

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОННИХ ПРИСТРОЇВ ТА СИСТЕМ

«На правах рукопису»
УДК 621.317.3

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис) Юлія ЯМНЕНКО
(ініціали, прізвище)
“ ” _____ 2020р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальністю 171 Електроніка
(код і назва)

освітня програма (спеціалізація) Електронні прилади та пристрої

на тему: Електронна система віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням

Виконав (-ла): студент (-ка) II курсу, групи ДЕ-91мп
(шифр групи)

Молочко Олександр Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник старший викладач Олег БЕВЗА
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент доцент кафедри ЕІ, к.т.н., доц. Катерина ІВАНЬКО
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант
по нормоконтролю доцент к.т.н. Лариса БАТРАК
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає
запозичень з праць інших авторів без відповідних
посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 року

**Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського”**

Факультет Електроніки

(повна назва)

Кафедра Електронних пристроїв та систем

(повна назва)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо - професійною програмою

Спеціальність 171 Електроніка

(шифр і назва)

Освітня програма (спеціалізація) Електронні прилади та пристрої

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис)

Юлія ЯМНЕНКО
(прізвище ініціали)

« ____ » _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ

Молочку Олександр Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Електронна система віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням

науковий керівник дисертації Бевза Олег, старший викладач,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 05 » листопада 2020 року № 3241- с

2. Термін подання студентом дисертації 09 грудня 2020 року

3. Об'єкт дослідження Дослідження впливу електромагнітного випромінювання від промислового обладнання на якість передачі інформації по сигнальним кабелям.

4. Вихідні дані : система віддаленого моніторингу та контролю, амплітуда вихідного сигналу до 36 В. Максимальна частота вхідного сигналу – до 1 МГц.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити огляд науково-технічної літератури та існуючих рішень та тему магістерської дисертації, розробка алгоритму функціонування системи, розробка структурної та схеми електричної принципової, розробка конструкторської документації.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу Схема електрична структурна, схема електрична принципова, складальне креслення, теоретичні креслення

7. Орієнтовний перелік: Молочко О. С., Мігуш М. О., Бевза О. М. Система передачі даних // Перспективні напрямки сучасної електроніки : матеріали XIII науково-практичної конференції (4 квітня 2019 р., м. Київ) / – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 52-56., Гайсін А.Ф. Молочко О.С. Типи завод в сигнальних кабелях і методи їх усунення// Мікросистеми, Електроніка та Акустика, 2021 (пройшла етап рецензування).

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

9. Дата видачі завдання 28.10.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1.	Огляд науково-технічної літератури та існуючих рішень на тему автоматизованої системи керування мікрокліматом	01.09.2020- 25.09.2020	
2.	Розробка алгоритму функціонування системи та розробка структурної схеми	28.09.2020- 02.10.2020	
3.	Огляд сучасної елементної бази	05.10.2020- 16.11.2020	
4.	Розробка схем функціональної та електричної принципової	18.10.2020- 06.11.2020	
5.	Розробка конструкторської документації: друкованої плати та складального креслення	08.11.2020- 20.11.2020	
6.	Оформлення пояснювальної записки. Підготовка доповіді	22.11.2020- 04.12.2020	

Студент

_____ (підпис)

Олександр МОЛОЧКО

_____ (ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

_____ (підпис)

Олег БЕВЗА

_____ (ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

В дипломній роботі представлено огляд науково-технічної літератури по існуючим системам віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням, зазначені переваги та недоліки вже існуючих систем. При ознайомленні з системою віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням більш детально, можна зробити висновок, що найважливішими параметрами, з якими пов'язана робота системи віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням, є швидкість передачі, режими роботи, підтримувані інтерфейси виведення даних, а також надійність та захищеність від перешкод. Необхідність точної роботи необхідна при керування системами виробництва.

Розроблена конструкція пристрою, структурна та електрична принципова схеми системи віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням.

Ключові слова: UART, оптопара, СПД, нормуючий підсилювач, АЦП, мікроконтролер, гальванічна розв'язка, транзисторний ключ, ATMEGA328.

ANNOTATION

The thesis presents a review of scientific and technical literature on existing systems for remote monitoring and control of industrial equipment, the advantages and disadvantages of existing systems. When getting acquainted with the system of remote monitoring and control of industrial equipment in more detail, we can conclude that the most important parameters associated with the operation of the system of remote monitoring and control of industrial equipment are transmission speed, operating modes, supported output interfaces and reliability and protection from interference. The need for accurate work is necessary in the management of production systems.

The design of the device, structural and electrical schematic diagrams of the system of remote monitoring and control of industrial equipment are developed.

Keywords: UART, optocoupler, SPD, normalizing amplifier, ADC, microcontroller, galvanic isolation, transistor switch, ATMEGA328

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯДОВО-ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ	8
1.2 ГАЛЬВАНІЧНІ РОЗВ'ЯЗКИ	11
1.3 ПЕРЕТВОРЮВАЧІ СИГНАЛІВ	13
1.4 КОНВЕРТОРИ USB-TTL	15
Висновки до першого розділу	16
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СХЕМИ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ	17
2.1 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ	17
2.2 ВИБІР МІКРОКОНТРОЛЕРА	18
2.3 РОЗРОБКА МОДУЛЮ ВИХІДНОГО 8-БІТНОГО ІНТЕРФЕЙСУ	22
2.4 РОЗРОБКА МОДУЛЮ ПЕРЕТВОРЮВАЧА DC/DC 36В в 12В	26
2.5 РОЗРОБКА МОДУЛЮ ПЕРЕТВОРЮВАЧА DC/DC 12В в 5В	27
2.6 РОЗРОБКА 8-БІТНОГО ВИХОДУ	29
2.7 РОЗРОБКА МОДУЛЮ ВХІДНОГО 8-БІТНОГО ІНТЕРФЕЙСУ	29
2.8 РОЗРОБКА МОДУЛЮ Wi-Fi	31
2.9 Типи перешкод і методи їх усунення	32
2.10. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ	36
Висновки до другого розділу	37
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ	39
3.1 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТИПУ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ	39
3.2 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ КЛАСУ ТОЧНОСТІ	40
3.3 РОЗРОБКА ПОСАДКОВИХ МІСЦЬ	42
Висновки до третього розділу	50

РОЗДІЛ 4. ПІДГОТОВКА СТАРТАП ПРОПОЗИЦІЇ	51
Висновки до четвертого розділу	66
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	69
ABSTRACT	1

ВСТУП

Актуальність теми. На сьогоднішній день неможливо уявити виробництво без використання електронних систем керування виробництвом. Через збільшення кількості даних систем виникла проблема збору даних з різних систем. Для того щоб зменшити кількість дротів необхідних для передачі даних було прийнято рішення використовувати шини передачі даних. Дане рішення дозволило розширювати мережу пристроїв досить широко та контролювати кожен окремий пристрій індивідуально.

В наслідок збільшення кількості діагностичних даних що надходять від всіх систем моніторингу використання лише дротових систем передачі даних стає громіздким та дорого вартісним.

Об'єкт дослідження: На сьогоднішній день неможливо уявити виробництво без використання електронних систем керування виробництвом. Через збільшення кількості даних систем виникла проблема збору даних з різних систем. Для того щоб зменшити кількість дротів необхідних для передачі даних було прийнято рішення використовувати шини передачі даних. Дане рішення дозволило розширювати мережу пристроїв досить широко та контролювати кожен окремий пристрій індивідуально.

В наслідок збільшення кількості діагностичних даних що надходять від всіх систем моніторингу використання лише дротових систем передачі даних стає громіздким та дорого вартісним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація була підготовлена відповідно до науково-дослідного плану кафедри електронні прилади та пристрої Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського. Автоматизований програмно-апаратний комплекс виконує функцію дистанційного контролю, управління та моніторингу мережного та технологічного обладнання віддалено розташованих об'єктів.

Система дозволяє централізовано контролювати інженерну інфраструктури центрів обробки даних (Data center), центрів комутації зв'язку центрів оперативного обслуговування та інших приміщень в яких встановлено електронне, енергетичне та інше обладнання.

Мета і завдання досліджень. Для моніторингу всіх систем можна використовувати серверні системи які для під'єднання використовують дротові з'єднання, але дані системи коштують досить дорого. З іншого боку є доцільним використання бездротової системи з сервером. При використанні такої системи вдається зберегти швидкодію та позбавитися необхідності прокладки кабельних систем.

В даній роботі спроектовано систему віддаленого моніторингу та керування промислового обладнанням для підключення до низько швидкісних систем, таких як моніторинг браслету антистатичного захисту, систем виявлення дефектів пайки та систем виявлення відсутності елементів. Особливістю цих систем є невелика кількість даних для передачі. Це дає змогу використовувати прості та недорогі компоненти та об'єднувати велику кількість даних систем в одну мережу.

Об'єкт дослідження — є основні процеси зчитування та генерації сигналів та їх передача для віддаленого моніторингу та керування.

Предмет дослідження — Дослідження автоматизованої лінії виробництва для удосконалення з метою віддаленого налаштування на моніторингу.

Методи дослідження: ґрунтується на основі теорії обробки сигналів, математичного та комп'ютерного моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці системи віддаленого моніторингу та керування з меншою собівартістю, підвищеним захистом та високою швидкодією.

Практичне значення одержаних результатів - результати роботи вносять науковий вклад в розвиток автоматизованих ліній виробництва.

Особистий внесок здобувача. На основі отриманих даних було розроблено актуальнішу платформу для систем віддаленого моніторингу та керування, що дозволило зменшити ціну та збільшити якість системи в цілому.

Апробація результатів дисертації Матеріали роботи були представлені на науковій конференції «Перспективні напрямки сучасної електроніки» (4 квітня 2019 р.,)

Публікації - Молочко, О. С. Система передачі даних / Молочко О. С., Мігуш М. О., Бевза О. М. // Перспективні напрямки сучасної електроніки : матеріали XIII науково-практичної конференції (4 квітня 2019 р., м. Київ) / КПІ ім. Ігоря Сікорського, ФЕЛ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 52-56., Гайсін А.Ф. Молочко О.С. Типи завад в сигнальних кабелях і методи їх усунення // Мікросистеми, Електроніка та Акустика, 2021 (пройшла етап рецензування).

Структура та обсяг дисертації Дисертація складається з чотирьох розділів: оглядово-теоретичної частини, розробки схеми віддаленого моніторингу та керування, розробки друкованої плати та підготовки стартап пропозиції. Обсяг: 71 ст. основного тексту, 39 рис., 28 табл., 31 літературних джерел.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯДОВО-ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Системи передачі даних

Система передачі даних - це сукупність засобів, що служать для передачі інформації (рис. 1.1).

Технічні засоби передачі даних - це засоби з'єднання і передачі даних між пристроями.



Рис. 1.1 Класифікація систем передачі даних

Середовище передачі даних - це фізичне середовище, через яке може відбуватися передача даних (рис. 1.2).

Середовища передачі даних поділяться на дві категорії: кабельне середовище та бездротове середовище.

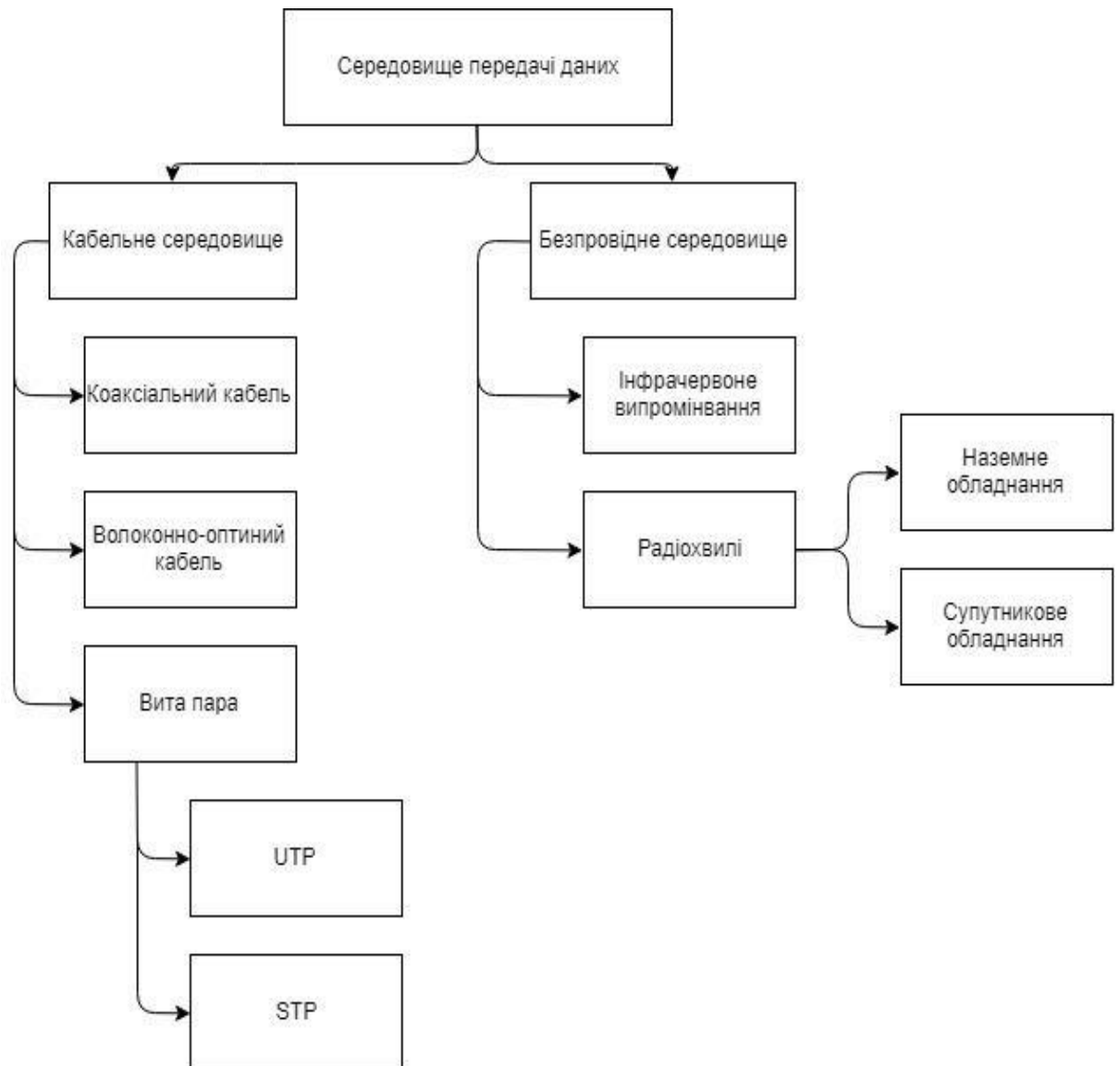


Рис. 1.2. Класифікація середовищ передачі даних

Кабельне середовище передачі даних повинно мати певні види кабелів. Двома найпоширенішими типами кабелю є: оптоволоконний кабель та вита пара.

Вита пара (Twisted Pair) містить декілька пар скручених мідних провідників, укладених в порожнисту оболонку. Розрізняють два типи кабелів типу вита пара: неекрановану виту пару (UTP) та екрановані виту пару (STP).

Волоконно-оптичний кабель (Fiber Optic) виготовляється з пластикових волокон або світлопровідного скла.

Оптимальним середовищем передачі даних являється оптоволоконний кабель, проте можна його можна замінити й на мідний, в такому випадку використовується скорочення CDDI .

Бездротове середовище передачі даних застосовується в разі, коли між точками передачі інформації велика відстань або перешкоди ускладнюють прокладку оптичного або мідного кабелю для передачі даних. Існує два основних типи бездротового середовища: радіохвильовий та інфрачервоне випромінювання.

Технологія WiFi — На даний момент найперспективніша в області радіозв'язку та має найбільшу розповсюдженість серед систем радіо зв'язку. Технологією WIFI називають формат передачі цифрових даних по радіоканалу.

На початку розвитку WiFi були призначені для корпоративних користувачів, щоб полегшити роботу по прокладці мережі в офісах. Для організації бездротової мережі потрібно лише встановити в певних точках офісу базові станції та вставити в кожен комп'ютер мережеву плату з підтримкою WiFi. Після цього будь-які зміни в розташуванні робочих місць в межах розгорнутої бездротової мережі не вплине на роботу мережі між робочими станціями.

Технологія IrDA (Infra red Data Assotiation) дозволяє з'єднуватися з різноманітним обладнанням без провідного з'єднання за допомогою інфрачервоного випромінювання. Порт IrDA дає можливість встановлювати зв'язок на відстані до 1 м в режимі "точка-точка"[1].

1.2 Гальванічні розв'язки

Технічним завданням дано умову, що проектувана СВМК має бути гальванічно розв'язаною.

Гальванічна розв'язка – це процес передачі енергії або інформаційного сигналу між ланцюгами, що не мають безпосереднього електричного контакту між ними. [2] [3]

Гальванічна розв'язка використовується, коли два або більше електричних кіл повинні обмінюватися інформацією, але їхні «землі» можуть бути під різними потенціалами.

Існує декілька видів гальванічних розв'язок, наприклад:

- індуктивна розв'язка;
- оптоелектронна розв'язка;
- діодна оптопара;
- транзисторна оптопара.

