

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:
«Пристрій контролю мікроклімату в серверній »

за спеціальністю 171 «Електроніка»,
освітньо-професійна програма «Електронні системи та
компоненти»

Завідувач Кафедри ЕКТ

Керівник роботи

Студент групи ЕС-81

А. С. Опанасюк

В. В. Гриненко

П. С. Отрощенко

Суми-2022

РЕФЕРАТ

Робота містить: 42 сторінок, 23 рисунків, 5 таблиць, 15 джерел літератури..

Мета роботи полягає у розробці пристрою, який буде вимірювати показники мікроклімату, а саме температуру та відносну вологість повітря та передавати виміри на сервер. У ході виконання роботи були розглянуті мікроконтролери на базі процесорного блоку AVR, датчики їх схеми підключення типи та способи роботи.

За основу було взято мікроконтролер Atmega128-16AU, мережевий контролер RTL8019AS, модуль TTL-логіки MAX-232, Датчик температури TMP36, Датчик відносної вологості повітря HR202, Сторожовий таймер та монітор напруги 74HCT138.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою Опанасюк О.А.

« » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА СТУДЕНТУ

Отроценко Павло Сергійович

- 1 Тема роботи Пристрій контролю мікроклімату в серверній
керівник роботи Гриненко Віталій Вікторович,
затверджені наказом по університету від «12» квітня 2022 р. №0242-VI
- 2 Строк подання студентом роботи «11» червня 2022 р.
- 3 Вхідні дані до роботи:
1. Розробити пристрій на базі мікроконтролера. 2. Основні компоненти:
мікроконтролер, мережевий контролер, 2 аналогових датчика, сторожовий таймер, драйвер TTL - логіки
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
- 1) Огляд літератури та постановка задачі; 2) Розробка та розрахунки принципових електричних схем вузлів і блоків пристрою; 3) Розробка програмного забезпечення пристрою, що проектується.
- 5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
1. Схеми алгоритму функціонування
 2. Схеми електричної структурної
 3. Схеми електричної принципової.

7.Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Оформлення планування робіт		
2	Оформлення технічного завдання		
3	Проведення аналізу предметної області		
4	Проведення структурно-функціонального моделювання процесів		
5	Розробка проекту		
6	Здача пояснювальної записки та файлів розробленого проекту		

Студент _____
(підпис)

Отрощенко П.С.

Керівник роботи _____
(підпис)

доц. Гриненко В.В.

Зміст

Зміст.....	5
Вступ.....	7
1.1 Огляд літератури та постановка задачі проектування	8
1.2 Параметри мікроклімату в серверному приміщенні.	8
1.3 Огляд серійних систем моніторингу мікроклімату	9
1.4 Розроблення, обґрунтування алгоритму роботи та структурної схеми пристрою, що проектується	13
2 Розроблення та розрахунки принципів електричних схем, вузлів і блоків	18
2.1 Аналіз та вибір Мікроконтролера	18
2.1.1 Вибір МК	19
2.1.2 Розробка блоку введення даних	26
2.2 Вибір датчиків для пристрою контролю мікроклімату.....	27
2.2.1 Датчик температури.....	29
2.2.2 Датчик відносної вологості повітря.....	30
2.3 Аналіз та вибір мережевого контролера.....	31
2.4 Вибір драйвера RJ-45.....	36
2.5 Сторожового таймера та монітору напруги	37
2.6 Розробка модуля підключення RS-232	38
2.7 Висновок в розділі було розроблено пристрій контролю клімату.	40
3 Розробка програмного забезпечення.....	41
3.1 Розробка програмного забезпечення для МК.	41
Висновок	43
Список використаних джерел	44

					ЕЛІТ 6.171.00.10.447 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпись	Дата	Пристрій контролю мікроклімату в серверному приміщенні. Пояснювальна записка.					
Разроб.		Отрощенко						Літ.	Арк.	Аркушів
Преревір.		Гриненко							5	44
Реценз.								СумДУ, ЕС-81		
Н. Контр.										
Затверд		Опанасюк								

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ

МК – мікроконтролер;

АЦП – аналогово-цифровий перетворювач;

СММ – система моніторингу мікроклімату;

ЛОМ – локальна обчислювальна мережа;

EEPROM – постійний пам'ять, що програмується та очищується за допомогою електрики;

SRAM – Статична пам'ять з вільним доступом ;

АЛП – арифметико логічний пристрій;

SPI/LPT – послідовний периферійний інтерфейс;

COM послідовний периферійний інтерфейс.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.447 ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Вступ

Автоматизація технологічних процесів є одним з важливих факторів підвищення продуктивності та покращення умов для роботи не лише людей, а й обладнання. Більшість сучасних промислових об'єктів оснащені обладнанням автоматизації в тій чи іншій мірі. Стан мікроклімату в приміщеннях визначає комплекс фізичних факторів (температура, вологість, сонячне випромінювання, атмосферний тиск, освітлення та іонізація), газовий склад повітря (кисень, вуглекислий газ, аміак, сірководень і т.д.) і механічних домішок (пил і мікроорганізми). Формування мікроклімату в таких приміщеннях залежить від ряду умов: місцевого клімату, термічного і вологого стану огорожувальних конструкцій будівлі, рівня повітрообміну або вентиляції, опалення та освітлення.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що в даний час управління мікрокліматом приміщення здійснюється вручну і не завжди своєчасно і правильно, немає автоматичного управління, звідси і незручності використання такої системи, збільшуються енерговитрати. У зв'язку збільшенням розмірів та кількості спеціальних технічних приміщень стає все більш актуальним завдання постійного моніторингу мікроклімату та інших параметрів. Традиційний підхід до моніторингу кліматичних параметрів за допомогою портативних або настінних пристроїв (з необхідністю запису показань вручну) неефективний, і часто вкрай складний з точки зору часу для персоналу. Крім того, «ручний моніторинг» не обходиться без впливу «людського фактора».

Основними завданнями системи моніторингу мікроклімату є безперервне автоматичне вимірювання параметрів мікроклімату, зміни температури та інших параметрів технологічних середовищ і їх збереження в єдиній базі даних.

					ЕліТ 6.171.00.10.447 ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

1 Огляд літератури та постановка задачі

1.1 Огляд літератури та постановка задачі проектування

В сучасних серверних приміщеннях використовують пристрої, які контролюють та регулюють мікроклімат в них. Через те що обладнання яке працює в приміщеннях було розроблене під оптимальну умови роботи, то без дотримання їх збільшується енерговитрати та зменшується ресурс роботи цього обладнання. Система моніторингу дозволяє слідкувати за зміна мікроклімату в багатьох приміщеннях одночасно, а також повідомляти про різкі зміни в них. Вона дає змогу швидко відреагувати на проблему та усунути її, або, якщо проблема періодична, визначити через що вона відбувається. Така система буде мати можливість вільно інтегруватися в будь яку локальну обчислювальну мережу.

1.2 Параметри мікроклімату в серверному приміщенні.

Система моніторингу мікроклімату (СММ) дозволяє комплексно контролювати показники, які впливають на умови роботи обладнання, а саме: температуру, вологість, тиск. Особливістю системи моніторингу мікроклімату є можливість відстежувати умов відразу в великій кількості приміщень та вчасно контролювати їх, а також мати змогу перегляду даних за необхідний період.

Головними параметрами мікроклімату в серверних приміщення є:

- Температура повітря;
- Відносна вологість повітря;

Згідно стандартів **TIA/EIA-569** або **ГОСТ Р58242** умови в серверному приміщенні повинні бути: див. таблиця 1

Таблиця 1 – Умови в серверному приміщенні

Температура в серверному приміщенні	Відносна вологість в серверному приміщенні
18 – 27, °C	40 – 55, %

1.3 Огляд серійних систем моніторингу мікроклімату

Дану проблему з моніторингом мікроклімату можна вирішити за допомогою готових серійних систем або розробити власну на основі мікроконтролера.

Система моніторингу мікроклімату не новий винахід. Такі пристрої розробляють і виробляють серійно в компаніях наприклад «Скан-ейр», «Ексіс». Розглянемо названі СММ більш детально.

Система моніторингу мікроклімату «Скан-ейр»

«Скан-ейр» система моніторингу температури вологості та інших параметри на об'єктах різних специфікацій.

Плюсами цієї системи є:

- Наявність порту Ethernet, що дає змогу під'єднатись до вже існуючої мережі;
- Можливість підключення 512 датчиків одночасно;
- Інтеграція із системами SCADA;
- Збереження даних на власну пам'ять в разі неможливості запису на сервер;
- Можливість керування по мережі світло-звуковими сигналами;
- Бездротова передача даних по радіо каналу або Wi-fi;
- Безперервний моніторинг, навіть при неможливості під'єднання до радіо каналу;
- Передача сигналу тривоги та розсилання SMS та E-MAIL – повідомлень.

Мінусами системи «Скан-ейр» є:

- Складність монтажу;
- Складність обслуговування датчиків і системи в цілому;
- Висока ціна.



Рисунок 1.1 – Системи «Скан-ейр».

Система моніторингу мікроклімату «Ексіс»

«Ексіс» - комплекс призначений для безперервного (цілодобового) вимірювання і обліку відносної вологості і температури повітря та / або інших неагресивних газів, а також концентрації вуглекислого газу.

Плюси:

- Інтерфейс зв'язку з комп'ютером RS-232 / USB;
- Обсяг статистичної пам'яті до 30 тисяч циклів запису;
- Взаємозамінність первинних перетворювачів;
- Можливість перетворення результатів вимірювань в різні одиниці: % відносної вологості, г/ м³;
- Можливість підключення приладів до локальної обчислювальної мережі;
- До 16 вбудованих комутаційних пристроїв для керування зовнішніми пристроями;
- наявність декількох режимів управління: логічний, гістерезис, та ін.

Мінусами цієї системи є:

- Складність монтажу;
- Складність збільшення кількості датчиків;
- Висока ціна.



Рисунок 1.2 – Системи «Ексіс».

На основі вище описаного можна зробити висновки, що систему моніторингу мікроклімату буде доцільно розробити на основі мікроконтролеру. Це буде доцільно по декількох причинах:

1. Гнучкість системи ;
2. Енергоефективність ;
3. Простота монтажу;
4. Легка інтеграцію в локальну обчислювальну мережу;
5. Дешевизна.

