40	0,65	0,09	0,04	0,05	0,04	0,26	0,100
SHT40	0,07	0,29	0,29	0,43	0,41	0,11	0,360
SHT40	0,09	0,41	0,58	0,31	0,42	0,07	0,364

З порівняння глобальних пріоритетів різних датчиків (табл.3.10) видно, що найбільшим є пріоритет у варіанта датчика температури та вологості АНТ10.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Загальне визначення охорони праці, її роль, предмет, об'єкт та методичні основи.

Охорона праці, як галузь технічної діяльності – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних лікувально-профілактичних заходів та засобів спрямованих на збереження життя здоров'я у процесі її трудової діяльності.

Основною метою охорони праці є створення безпечних умов трудової діяльності людини, забезпечення її високої та ефективної працездатності;

Вона як соціально-технічна дисципліна вивчає теоретичні та технічні питання безпеки праці, запобігання травматизму, професійним захворюванням та отруєнням, аваріям та катастрофам, пожежам та вибухам на виробництвах, в свою чергу вона вивчається з метою формування у майбутніх фахівців інженерії необхідного рівня знань та умінь з правових та організаційних питань гігієни праці, техногенної безпеки регіону, виробничої санітарії, а також активної позиції, щодо практичної реалізації головного принципу Конституції України;

Предмет охорони праці як технічної економічної праці – є основи праці, а об'єктом їх дослідження виступають виробнича система, яка включає до свого складу: людину (працівників) – машину (виробниче успадкування) – навколишнє середовище (виробниче приміщення в якому здійснюється відповідний технологічний процес)

Складові частини охорони праці:

1. Правові та організаційні питання, щодо вивчення охорони праці її безпеки
2. Основи фізіології, гігієни праці та виробничої санітарії

3. Пожежна безпека
4. Техногенна безпека

Між дисциплінарний характер безпеки та охорони праці зумовлює використання нею методів різних наук: статистики для аналізу та прогнозування нещасних випадків, професійних захворювань та аварій; Економіки для подальшого обґрунтування витрат на заходи, що до безпеки та охорони праці; Фізики, хімії та біології для вивчення параметрів мікроклімату, наявності шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, та встановлення їх граничнодопустимої концентрації[13].

4.1.1 Правові та організаційні питання охорони праці

Основними законодавчими актами, які визначають основні положення щодо охорони праці, є:

- Конституція України;
 - Закон України «Про охорону праці»;
 - Закон України «Про пожежну безпеку»;
 - Кодекс законів про працю України;
 - Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»;
 - Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності»;
 - Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку»;
 - Закон України «Про охорону здоров'я»,
- Конституцією України (ст. 43, 45, 46, 49, 56) гарантуються права кожного громадянина:

- на працю;
- на належні, безпечні і здорові умови праці;
- на заробітну плату, не нижчу від визначеної законом;
- на відпочинок;
- на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування;
- на соціальний захист.

Окрім того, у Конституції України зазначається, що використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється.

Кодекс законів про працю України (КЗпП) регулює трудові відносини всіх працівників, сприяючи зростанню продуктивності праці, поліпшенню якості роботи, підвищенню ефективності суспільного виробництва.

Закон України «Про охорону праці»:

- визначає основні положення щодо реалізації конституційного права працівників на охорону їх життя і здоров'я у процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці;
- регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;
- встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Закон України «Про пожежну безпеку»:

- визначає загальні правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України;
- регулює відносини державних органів, юридичних і фізичних осіб у цій галузі незалежно від виду їх діяльності та форм власності.

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»:

- регулює суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя;
- визначає відповідні права і обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій та громадян;

- встановлює порядок організації державної санітарноепідеміологічної служби і здійснення державного санітарно епідеміологічного нагляду в Україні.

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання» визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру загальнообов'язкового державного соціального страхування громадян від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які призвели до втрати працездатності або загибелі застрахованих на виробництві.

Основи законодавства України про охорону здоров'я:

- визначають правові, організаційні, економічні та соціальні засади охорони здоров'я в Україні,
- регулюють суспільні відносини у цій галузі з метою забезпечення високої працездатності громадян, усунення факторів, що шкідливо впливають на їх здоров'я, попередження і зниження захворюваності, інвалідності та смертності [8].

4.1.2 Пожежна безпека

Приміщення, де встановлено комп'ютер, повинно мати ступінь вогнестійкості не нижче II. Поруч із приміщеннями підприємства не повинно бути пожежі чи вибуху. Необхідні для роботи носії повинні зберігатися на місці, а решта – на негорючих стелажах у залізних ящиках в окремому приміщенні[13].