Оптоелектронні та оптичні розв'язки зазвичай застосовують у сучасних цифрових схемах з метою передачі аналогових сигналів. У пристроях цього типу сигнал передається за допомогою оптичного випромінювання і через даний метод роботи унеможлиблює передачу електричної енергії через неї.

Оптоелектронна розв'язка, на відміну від трансформаторної, має меншу вартість, дає можливість передачі сигналів постійного струму, повільно мінливі сигнали та має значно менші габарити на відміну від трансформаторної.

Недоліком оптичної розв'язки є досить суттєва нелінійність при спробі передачі аналогового сигналу через нерівномірний коефіцієнт передачі.

У діодній оптопарі джерелом світлового потоку є світлодіод. Такі оптопари зазвичай використовуються в ролі слабкострумівих ключів так як можуть працювати на частоті до декількох десятків МГц. Недоліком же є те що

для керування підвищеними струмами таким оптопарам необхідні допоміжні елементи що будуть виконувати роль силових елементів, та низький ККД.

Трансформаторна (індуктивна) розв'язка – це гальванічна розв'язка за допомогою трансформатора. Первинна обмотка електрично ізольована від вторинної обмотки. Даний вид розв'язок може використовуватися як для передачі інформації так і для передачі потужності.

Індуктивна розв'язка має ряд серйозних недоліків:

- значні габаритні розміри, що не дозволяють виготовити компактний пристрій;
- частотна модуляція гальванічної розв'язки обмежує частоту пропускання;
- на якість вихідного сигналу впливають перешкоди вхідного сигналу;
- робота трансформаторної розв'язки можлива тільки при змінній напрузі.

Отже, було вирішено використовувати транзисторну оптопару через досить значні мінуси індуктивної та діодної розв'язки, а саме для індуктивної : завеликі габарити, обмежена частота пропускання, робота лише в ланцюзі змінної напруги та мала завадостійкість, для діодної : малий ККД, низький робочий струм на виході без додаткових силових компонентів.

Транзисторна гальванічна розв'язка має декілька ключових переваг:

- широкий інтервал напруг розв'язки (до 0,5 кВ). Це дає можливість отримання вхідного сигналу у великому діапазоні напруг;
- Висока робоча частота, до декількох МГц;
- Компоненти схеми такої розв'язки мають незначні габаритні розміри.

Оптопари типу РС8*7 мають параметри, що відповідають усім поставленим задачам (рис. 1.3).

Із сімейства оптопар серії РС8*7 найточніше відповідає технічним параметрам системи мікросхема РС847, яка має високу завадостійкість. Обрана оптопара повністю задовольняє технічним вимогам завдання.

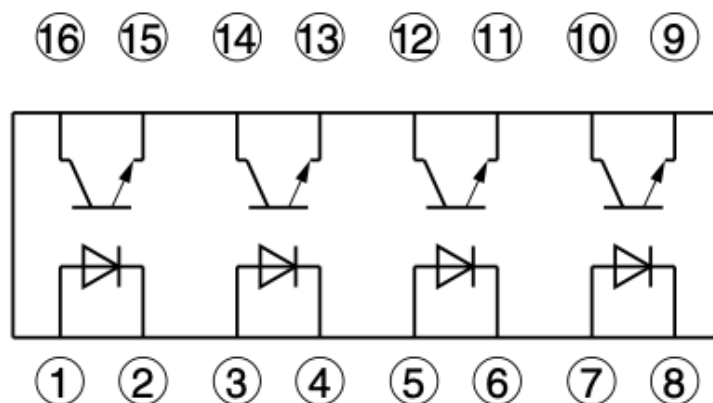


Рис.1.3 Мікросхема PC847

PC847 (рис.1.3) складається з 4-х оптопар PC817 які забезпечують високу завадостійкість при передачі даних, напрузу ізоляції до 5кВ та вихідний діапазон напруги від 0В до 35В. Зовнішній вигляд якої приведений на рис. 1.4

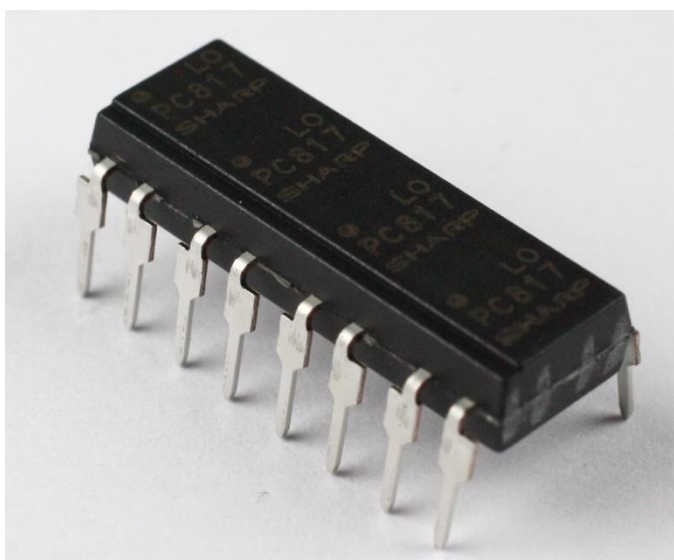


Рис.1.4 Зовнішній вигляд PC847

1.3 Перетворювачі сигналів

Мікроконтролер – це обчислювально-керуючий пристрій, призначений для виконання функцій контролю й керування периферійним устаткуванням. [4]

На даний момент для споживача доступна велика різноманітність мікроконтролерів. Усі ці прилади можна розподілити на такі основні типи:

- вбудовуванні (embedded) 8-розрядні МК;
- 16- і 32-розрядні МК;
- цифрові сигнальні процесори.

Основне призначення вбудованих мікроконтролерів - забезпечити гнучке керування об'єктами і зв'язок із зовнішніми пристроями. Ці мікроконтролери не використовуються для реалізації складних функцій, внаслідок своєї простоти, але вони здатні виконувати задачі керування в багатьох галузях.

Саме через велику швидкодію, великий ККД, малі габарити, простоту використання і був обраний мікроконтролер ATMEGA328 [1].

Виводи ATMEGA328 показані на рис. 1.5.

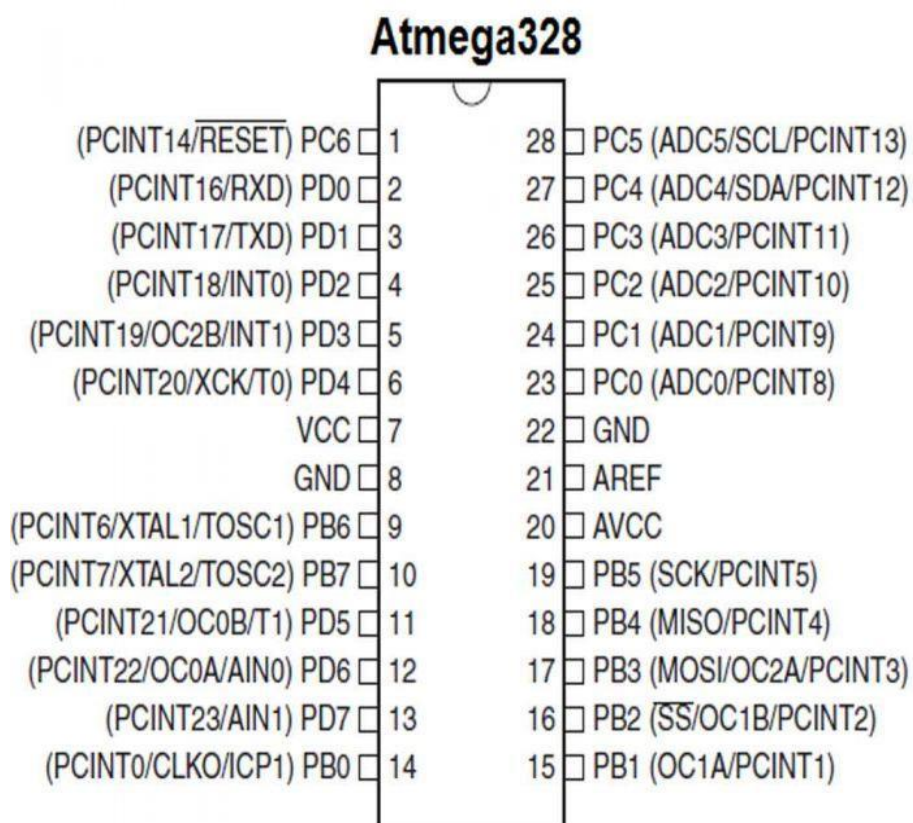


Рис.1.5 Виводи ATMEGA328

Мікроконтролер ATMEGA328 8-розрядний АЦП як з несиметричними, так і з диференціальними входами. Має 23 програмовані лінії введення / виводу з рівнями TTL; на ці лінії виведена також підтримка периферійних функцій; напруга живлення 1.8 ... 5.5 В. AVR RISC-архітектура - архітектура високої продуктивності та малого споживання. Є можливість програмування безпосередньо в цільовій системі через послідовні інтерфейси SPI і JTAG. Тактова частота – 20МГц. Зовнішній вигляд якої приведений на рис. 1.6

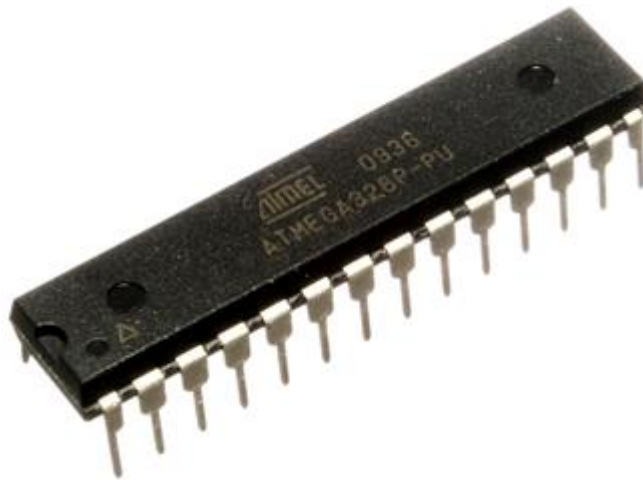


Рис.1.6 Зовнішній вигляд ATMEGA328

1.4 Конвертори USB-TTL

ATMega16u2 мікроконтролер, який відрізняється високою швидкістю передачі даних і для якого не потрібна додаткова установка драйверів – драйвер встановлюються автоматично при установці середовища розробки Arduino IDE.

Мікроконтролер ATmega16u2 дозволяє використовувати контролер як USB HID пристрій. При перепрошивці цього мікроконтролера контролер можна використовувати як клавіатуру або мишу для підключення до керуючого терміналу для автоматизації коректування в ході роботи.

Перепрошивка виконується через пінні ІSCP які знаходяться поруч з самим мікроконтролером.

В даному пристрої доцільне його використання так як через нього можливо виконувати програмування основного контролера ATMEGA328, та і застосування його для виконання коректування роботи станків з комп'ютерним керуванням прямо під час роботи. Зовнішній вигляд контролера приведений на рис. 1.7

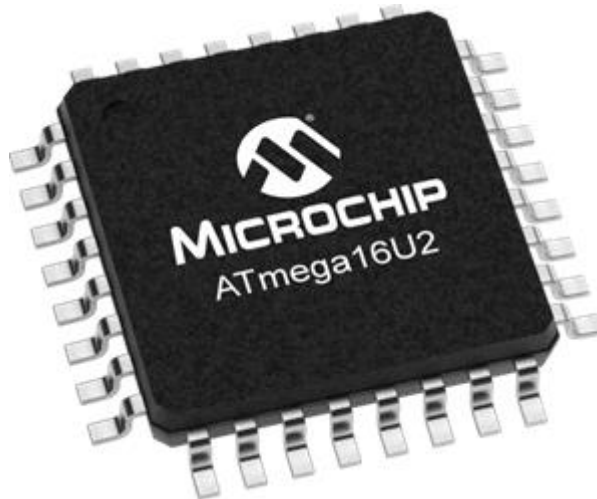


Рис.1.7 Зовнішній вигляд ATmega16u2

Висновки до першого розділу

Більшість систем віддаленого моніторингу та керування на даний час випускаються для широкого використання, а спеціалізованих систем для використання в широкому діапазоні вхідних напруг немає. Тому розробка даного пристрою є доцільною.

Серед розглянутих систем середовищ розповсюдження даних було обрано два види. А саме, для реалізації 8-бітного інтерфейсу буде використовуватися кабельне з'єднання зі давачем або виконавчим механізмом на станку та Wi-Fi мережа для зв'язку з сервером для збору даних. Wi-Fi мережа дає змогу вільного розміщення пристрою в просторі та полегшує монтаж.

В якості зчитувачу та обробнику сигналу для було обрано мікроконтролер ATmega328 через те, що даний мікроконтролер має досить

низьку ціну та має задовільну швидкодію що значно зменшує вартість готової системи.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СХЕМИ СИСТЕМИ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ

2.1 Розробка структурної схеми

Структурна схема представлена на рис 2.1. Складається з наступних блоків:

- мікроконтролер ATmega328;
- Wi-Fi модуль ESP8266;
- вхідний 8-бітний інтерфейс;
- вихідний 8-бітний інтерфейс;
- перетворювач DC-DC 12В в 5В;
- ізольований DC-DC перетворювач 36В в 12В.

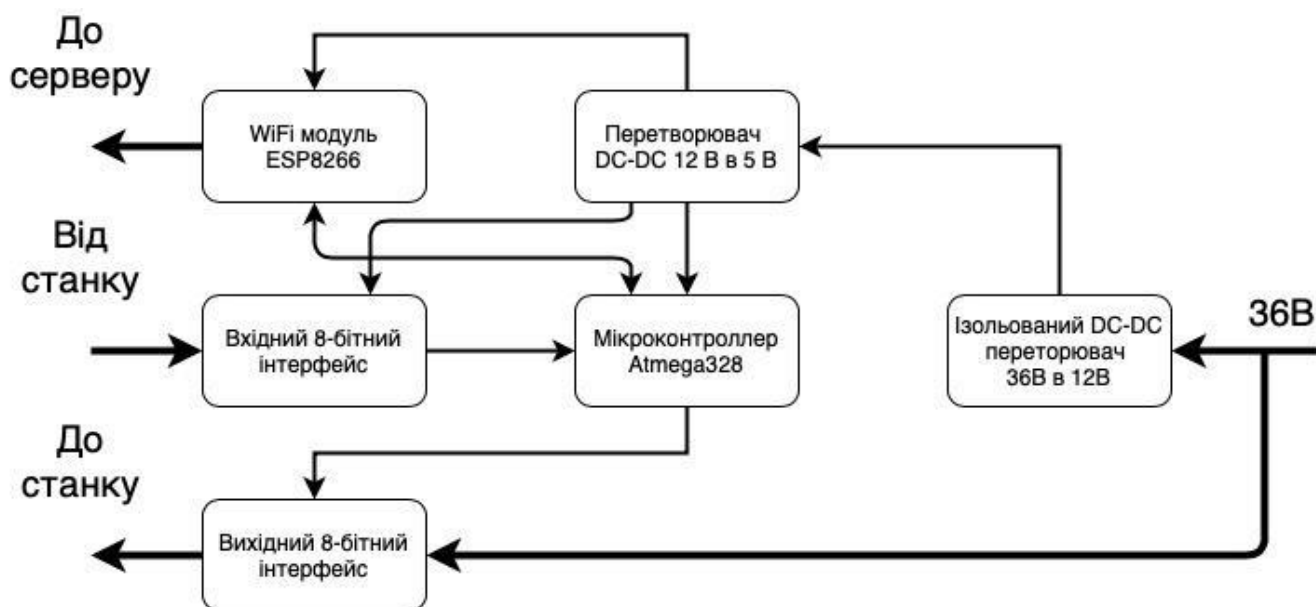


Рис. 2.1 Структурна схема системи передачі даних

Мікроконтролерний блок призначений для прийому сигналу вхідного 8-бітного інтерфейсу, обробки та передачі отриманих даних та передачі на Wi-Fi модуль та вихідний 8-бітний інтерфейс.

Блок Wi-Fi використовується для підключення пристрою до мережі підключеної до серверу збору даних, передачі даних на нього та отримання команд(опціонально).

Ізольований DC-DC перетворювач 36В в 12В слугує для пониження вхідної напруги, та гальванічної ізоляції пристрою від зовнішніх ланцюгів. Та використовується для живлення блоку перетворювача 12В в 5В.

Перетворювач DC-DC 12В в 5В використовується пониження вхідної напруги, що надходить з перетворювача DC/DC 36В в 12В. Головна функція - живлення мікроконтролера та Wi-Fi модулю.

Блок вхідний 8-бітний інтерфейс використовується для зчитування сигналів з інших пристроїв. Дозволяє виконувати функцію моніторингу роботи станків, відправляти у мережу стан портів та з них аналізувати статус станків.

Блок вихідний 8-бітний інтерфейс використовується для формування сигналів що надходять з мікроконтролера до станків під'єднаних до пристрою в залежності від закладеної програми та зовнішніх команд.