Метою даної роботи є розробка власної системи контролю мікроклімату з наступними параметрами:

- Вимірювання температури та відносної вологості повітря;
- Діапазон температур: від 0 до 60;
- Діапазон вологості: від 20 до 90%;
- Наявність мережевого контролера для інтеграції в ЛОМ;
- Передбачити можливість корегування програми.

					ЕліТ 6.171.00.10.447 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1.4 Розроблення, обґрунтування алгоритму роботи та структурної схеми пристрою, що проектується

Система буде складатися з декількох основних компоненті, а саме з пристрою збору даних, сервера, комп'ютера. Пристрій збору даних, який буде побудований на мікроконтролері буде опитувати датчики та передавати дані на сервер, а з сервера дані можна переглядати з комп'ютера, який підключену в мережу.

Пристрій буде обпитуватися за допомогою SNMP запиту, який буде посилатися з сервера на пристрій. Опитування проходитиме кожену секунду. Після отримання пакету про запит даних мережевий контролер посилає сигнал на мікроконтролер, який в свою чергу опитує датчики. Зібрану інформацію мікроконтролер відразу передає на мережевий контролер, який формує пакет з даними та відсилає його на сервер не зберігаючи інформацію в пам'яті мікроконтролера на довгий час. Отриману інформацію можна переглядати з будь-якого комп'ютера, що знаходиться в одній мережі з сервером.

Мікроконтроле буде опитуватися сторожовим таймером. Сторожовий таймер необхідний для виявлення проблем з програмою. Таймер кожні 0,5 секунд буде подавати сигнал на МК. Після МК опитує датчики, але не передає їх на мережевий контролер, а посилає сигнал на таймер. В випадку коли таймер не отримав відгуку від МК, виконується перезапуск пристрою. Перезапуск скидає оперативну пам'ять МК, в якій може статися помилка виконання програми.

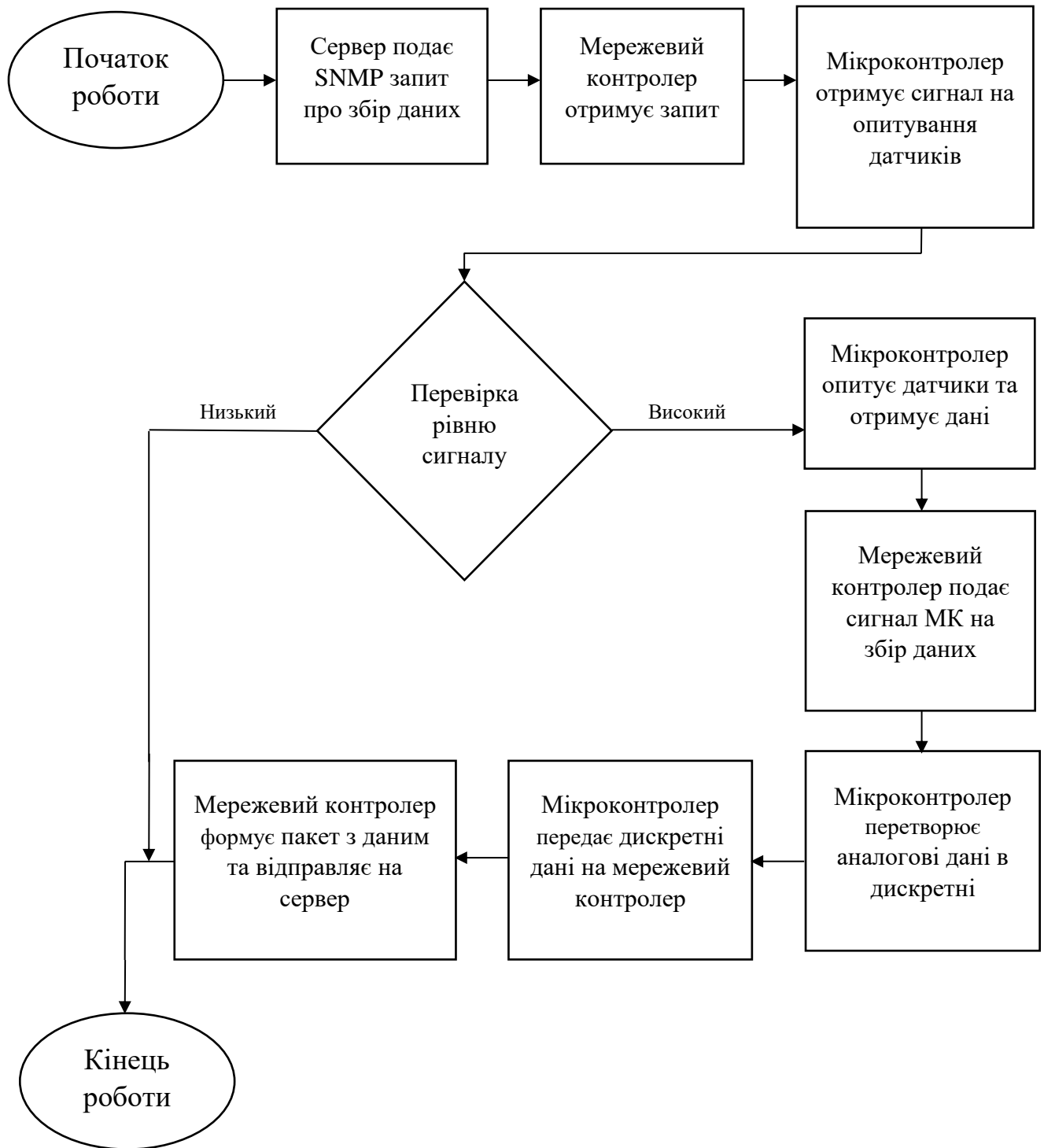


Рисунок 1.3 – Алгоритм роботи системи та пристрою контролю мікроклімату

Пристрій збору даних складається з мікроконтролера, мережевого контролера та датчиків. Важливо те що датчики можуть бути, як вмонтовані в корпус, так і бути виносними. Датчики опитуватимуться мікроконтролером кожну секунду.

Пристрій являє собою плату з мікроконтролером, мережевим контролером та датчиками. Пристрій можна умовно розділити на дві частини. Першою частиною є блок збору даних, який складається з мікроконтролера та датчиків. Друга частина складається з мережевого контролера та драйвера Ethernet-порт.

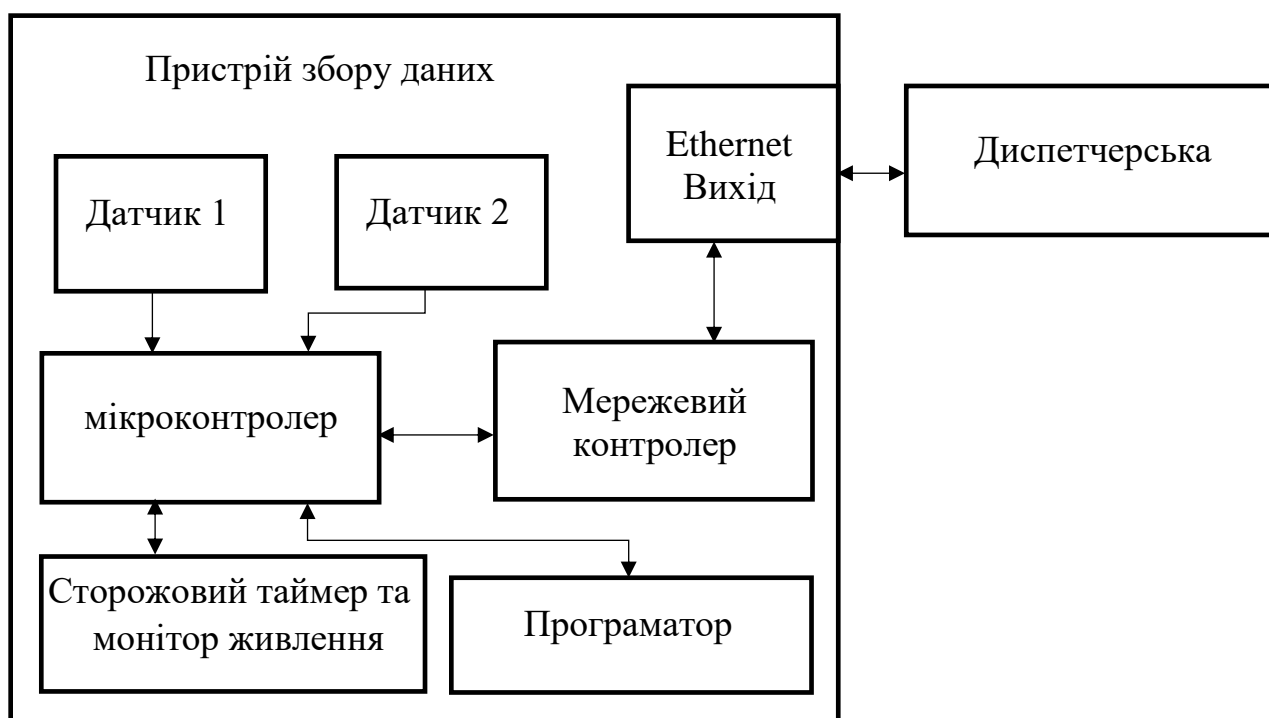


Рисунок 1.4 – Структурна схема пристрою.

- Мікроконтролер

Мікроконтролер в даній схемі виконує збір та обробку інформації з датчиків. Обробка інформації це обробка даних з датчиків, які можуть бути, як аналоговими, так і цифровими. Якщо датчик аналоговий то МК повинен їх перетворити на цифрові. Після збору та обробки даних МК передає їх в цифровому вигляді на мережевий контролер. Мікроконтролер повинен опитувати кожні 0,1с датчика.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

- Мережевий контролер

Мережеви контролер використовується для легкої інтеграції в вже існуючу ЛОМ. Він виконує обробку пакетів, що надходять від сервера. Пакети що надсилає сервер має вигляд SNMP запитів. Мережевий контролер після обробки пакета подає сигнал на збір даних мікроконтролер. Після отримання даних від мікроконтролера, мережевий контролер формує пакет з даними та передає їх на сервер.

- Датчики

Датчики в даному пристрої можуть використовуватися аналогові та цифрові. Датчики повинні витримувати умови в яких доведеться працювати та мати невеликий розмір для розташування на платі пристрою. В разі потреби датчики можуть бути виносними, тобто бути винесені за межі плати.