Підлоги повинні бути знімними і виготовленими з негорючих або важкогорючих матеріалів. У підземних приміщеннях повинні бути встановлені засоби автоматичної пожежної сигналізації та пожежогасіння. Об'єкт повинен

мати систему сигналізації з датчиками диму та систему пожежогасіння. У приміщенні слід встановити два переносні вуглекислотні вогнегасники 2 шт. на 20 м².

4.1.3 Техногенна безпека

Ефективність евакуації вимірюється часом, за який люди виходять з окремих приміщень, будівель і споруд у разі необхідності. Безпека евакуації досягається, якщо час евакуації не перевищує часу, необхідного для досягнення критичної стадії виникнення пожежі. Це час від початку пожежі до досягнення критичних значень таких факторів пожежі, як критична температура та концентрація кисню [9].

Евакуаційні виходи вважаються такими, якщо вони ведуть:

- з приміщень першого поверху безпосередньо на зовнішню територію або через коридор, сходову клітку, вестибюль.
- з приміщень будь-якого поверху, крім першого, в коридори, що ведуть до сходової клітки (включаючи хол). При цьому сходові клітки повинні мати вихід на зовнішню територію безпосередньо або через вестибюль, що відокремлений від прилеглих коридорів дверима.
- з приміщень в сусіднє приміщення на тому ж поверсі, яке має вихід, зазначений вище.

Аварійні виходи повинні бути розподіленими, їх кількість повинна бути не менше двох. Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися в напрямку виходу з будівлі або приміщення. За винятком випадків, коли в приміщенні перебуває не більше 15 осіб, двері можуть відкриватися всередину приміщення. При наявності людей у приміщенні двері евакуаційних виходів можуть бути зачиненими тільки на внутрішні засуви, які легко відмикаються

Мінімальна ширина евакуаційного шляху повинна бути не менше 1 м, а мінімальна ширина дверей - не менше 0,8 м. Відстань від найдальшої точки будівлі або майданчика до евакуаційного виходу визначається згідно СНіП 2.09.02-85, залежно від ступеня вогнестійкості будівлі та кількості людей, які евакуюються.

Залежно від категорії приміщень і будівель та класу зон за вибухопожежною небезпекою, відповідно до вимог чинних нормативів, розробляються технічні та організаційні заходи і засоби забезпечення вибухопожежної безпеки об'єкта.

На рис. 4.1 у вигляді блок-схеми наведена загальна послідовність вирішення питань щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта.

Як видно зі схеми, основою для розробки технічних (щодо попередження пожежі та протипожежного захисту) і організаційних рішень систем пожежної безпеки є результати ґрунтового аналізу пожежної небезпеки, з визначенням відповідних формалізованих показників.

Пожежа в лабораторному приміщенні, де розташовано робоче місце, може виникнути при взаємодії горючих речовин і джерел запалювання.

Горючими речовинами в лабораторії можуть стати матеріали меблів, пластмасові корпуси техніки, шнури тощо.

Джерелами запалювання можуть бути електронні схеми комп'ютерів, пристрої електроживлення, де внаслідок різних порушень виникає перегрівання елементів, утворюються електричні іскри, здатні спричинити займання горючих матеріалів.

Для ліквідації пожежі в даному приміщенні немає необхідності влаштування системи автоматичного пожежогасіння.

Приміщення оснащене переносним вуглекислотним вогнегасником типу ВВК-3,5 - 1 шт.