2.2 Вибір мікроконтролера

На даний момент найбільш поширеними серед ринку доступного для кожного розповсюджені фірми Microchip та STM. А саме майже весь модельний ряд ATmega та ряд мікроконтролерів STM32.

Модель ATmega належить до родини 8-бітних мікроконтролерів AVR, що зараз випускається компанією Microchip.

Мікроконтролери серії STM32 мають досить широку лінійку приладів які задовольняють як різні купівельні можливості, так і технологічні

побажання. До цієї лінійки входять такі рішення як : високо енергоефективні мікроконтролери, дешеві для загального використання та з вбудованими радіомодулями для зв'язку. Варто наголосити, що вся ця лінійка базується на однакових ядрах ARM Cortex-M3. Наявна програмна сумісність всієї лінійки pin-to-pin.

Для проведення аналізу та порівняння можливостей мікропроцесорів було обрано моделі ATmega328 та STM32.

При співставленні характеристик цих пристроїв було отримано результати, які і приведені в табл. 3.1.

Для порівняння характеристик STM32 та ATmega328, що були обрані в якості претендентів, було створено табл. 2.1 з їх характеристиками.

Таблиця 2.1.

Аналіз характеристик STM32 і ATmega328

Характеристики	STM32	ATmega328
ОЗП, кБайт	2	4
Живлення, В	5	3.6
Пам'ять, кБайт	32	16
Частота мікроконтролера, МГц	16	24
RTC	Ні	Так
UART	Ні	Так
SPI	Так	Так
I2C	Так	Так
USB	Так	Так
DMA	Ні	Так
Програмування за допомогою USB	Так	Ні

STM32 – сімейство мікроконтролерів заснованих на 32-бітних ядрах ARM. Кожен мікроконтролер складається з ядра процесора, статичної RAM - пам'яті, флеш-пам'яті, відладочного і різних периферійних інтерфейсів.

Зовнішній вигляд контролеру показаний на рис. 2.2 та виходи мікроконтролера на рис. 2.3

Характеристики:

- робоча напруга живлення – 3.3В;
- діапазон вхідної напруги живлення – 2.0 – 3.6В;
- максимальна частота - 72 МГц;
- робоча температура - 0С +65С;
- флеш-пам'ять – 64 Кбайт;
- ОЗП – 20 Кбайт SRAM пам'яті;
- кількість вводів-виводів – 32;
- 4 режима сну .



Рис. 2.2 Зовнішній вигляд stm32f103c8t6

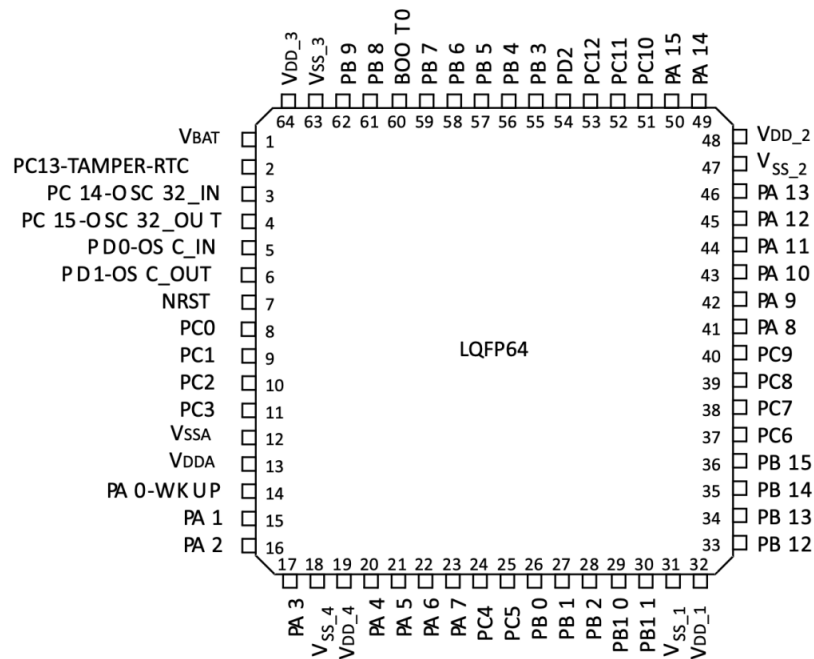


Рис. 2.2 Розташування вводів-виводів stm32f103c8t6

АТМega328 – мікроконтролер виробництва MICROCHIP (ATMEL). Для роботи потрібно живлення на 4.5 вольти, які можна буде отримувати як із USB роз'єму при підключенні до комп'ютера, так і з перетворювача DC/DC напруги 12В в 5В[6]-[14].

Характеристики:

- робоча напруга живлення – 4.5В;
- діапазон вхідної напруги живлення – 1,8В-5,5В;
- максимальна частота - 20 МГц;
- робоча температура - -40С +85С;
- флеш-пам'ять – 32 Кбайт;
- ОЗП – 2 Кбайт SRAM пам'яті;
- EEPROM – 1 Кбайт;
- кількість вводів-выводів – 23;
- 6 режимів сну (знижене енергоспоживання і зниження шумів для більш точного перетворення АЦП). Інтерфейси для взаємодії з зовнішніми пристроями: I2C ; UART ;SPI; USB.

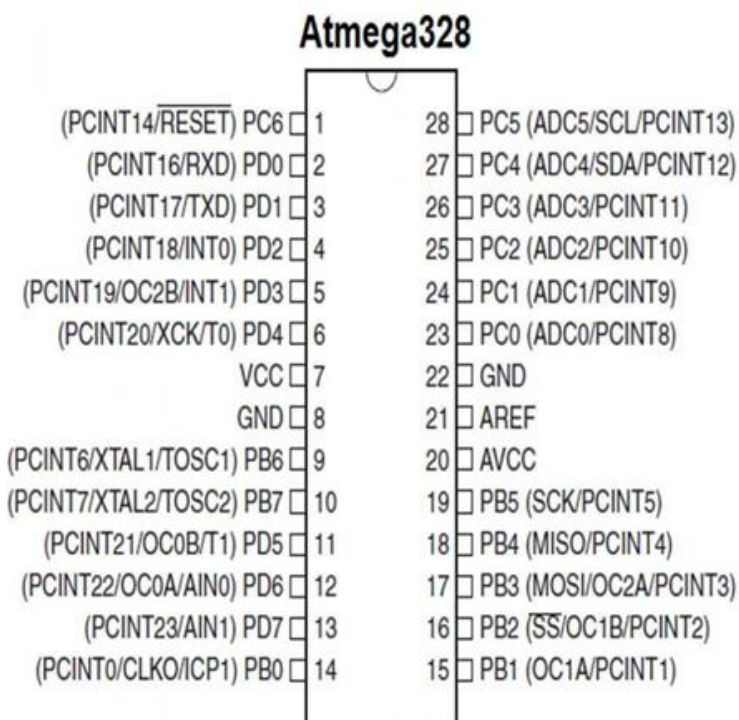


Рис.2.2 Розташування вводів-выводів на АТМega328

В результаті аналізу технічних характеристик обох мікроконтролерів а також провівши порівняльний аналіз розповсюдженості контролерів, складності розробки програмного забезпечення, використання в промислових приладах та аналізу стабільності роботи при не штатних ситуаціях та агресивному середовищі було вирішено використовувати саме мікроконтролер ATmega328.

Недолік у вигляді значно меншої кількості вбудованої периферії можна компенсувати застосуванням зовнішньої периферії, але ATmega328 має значно більше бібліотек які можна застосовувати для більш широкого використання даного мікроконтролера. Також STM32 має досить складне середовище для програмування, що вимагає досить високого рівня програмування для написання власного програмного забезпечення.

Для програмування мікроконтролера використовується досить просте та безкоштовне середовище Arduino IDE. Воно дозволяє задати необхідні параметри конфігурації контролеру. Також в цій програмі можна налаштувати необхідні для роботи приладу інтерфейси. В даному випадку будуть використовуватися USB, UART та цифрові виводи.

Для досягнення максимальної частоти роботи буде використовуватися зовнішній кварцовий резонатор на 20 МГц. Для підвищення стабільності роботи навколо ставляться рекомендовані конденсатори відповідно до документації на мікроконтролер[6].

2.3 Розробка модулю вихідного 8-бітного інтерфейсу

Для підключення до станку використовується гальванічно ізольований 8-бітний інтерфейс. Для створення даного інтерфейсу використовується оптопара PC847, яка складається з 4-х PC817 які забезпечують гальванічну ізоляцію, та транзистора 2N2222 що працює в режимі транзисторного ключа.

Оптопара PC847 зображена на рис. 2.3.

Оптопара PC847 (рис.2.3) розроблена фірмою Sharp. Та дозволяє реалізувати гальванічну розв'язку для захисту мікроконтролера [2][3].

Характеристики:

- вихідний діапазон напруги від 0В до 35В ;
- час комутації – $1.2\mu\text{S}$. ;
- максимальна робоча частота – 1МГц.

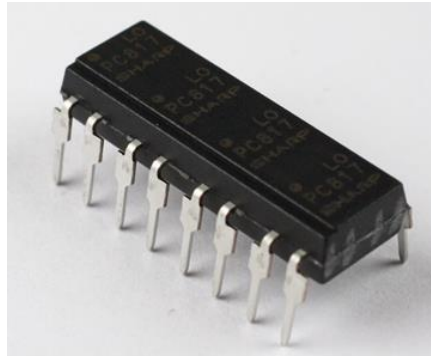


Рис.2.3 Оптопара PC847

На рис 2.4 зображена осцилограма порівняння вхідного та вихідного сигналів оптопари.

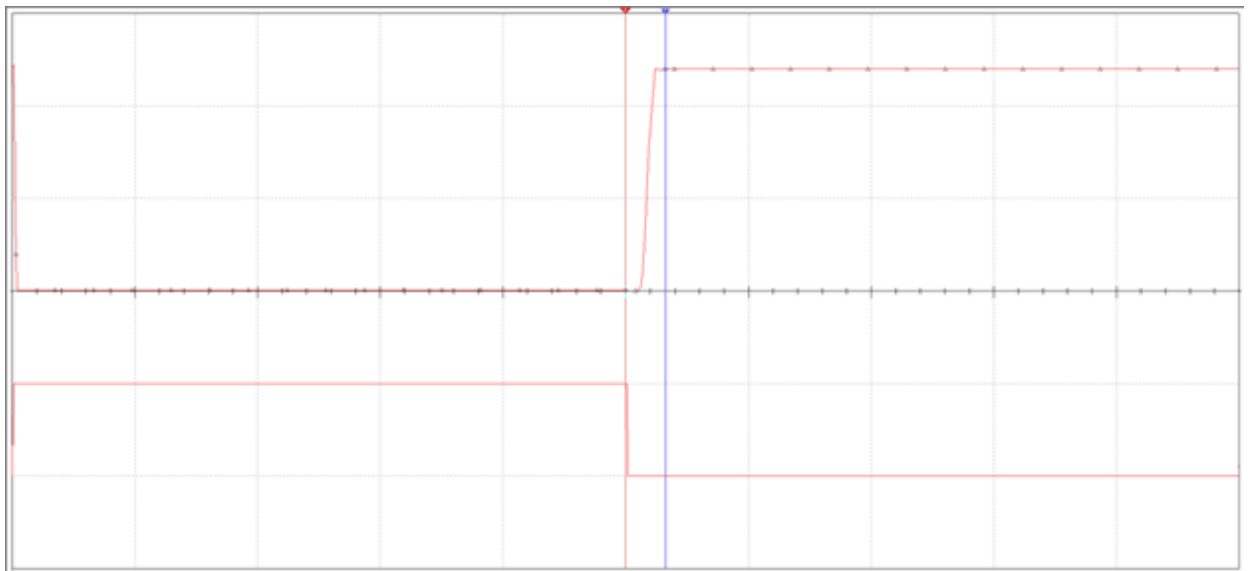


Рис.2.4 Осцилограма оптопари PC847

З даної осцилограми ми отримуємо що час реакції виходу оптопари на зміну вхідного сигналу складає близько 3 нано секунд при роботі на частоті

1МГц. Даний час реакції нас повністю задовольняє так як дана затримка складає лише 0.3% від періоду[2][3]. Зовнішній вигляд транзистора показаний на рис. 2.5.



Рис.2.5 транзистор 2N222

Основною функцією модулю є реалізація збільшення амплітуди вихідного сигналу, до 40В, обраний транзистор має дещо надмірні параметри для забезпечення підвищеної надійності роботи схеми та захисту у випадку позаштатних ситуацій [2] [3].

Характеристики: максимальна напруга колектор-емітер – 40В; струм колектору – 1А; струм колектору в імпульсному режимі – 2А; максимальна робоча частота – 300МГц.

На рис 2.6 зображена осцилограма порівняння вхідного та вихідного сигналів оптопар.

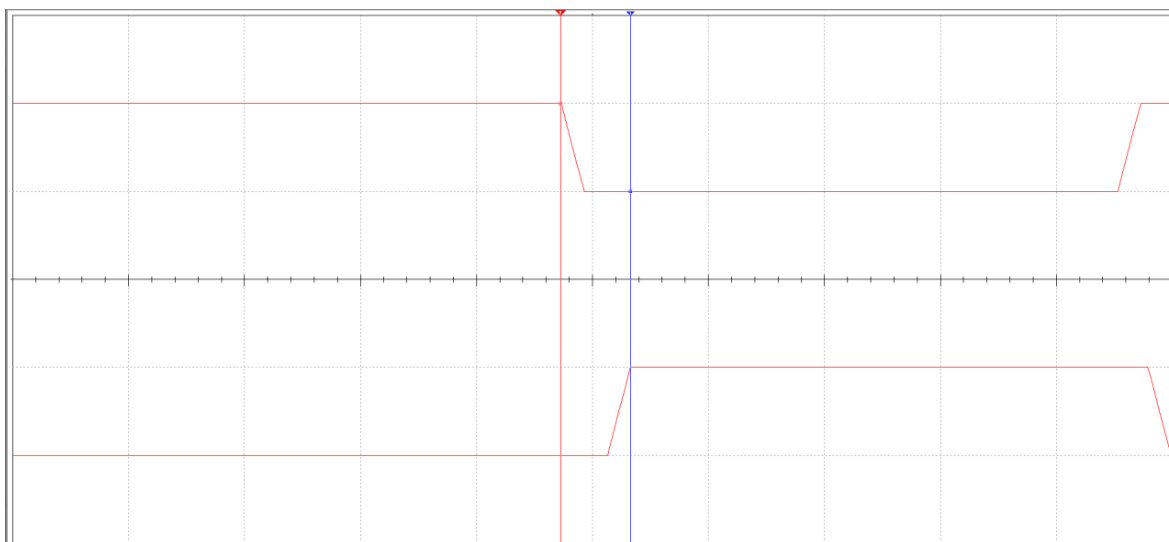


Рис.2.6 Осцилограма транзистора 2N222

З даної осцилограми ми можемо бачити що при передачі сигналу виникає певна затримка між входом та виходом яка складає близько 5 нано секунд при частоті роботи транзистора в 1 МГц, що складає лише 0,5% від загального періоду сигналу та не є критичним для забезпечення необхідних параметрів для роботи приладу [2] [3]. Схема розробленого вузлу 8-бітного інтерфейсу зображена на рис 2.7.

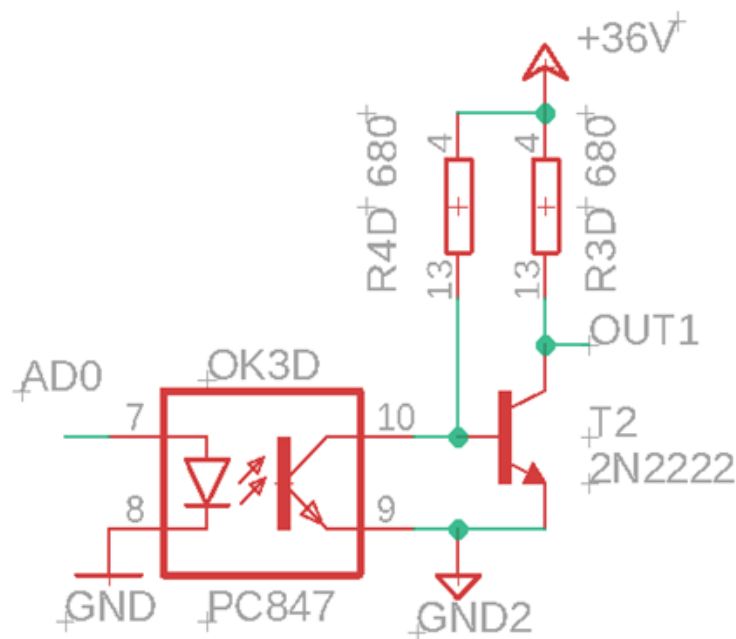


Рис. 2.7 Схема вузлу 8-бітного інтерфейсу у програмі EAGLE

На рис 2.8 зображена осцилограма порівняння вхідного та вихідного сигналів на вузлах 8-бітного інтерфейсу.

З даної осцилограми можна бачити що при передачі сигналу виникає певна затримка між входом та виходом яка складає близько 20 нано секунд при частоті роботи шини в 1 МГц, що складає лише 2% від загального періоду сигналу та не є критичним для забезпечення необхідних параметрів для роботи приладу.