Для пристрою, що розробляється потрібні 2 датчика:

- Датчик температури;
- Датчик відносної вологості повітря.

Оскільки розмір пристрою повинен бути не великим, для зручності та легкості в монтажі, то датчики повинні бути відповідних розмірів. Також робочою напруги плати є 5 В, тому й датчики повинні працювати з цією напругою.

Датчик температури буде працювати в умовах серверної кімнати, де температура не перевищує 35 °С і не опускається нижче 10°С. Це значить що датчик температури може мати не великий діапазон робочих температури, але й при цьому мати запас +/- 10°С.

Датчик відносної вологості повітря також працюватиме в серверній кімнаті, тому граничні значення вологості повітря не перевищуватимуть від 20% до 95%.

Виходячи з вище сказаного робимо висновки, що головними параметрами датчиків є:

- Невеликий розмір не більше 20мм по периметру та 10мм у висоту;
- Робоча напруга не більше 5В;
- Робочий діапазон датчика температури 0 – 55 °С;
- Робочий діапазон датчика вологості повітря 20 – 90 %.

- Сторожовий таймер та монітор живлення

Сторожовий таймер та монітор живлення потрібні для презапуску пристрою в випадку збою в програмного забезпечення та повного вимкнення пристрою в разі виявлення проблеми з живленням, тобто коротке замикання.

- Ethernet - вихід

Etehrnet – вихід драйвер для роботи з інтерфейсом RJ-45 та сам роз'єм для підключення Ethernet кабеля. Ethernet кабель представлений витою парою з інтерфесом RJ-45.

- Модуль піключення RS-232

Даний модуль необхідний для підключення пристрою до COM порту ПК, що спрощує налаштування МК. Для підключення RS-232 птрібно використовувати інтегральну мікросхему з TTL логікою. Це необхідно, адже МК не розпізнає сигнали COM порту ПК.

- Диспетчерська

Диспетчерська являє собою сервер, який посилає запити на збір інормації пристро та зберігає їх після отримання. Дані з сервера можуть переглядатися з компютера, що знаходиться в одній ЛОМ з сервером.

2 Розроблення та розрахунки принципів електричних схем, вузлів і блоків

2.1 Аналіз та вибір Мікроконтролера

Основна функція ядра мікроконтролера є забезпечення правильного виконання програми. Таким чином, процесор повинен мати можливість доступу до пам'яті, виконувати обчислення, керувати периферійними пристроями та обробляти сигнали переривань.

Для того, щоб максимально збільшити продуктивність і паралелізм, використовується Гарвардська архітектура з відокремленою пам'яттю та шинами для програм і даних. У той час як одна команда виконується, наступна команда попередньо витягується з пам'яті програми. Ця концепція дозволяє виконувати інструкції в кожному такті.

Виконання програми забезпечується умовним та безумовним переходом і викликом команд, здатних безпосередньо впливати на весь адресний простір. Більшість інструкцій AVR мають 16-бітний формат. Кожна адреса пам'яті програми містить 16- або 32-бітну інструкцію.

Простір пам'яті програми (Flash) поділяється на дві секції: секцію завантаження програми та розділ додатків. Обидві секції були зроблені 9 для захисту запису і читання/запису. Інструкція SPM, що записує в розділ пам'яті додатків повинна знаходитися в розділі завантаження програми.

Під час переривань та викликів підпрограм адреса повернення лічильника команд (PC) зберігається в стеку. Стек фактично виділяється в загальній пам'яті даних, і, отже, розмір стека обмежується тільки загальним об'ємом SRAM і використанням статичної пам'яті. Всі призначені для користувача програми повинні ініціалізувати SP в Reset. Показчик стека (SP) для читання/запису доступний в просторі введення/виведення. SRAM дані можуть бути доступні через п'ять різних режимів адресації, які підтримуються AVR архітектурою.

Простір пам'яті введення/виведення містить 64 адреси для периферійних функцій процесора, таких як: керуючі регістри, SPI та інші функції введення/виведення. До пам'яті введення/виведення можна звертатися напряму, або через місце знаходження даних, через реєстри 0x20 - 0x5F.

2.1.1 Вибір МК

Виходячи з даних характеристик та відомостей про МК я буду використовувати ATmega128 фірми Amtel, який має потрібну кількість вводів, побудований на ядрі AVR, та має вбудований АЦП, з можливістю працювати при напрузі 5 В, з достатньою частотою для опитування 6 датчиків з періодом 0,1С.

Таблиця 2.1. Характеристика мікроконтролера

Тактова частота	16 МГц
Flash – пам'ять	128 Кбайт
SRAM	4 Кбайт
EEPROM	4 Кбайт
Ліній вводу – виводу	53 (програмованих)
Таймери – лічильники	2 8-бітних, та 2 16-бітних
АЦП	10 розрядний 8 канальний
Інтерфейси	TWI, SPI, JTAG

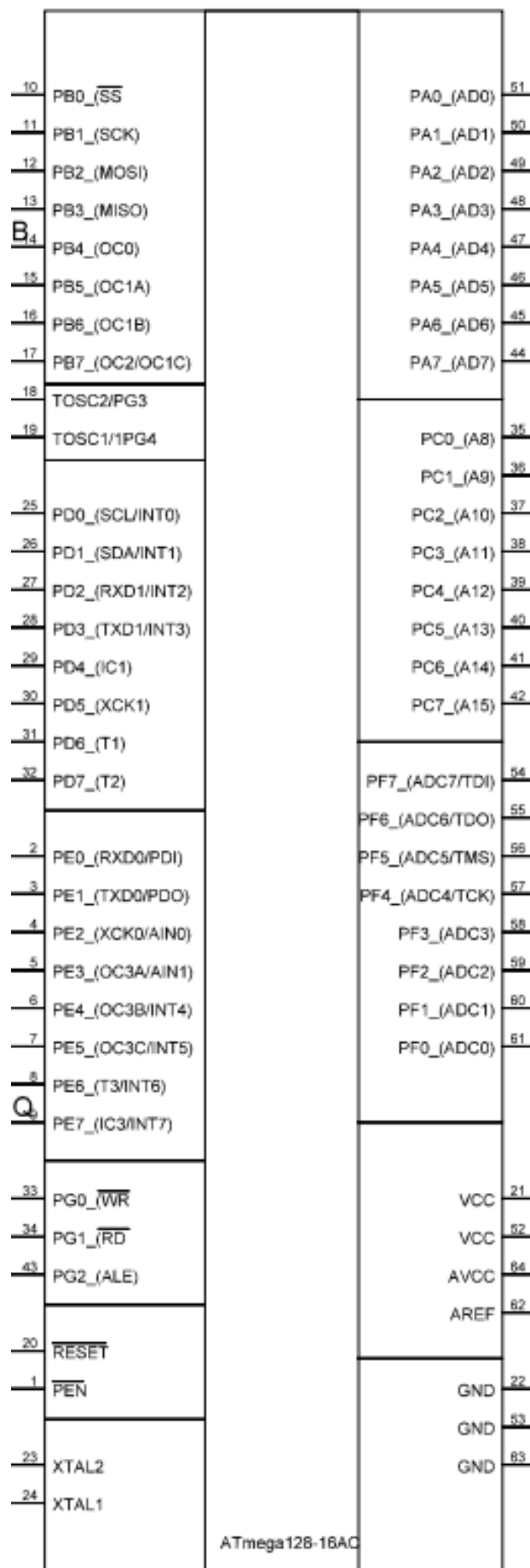


Рисунок 2.1 – Схема блоку мікроконтролера.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕлІТ 6.171.00.10.447 ПЗ

Лист

20

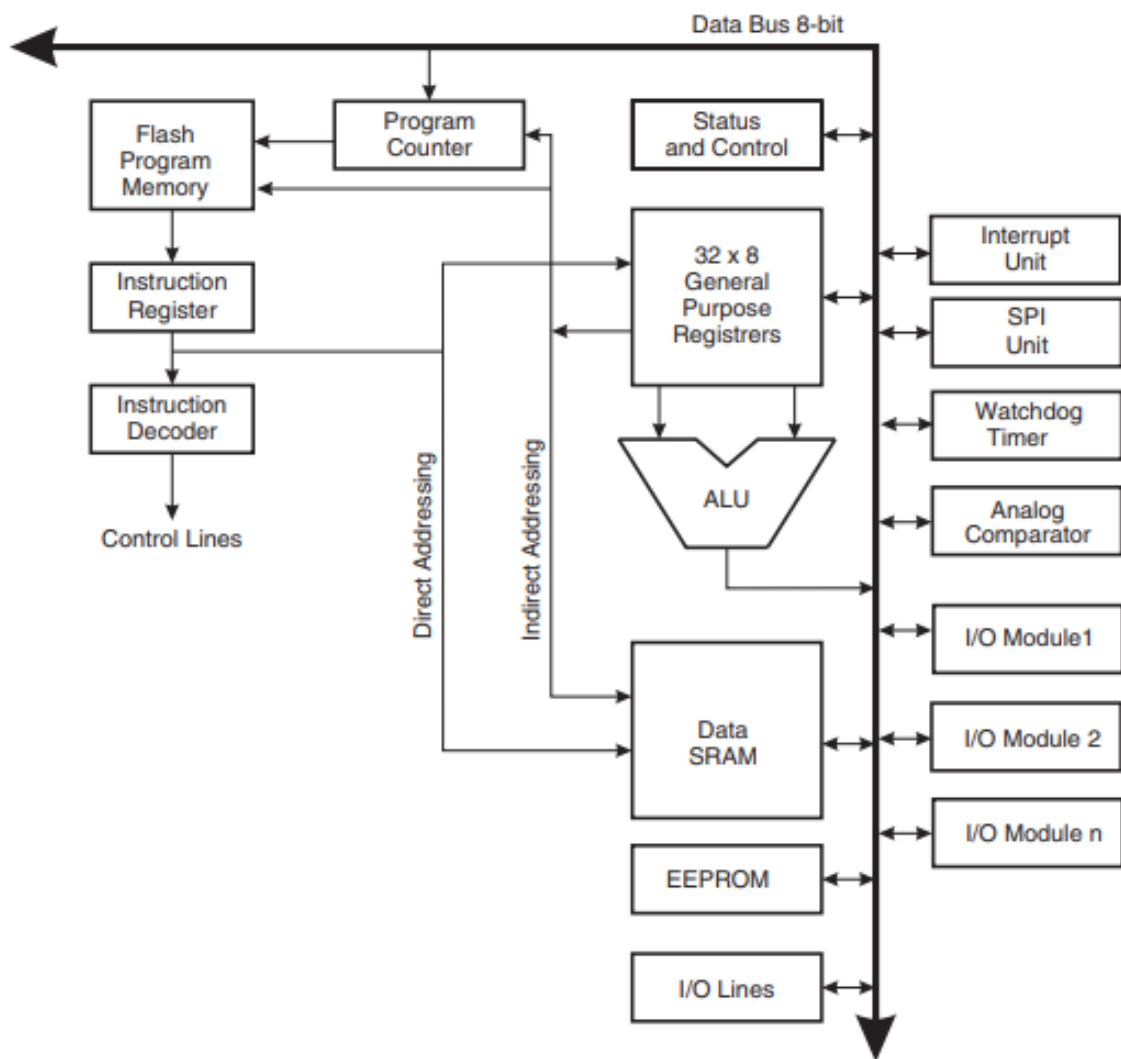


Рисунок 2.2 – Блок схема процесорного блоку.