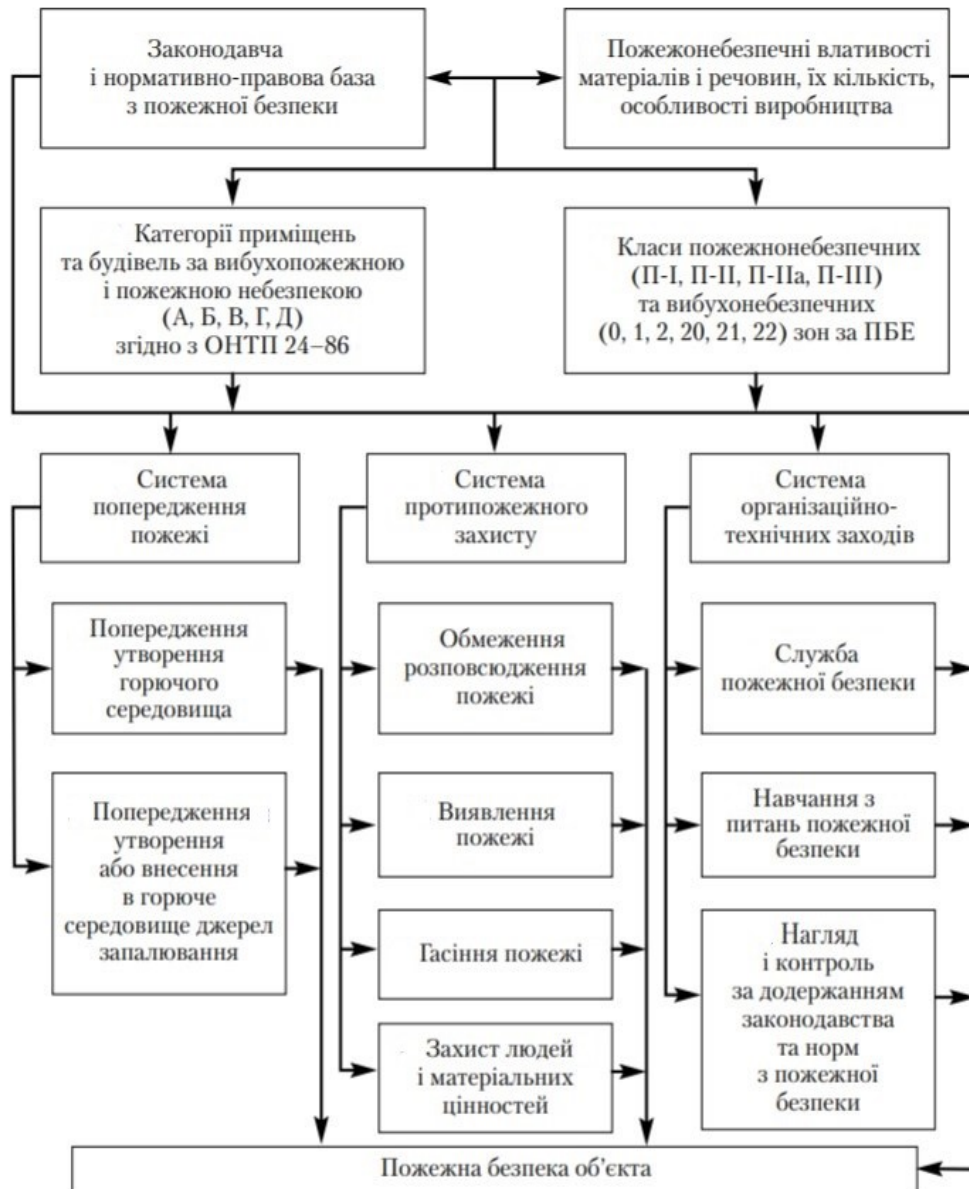


Рисунок 4.1 – Блок-схема забезпечення пожежної безпеки об'єкта

Облицювання стін та стелі приміщення зроблене з негорючих матеріалів.

Коридори будівлі, в якому знаходиться дане приміщення, оснащені стендами з планом евакуації під час пожежі (рис. 4.2), на стіні є ящик з пожежним стволом і пожежним рукавом.

Дана будівля відносяться до другої категорії по блискавко захисту, захист будівлі від прямих ударів блискавки здійснюється за допомогою стрижневих

блискавковідводів.