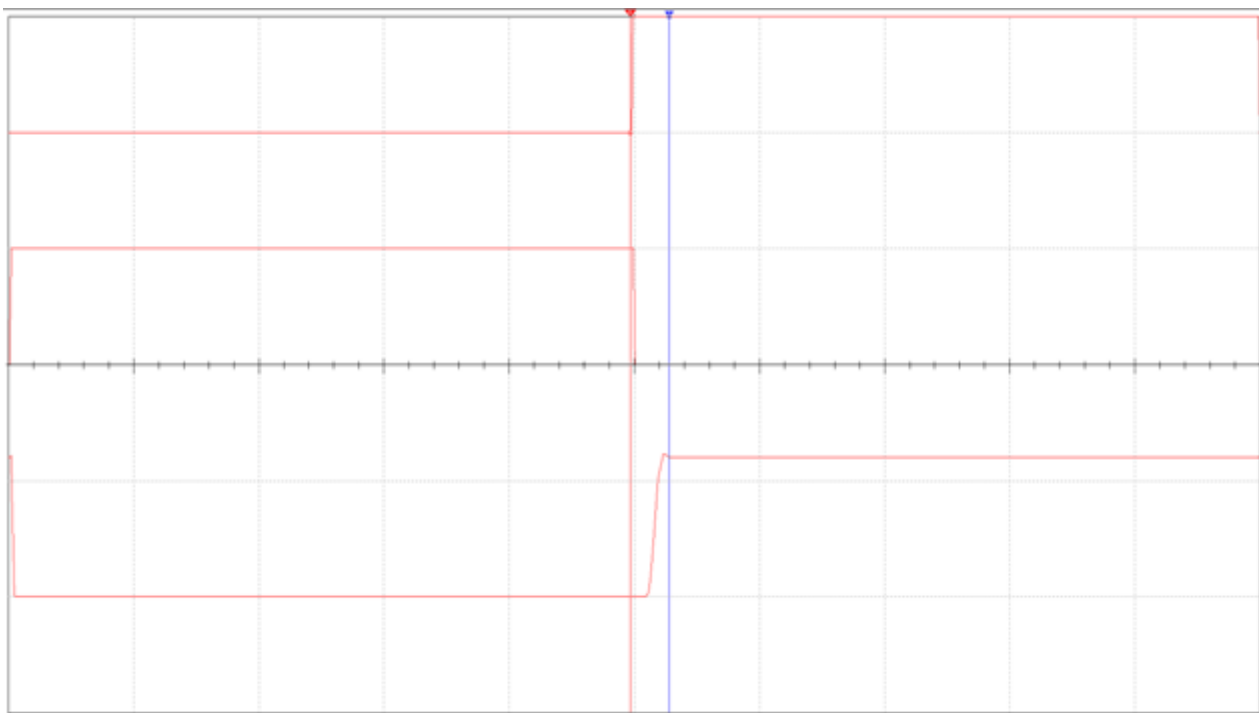


Рис.2.8 Осцилограма вузлу 8-бітного інтерфейсу

2.4 Розробка модулю перетворювача DC/DC 36В в 12В

Так як, для живлення пристрою використовується внутрішньо заводська мережа 36В, а для живлення мікроконтролера необхідно 5В, а також за технічним завданням необхідно забезпечити гальванічну розв'язку з зовнішніми джерелами було використано ізольований DC-DC перетворювач DFA20E48S12 (Рис.2.9).



Рис.2.9 Зовнішній вигляд DC-DC перетворювача DFA20E48S12

Характеристики:

- вхідна напруга – 36В~48В;
- вихідна напруга – 12В;
- максимальний вихідний струм – 1.7А;
- напруга ізоляції – 5Кв.

2.5 Розробка модулю перетворювача DC/DC 12В в 5В

Мікроконтролер АТМega328 має напругу живлення від 1,8В до 5,5В. А оскільки, перетворювач дає напругу в 12В, тому в схемі необхідно використовувати стабілізатор для формування напруги 5В.

За основу обрано мікросхему NCP1117ST50T3G, її зовнішній вигляд наведено на рис. 2.10, що повністю задовольняє усім умовам експлуатації. Це універсальний та високоефективний лінійний регулятор напруги з широким діапазоном температур та регулюванням лінія-навантаження.



Рис. 2.10 Понижуючий стабілізатор напруги NCP1117ST50T3G

Характеристики:

- вхідна напруга – 12В;
- вихідна напруга – 5В;
- максимальний струм – 1,5А;
- максимальна вхідна напруга – 25В.

Типова схема підключення представлена на рис. 2.11

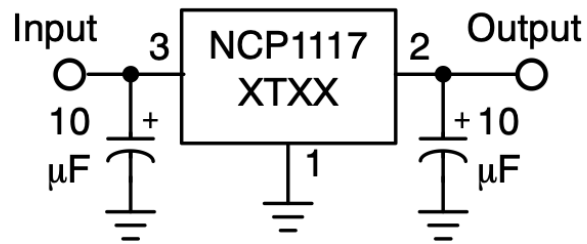


Рис.2.11 Типове підключення регулятора напруги NCP1117ST50T3G

На рис 2.12 зображена осцилограма порівняння вхідної та вихідної напруги лінійного стабілізатора NCP1117ST50T3G.

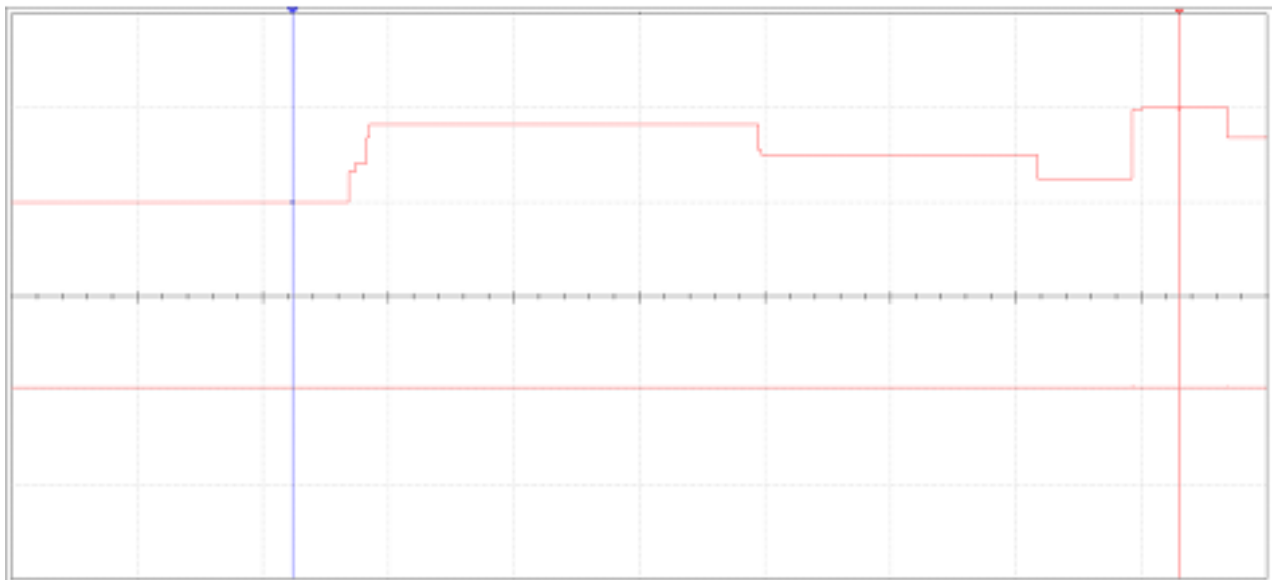


Рис.2.12 Осцилограма NCP1117ST50T3G

З даної осцилограми ми можемо бачити що при зміні вхідної напруги в межах робочих напруг відхилення від необхідної напруги в 5В складає лише 10мВ що не є критичним для даної схеми і навіть при коливанні вхідної напруги від 10В до 24В коливань вихідної напруги не спостерігається.

2.6 Розробка 8-бітного виходу

Шина зв'язку зі станком для передачі корисного сигналу використовує пару мідних дротів. Між тим, для живлення системи використовують 36В постійної напруги. Додатково можна додати, що за умовами експлуатації, пристрій повинен приєднуватися як до мережі напруги, до сигнальних дротів для діагностики та налаштування, так і використовуватися у якості повноцінної ноди у системі. Тому буде обрано клемний роз'єм DG306-5.0-09P (Рис. 2.13) від компанії Degson.

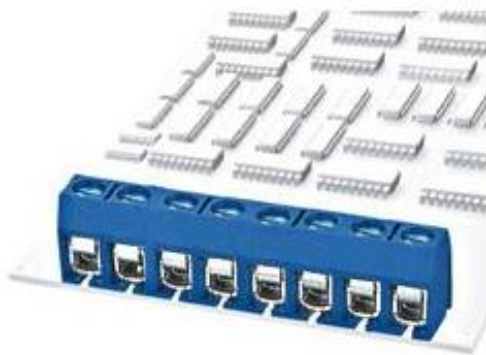


Рис. 2.13 Клемний з'єднувач DG306-5.0-09P

2.7 Розробка модулю вхідного 8-бітного інтерфейсу

Для підключення до станку використовується гальванічно ізольований 8-бітний інтерфейс. Для створення даного інтерфейсу використовується оптопара PC847, яка складається з 4-х PC817 які забезпечують гальванічну ізоляцію.

Оптопара PC847 (Рис.2.14) розроблена фірмою Sharp. Та дозволяє реалізувати гальванічну розв'язку для захисту мікроконтролера[2][3].

Характеристики:

- вихідний діапазон напруги від 0В до 35В;
- час комутації – $1.2\mu\text{S}$;
- максимальна робоча частота – 1МГц.

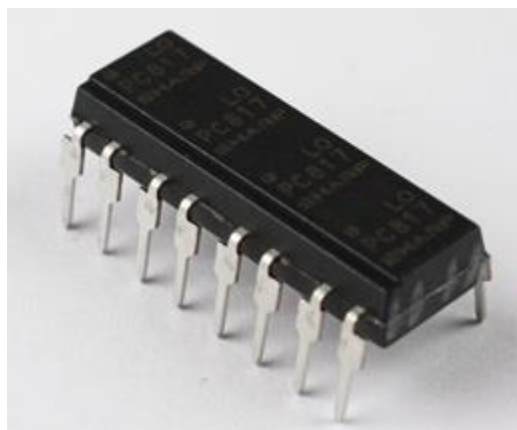


Рис.2.14 Оптопара PC847

На рис 2.15 зображена осцилограма порівняння вхідного та вихідного сигналів оптопари. З даної осцилограми ми можемо бачити що при передачі сигналу виникає певна затримка між входом та виходом яка складає близько 3 нано секунд при граничній частоті роботи оптопари в 1 МГц, що складає лише 0,3% від загального періоду сигналу та не є критичним для забезпечення необхідних параметрів для роботи приладу[2][3].

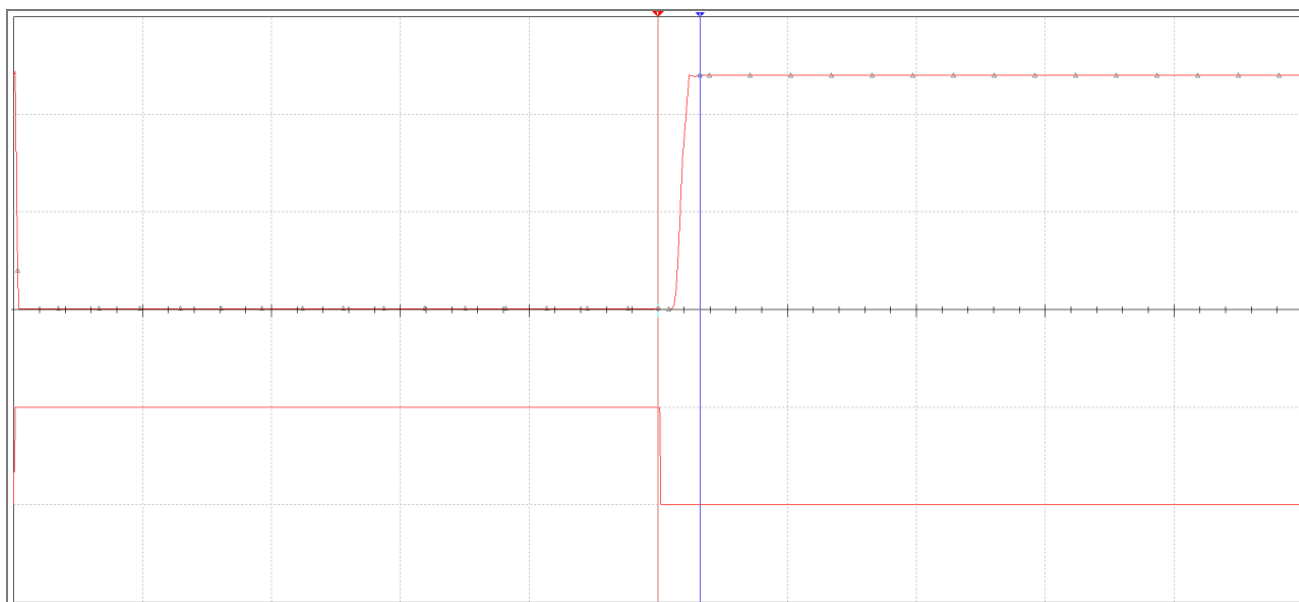


Рис.2.15 Осцилограма оптопари PC847

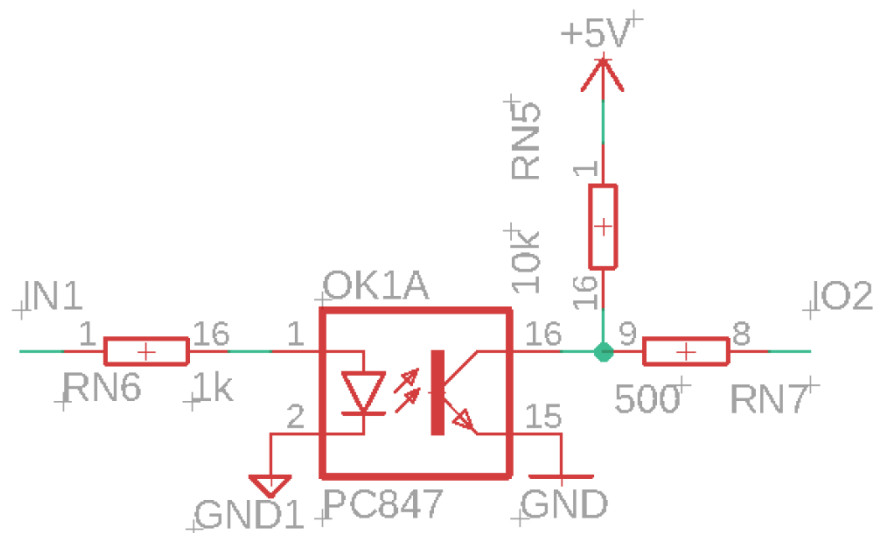


Рис. 2.16 Схема вузлу 8-бітного інтерфейсу у програмі EAGLE

2.8 Розробка модулю Wi-Fi

За технічним завданням, пристрій має мати можливість підключатися до Wi-Fi мережі зображено на рис. 2.17.



Рис.2.17 Wi-Fi модуль ESP-01

Для реалізації даної можливості було обрано модуль Wi-Fi ESP-01(Рис. 2.17). Живлення модулю від 2,2 до 3,6 В. Споживання до 215 мА в режимі передачі, 100 мА в режимі прийому, 70 мА в режимі очікування.

Для обміну інформацією мікроконтролера з Wi-Fi модулем використовується інтерфейс UART.

Для реалізації зв'язку між мікроконтролером та Wi-Fi модулем будуть використовуватися піни під номерами 0 та 1, для забезпечення живлення цих модулів буде використовуватися стабілізована напруга отримана з піну 3.3V.

2.9 Типи перешкод і методи їх усунення

Для підключення системи що розробляється до станків використовується кабельне під'єднання. А так як в умовах промислового виробництва виникає висока зашумленість простору електромагнітним випромінюванням в кабелях що використовуються можуть виникати шуми, які можуть викликати помилки при зчитуванні сигналів, чи їх відправці. Тому в межах даної магістерської дисертації було виконано дослідження в якому були розглянуті причини виникнення електромагнітних завад в кабелях. Та розглянуті поширені варіанти боротьби з ними, як часткові, так ті які можуть забезпечити повне екранування від сторонніх завад.

Також були розглянуті сучасні стандарти прокладки які регламентують правила розміщення силових та сигнальних кабелів. Досліджено вплив навантажених силових ліній на шум що виникає в екранованих та неекранованих сигнальних магістралях. Також було проведено 2 експериментальних дослідження. Перше було виконано для порівняння рівнів взаємних наводок в екранованих та неекранованих кабелях. Для даного дослідження було використано 2 кабелі 6-ої категорії, кабелі були фіксовані стяжками через кожні 30 см, довжина кабелів складала 90 м. Для узгодження хвильового опору мережевого аналізатору та кабелів було використано хвильовий адаптер, також задіяні пари були навантажені резисторами з опором 100 Ом.