Високоєфективний AVR АЛП працює в прямому зв'язку з усіма 32 регістрами загального призначення. Протягом одного тактового циклу, арифметичні операції між регістрами загального призначення негайно виконуються. Операції АЛП розділяють на три основні категорії: арифметичні, логічні і бітові операції. Деякі реалізації архітектури також забезпечують потужний мультиплікатор, який підтримує обидва (знакове/без знакове) множення і фракційний формат.

Для забезпечення безпеки програмного забезпечення, простір флешпам'яті програм (FlashProgramMemory) розділена на дві секції. Флеш-пам'ять може витримати щонайменше 10000 циклів запису/стирання.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

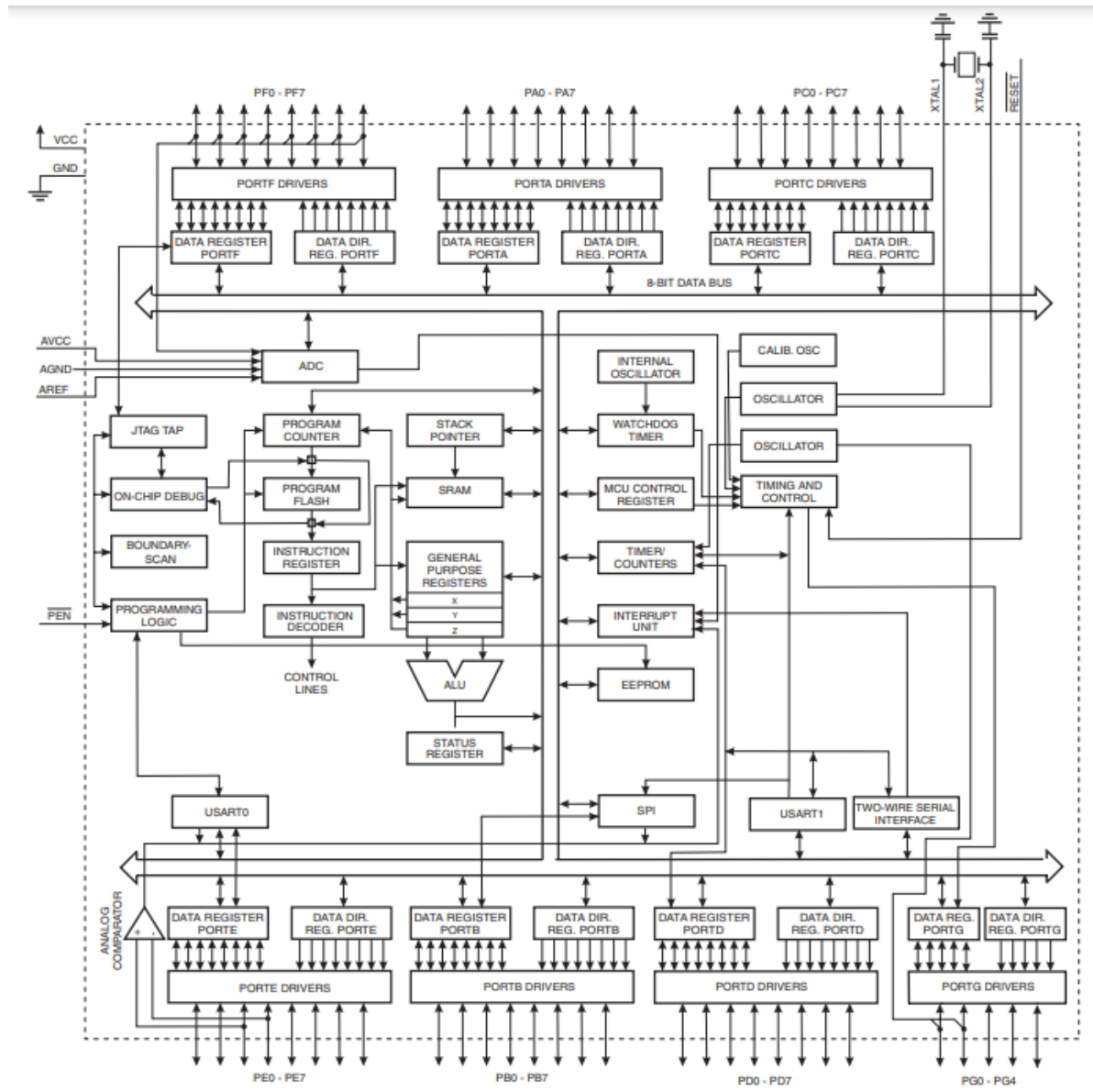


Рисунок 2.3 – Схема мікроконтролера Atmega 128.

У вибраного мною мікроконтролера достатньо внутрішньої пам'яті, а саме 128Кбайт, для зберігання програми, та 4 Кбайта SRAM, і 4 Кбайта EEPROM. Для роботи з периферійними пристроями мікроконтроллер обладнаний 53 лініями вводу – виводу, які можуть бути запрограмовані. Atmega 128 обладнаний 8 – каналним 10 – розрядним АЦП, що дає змогу працювати з аналоговими пристроями. Також є можливість підключення через інтерфейс TWI, та інтерфейс SPI в режимах Master/Slave і для внутрішнього програмування контролера.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Опис виходів мікроконтролера наведна в таблиці 2,2.

Таблиця 2.2 опис виходів мікроконтролера

Позначення	Функція виходу
VCC	Схема живлення
GND	Схема заземлення
Port A (PA7..PA0)	Порт А 8-розр. порт двонаправленого введення-виводу з внутрішніми підтягуючими до плюсу резисторами. Вихідні буфери порту А мають симетричну вихідну характеристику з однаковими втікаючими і витікаючими струмами. Виводи порту А знаходяться у третьому (високоімпедансному) стані при виконанні умови скидання, навіть якщо синхронізація не запущена. Порт А також використовується для підключення додакової пам'яті .
Port B (PB7..PB0)	Порт В 8-розр. порт двонаправленого введення-виводу з внутрішніми підтягуючими до плюсу резисторами. Вихідні буфери порту В мають симетричну вихідну характеристику з однаковими втікаючими і витікаючими струмами. Виводи порту В знаходяться у третьому (високоімпедансному) стані при виконанні умови скидання, навіть якщо синхронізація не запущена. Порт В також використовується для підключення шини SPI.
Port C (PC7..PC0)	Порт С 8-розр. порт двонаправленого введення-виводу з внутрішніми підтягуючими до плюсу резисторами. Вихідні буфери порту С мають симетричну вихідну характеристику з однаковими втікаючими і витікаючими струмами. Виводи порту С знаходяться у третьому (високоімпедансному) стані при виконанні умови скидання, навіть якщо синхронізація не запущена. Порт С також використовується для підключення додакової пам'яті.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЕлІТ 6.171.00.10.447 ПЗ

Лист

23

Продовження таблиці 2.2

<p>Port D (PD7..PD0)</p>	<p>Порт С 8-розр. порт двонаправленого введення-виводу з внутрішніми підтягуючими до плюсу резисторами. Вихідні буфери порту С мають симетричну вихідну характеристику з однаковими втікаючими і витікаючими струмами. Виводи порту С знаходяться у третьому (високоімпедансному) стані при виконанні умови скидання, навіть якщо синхронізація не запущена. Порт D також використовується для обміну інформацією з іншими інтегральними схемами.</p>
<p>Port E (PE7..PE0)</p>	<p>Порт С 8-розр. порт двонаправленого введення-виводу з внутрішніми підтягуючими до плюсу резисторами. Виводи порту С знаходяться у третьому (високоімпедансному) стані при виконанні умови скидання, навіть якщо синхронізація не запущена. Порт E також використовується для обміну інформацією з іншими інтегральними схемами</p>
<p>Port F (PF7..PF0)</p>	<p>Порт F діє як аналоговий вхід аналогово-цифрового перетворювача. Порт F також може використовуватись як 8-розр. порт двонаправленого введення-виводу, якщо АЦП не використовується. Виводи порту F перебувають у третьому (високоімпедансному) стані під час умови скидання, навіть якщо синхронізація не запущена.</p>
<p>Port G (PG4..PG0)</p>	<p>Порт G 8-розр. порт двонаправленого введення-виводу з внутрішніми підтягуючими до плюсу резисторами Виводи порту G знаходяться у третьому (високоімпедансному) стані при виконанні умови скидання, навіть якщо синхронізація не запущена. Порт G також використовується для роботи з зовнішньою пам'яттю та для реалізації годинника реального часу.</p>

Продовження таблиці 2.2

RESET	Вхід загального скидання мікроконтролера.
XTAL1	Вхід інвертуючого підсилювача генератора та вхід зовнішньої синхронізації.
XTAL2	Вихід інвертуючого підсилювача генератора.
AVCC	Вхід живлення порту F та аналогово-цифрового перетворювача.
AREF	Вхід підключення джерела опорної напруги АЦП
PEN	Ввхід роздільної здатності програмування для режиму послідовного програмування через інтерфейс. При роботі PEN не виконує жодних функцій.