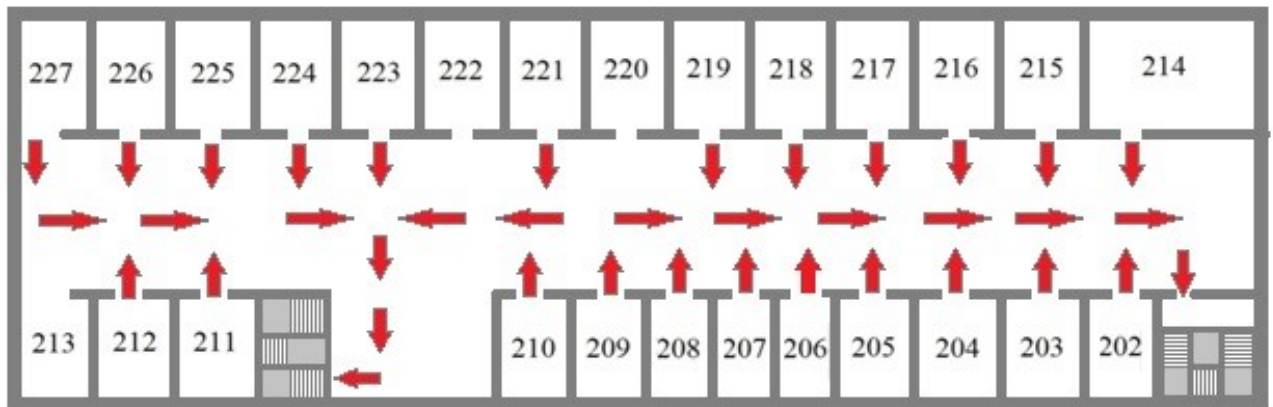


Рисунок 4.2– План евакуації при пожежі

4.5 Шкідливі фактори у робочих приміщеннях

В приміщеннях для праці з комп'ютерами можуть існувати різні небезпечні та шкідливі фактори. Деякі з них включають випромінювання з відеодисплейних терміналів (ВДТ), освітлення, шум, наявність шкідливих речовин у повітрі робочої зони, іонний склад повітря та електростатичне поле.

Випромінювання від ВДТ може бути рентгенівським (іонізуючим), оптичним та електромагнітним. Рентгенівське випромінювання походить від екрана ВДТ, яке містить люмінофорне покриття. Оптичне випромінювання виникає внаслідок взаємодії електронів з люмінофорним шаром на екрані. Зона оптичного випромінювання включає ультрафіолетове (УФ), світлове та інфрачервоне випромінювання.

Електромагнітні випромінювання та поля виникають у системах горизонтальної та вертикальної розгортки й унаслідок дії електронного променя.

Електростатичний заряд найчастіше зосереджується на екрані ВДТ. Це може привести до притягання пилу та бруду з повітря до екрана, що призводить до швидкого забруднення екрана після очищення[14].

Один з ключових аспектів, що впливає на забезпечення комфортної роботи користувача на ВДТ – це належне освітлення робочого місця.

Надмірне навантаження на зоровий аналізатор може бути спричинене різними факторами, такими як:

- неправильна орієнтація робочого місця щодо світлових отворів,
- неадекватні світлові характеристики світильників,
- засліплююча дія яскравих предметів,
- дзеркальне відбиття на екрані та неправильний розподіл яскравості в полі зору користувача.

Комп'ютерний принтер — пристрій для друку інформації на твердий носій, звичайно на папір. Процес друку називається виходом на друк, а документ, що вийшов, роздруковка або тверда копія. Принтери мають перетворювач цифрової інформації (текст, фото, графіка), що зберігається в запам'ятовувальних пристроях комп'ютера, фотоапарата й цифрової пам'яті, у спеціальну машинну мову.

Крім того, важливо правильно розташувати комп'ютерний принтер для забезпечення його нормальної роботи. Принтер слід розмістити поруч з процесором, уникнувши натягу з'єднувального шнура. Варто уникати розміщення принтера на процесорі.

Перед початком роботи з принтером важливо переконатися, що він належним чином підключений до комп'ютера і знаходиться в режимі зв'язку. Щоб досягти найкращої якості друку і уникнути пошкоджень пристрою, слід використовувати папір, рекомендований у Інструкції до принтера, зазвичай вагою 60-135 г/м. Важливо, щоб зрізи паперу були різані гострим лезом без задирок, що зменшить ймовірність складання або затягування паперу.

У зовнішньому природному середовищі, а також у внутрішньому повітрі приміщень завжди присутня певна кількість іонів – заряджених частинок. Цей іонний склад повітря може змінюватись під впливом різних факторів, включаючи виробничу діяльність.

Наприклад, дослідження показали, що на робочих місцях з відеодисплейними терміналами (ВДТ) іонний склад повітря значно змінюється протягом робочої зміни.

Виявлено, що вже через 5 хвилин роботи з ВДТ концентрація легких негативних іонів знижується від 8 разів, а через 3 години роботи вона майже нульова. Також спостерігається зменшення концентрації середніх і важких негативних іонів, а збільшення концентрації позитивних іонів. Після 3 годин роботи ВДТ у повітрі робочої зони переважають позитивно заряджені частинки різних розмірів. Це негативно впливає на здоров'я користувачів ВДТ.

Дослідження, проведені в Україні та за кордоном, підтверджують, що збільшення кількості позитивних іонів у повітрі негативно впливає на фізичну працездатність, сприяє розвитку втоми і має негативний вплив на різні системи організму, включаючи серцево-судинну, бронхо-легеневу, кровотворення та вегетативну нервову систему. Водночас негативні іони, які знаходяться в повітрі, мають сприятливий вплив на здоров'я людини.