Метод вимірювання: Мережевий аналізатор подавав сигнал на одну пару одного кабелю та вимірював рівень шумів на тій же парі іншого кабелю у всьому діапазоні частот. Таке тестування проводилося для кожної з пар

екранованого та неекранованого кабелю для апроксимації значень та уникнення похибки в результаті пошкодження одної з пар.

З рис. 2.18 можна побачити що міжкабельні наводки створюють значно більші наводки. Також можна зазначити що на низьких частотах вони значно перевищують норми визначені для кабелів 6-ої категорії.

Це можливо спостерігати через те що в обох кабелях є пари кабелів з однаковим кроком скрутки, що робить такі пари значно уразливішими до взаємних наводок.

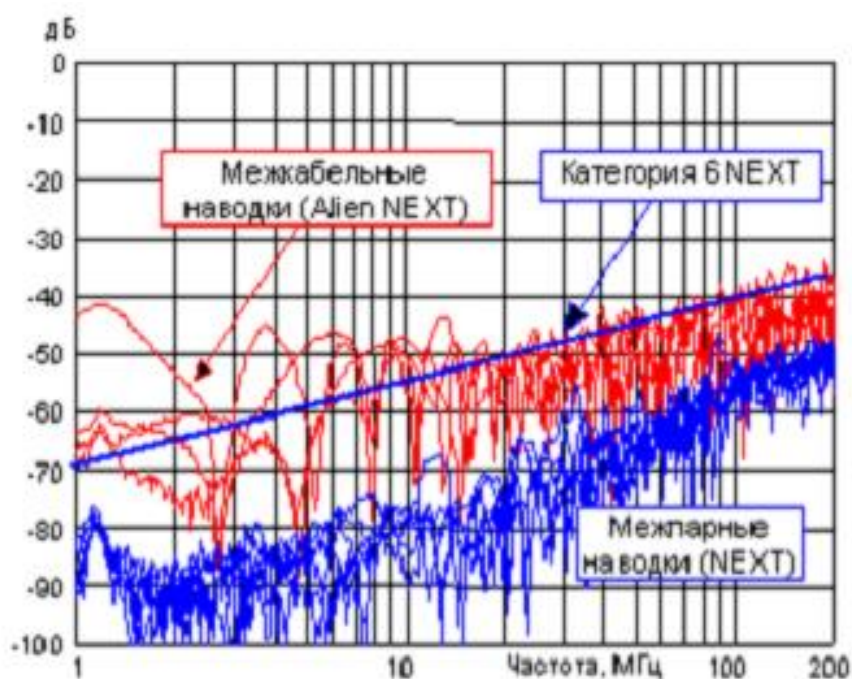


Рис. 2.18 Міжпарні та міжкабельні двонаправлені наводки в кабелях НВП

Також було виконано дослідження наводок при включенні ртутної лампи. Даним включення імітувався холодний запуск обладнання під час якого виникає значний стрибок струму в мережі.

Для експерименту використовувався неекранований провід на відстані 50 см від силового кабелю. В ході експерименту були отримані осцилограми показані на рис 2.19, 2.20, 2.21 які демонструють наводки на неекранований кабель при різних умовах.

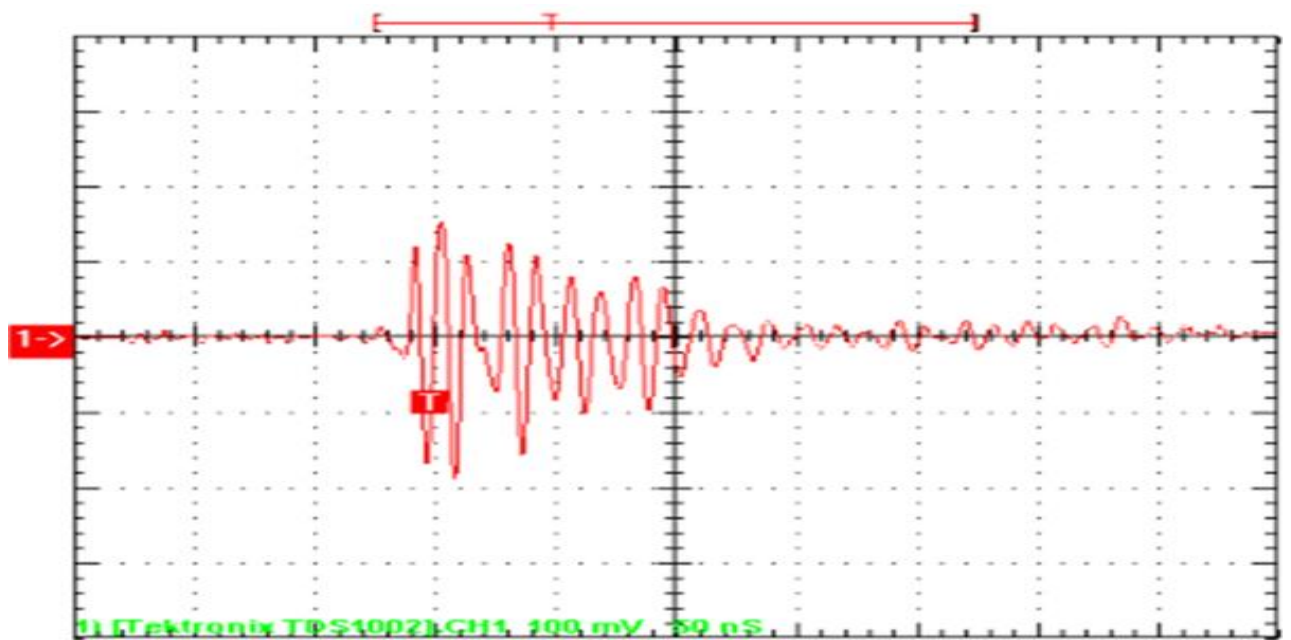


Рис. 2.19 Осцилограми струму в режимі осцилографа «АС» (тільки за змінним струмом), ціна поділок 100 мВ / 50 нс

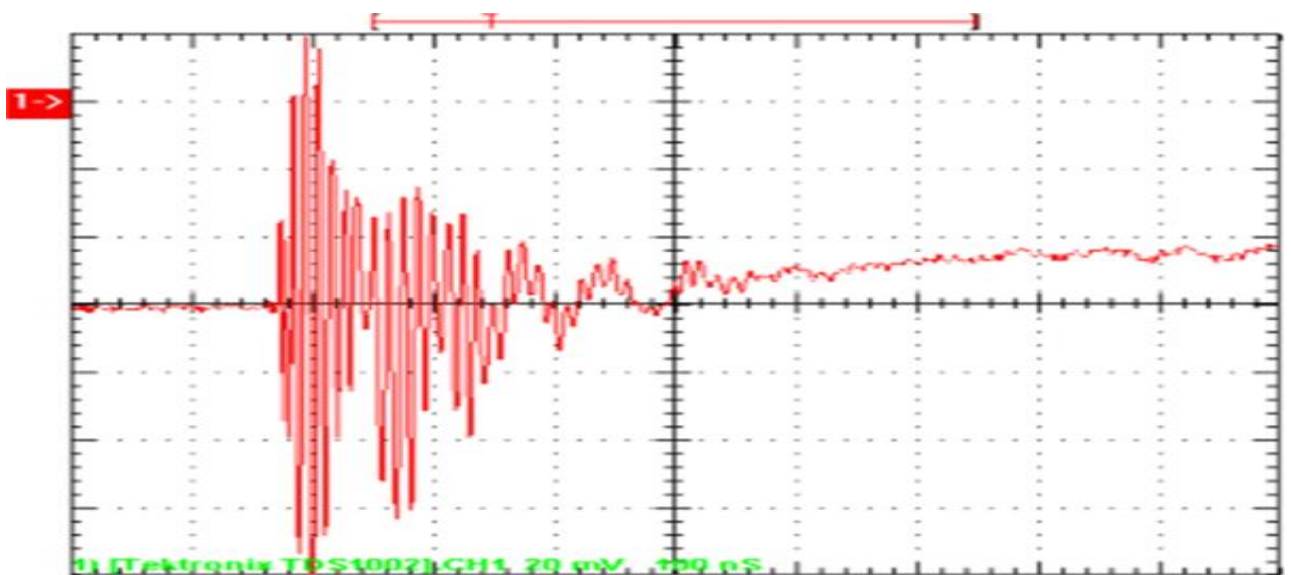


Рис. 2.20 Осцилограми струму в режимі осцилографа «ОС» (тільки за змінним струмом), ціна поділок 20 мВ / 100 нс

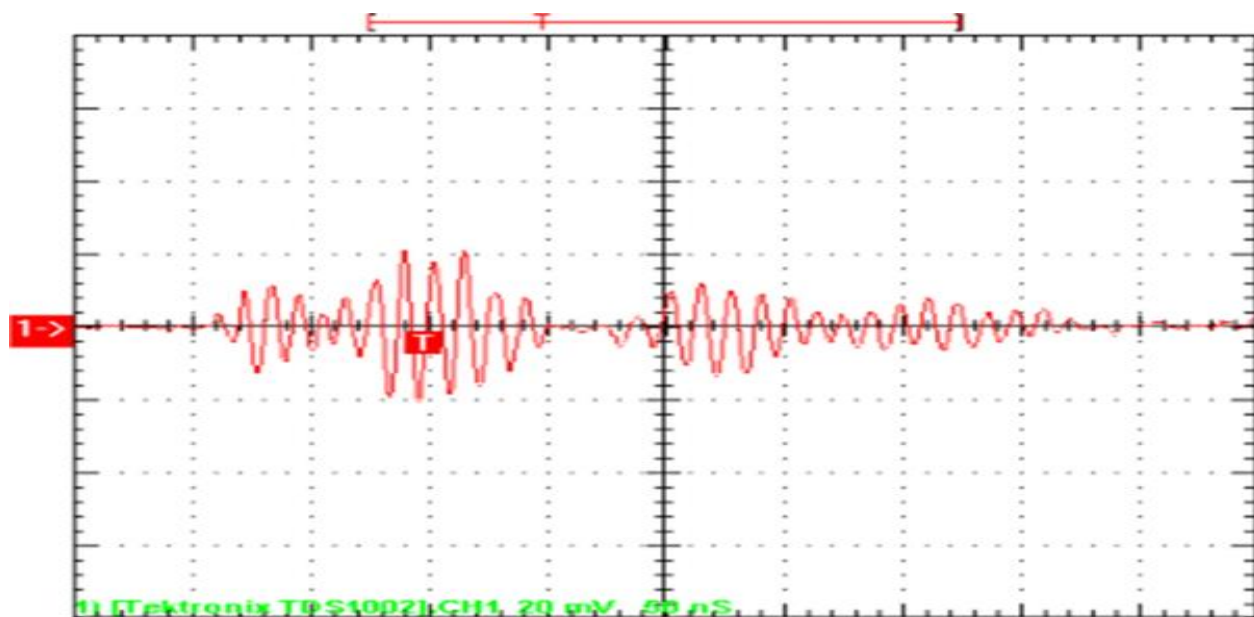


Рис. 2.21 Осцилограми струму при включенні ламп денного світла в сусідньому приміщенні

З отриманих зрозуміло що використання неекранованого кабелю який буде прокладений поряд з силовим кабелем станку може викликати хибні зчитування, та може пошкодити сигнальні інтерфейси на будь якому приладі, тому для даного приладу обов'язкове використання екранованого кабелю для підключення. Більш докладно з дослідженням можна ознайомитися в статті «Типи перешкод і методи їх усунення» в журналі «МІКРОСИСТЕМИ, ЕЛЕКТРОНІКА ТА АКУСТИКА».

2.10. Розробка електричної схеми

Виходячи з наведених раніше результатів досліджень, а також зважаючи на обрану елементну базу в середовищі EagleCad було розроблено електричну схему системи віддаленого моніторингу та керування. Для мінімізації розмірів майбутньої друкованої плати було вирішено використовувати елементи з SMD монтажем, які значно менші за розмірами від вивідних, та дозволяють більш ефективно використовувати площу плати при двосторонньому монтажі. Також були використані не одиночні резистори, які хоча і досить малі але займають

певне місце, але все ж досить великі, а резисторні збірки необхідного номіналу. Що дозволило зекономити більше місця та зробити плату з майже мінімальними розмірами, за умов дотримання стандартів розробки електронних пристроїв.

Розроблена електрична схема наведена на рис. 2.22.

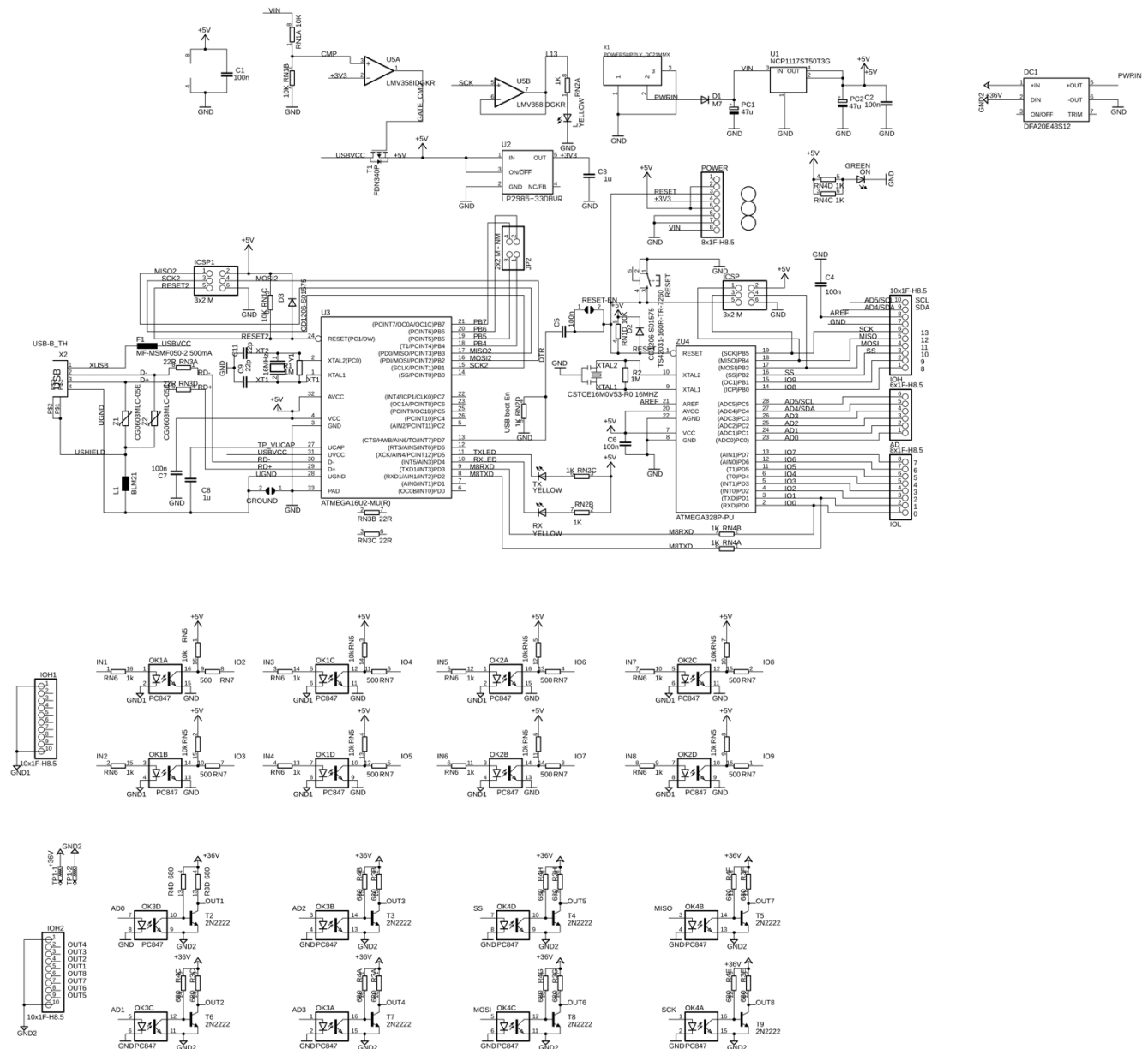


Рис. 2.22 Електрична схема системи віддаленого моніторингу та керування

Висновки до другого розділу

Була розроблена структурна схема що дозволяє вирішити задачі поставлені в технічному завданні, були описані модулі та компоненти системи,

визначені їх функції, визначені взаємозв'язки між ними.

Була розроблена схема електрична принципова системи передачі даних, яка має наступні функції:

- підключення до Wi-Fi мережі;
- підключення до ноутбуку;
- підключення інших пристроїв за допомогою 8-бітної шини;
- живлення від мережі 36 В.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

Друкована плата (ДП) - це пластина діелектрика з отворами, пазами, вирізами та системою металевих провідників (доріжок), які використовуються для встановлення та комутації радіоелементів. Друкована плата робиться на основі електричної принципової схеми.[4][14][15][16][17][18][19]

3.1 Вибір та обґрунтування типу друкованої плати

Існує 3 типи друкованих плат: односторонні (ОДП), двосторонні (ДДП), багатошарові (БДП). Друковані плати можуть бути виконані як на гнучкій так і на твердій основі. Для вибору типу плати слід дослідити недоліки та переваги кожного типу.