Функції та призначення виходів мікроконтролера наведені в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Функції виходів та призначення виходів мікроконтролера

PA7..PA0	DATA0..7	Виходи для обміну даними з мережевим контролером RTL8019AS.
PB0	SS	Вхід вибору підлеглого (вибір мікросхеми).
PB1	SCK	Вхід синхронізації передачі даних шини SPI.
PB2	MOSI	Вихід послідовної передачі даних шини SPI.
PB3	MISO	Вихід послідовного прийому даних шини SPI.
PC7..PC0	ADDR(8..15)	Виходи для обміну даними з мережевим контролером RTL8019 та сторожовим таймером.
PD2	RXD1	Вихід вводу даних для програмування з MAX232
PD3	TXD1	Вихід виводу даних для програмування на MAX232.
PE0	RXD0	Вихід вводу даних для програмування з MAX232.
PE1	TXD0	Вихід виводу даних для програмування на MAX232.

Продовження таблиці 2.3

PE7	RTL_INQR	Вихід переривання від мережевого контролера RTL8019.
PF0	ADC0	Вихід використовується для підключення датчика TMP36
PF1	ADC1	Вихід використовується для підключення датчика HR202
PF7..PF2	ADC(0..7)	Виходи АЦП
PG0	WR	Вихід керування пам'ятю мережевого контролера RTL8019
PG1	RD	Вихід зчитування пам'яті мережевого контролера RTL8019
PG3	TOSC2	Виходи для реалізації годинника реального часу
PG4	TOSC1	Виходи для реалізації годинника реального часу

2.1.2 Розробка блоку введення даних

Блок введення даних, в обраному мікроконтролері, складається з драйвера порту (port driver), регістрів даних порту (data register port), аналого-цифрового перетворювача (ADC). Блок схема блоку вводу даних наведена нижче.

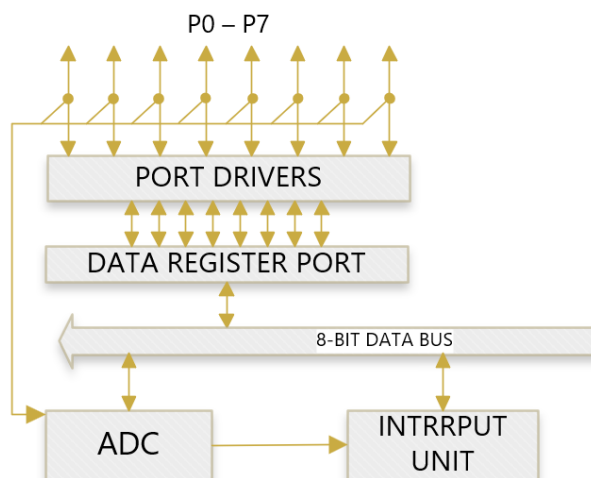


Рисунок 2.4 – Схема блоку введення даних.

В даному проекті МК буде працювати з двома датчиками та опитувати їх кожну 1 с. Оскільки датчики будуть аналоговими то для роботи з ними потрібний АЦП, який буде перетворювати дані з аналогових на дискретні.

Згідно з технічним завданням, максимально допустимий час перетворення в АЦП повинно бути:

$$t < \frac{T}{P + 1} = \frac{1 * 10^6}{2 + 1} = 0.3 \text{ с}$$

Та повинен забезпечувати точність перетворення $\delta = 0,1$

Розрядність АЦП повинна дорівнювати :

$$N \geq -\log_2 \delta = -3.33 \lg \delta$$

$$N \geq -3.33 \lg(0.1) = 3.33$$

Приймаємо за $N = 3$.

Для роботи з аналоговими датчиками МК ATmega128 не потрібні додаткові пристрої, в нього вбудований 8-канальний 10-розрядний АЦП, який здатен виконувати поставлену задачу з необхідною швидкістю та точністю.

Дані зібрані мікроконтролером будуть передаватися на другу частину пристрою, а саме на мережевий контролер. Дані, що будуть передаватися, матимуть дискретний вигляд, тому додаткового обладнання не потрібно.

2.2 Вибір датчиків для пристрою контролю мікроклімату

Датчики є основними компонентами в пристрої збору даних, і системі контролю мікроклімату в цілому. Їх можна класифікувати за:

- Методом вимірювання;
- Видом вхідного сигналу;
- Видом вихідного сигналу;
- Принципом дії.

За методом вимірювання датчики діляться на пасивні та активні.

Особливістю пасивних датчиків є те що зміні вхідної величини викликає зміни параметрів самого датчика. До таких датчиків відносяться: контактні, реостатні, тензодатчики, потенціометричні, ємнісні, індуктивні. Параметричні датчики потребують допоміжного джерела живлення.

Активні датчики перетворюють неелектричні вхідні величини в електричний сигнал. До них відносяться: термоелектричні, індукційні, п'єзоелектричні, вентильні, фотоелементи. Даний тип датчиків не потребує допоміжного джерела живлення.

За видом вхідного сигналу датчики класифікуються на датчики:

- Тиску: вакуумметри, манометри, мановакуумметри;
- Температури: манометричні термометри, термопари, термопари опору;
- Рівня: поплавкові, кондуктометричні, ємнісні, радарні, ультразвукові;
- Витрат: механічні лічильники витрат, перепадоміри, ультразвукові витратоміри, електромагнітні витратоміри, витратомір коріоліса, вихрові витратоміри;
- Концентрації;
- Радіоактивності: іонізаційна камера, датчик прямого заряду;
- Положення: кінцеві вимикачі;
- Кутового положення: сельсин;
- Вібрації;
- Вологості;
- Фотодатчики: інфрачервоний датчик руху, фотодіод.

За видом вихідного сигналу датчики поділяються на: аналогові, дискретні, цифрові.

Аналогові датчики на виході мають аналоговий сигнал. Сигнал змінюється пропорційно до змінам вхідної величини. Згідно до ГОСТ та DIN EN, діапазон струмових сигналів дорівнює 0 – 5 мА, 0 – 20 мА, 4 – 20 мА.

Дискретні датчики мають послідовний імпульсний сигнал. Датчик такого типу мають два стани 0 і 1.

Цифрові датчики мають імпульсний сигнал, або двійковий код.

За принципом дії можна виділити:

- Волоконно – оптичні;
- Оптичні;
- Магнітоелектричні;
- П'єзоелектричні;
- Тензоперетворювач;
- Ємнісні;
- Потенціометричні;
- Індуктивні;
- Резистивні.

2.2.1 Датчик температури

В проєкті, може, бути використаний датчик **TMP36**, який має наближені характеристики до заданих. Робочим діапазоном датчика є від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$, але при точності $0,5^{\circ}\text{C}$ від -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$, що є задовільними значеннями. Робочими напруга від 3 В до 5,5 В, що також відповідає умовам. Розміри також прийнятні, а саме 5мм у ширину, 5мм у довжину, 2мм у висоту. Датчик TMP36 являється аналоговим датчиком.

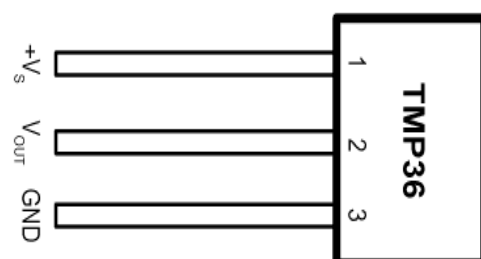
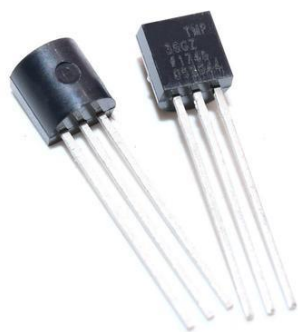
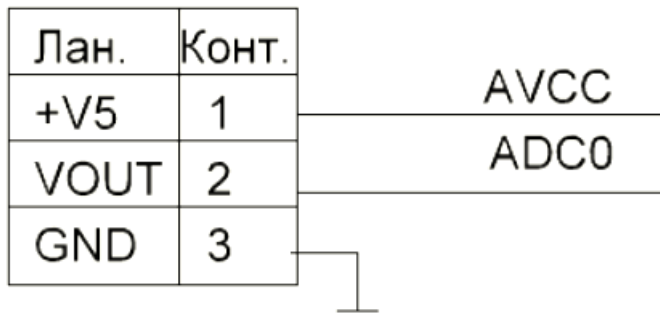


Рисунок 2.5 – Датчик температури TMP36

Схема підключення TMP36 наведена далі.



Рисунко 2.6 – Схема підключення TMP36

2.2.2 Датчик відносної вологості повітря

Як вже було описано раніше датчик мусить бути невеликих розмірів, працювати в робочій напругі плати 5 В, та мати робочий діапазон від 20% до 90% відносної вологості.

Під такі цілі підходить **HR202**. Він проходить по всім параметра: робоча напруга його становить 3 В, розміри 7.2 мм ширина 11.8 мм довжина 3.5 висота, робочий діапазон вологості 20 – 90%. Окрім цього датчик може працювати при температурах від 0° до 60°C, що також важливо та відповідає вимогам. Даний датчик являється аналоговим. Принцип роботи датчика пасивний, а саме резистивний.

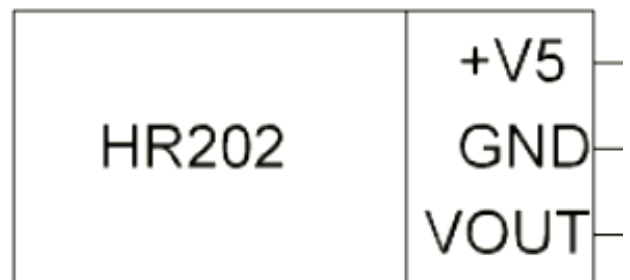
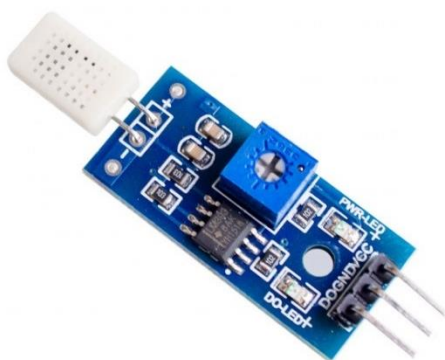


Рисунок 2.5 – Датчики відносної вологості HR202

Схема підключення HR202 наведена далі.