Відзначено значний вплив на систему реєстрації інформації, передусім на її найбільш лабільну ланку — короткотермінову пам'ять. В той же час результати проведених досліджень засвідчують сприятливий вплив негативних іонів, що знаходяться в повітрі, на здоров'я людини.

Несприятливий вплив електростатичного поля проявляється в тому, що воно здатне притягувати пил, бруд та інші частини, присутні в повітрі, навколо ВДТ. Не важко помітити, що після того, як очистити екран ВДТ від пилу він досить швидко покривається ним знову.

Під час досліджень, проведених Шведським національним інститутом радіаційного захисту на робочих місцях з ВДТ вивчався вплив електростатичного поля на інтенсивність осідання ізотопів радону на обличчі інженера з електронної техніки. Встановлено, що за концентрації радону в повітрі 100 мкР/годину радіації за рік зросла приблизно на 50-60%.

Електростатичний заряд зосереджується переважно на ЕПТ ВДТ, зокрема на екрані. Присутність електричного поля, створеного цими зарядами

легко можна виявити, якщо піднести до екрана руку; волоски на тильній стороні кисті відразу припіднімаються. Може навіть відбутися незначний електричний "удар", якщо людина достатньо "заряджена". Така "зарядка" користувача здійснюється, як правило, індуктивним та контактним шляхом. Заряди нагромаджуються на користувачі, підвищуючи тим самим його електричний потенціал.

4.2 Електробезпека

З кожним роком зростає виробництво та споживання електроенергії, а відтак і кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують (експлуатують) електричні пристрої та установки. Тому питання електробезпеки набувають особливої ваги.

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики [10].

Аналіз виробничого травматизму показує, що кількість травм, спричинених дією електричного струму, є незначною і становить близько 1%. Однак із загальної кількості смертельних нещасних випадків частка електротравм становить 20-40% і посідає одне з перших місць.

Щороку в Україні від електричного струму гине приблизно 1500 осіб. Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі зі смертельними наслідками, стається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В, що пов'язано з їх поширенням і відносною доступністю практично для кожного, хто працює на виробництві.

Випадки електротравматизму під час експлуатації електроустановок напругою понад 1000 В нечасті, що зумовлено незначним поширенням таких електроустановок і обслуговуванням їх висококваліфікованим персоналом.

Основними причинами електротравматизму на виробництві є:

- випадкове доторкання до неізольованих струмопровідних частин електроустаткування;
- використання несправних ручних електроінструментів;
- застосування нестандартних або несправних переносних світильників напругою 220 чи 127 В;
- робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань;
- доторкання до незаземлених корпусів електроустановок, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження чи пробою ізоляції;
- недотримання правил будови, улаштування, безпечної експлуатації електроустановок та правил експлуатації електрозахисних засобів тощо.

ЕОМ з ВДТ і ПП, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники), електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту мають відповідати класу зони за НПАОП 40.1-1.01-97, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, застосовувати негорючу ізоляцію.

Під час ремонту ліній електромережі шляхом зварювання, паяння та з використанням відкритого вогню необхідно дотримуватися НАПБ А.01.001-2004. Лінія електромережі для живлення ЕОМ з ВДТ і ПП виконується як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників.

Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Не допускається використовувати нульовий робочий провідник як нульовий захисний провідник. Нульовий захисний

провідник прокладається від стійки групового розподільного щита, розподільного пункту до розеток електроживлення.

Не допускається підключати на щиті до одного контактного затискача нульовий робочий та нульовий захисний провідники. Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідника в груповій трипровідній мережі має бути не менше площі перерізу фазового провідника.

Усі провідники мають відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту, вимогам НПАОП 40.1-1.01-97.).

ЕОМ з ВДТ і ПП повинні підключатися до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. У штепсельних з'єднаннях та електророзетках, крім контактів фазового та нульового робочого провідників, мають бути спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Їхня конструкція має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше, ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників.

Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним. Не допускається підключати ЕОМ з ВДТ і ПП до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі – з використанням перехідних пристроїв.

Електромережі штепсельних з'єднань та електророзеток для живлення ЕОМ з ВДТ і ПП потрібно виконувати за магістральною схемою, по 3-6 з'єднань або електророзеток в одному колі. Штепсельні з'єднання та електророзетки для напруги 12 В та 42 В за своєю конструкцією мають відрізнятися від штепсельних з'єднань для напруги 127 В та 220 В.