ОДП характеризуються :

- високою точністю виконання літографії;
- при встановленні елементів з протилежної сторони від металізації відпадає необхідність в обов'язковому нанесенні захисної маски;
- низькою вартістю;
- простотою виготовлення;

Недоліки :

- низька щільність компонентів;
- низька теплова та механічна стійкість контактів;

ДДП характеризуються :

- високими комутаційними властивостями;
- підвищеною міцністю сполуки ЕРЕ з провідниками;
- високою щільністю монтажу;
- висока механічна міцність;
- ефективним використанням поверхні;

Недоліки:

- висока вартість порівняно з ОДП;

- висока складність виготовлення;

БДП характеризуються :

- високою щільністю монтажу порівняно з ОДП та ДДП;
- стійкістю до механічних і кліматичних впливів;
- зменшеними розмірами та кількістю контактів.

Недоліки :

- висока трудомісткість виготовлення;
- складність отримання високої точності друкованого рисунку та суміщення шарів;
- низька ремонтпридатність.

Для реалізації даного дипломного проекту доцільно обрати саме ДДП, оскільки даний тип плати забезпечить зменшення розмірів пристрою при невеликій вартості. ОДП використовувати буде не раціонально, оскільки даний тип плати буде занадто громіздким, а використання БДП буде занадто дорогим та надмірним.

3.2 Вибір та обґрунтування класу точності

ГОСТ 23751-86 передбачає п'ять класів точності (табл. 3.2).

Виходячи з наведених в таблиці 3.3 геометричних розмірів та параметрів виводів мікросхем, необхідно виготовляти плату четвертого класу точності, оскільки для правильного розміщення всіх мікросхем та інших елементів необхідним є крок координатної сітки 0,2 мм.

Класи точності друкованих плат наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

Класи точності друкованих плат

Опис	Умовне позначення	Номінальні значення основних розмірів для класу точності				
		1	2	3	4	5
Ширина друкованого провідника	t , мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
Опис	Умовне позначення	Номінальні значення основних розмірів для класу точності				
		1	2	3	4	5
Відстань між краями сусідніх елементів	S , мм	0,75	0,45	0,25	0,15	0,10
Гарантований поясок	b , мм	0,30	0,20	0,10	0,05	0,025
Відношення мінімального діаметру металізованого отвору до товщини ДП	γ	0,40	0,40	0,33	0,25	0,20

Розміри виводів конструктивних елементів наведені в табл. 3.3

Таблиця 3.3.

Розміри виводів конструктивних елементів

КЕ	Ширина виводу, мм	Відстань між центрами двох сусідніх виводів, мм	Відстань між двома сусідніми виводами, мм
Резистор SMD	1,20	—	—
Конденсатор SMD	3,2	—	—
ATMega328	0,56	2,54	1,98
NCP1117ST50T3 G	1,22	2,29	1,07
LM317,LM7805	1,22	4,6	2,14

3.3 Розробка посадкових місць

Для створення друкованої плати пристрою нижче наведено основні габаритні розміри елементів, що використовуються. Габаритні розміри мікроконтролера АТМega328Р наведені на рис. 3.1 та табл. 3.4.

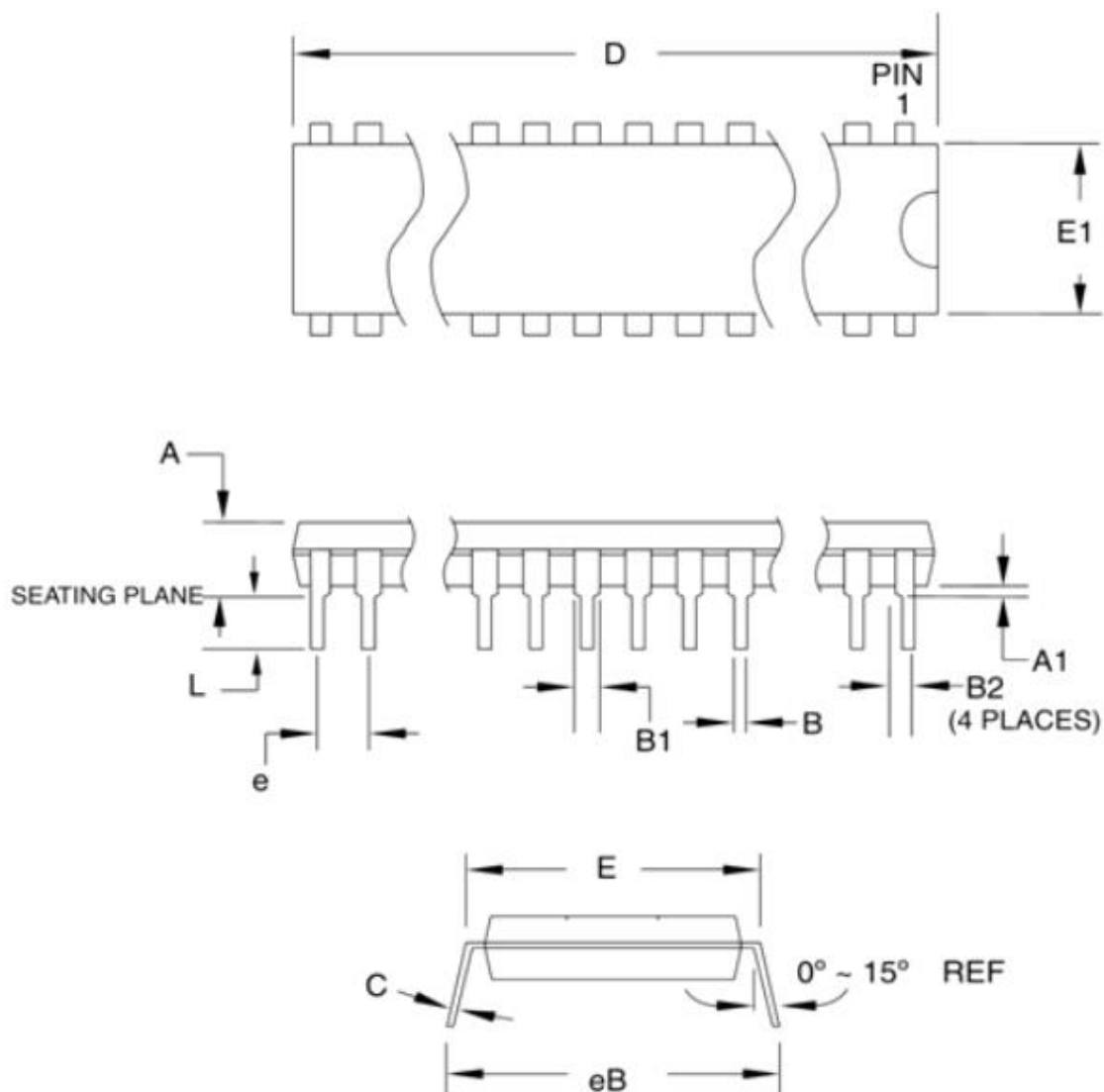


Рис. 3.1. Габаритні розміри мікроконтролера АТМega328Р. [24]

Табл. 3.4.

Габаритні розміри мікроконтролера АТМega328Р [24]

СИМВОЛ	A	A1	D	E	E1	B	B1	B2	L	C	eB	e
Значення, мм	4.5	0.5	34.5	8	7.3	0.4	1.2	1	3.2	0.3	10	2.54

PC847

Internal connection diagram

The image shows the physical dimensions and internal circuitry of the PC847 package. The top drawing is a side view of the package with dimensions: 2.54 ± 0.25 (pin pitch), 6.5 ± 0.5 (package height), 0.9 ± 0.2 (lead thickness), 1.2 ± 0.3 (lead width), 19.82 ± 0.5 (package length), 2.7 ± 0.5 (lead height), 0.5 ± 0.1 (lead spacing), 3.0 ± 0.5 (lead width), 3.5 ± 0.5 (lead height), and 0.5 TYP. (lead thickness). The bottom drawing is a top view of the package with dimensions: 7.62 ± 0.3 (package width), 0.26 ± 0.1 (lead width), and θ = 0 to 13° (lead angle). The internal connection diagram shows the internal circuitry of the package, including the internal connection diagram and the internal connection diagram.

①③⑤⑦ Anode
②④⑥⑧ Cathode

⑨⑪⑬⑮ Emitter
⑩⑫⑭⑯ Collector

Для формування вихідного каскаду також використовуються транзистори 2N222. Рисунок конструкції та габаритні розміри показані на рис. 3.3 та табл. 3.5.

Габаритні розміри транзистора 2N222[24]

Символ	A	B	C	D	G	J	K	N	P	R	V
Значення, мм	5	4.8	3.7	0.45	2.6	0.45	12.70	2.3	2.75	2.93	3.43

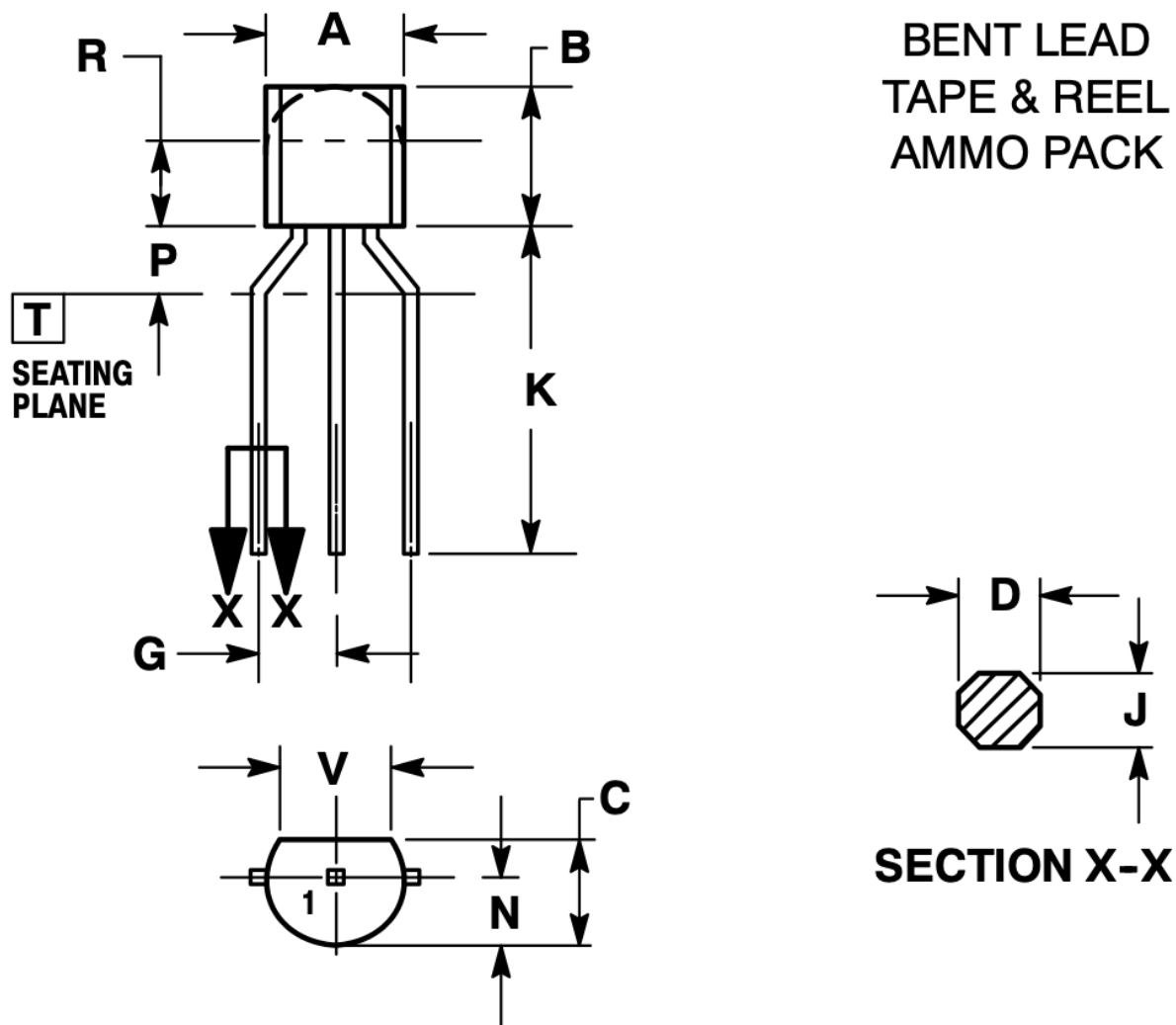


Рис. 3.3. Габаритні розміри оптопар 2N222

Для зменшення габаритних розмірів резистори для обв'язки вхідного то вихідного каскаду буду вирішено використовувати в збірці, а саме було використано резисторну збірку 2NBS16-8E з різними номіналами, дана збірка включає в себе 8 окремих резисторів з однаковими номіналами.

Габаритні розміри 2NBS16-8E наведені нижче в рис. 3.4.

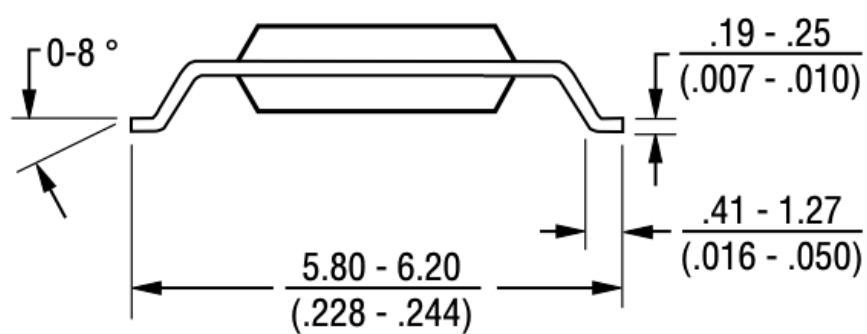
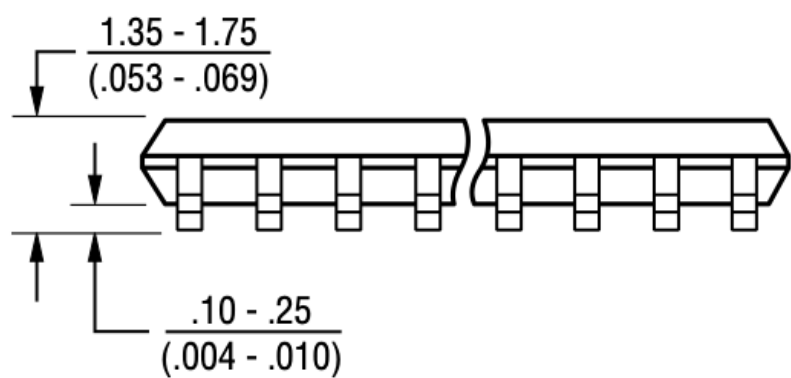
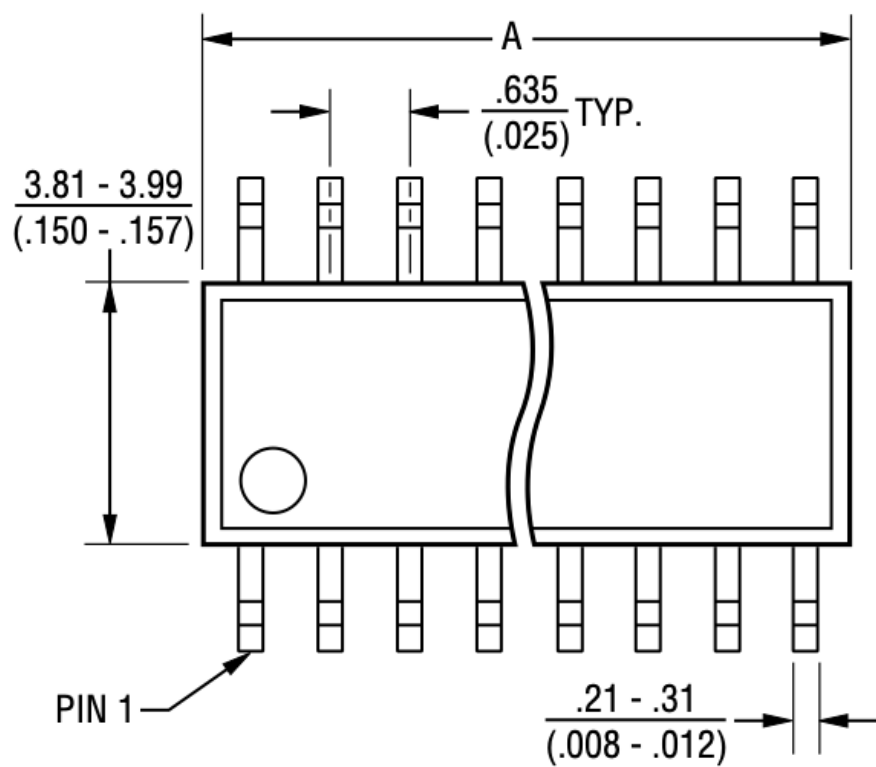


Рис. 3.4. Габаритні розміри оптопар 2NBS16-8E

Габаритні розміри мікроконтролера ATmega16U2 наведені на рис. 3.5 та табл. 3.6.