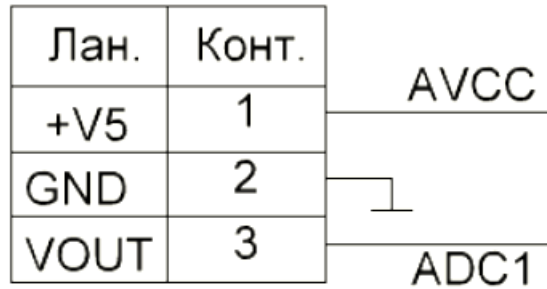


Рисунок 2.6 – Схема підключення HR202

2.3 Аналіз та вибір мережевого контролера

Пристрій буде підключатися до мережі, а для цього в нього повинен бути вбудований мережевий контролер.

Мережевий контролер який буду використовувати я це RTL8019AS фірми Realtek. RTL8019AS – Ethernet – контролер, який має функцію Plug and Play з Full-duplex режимом. Функція Plug and Play дозволяє легко й швидко виконувати налаштування пристрою через Ethernet. Full-duplex режим дозволяє одночасно передавати та отримувати дані через виту пару, що збільшує швидкість передачі даних 10 до 20 Мбіт/с та уникає проблему з погіршенням продуктивності каналів протоколу Ethernet CSMA/DC. Також функція Plug and Play забезпечує автоматичне визначення між вбудованим трансивером 10BaseT, BNC, та інтерфейсом AUI. Крім того, трансивер 10BaseT може автоматично виправляти помилку полярності на своїй парі прийому

У RTL8019AS вбудована 16-кілобайтна SRAM на одному чипі. Вона вбудована не тільки для більш зручного надання функцій, але й для економії зусиль з пошуку та інвентаризації SRAM.

Для того щоб зрозуміти чи достатньо цього контролера проведемо розрахунок необхідної швидкості передачі даних.

Розмір SNMP – запита = 1500 байт

Розмір пакета даних одного датчика = 110 байт

Загальний розмір пакета = 1500 + (2*110) = 1720 байт = 13760 біт = 0,0138 Мбіт

Пакет з розміром в 0,0138 Мбіт повинен буде передаватися на сервер кожну секунду, отже швидкість що дорівнює 0,0138 Мбіт/с

Мікроконтролер що використовую я має 10Мбіт, чого більш ніж достатньо, але в подальшому при модернізації системи буде збільшуватися кількість датчиків та функціонал, разом з цим буде й збільшуватися об'єм даних, що передаватиметься. Через це потрібний запас, який даний мережевий контролер має і підходить для використання в проекті.

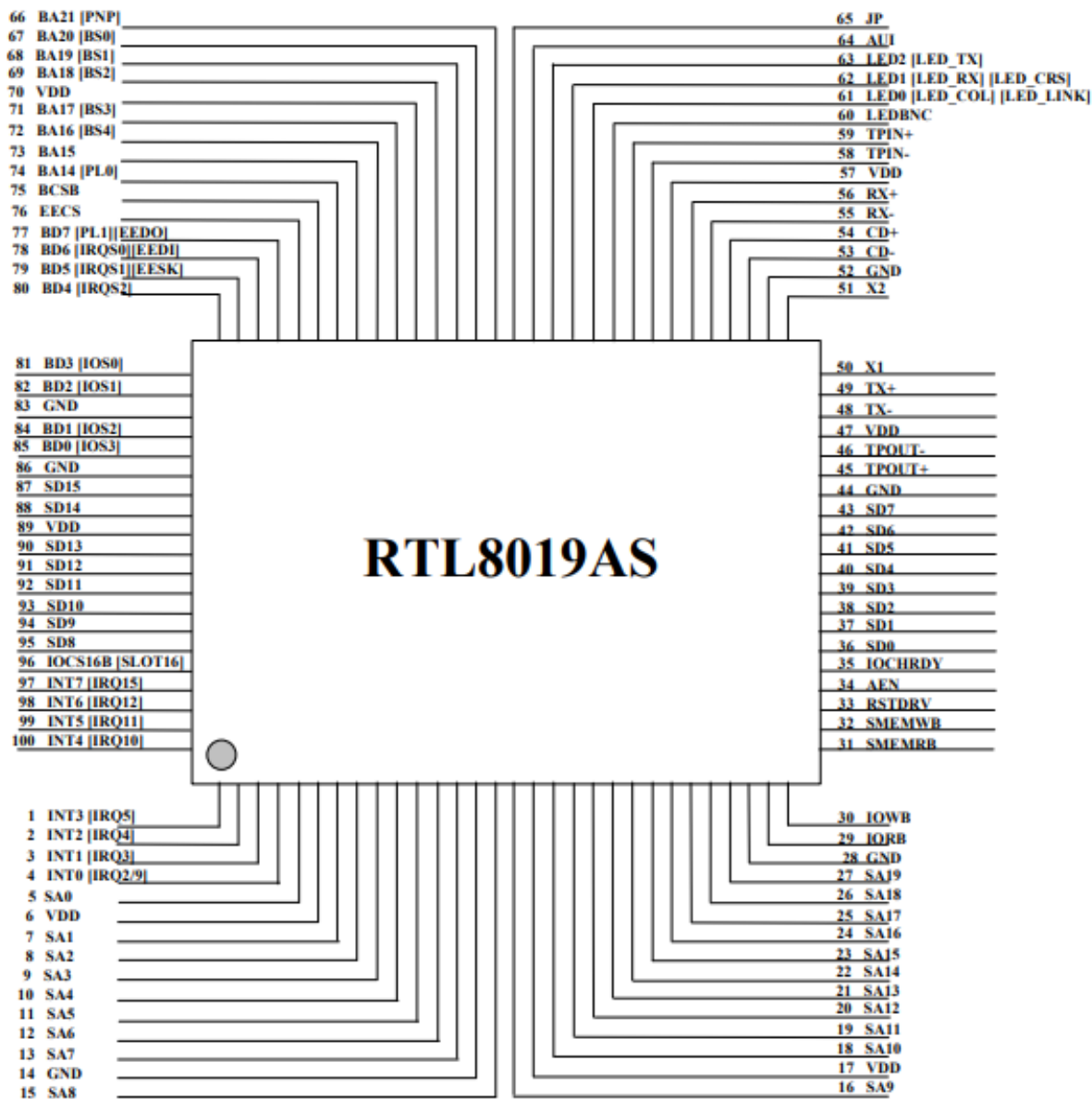


Рисунок 2.7 – Мережевий контролер в корпусі PLCC100

1	INT3/IQR5	INT4	100
2	INT2/IQR4	INT5	99
3	INT1/IQR3	INT6	98
4	INT0/IQR2-9	INT7	97
5	SA0	IOCS16B	96
6	VDD	SD8	95
7	SA1	SD9	94
8	SA2	SD10	93
9	SA3	SD11	92
10	SA4	SD12	91
11	SA5	SD13	90
12	SA6	VDD	89
13	SA7	SD14	88
14	GND	SD15	87
15	SA8	GND	86
16	SA9	BD0	85
17	VDD	BD1	84
18	SA10	GND	83
19	SA11	BD2	82
20	SA12	BD3	81
21	SA13	BD4	80
22	SA14	BD5	79
23	SA15	BD6	78
24	SA16	BD7	77
25	SA17	EECS	76
26	SA18	BCSB	75
27	SA19	BA14	74
28	GND	BA15	73
29	IORB	BA16	72
30	IORW	BA17	71
31	SMEMRB	VDD	70
32	SMEMRW	BA18	69
33	RSTDRV	BA19	68
34	AEN	BA20	67
35	IOCHRDY	BA21	66
36	SD0	JP	65
37	SD1	AUI	64
38	SD2	TX/LED2	63
39	SD3	RX/LED2	62
40	SD4	LINK/LED0	61
41	SD5	LEDBNC	60
42	SD6	TPIN+	59
43	SD7	TPIN-	58
44	GND	VDD	57
45	TPOUT+	RX+	56
46	TPOUT-	RX-	55
47	VDD	CD+	54
48	TX-	CD-	53
49	TX+	GND	52
50	XTAL1	XTAL2	51

Рисунок 2.8 - Схема призначення виводів мережевого контролера
RTL8019AS

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Опис виводів мережевого контролера RTL8019AS наведений в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 Опис виводі контролера RTL8019AS

6, 17, 47, 57, 70, 89	VDD	Схема живлення.
14, 28, 44, 52, 83, 86	GND	Схема заземлення.
34	AEN	Вхід для програмування.
97-100, 1,4	INT7-0	Контакти запитів на переривня, моніторингу фактичного стану.
35	IOCHRDY	Вхід для програмування.
96	IOCS16B	Вхід для визначення розрядності системи.
29	IORB	Вхід для зчитування команд.
30	IOWB	Віхд для записування команд.
33	RSTDRV	Вхід загального скидання контролера.
18-27, 15-16, 36-43	SD15-0	Виходи шини даних.
31	SMEMRB	Вхід для зчитування команд з пам'яті контролера.
32	SMEMWB	Вхід для запису команд в пам'ять контролера.
75	BCSB	Вхід для роботи з пам'ятю.
76	EECS	Вхід для роботи з пам'ятю.
66-69, 71-74,	BA21-14	Адресні виходи BROM.
77-82, 84-85	BD7-0	Виходи шини даних BROM.
79	EESK	Входи для роботи з пам'ятю.
78	EEDI	
77	EEDO	
66	PNP	
72-71, 69-67	BS4-0	

Продовження таблиці 2.4

85-84, 69-67	IOS3-0	Входи для роботи з пам'яттю
77, 74	PL1-0	
80-78	IRQS2-0	
68	JP	
64	AUI	Вхід для розпізнавання MAU інтерфейсу.
54, 53	CD+,CD-	Вхідні контакти MAU інтерфейсу.
56, 55	RX+,RX-	Вхідні контакти MAU інтерфейсу.
49, 48	TX+,TX-	Вихідні контакти MAU інтерфейсу.
59, 58	TPIN+, TPIN	Входи для вводу інформації зі швидкістю 10Мбіт/с.
45, 46	TPOUT+, TPOUT	Входи для виводу інформації зі швидкістю 10Мбіт/с.
50, 51	X1, X2	Контакти для тактування контролера .
60, 61, 62, 63	LEDBNC LED0 LED1 LED2	Контакти для підключення ЛЕД .