Штепсельні з'єднання та електророзетки, розраховані на напругу 12 В та 42 В, мають візуально (за кольором) відрізнятися від кольору штепсельних з'єднань, розрахованих на напругу 127 В та 220 В.

Індивідуальні та групові штепсельні з'єднання та електророзетки необхідно монтувати на негорючих або важкогорючих пластинах з урахуванням

вимог НПАОП 40.1-1.01-97 та НАПБ А.01.001-2004. Електромережу штепсельних розеток для живлення ЕОМ з ВДТ і ПП при розташуванні їх уздовж стін приміщення прокладають по підлозі поруч зі стінами приміщення, як правило, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах, а також у пластикових коробах і пластмасових рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання.

При розміщенні в приміщенні до п'яти ЕОМ з ВДТ і ПП допускається прокладання трипровідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці з негорючого чи важкогорючого матеріалу по периметру приміщення без металевих труб та гнучких металевих рукавів. Не допускається в одній трубі прокладати ланцюги до 42 В та вище 42В.

При організації робочих місць операторів електромережу штепсельних розеток для живлення ЕОМ з ВДТ і ПП у центрі приміщення прокладають у каналах або під знімною підлогою в металевих трубах або гнучких металевих рукавах. При цьому не допускається застосовувати провід і кабель в ізоляції з вулканізованої гуми та інші матеріали, які містять сірку[14].

4.3 Освітлення виробничих приміщень

Особливо важлива роль в життєдіяльності людини природного освітлення, його ультрафіолетової частини спектру. Природне освітлення стимулює біохімічні процеси в організмі, поліпшує обмін речовин, загартовує організм, йому властива протибактерицидна дія. У зв'язку з цим при недостатньому природному освітленні в умовах виробництва санітарно-гігієнічні нормативи вимагають у системі штучного освітлення застосовувати джерела штучного світла з підвищеною складовою ультрафіолетового випромінювання – еритемні джерела світла.

Спроможність зорового сприйняття визначається енергетичними, просторовими, часовими та інформаційними характеристиками сигналів, що надходять до людини. Видимість об'єкту залежить від властивості ока, а також освітлення (або власного світла об'єкту).

Під час здійснення будь-якої трудової діяльності втомлюваність очей, в основному, залежить від напруженості процесів, що супроводжують зорове сприйняття.

Для створення сприятливих умов зорової роботи освітлення робочих приміщень повинне задовольняти таким умовам:

- а) рівень освітленості робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам;
- б) мають бути забезпечені рівномірність та часова стабільність рівня освітленості у приміщенні, відсутність різких контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнього простору, відсутність на робочій поверхні різких тіней (особливо рухомих);
- в) у полі зору предмета не повинно створювати сліпучого блиску;
- г) штучне світло, що використовується на підприємствах, за своїм спектральним складом має наближатися до природного;
- д) не створювати небезпечних та шкідливих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпеку ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпечність);
- е) бути надійним, простим в експлуатації та економічним.

У приміщенні, де знаходиться робоче місце використовується поєднання природного і штучного освітлення. В якості природного – бічне освітлення через вікна. Штучне освітлення використовується при недостатньому природному освітленні. В даному приміщенні використовується загальне штучне освітлення. Розрахунок його здійснюється за методом світлового потоку.

Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею 20 м², ширина якої складає 5м, довжина – 4м, висота – 3м.

Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta}, \quad (4.1)$$

де, F – світловий потік, що розраховується, Лм; E – нормована мінімальна освітленість, Лк; $E = 300$ Лк; S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S=20\text{м}^2$); Z – відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1... 1,2, в нашому випадку $Z=1,1$); K – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників в процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру робіт, що проводяться в ньому, в нашому випадку $K = 1,5$); η – коефіцієнт використання світлового потоку, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп, і обчислюється в долях одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, забарвлення стін і стелі, що характеризуються коефіцієнтами відбиття від стін ($\rho_{\text{ст.}}$) і стелі ($\rho_{\text{стелі}}$)), значення коефіцієнтів дорівнюють $\rho_{\text{ст.}} = 40\%$ і $\rho_{\text{стелі}}=60\%$.

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$I = \frac{S}{h(A + B)}, \quad (4.2)$$

де, S – площа приміщення, $S = 20\text{м}^2$; h – розрахункова висота підвісу, $h = 2,9$ м; A – ширина приміщення, $A = 4$ м; B – довжина приміщення, $B = 5$ м.

Підставивши значення отримаємо:

$$I = \frac{20}{2,9(4 + 5)} = 0,77.$$

Знаючи індекс приміщення I знаходимо $\eta = 0,22$ [17].