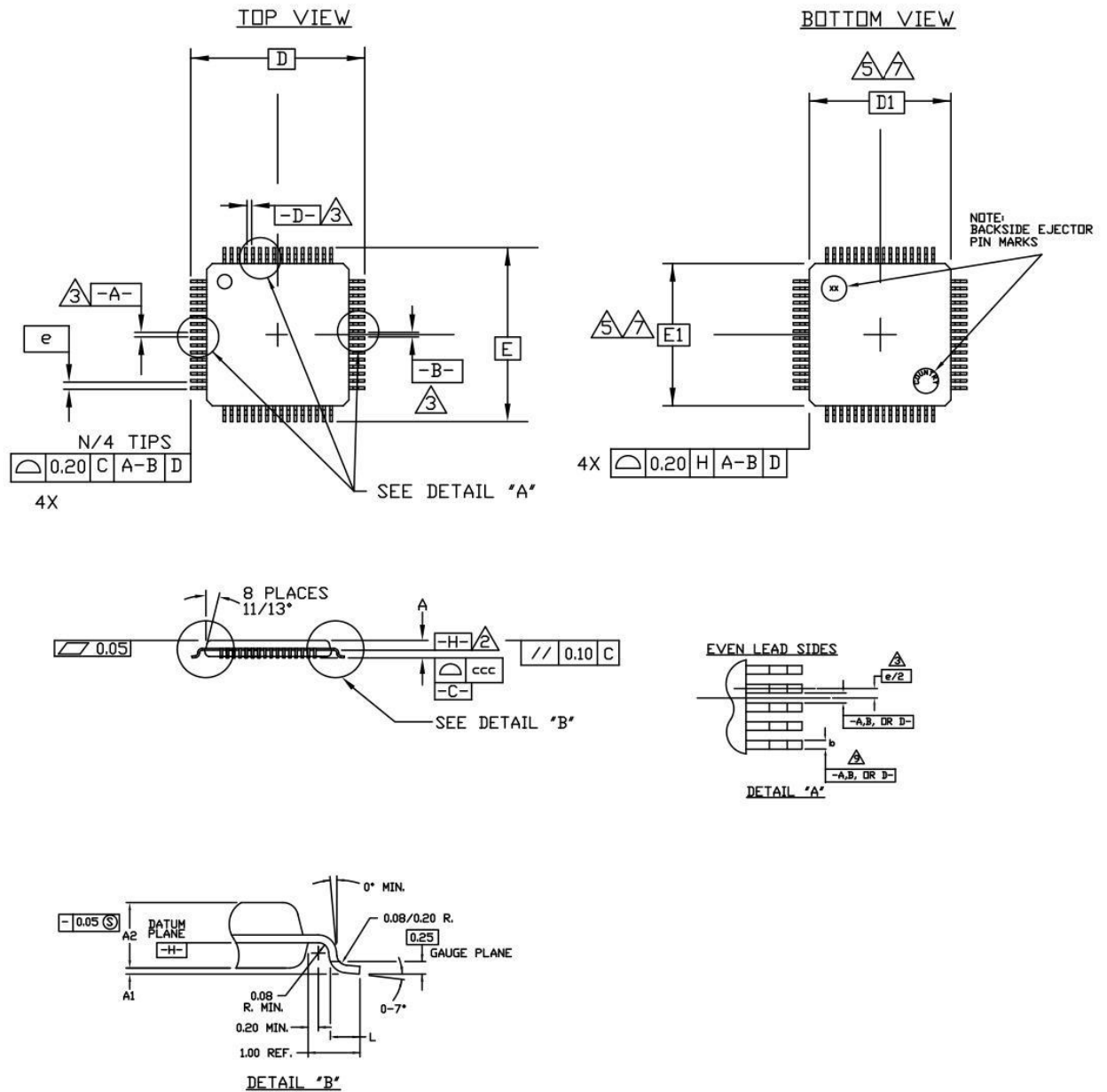


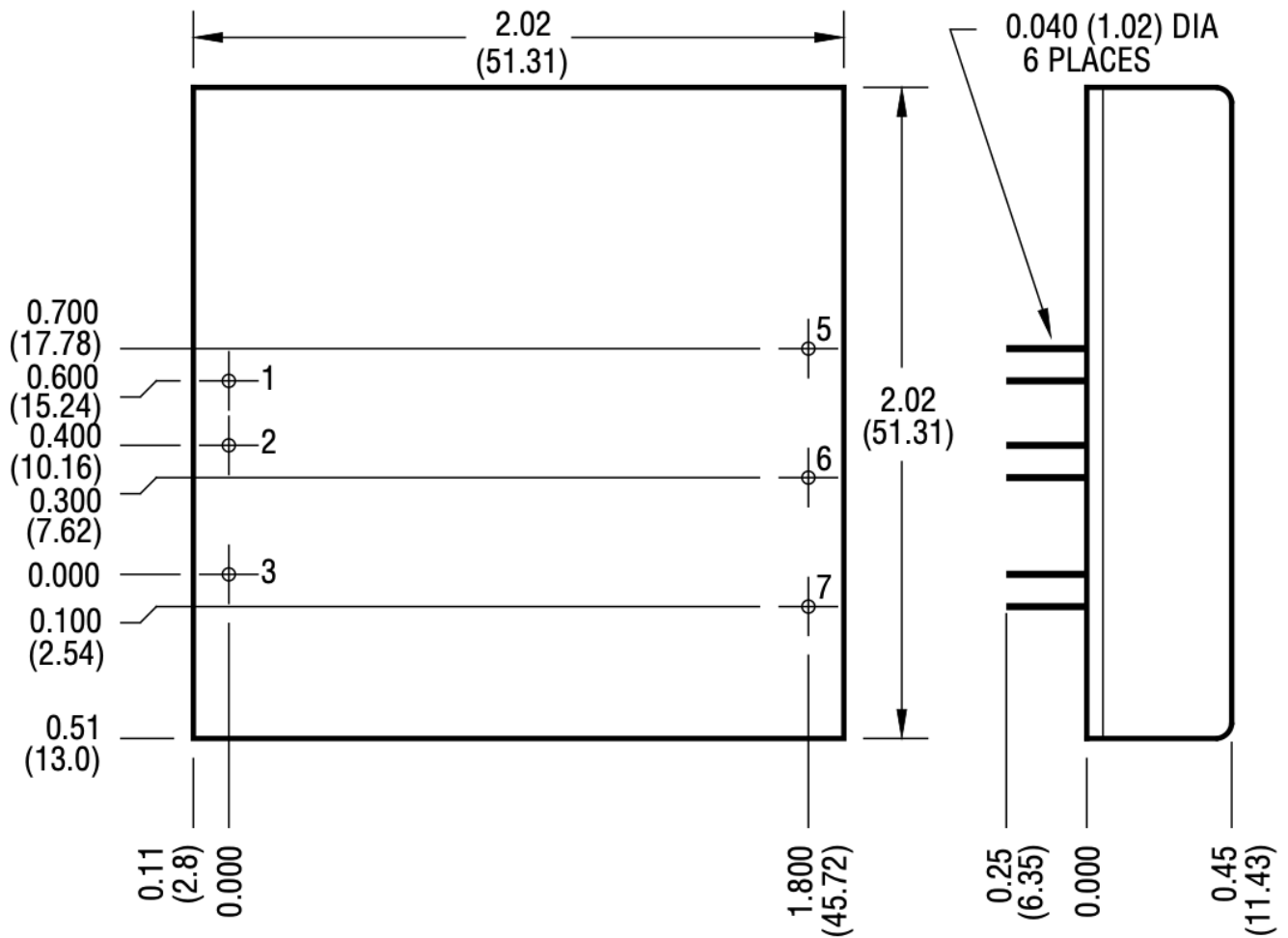
Рис. 3.5. Габаритні розміри мікроконтролера ATmega16U2

Табл. 3.6.

Габаритні розміри мікроконтролера ATmega16U2

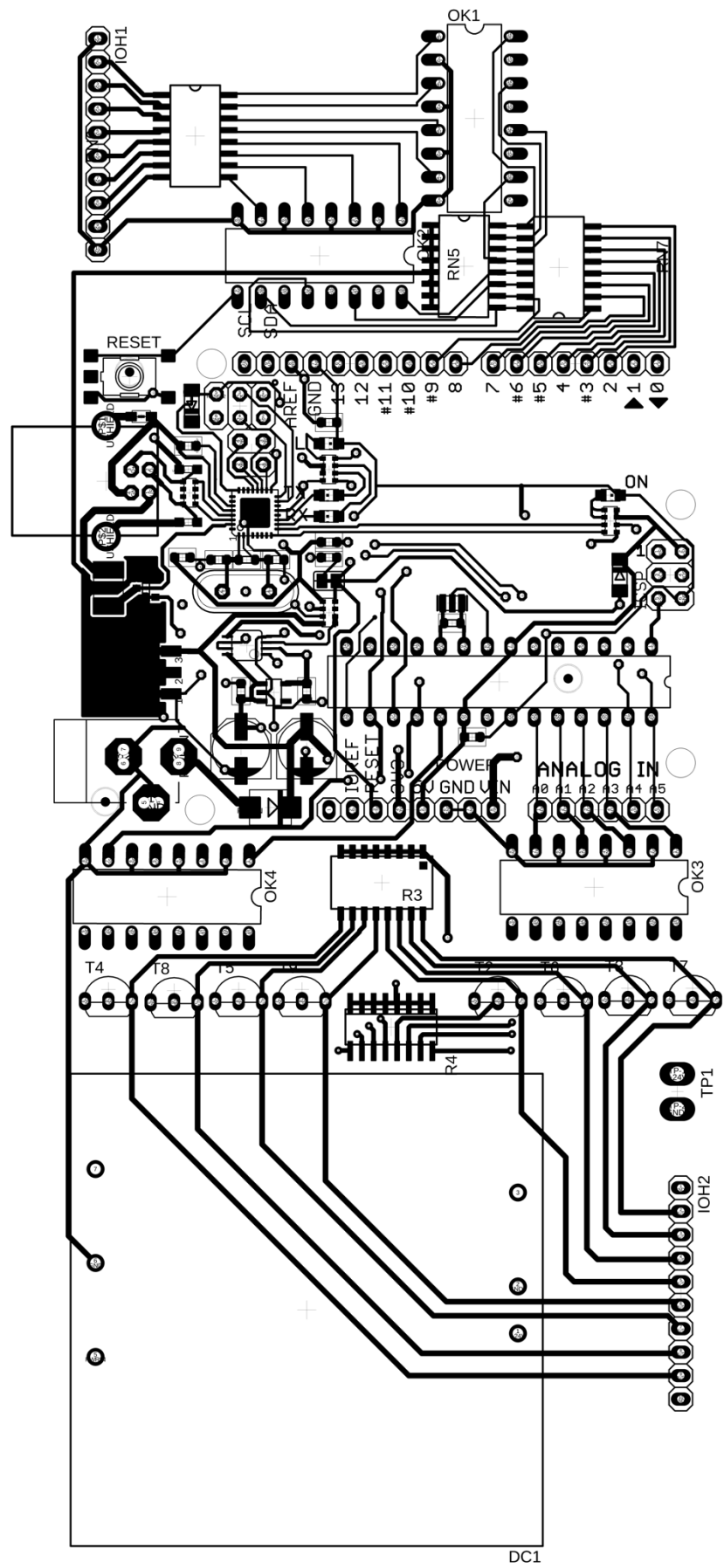
Символ	A	A1	A2	D	D1	E	E1	L	N	e	b
Значення, мм	1.2	0.1	1	9	7	9	7	0.6	32	0.8	0.37

Габаритні розміри ізолюваного DC-DC перетворювача наведені на рис. 3.6.

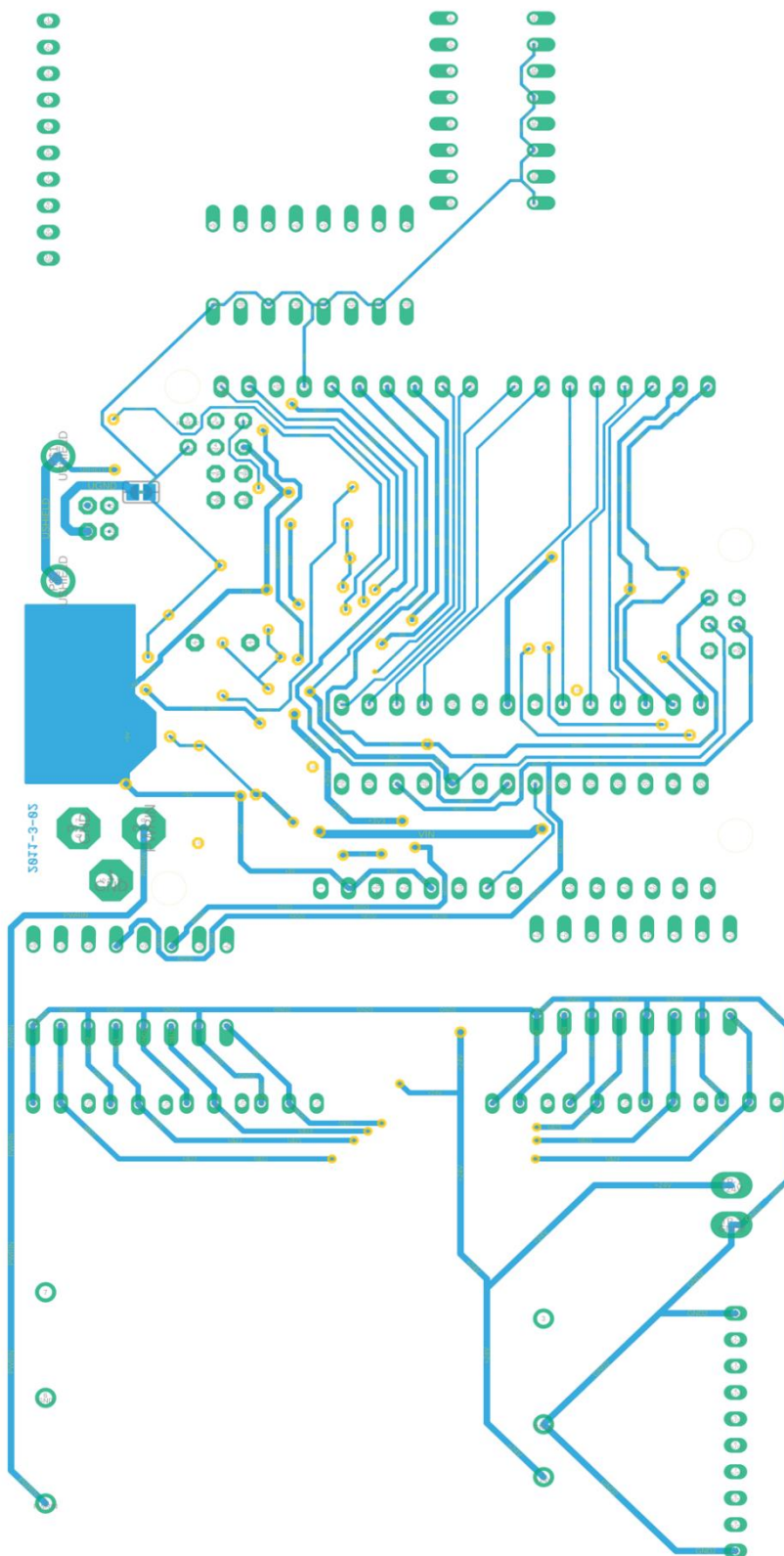


Виходячи з отриманих монтажних розмірів та специфіки монтажу та електричної схеми.

Було створено друковану плату наведену на рис. 3.7(а,б).



A)



Б)

Рис. 3.7. Друкована плата

Висновки до третього розділу

У даному розділі було вирішено наступні задачі:

- вибір та обґрунтування типу ДП;
- вибір та обґрунтування класу точності ДП;
- розробка посадових місць;
- створення плати у програмі EAGLE.

Прийнято рішення друкований вузол виконати на двосторонній друкованій платі 4 класу точності, для підтримки МО корпусу. Також була проведена розробка друкованої плати з дотриманням вище наведених даних.

РОЗДІЛ 4. ПІДГОТОВКА СТАРТАП ПРОПОЗИЦІЇ

Стартап - нещодавно створена компанія (можливо, ще не зареєстрована офіційно, але планує стати офіційною), що будує свій бізнес на основі інновацій або інноваційних технологій, не вийшла на ринок або почала на нього виходити і що володіє обмеженими ресурсами.

Але втілення стартапу до комерційної реалізації супроводжується високими ризиками. Ринково успішними є лише близько 5% - 15% проектів.

Для успішного запуску стартап-проекту необхідно провести фінансовий аналіз проекту, аналіз ризиків, визначити організацію виробництва, організувати графік та виконати заходи задля приваблення інвестицій від сторонніх компаній чи приватних осіб.

Опис ідеї стартап-проекту описаний в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Пропонується нова більш вдосконалена система віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням	Промислові виробництва	Автоматизація збору даних зі станків та корегування під час виробництва

За рахунок використання досить сучасної але дешевої компонентної бази та використання програмного забезпечення підготовленого заздалегідь для конкретного користувача з'являється можливість не лише автоматизованого збору даних з виробничих ліній, а й можливість автоматизованого або віддаленого корегування, без необхідності затрат часу на пересування.