Функції виходів та призначення виходів контролера наведені в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Функції виходів та призначення виходів контролера RTL8019AS

4	INT0	Вихід на переривання МК.
5,7-10	SA0, SA1-SA3	Виходи для обміну даними з МК.
29, 30	RD, RW	Входи керування пам'яттю контролера.
33	RSTDRV	Вихід для скидання контролера.
36, 43	SD0 – SD7	Виходи для обміну даними з МК.
45, 46	TPOUT+, TPOUT	Входи для виводу інформації на інтерфейс RJ45.

Продовження таблиці 2.5

50, 51	XTAL1 XTAL2	Контакти для тактування контролера.
58, 58	TPIN+, TPIN	Входи для вводу інформації з інтерфейс RJ45.

2.4 Вибір драйвера RJ-45

Для роботи мережевого контролера з сервером потрібне підключення до ЛОМ. Мережеві лінії в ЛОМ на сьогодні це вита пара яка має інтерфейс RJ-45. RJ-45 це 8 контактний інтерфейс, який використовується для підключення мережевих пристроїв витою парою.

В якості такого драйвера буде використовуватися 20F001N. Даний драйвер може працювати з сучасною мережею та підтримує інтерфейс RJ-45.

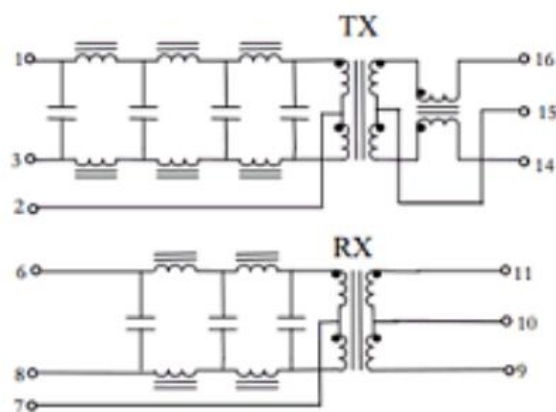
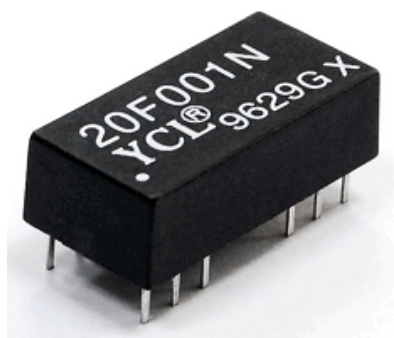


Рисунок 2.9 – Драйвер інтерфейсу RJ45 20F001N

Дана інтегральна схема підключається до мережевого контролера контактами 1, 3, 5, 6, а до мережевого інтерфейсу контактами 7, 9, 10, 12. Схема підключення наведена нижче.

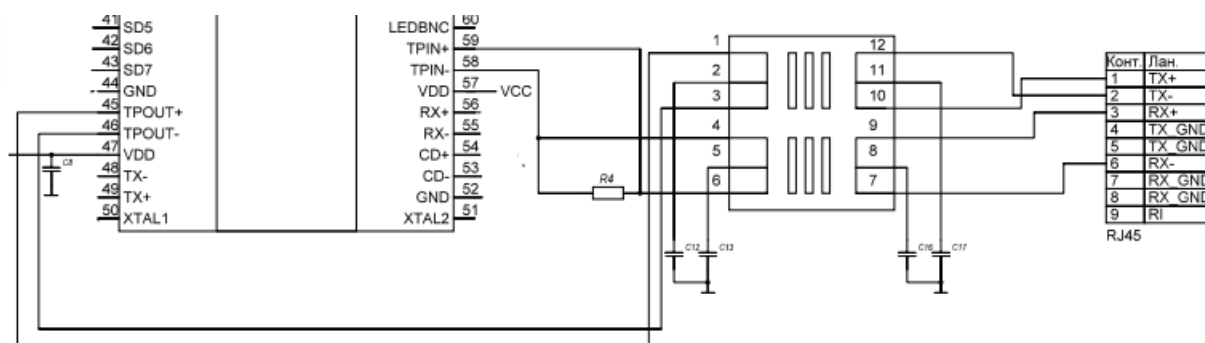


Рисунок 2.10 – схема підключення драйверу інтерфейсу RJ45, 20F001N

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

2.5 Сторожового таймера та монітору напруги

Сторожовий таймер потрібен для перезапуску пристрою, коли в програмі виникла помилка і подальша її робота неможлива. Сторожовий таймер циклічно кожен секунду перевіряє наявність помилок шляхом посилення сигналів та отриманням відгуку. При відсутності відгуку від МК таймер перезапускає його подаючи сигнал на контакт RESET_P, після чого пристрій робить перезавантаження. При перезавантаженні оперативна пам'ять МК звільнюється, та заново завантажується вже без помилки.

Монітор напруги інтегральна схема яка перевіряє пристрій на коротке замикання і в разі його виявлення вимикає плату, що зберігає її від виходу з ладу.

Сторожовий таймер та монітор напруги будуть представлені однією інтегральною схемою 74НСТ138. Дана інтегральна мікросхема поєднує у собі дві вище вказані функції, а саме захист плати від помилок в програмі та захист від короткого замикання.

Схема підключення даної інтегральної схеми наведена нижче.

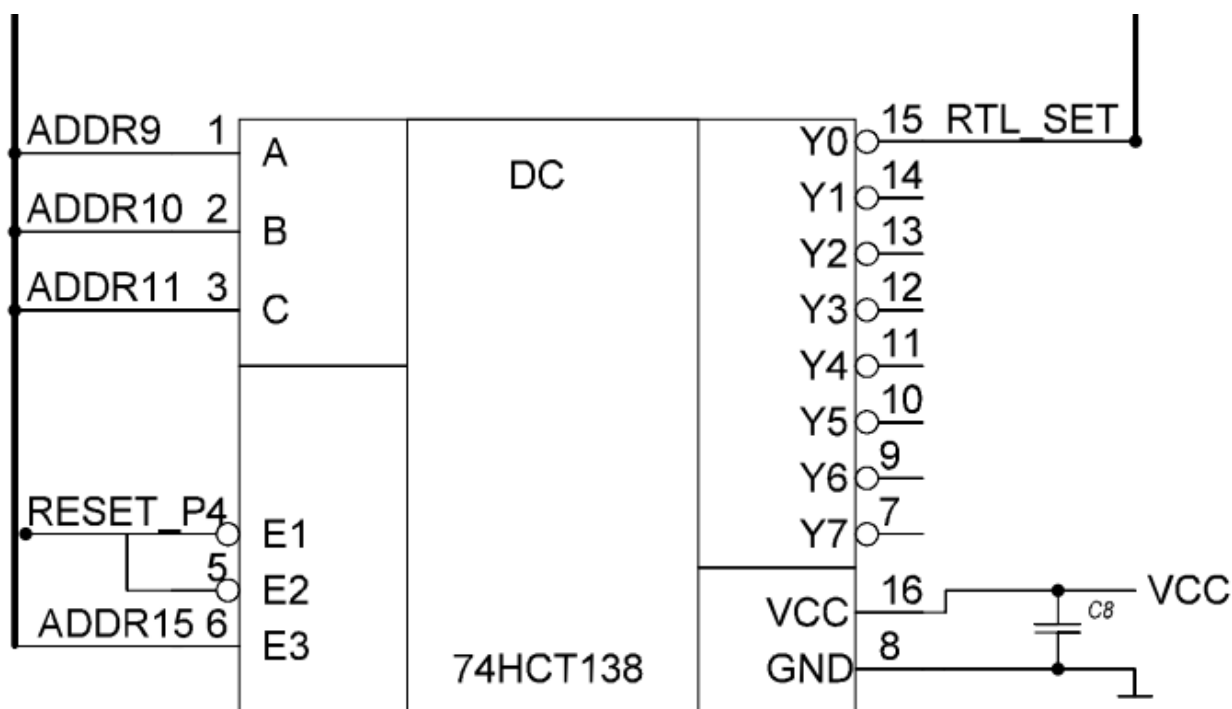


Рисунок 2.11 – Схема сторожового таймера та монітору напруги 74НСТ138

2.6 Розробка модуля підключення RS-232

Composit Instrument Ping server може бути запрограмований на виконання різноматніх задач, але для програмування використовується особливий кабель з LPT інтерфейсом. LPT інтерфейс складний і зараз мало де використовується. Для того щоб програмування стало простіше довелося розробити модуль, який буде підтримувати роз'єм RS-232.

Оскільки LPT інтерфейс використовує виводи GND, SCK, PDI, PDO, RESET то інтерфейс RS-232 не зможе з ними працювати. Для роботи інтерфейса RS-232 нам будуть потрібні виводи TXD0, RXD0, TXD1, RXD1, RESET_P. Для роботи з виводами будуть потрібні 2 драйвери для підключення TTL – логічних інтегральних схем 74НСТ125.