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку F :

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 20 \cdot 1,1}{0,22} = 45000\text{Лм.}$$

Для освітлення використовуємо люмінесцентні лампи типу ЛБ 40-1, світловий потік яких $F_{\text{л}} = 4320$ Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у світильниках за формулою:

$$N = \frac{F}{F_{\text{л}}}, \quad (4.3)$$

де, N – кількість ламп, що визначається; F – світловий потік, $F=45000$ Лм; $F_{\text{л}}$ – світловий потік лампи, $F_{\text{л}}=4320$ Лм.

$$N = \frac{45000}{4320} = 11.$$

В приміщенні використовуємо світильники типу ОД. Кожен світильник комплектується двома лампами. Тобто необхідно використовувати 6 світильників із 12 працюючими лампами в них.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Проведено аналіз існуючих методів контролю навколишнього середовища, виявлено складові системи та параметри які є критерієм дозволу проведення досліду, експерименту, технологічного процесу

2. Для забезпечення оптимального співвідношення між розмірами та вартістю схеми управління з одного боку та гнучкістю та продуктивністю з іншого, обрано мікроконтролер Atmega 328 – найпоширеніший, здатний працювати з усіма необхідними портами, економічний, надійний та має достатню пам'ять.

3. Проведено порівняльний аналіз датчиків та техніко-економічне обґрунтування в результаті якого обрано датчик температури та вологості АНТ 10, та датчик температури DS18B20.

4. Для передачі посиленних по потужності сигналів по зонах оповіщення, а також для забезпечення контролю відсутності короткого замикання чи обриву в лініях зон оповіщення розроблено блок комутації, який складається з двох блоків на основі симісторів ВТА16-600В та польових транзисторів 70to3gh. Функціонування схеми перевірено в програмі Proteus.

5. Блок живлення розроблено на основі мікросхеми IR2153. Перевага цієї схеми в тому, що схема має достатньо високий ККД та невеликі розміри. Схема живиться від напруги 220 вольт, має на вході фільтр, який складається з дроселя і двох плівкових конденсаторів розрахованих на напругу не менше 250 - 300 Вольт ємністю від 0,1 до 0,33 мкФ

6. Розробка електричної схеми приладу та симуляція її елементів проведено у програмі Proteus. Трасування друкованих плат блока живлення та основної плати - у середовищі Sprint_Layout

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін.: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. 420 с.
2. Ляшенко О., Мартинюк О. Моделювання та дослідження електронних пристроїв: навчальний посібник. Луцьк: Східноєвропейський національний університет ім. Лесі Українки, 2013. 217 с.
3. Медвідь В. Р, Пісьціо В. П., Козбур І. Р. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник. Тернопіль: Вид-во ТНТУ ім. Івана Пулюя, 2015. 354с.
4. Ляшенко О., Мартинюк О. Моделювання та дослідження електронних пристроїв: навчальний посібник. Луцьк: Східноєвропейський національний університет ім. Лесі Українки, 2013. 217 с.
5. Автоматизація проектування мікроелектронних систем: навчальний посібник / В.М. Теслюк та ін. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 148 с.
6. Недашківський О.М. Планування та проектування інформаційних систем: навчальний посібник. Київ, 2014. 215 с.
7. Верьовкін Л. Л., Світанько М. В., Кісельов Є. М., Хрипко С. Л. Цифрова схемотехніка: підручник. Запоріжжя: ЗДІА, 2016. 214 с. ISBN 978- 617-685- 023-6
8. Проектування мікропроцесорних систем керування: навчальний посібник/ І. Р. Козбур, П. О. та ін. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2022. 324с.
9. Задерейко О. В., Логінова Н. І., Трофименко О. Г., Троянський О.В., Толочков А.А. Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів : навчальний посібник [Електронне видання]. Одеса: Фенікс, 2021. 163 с.
10. Рябенський В. М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д.. Цифрова схемотехніка: Навчальний посібник. Львів : "Новий Світ-2000", 2019. 736 с.

11. Мірошник М. А., Клименко Л. А., Корольова Я. Ю. Технології та автоматизація проєктування цифрових пристроїв складних комп'ютерних систем на ПЛС: Навчальний посібник. Харків : УкрДУЗТ, 2021. 220 с.
12. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА / URL: https://eco.kiev.ua/poslугy/tehnogenna_bezpeka/ (дата звернення: 28.05.2023)
13. ДСТУ 3008:2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [На заміну ДСТУ3008-95; чинний від 2015-06-22]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.

ДОДАТОК А

Позн	Найменування	Кільк	Примітка
	Діодні мости		
<i>VD1</i>	<i>1a 1000в</i>	1	
<i>VD4</i>	<i>HER308</i>	1	
	Діоди		
<i>VD2, VD6, VD7</i>	<i>HER308</i>	3	
<i>VD3</i>	<i>1N4007</i>	1	
	Резистори		
<i>R1, R3</i>	<i>ОМЛТ-0,125-380Ом±5%</i>	2	
<i>R2, R4, R13, R14</i>	<i>ОМЛТ-0,125-330Ом±5%</i>	4	
<i>R5-R6</i>	<i>ОМЛТ-0,125-39Ом±5%</i>	2	
<i>R7 – R9, R17-R19</i>	<i>ОМЛТ-0,125-100кОм±5%</i>	6	
<i>R10 – R12</i>	<i>ОМЛТ-0,125-100Ом±5%</i>	3	
<i>R15</i>	<i>ОМЛТ-2-24кОм±5%</i>	1	
<i>R16</i>	<i>ОМЛТ-0,125-1кОм±5%</i>	1	
<i>R20-R22</i>	<i>ОМЛТ-0,125-100кОм±5%</i>	3	
<i>R24-R26</i>	<i>ОМЛТ-0,125-4,7кОм±5%</i>	3	
<i>R23</i>	<i>3296W-1-10310 кОм</i>	1	
	Конденсатори керамічні		
<i>C1-C2</i>	<i>КМ-5 50В 22нФ</i>	2	
<i>C10</i>	<i>КМ-5 50В 1нФ</i>	1	
<i>C11</i>	<i>КМ-5 50В 220нФ</i>	1	
<i>C16-C17</i>	<i>КМ-5 50В 100нФ</i>	2	
	Конденсатори плівкові		
<i>C3-C7</i>	<i>400В 100нФ</i>	6	
<i>C12</i>	<i>400В 200нФ</i>	1	
<i>C8</i>	<i>400в 47мкФ</i>	1	
			ІННІ ЗНУ 8.153 ДР

	<i>C9</i>	<i>25в 100мкФ</i>				<i>1</i>			
	<i>C13</i>	<i>35в 1000мкф</i>				<i>1</i>			
	<i>C14</i>	<i>35в 220мкФ</i>				<i>1</i>			
	<i>C15</i>	<i>16в 47мкФ</i>				<i>1</i>			
		Транзистори							
	<i>VT1-VT3</i>	<i>ТО-252 - AP70T03GH</i>				<i>3</i>			
	<i>VT4-VT5</i>	<i>ТО-220 - IRF840</i>				<i>2</i>			
	<i>VS1-VS2</i>	<i>ТО-220-ВТА16-600В</i>				<i>2</i>			
	<i>DA1-DA2</i>	<i>DIP-6 - МОС3023</i>				<i>2</i>			
	<i>L1</i>	<i>Дроссель UU10тН синфазний</i>				<i>1</i>			
	<i>TV1</i>	Імпульсний трансформатор				<i>1</i>			
	<i>VR1</i>	<i>ТО-220-17805cv</i>				<i>1</i>			
	<i>Cr1</i>	<i>НС-49Е - 16MHz</i>				<i>1</i>			
	<i>Cr2</i>	<i>HF26 - 32768 Гц</i>				<i>1</i>			
	<i>IC1</i>	<i>ATmega328P-PU</i>				<i>1</i>			
	<i>IC2</i>	<i>AHT10</i>				<i>1</i>			
	<i>IC3</i>	<i>DIP-8 - Ds1307</i>				<i>1</i>			
	<i>IC4</i>	<i>pcf8674</i>				<i>1</i>			
	<i>IC5</i>	<i>Ds18b20</i>				<i>1</i>			
	<i>IC6</i>	Датчик вологості ґрунту				<i>1</i>			
	<i>IC7</i>	<i>IR2153</i>				<i>1</i>			
	<i>LCD1</i>	<i>LCD 1602</i>				<i>1</i>			
						ІННІ ЗНУ 8.1532 КР			
							Літ.	Мас	Мас-штаб
	Ізм	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
	Розроб.		Михальцов Д.Р.			Перелік елементів			
	Перевір.		Ніконова А.О.						
	Т. Контр.		Ніконова А.О.						
							Лист	Листів	
	Н. Контр.		Верьовкін Л. Л			ІННІ ЗНУ 8.1532			
	Затверд.		Критська Т.В.						