Схема підключення наедна в рисунку 2.12

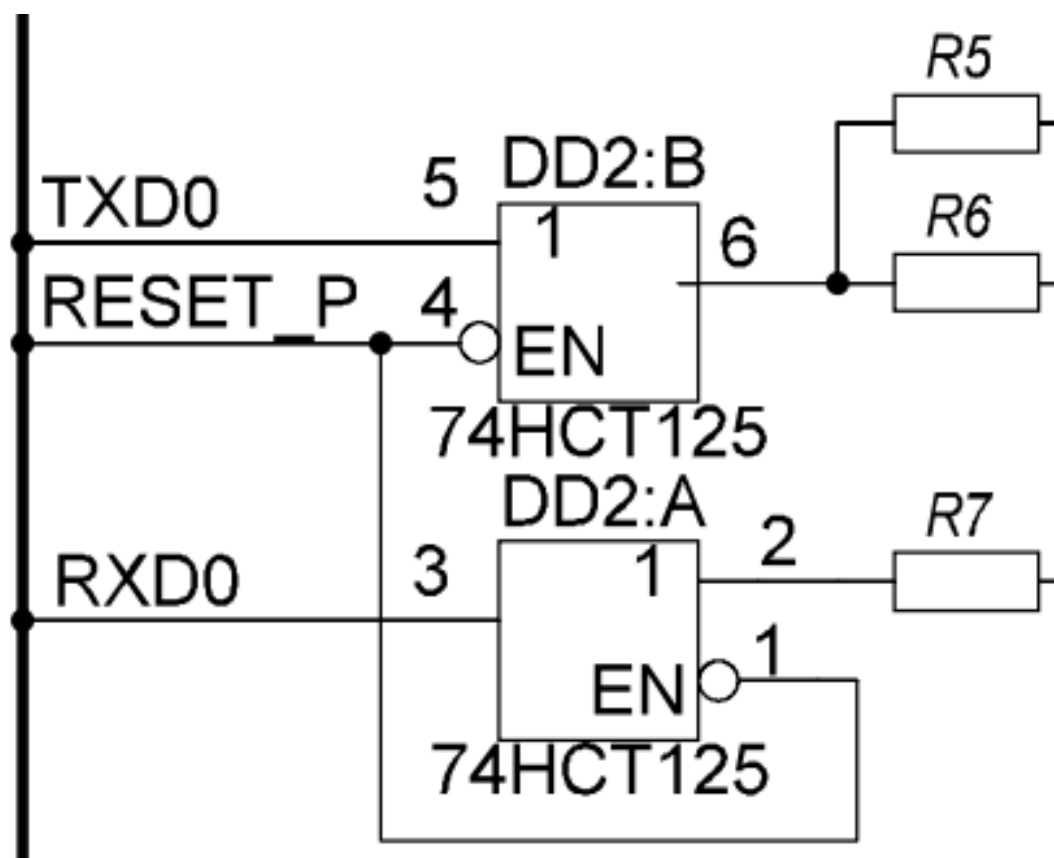


Рисунок 2.12 – Схема підключення драйвера TTL-логіки 74НСТ125

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Також потрібна інтегральна схема, яка зможе претворювати сигнали COM порту в сигнали TTL, такою схемою буде виступати MAX232D.

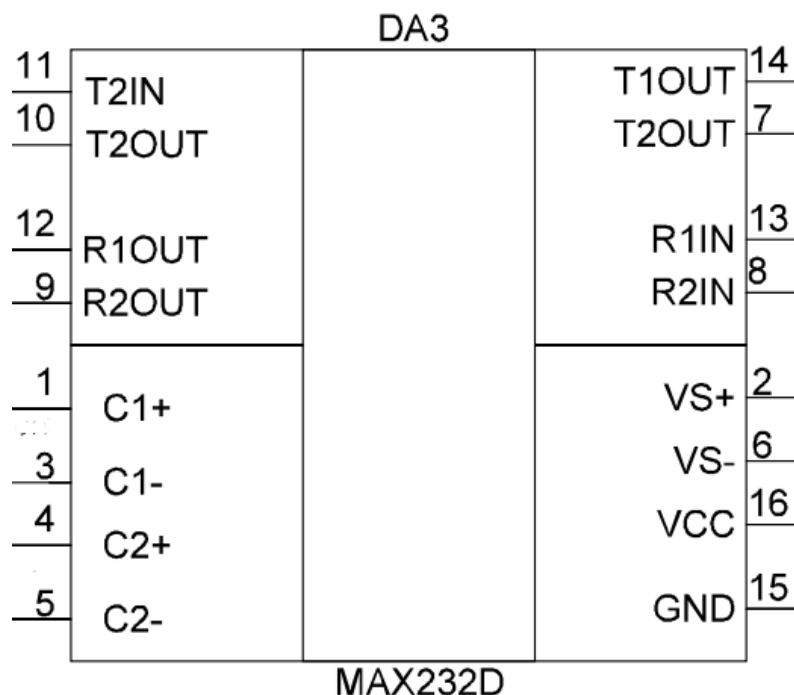


Рисунок 2.13 – Схема блоку MAX232D.

Виводи TXD0, RXD0 підключаються до драйверів 74НСТ125 до них підключається також RESET_P. Через резистори з опром 470 Ом виводи підключаються до схеми MAX232D до контактів T1IN та R1OUT, що розташовані на ній. Виводи TXD1, RXD1 підключаються через резистори з опром 470 Ом до контактів T2IN та R2OUT. Контакти T1OUT та T2OUT підключаються до вилки роз'єму RS-232 через резистори 100 Ом, а контакти R1IN та R2IN підключаються до вилки без резисторів. Схема модуля наведена нижче.

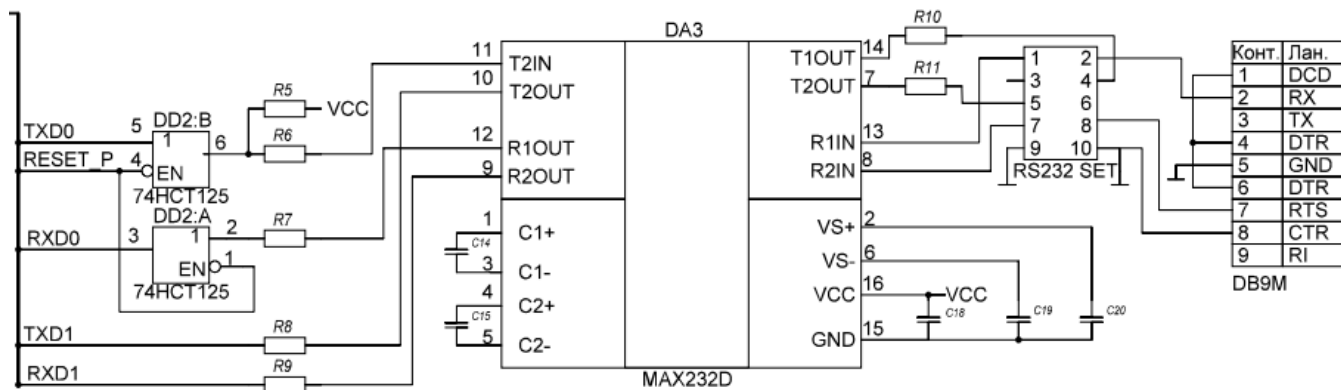


Рисунок 2.14 – Схема підключення блоку MAX232D.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

2.7 Висновок в розділі було розроблено пристрій контролю клімату.

Спроектований пристрій на базі AVR мікроконтролера фірми Amtel Atmega128-16, для інтеграції в ЛОМ був використаний мережевий контролер фірми Realtek RTL8019AS, для збору інформації будуть використовуватися 2 датчика TMP36, для вимірювання температури, та HR202, для вимірювання відносної вологості повітря. Також пристрій облананий сторожовим таймером та монітором напруги, для виявлення і вирішення проблем з програмою та живленням. Для програмування пристрою через комп'ютер був розроблений модуль на базі мікросхеми MAX232, який спрощую налаштування та корегування програми пристрою.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.447 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

3 Розробка програмного забезпечення

3.1 Розробка програмного забезпечення для МК.

Для того щоб пристрій нормально функціонував з датчиками та потрібно розробити програмне забезпечення для мікроконтролера. Програмне забезпечення повинне працювати за наступним алгоритмом.



Програмування мікроконтролера буде виконуватися на мові C++. Код програми представлений нижче.

```
boolean leg_flag = 0;
int sensorPin1 = 0;
int sensorPin2 = 1;
void setup()
{
  pinMode(3, INPUT);
  pinMode(4, INPUT);
  pinMode(5, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
```

```

if(digitalRead(3) == 1) {
    leg_flag = !leg_flag;
    digitalWrite(5, HIGH);
    digitalWrite(10, getDegreesFunction(sensorPin1));
    digitalWrite(11, getDegreesFunction(sensorPin2));
    Serial.print(getDegreesFunction(sensorPin1));
    Serial.print(", ");
    Serial.println(getDegreesFunction(sensorPin2));
    delay(1000);
} else {
    digitalWrite(5, LOW);
}
}

float getDegreesFunction(int sensorPin) {
    int reading = analogRead(sensorPin);
    float voltage = reading * 5.0;
    voltage /= 1024.0;
    float temperatureC = (voltage - 0.5) * 100;
    return temperatureC;
}

```

Висновок

В роботі було показано вирішення задачі по розробці пристрою, було показано основні схеми проектного пристрою. Був наведений опис основних мікросхем пристрою збору даних та наведений алгоритм роботи. Поставлена задача, розробити пристрій по збору даних з 2 датчиків з послідуною передачею даних на сервер з використанням інтерфейсу RJ45 для легкої інтеграції в існуючу ЛОМ.

Задача була виконана, поставлена на початку кваліфікаційної роботи мета вирішена. Було розроблено пристрій збору даних з передачею інформації на сервер через існуючу ЛОМ.

Практична значимість нашої роботи полягає в тому, що спроектований пристрій не потребує додаткової мережі для своєї роботи і використовує вже існуючу мережу. Це спрощує монтаж даної системи та не потребує додаткових затрат на обладнання, що робить її дешевше аналогів.

					<i>ЕліТ 6.171.00.10.447 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						43
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Список використаних джерел

1. <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/56260/ATMEL/ATMEGA128.html>
2. <https://static.chipdip.ru/lib/233/DOC000233984.pdf>
3. <https://pdf1.alldatasheetru.com/datasheet-pdf/view/608256/DIODES/74HCT125.html>
4. <https://blog.sedicomm.com/2017/11/17/shema-vyvodov-rj45/>
5. https://www.electronics-lab.com/?attachment_id=77343
6. <https://datasheetspdf.com/pdf-file/501256/ETC/20F001N/1>
7. <https://arduino-diy.com/arduino-datchik-temperatury-TMP36>
8. <https://all-audio.pro/c14/shemi/hr2021-podklyuchenie-k-arduino.php4>
9. <https://ru.wikipedia.org/wiki/MAX232>
10. https://cyberleninka.ru/article/n/avr-mikrokontrollery-razvitie-prodolzhaetsya?gclid=CjwKCAjw14uVBhBEEiwAaufYx3PLd_N3nGOwe1aprr80cGBH0-TsJaMesebOiUJcCY31zTJ5dMXy1xoCiU4QAvD_BwE
11. <https://kulibin.sumy.ua/radiodetali/microshemu-razdel/mikroshema-max232-max232-dip-16-1-sht.html>
12. [74HCT138_R3 \(diodes.com\)](https://www.diodes.com/en/products/data-sheet/74HCT138)
13. <https://studopedia.info/6-65274.html>
14. https://studopedia.su/10_93829_osobennosti-proektirovaniya-mikrokontrollernih-ustroystv.html
15. http://www.picping.lg.ua/old_projekt/eth_control.htm