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідей проекту наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідей проекту

№ п/ п	Техніко- економічні характеристи ки ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W (слабка сторон а)	N (нейтраль на сторона)	S (сильна сторон а)
		Мій проект	Конкурен т 1	Конкурен т 2			
1.	Торгівельна марка	Немає	Є	Є	+		
2.	Показники швидкості реагування системи на вихідний сигнал	Висок і	Середні	Середні			+
3.	Показники надійності системи	Висок і	Середні	Низькі			+
4.	Патенти на продукти	Немає	Є	Є	+		
5.	Економічність	Низька ціна	Висока ціна	Середня ціна			+

Виходячи з вище наведених результатів можна з упевненістю сказати що продукт конкурентоспроможний на ринку, так як за меншу ціну може надати більш надійний і в залежності від програми більш швидкий пристрій.

Технічний аудит ідеї проекту наведений в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Розробка математичної моделі технологічного процесу	Використання ПК та програм САПР для розробки	Наявні	Доступні
2.	Розробка функціонально-структурних схем параметрів мікроклімату	Використання ПК та програм САПР для розробки	Наявні	Доступні
3.	Розробка структурно-алгоритмічних схем вхідних та вихідних сигналів	Використання ПК та програм САПР для розробки	Наявні	Доступні
4.	Розробка САК системи віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням на основі проведених досліджень	Використання програмних середовищ для моделювання та дослідження розробленої САК	Наявні	Доступні

З наданих даних видно, що технологічне виготовлення проекту можливе, все необхідне програмне забезпечення доступне або є в наявності.

Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту описане в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1.	Кількість головних гравців	5
2.	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	40000
3.	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4.	Наявність обмежень для виходу (вказати характер обмежень)	Конкуренція вітчизняних та зарубіжних фірм
5.	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Вимоги щодо безпечності та екологічності
6.	Середня норма рентабельності в галузі (або ринку), %	40

За оцінками дана галузь є привабливою для входу оскільки відсутні обмеження для входу, середня рентабельність сфери. Однак на ринку представленні старі компанії, що роблять якісні пристрої, але оскільки вітчизняний аналог буде дешевше, то очікується попит серед малого та середнього бізнесу. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту наведена в табл. 4.5.

Таблиця 4.5

Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1.	Підвищена надійність та додаткові можливості по спрощенню керування та налаштування системи	Промислові станкові виробництва з автоматизованими лініями	Особливості експлуатації, уміння персоналу, рентабельність	Простота у використанні, технічна підтримка в ході експлуатації пристроїв

Основними клієнтами даного стартапу виступають промислові виробництва які використовують автоматизовані лінії виробництва. Формування ринку спричинено здешевленням та продажі на вторинному ринку ліній автоматизації виробництва.

Фактори загроз наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Фактори загроз.

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Конкуренція	Ширший асортимент конкурентів	Розширення власного асортименту, або підвищення якості продукції
2.	Застарівання технологій	Поява нових технологій та можливостей у конкурентів	Вкладання коштів в переобладнання приладів на нові технології
3.	Відсутність попиту на продукцію	Попит нижчий чим було розраховано	Пошук нових шляхів збуту, нових клієнтів
4.	Вартість продукції	Підвищення вартості елементів на етапі закупівлі	Пошук аналогів у інших постачальників
5.	Якість	Зниження якості елементів, що закупуються	Вкладання коштів в переобладнання на іншу елементну базу

Основною загрозою бізнесу – це конкуренція. Також існує багато інших факторів, що можуть загрожувати компанії, але на кожен із теоретичних загроз є розроблені відповідні дії для їх усунення.

Фактори можливостей наведені в табл. 4.7.

Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Потреба в даній системі	Актуальна система за відповідну ціну	Розширення персоналу по виготовленню системи, пошук нових покупців
2.	Різкий попит	Корисність системи	Збільшення кількості систем, що випускаються
3.	Зростання рівня доходу населення	Збільшення середнього доходу	Збільшення ціни
4.	Впровадження нових технологій	Модернізація елементної бази	Вкладання коштів в провадження нових технологій, розробка додаткових функцій
5.	Впровадження нових законів в країні	Полегшення ведення бізнесу в середині країни та закордоном	Аналіз можливостей, застосування можливостей

В процесі виходу даної системи на ринок також можуть з'явитися додаткові можливості, що не були враховані в попередньому плані. В такому випадку необхідно швидко реагувати для отримання найбільшої користі та зменшення часу окупності за рахунок цього.

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку наведений в табл. 4.8.

Таблиця 4.8

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	Прояви даної характеристики	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Олігополія	В вибраній галузі існує декілька фірм	Виготовлення досконалішого та дешевшого товару
Міжнародна	В вибраній галузі на міжнародному ринку існує багато компаній	Приведення теоретичних розрахунків щодо заощадження часу на налагодження, збільшення прибутку
Внутрішньогалузева	Виробники виготовляють продукти, які задовольняють одну потребу	Виготовлення товару хорошої якості, та помірної ціни
Цінова	Використання ціни як засіб кращих умов збуту	Підвищення якості продукту, за такою ж ціною
Марочна	Вказує яка компанія виготовляє даний продукт	Створення власної марки

На ринку видно ознаки олігополії. Рівень конкурентної боротьби – міжнародна з внутрішньогалузевою ознакою. Конкуренція за видами товарно-видова. Аналіз конкуренції наведений в табл. 4.9.

Таблиця 4.9

Аналіз конкуренції в галузі за М.Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари замітники
	ТОВ «ОВЕН»	Великий вибір послуг та товарів у конкурентів	Значення розміру поставок	Розмір закупок	Ціна та марки конкурентів
Висновки	Конкуренція існує, але вона	Можливість вийти на ринок за	Не диктують	Диктують вимоги до якості	Велика кількість товарів

	прийнятна, немає монополісті в	рахунок нової технології та з привабливішо ю ціною		та ціни товару	замінників
--	---	---	--	-------------------	------------

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності наведений в табл. 4.10.

Таблиця 4.10

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкуренто спроможності	Обґрунтування
1.	Надійність	Збільшення надійність в порівнянні з конкурентами
2.	Ефективність	Підвищена ефективність за рахунок ефективніших алгоритмів
3.	Час перерегулювання	Час перерегулювання залежить тільки від приладів керування лінією
4.	Якість	Збільшена якість за рахунок використання нової елементної бази
5.	Ціновий	Ціна нижча чим у конкурентів

Забезпечуючи підвищену надійність, низьку ціну та високу ефективність з'являється можливість виходу на ринок та отримати певний пласт покупців.

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін автоматичної системи віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням наведений в табл. 4.11.

Таблиця 4.11

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін автоматичної системи віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів						
			-3	-2	-1	0	1	2	3
1.	Надійність	14						+	
2.	Ефективність	17						+	
3.	Якість	15					+		
4.	Ціна	19				+			

Оскільки система використовує нову елементну базу прилад має підвищену надійність, більшу ефективність та якість. Тому те що наш прилад має такі переваги при однаковій ціні, показує то що система має досить високі шанси на успішний вихід на ринок.

SWOT-аналіз стартап-проекту наведений в табл. 4.12.

Таблиця 4.12

SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: <ul style="list-style-type: none"> - Вища надійність; - Вища швидкість; - Порівняна ціна; - Оптимальна якість; - Менший час регулювання. 	Слабкі сторони: <ul style="list-style-type: none"> - Відсутність відомої марки.
Можливості: <ul style="list-style-type: none"> - Необхідність системи; - Простота використання; - Збільшення ціни; - Якісне покращення основних параметрів. 	Загрози: <ul style="list-style-type: none"> - Конкуренція; - Збільшення ціни у постачальників; - Старіння технології; - Відсутність попиту.

Провівши SWOT-аналіз було зроблено висновки, що за рахунок сильних сторін продукт має високу конкурентоспроможність на ринку.

Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту продемонстровані в табл. 4.13.

Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Залучення нових споживачів – поширювати по цільовим покупцям	Висока ймовірність	6 місяців
2.	Встановлення високої початкової ціни для отримання максимально можливого прибутку з меншого обсягу продажів товару	Низька ймовірність, оскільки існують конкуренти з меншою ціною	6 місяців
3.	Демпінгування ціни – встановлення максимально низької початкової ціни	Висока ймовірність оскільки є можливість переманити потенційних покупців у конкурентів	3 місяців
4.	Модернізація технологій	Середня ймовірність оскільки може призвести до збільшення ціни	12 місяців

На основі проведеного аналізу зрозуміло що найбільш ефективним способом виходу на ринок являється 3 спосіб, але в майбутньому це може викликати проблеми на ринку, та створює можливість не окупності даного способу.

Вибір цільових груп потенційних споживачів описаний в табл. 4.14.

Таблиця 4.14

Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтований попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота виходу в сегмент
1.	Державні підприємства	Середня готовність, необхідно багато часу для доведення економічної вигоди	30%	Середня інтенсивність	Висока
2.	Приватні підприємства	Висока готовність	70%	Середня інтенсивність	Середня
Обрані цільові групи: Приватні підприємства					

На основі зрозуміло що цільовою групою для проекту являються приватні підприємства, так як їх готовність значно вища, та вони зацікавлені в впровадженні інновацій.

Визначення базової стратегії розвитку описане в табл. 4.15.

Таблиця 4.15

Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1.	Демпінгування ціни – встановлення максимально низької початкової ціни, дасть можливість отримувати прибуток з великої кількості продажів, зробить систему більш популярною та завоювати велику долю ринку	Стратегія диференційованого маркетингу	Простота в використанні Менша або така ж ціна Висока якість Висока надійність Підтримка користувачів	Стратегія диференціації

Для уникнення негативних наслідків після виходу на ринок було обрано стратегію диференціації та диференційованого маркетингу.

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки описане в табл. 4.16.

Таблиця 4.16

Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект першим на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів чи забирати у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики у конкурентів та які?	Стратегія конкурентної поведінки
1.	Подібні проекти давно існують на ринку	Буду шукати нових споживачів, адже покупці не будуть замінювати вже працюючі системи	Деякі функції є основними для будь-якої системи віддаленого моніторингу та керування промисловим обладнанням	Стратегія заняття конкурентної ніші

Так, як даний прилад не є першим на ринку, та має досить вагомні переваги було обрано дотримуватися стратегії заняття конкурентної ніші.

Визначення стратегії позиціонування описано в табл. 4.17

Таблиця 4.17

Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, що мають сформувати комплексну позицію власного проекту
1.	Простота налаштування; Надійність; Точність; Підтримка	Стратегія диференціації	Простота в використанні, краща якість за хорошою ціною	Простота; Ефективність; Дешевизна;

	користувачів.			
--	---------------	--	--	--

Аналіз дав можливість зрозуміти стратегію позиціювання проекту на ринку, та того з чим повинен асоціюватися даний пристрій. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару наведено в табл. 4.18.

Таблиця 4.18

Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1.	Простота використання	Зменшення кількості необхідних працівників	Забезпечується за допомогою якісного та продуманого програмного забезпечення
2.	Простота монтажу	Мінімізує кількість необхідних кабелів для запуску системи	Забезпечується використанням безпроводного з'єднання з сервером та широкого діапазону напруг живлення
3.	Точність	Забезпечуються висока точність зчитування сигналів	Точність вимірювання забезпечується підбором якісної компонентної бази

За даними з таблиці будуть створені рекламні матеріали для розповсюдження серед потенційних клієнтів для демонстрації основних переваг.

Опис трьох рівнів моделі товару наведено в табл. 4.19.

Таблиця 4.19

Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
Товар за задумом	Спрощене використання, підвищена ефективність, надійність, не висока ціна на систему		
Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх/Тл/Е/Ор
	Економічні	Нм	Вр
	Призначення	Нм	Тх
	Надійність	М	Тл
	Технологічні	М	Тх
	Безпеки	М	Тх
	Якість: технічні вимоги щодо використання певних небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні		
Товар із підкріпленням	Пакування: Картонна коробка маркою, коротким описом характеристик та переваг		
	Поширення реклами		
Товар із підкріпленням	Використання акцій як метод залучення покупців та/або збільшення кількості покупок		
	Захист від копіювання: реєстрування патенту на пристрій, методи захисту інтелектуальної власності		

З приведеної таблиці видно, що задум за товар у реальному виконанні повністю співпадає, а з підкріпленням товару та захистом від копіювання товар має високі шанси успішно вийти на ринок продажів.

Визначення меж встановлення ціни описане в табл. 4.20.

Таблиця 4.20

Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень ціни на товари-замінники	Рівень ціни на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та середня межі на встановлення ціни на товар
1.	35000 грн	40000грн	Високий	27000-40000 грн

Виходячи з аналізу цін конкурентів було обрано нижню та середню цінову категорію для підвищення швидкості продажу продукту. Також з таблиці видно, що сфера прибуткова.

Формула системи збуту наведена в табл. 4.21.

Таблиця 4.21

Формула системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1.	Орієнтовано на швидку обробку запитів клієнта. Створення технічної підтримки та підтримки нових покупців	Встановлення контакту з покупцем та повідомлення його в контрольних точках товару. Постачальник виконує всі функції транспортування та зберігання пристроїв до моменту їх доставки до кінцевого споживача	Канал нульового рівня (без посередників)	Використовується власна система збуту. Компанія розробник самостійно займається продажем товару кінцевому покупцю

Для збуту планується використовувати канал нульового рівня, а саме самостійний продаж. Це дозволить швидше виконувати доставку, та покращити підтримку користувачів.

Концепція маркетингових комунікацій описана в табл. 4.22.

Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки потенційних клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1.	Орієнтація на якісний продукт та швидку доставку пристроїв клієнтам. Технічна підтримка клієнтів.	Формальні та неформальні ресурси. Інтернет комунікація, виставки, рекламні статі	Послідовність у реалізації позиції. Послідовність та логічність при прийнятті рішень.	Інформування клієнтів. Стимулювання продажів. Формування впізнаваності для марки. Пошук нових партнерів.	Простота використання, Доступність приладу, Надійність, Швидкість, Продуктивність компанії-покупця

Комунікація відбувається через інтернет, журнали чи виставки. Основною задачею є створення впізнаваності для потенційних покупців.

Висновки до четвертого розділу

Розділ присвячений етапу розробки бізнес проекту для створюваного пристрою. Для комерціалізації бізнесу можливо як розвивати власне виробництво, та займатися його розвитком, так і запропонувати іншим компаніям ідею для впровадження в прилади існуючої лінійки.

На початку розділу було оголошено ідею проекту. Були проаналізовані потенційні покупці системи та описані потенційні ризики при виході на ринок. Попередній аналіз показує сильні та слабкі сторони проекту перед конкурентами. Було обрано сферу збуту яка постійно розширюється та орієнтована для впровадження проекту.

Далі було проведено дослідження вже існуючих пристроїв на ринку, та розглянуто їх слабкі сторони. Вирішено що спрощення керування завдяки

центральному серверу та збільшення надійності пристрою зроблять його більш конкурентоспроможним серед покупців. Система є потенційно дуже вигідною, але потрібні значні грошові інвестиції для організації реклами та налагодження сервісу.

Через значну конкуренцію на ринку відносно нових гравців, для популяризації системи буде використовуватися демпінгова політика формування цін. Така стратегія дозволить привернути увагу потенційних клієнтів не лише функціоналом, а і привабливою ціною.

Після повноцінного аналізу ринку було зроблено висновок, дана система потенційно вигідна в комерційному плані і при подальшому розвитку. Але для більш стабільного прибутку необхідно провести ряд дій спрямованих на популяризацію бренду для потенціальних клієнтів

ВИСНОВКИ

В даній магістерській дисертації було розроблено систему віддаленого моніторингу та курування для виробничих ліній. За мету була взята задача створення простого, дешевого, зручного в використанні та встановлені пристрою.

В першому розділі було розглянуто системи віддаленого моніторингу та курування для виробничих ліній. Було розглянуто існуючі модулі та типи передачі даних, їх переваги та недоліки, що дозволило обрати оптимальну комбінацію систем для підвищення функціональності пристрою.

У другому розділі були розроблені структурна та електронна принципова схеми. Розроблена система виконує наступні функції:

- підключення до Wi-Fi мережі;
- підключення до ноутбуку;
- підключення інших пристроїв за допомогою 8-бітної шини;
- живлення від мережі 36 В;
- можливість легко завантажувати програмне забезпечення на мікроконтролер.

У третьому розділі була розроблена друкована плата. Було проведено розрахунок друкованої плати. Спроектowana плата за допомогою програмного пакету Eagle Cad.

У четвертому розділі дисертація була розглянута в якості стартап проекту. Розглянуті стратегії виходу на ринок, потенційні конкуренти, методи поширення та розповсюдження. Підраховані фінансові перспективи, рентабельність та описаний подальший план розвитку.

Розроблена система повністю відповідає поставленому технічному завданню для дипломної роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Трофимов, В. В. Інформатика: підручник для бакалаврів / В. В. Трофимов; під редакцією В. В. Трофимова. - 2-е вид., Випр. і доп. - Москва: Видавництво Юрайт, 2015. - 917 с. - (Бакалавр. Академічний курс). - ISBN 978-5-9916-1897-7. - Текст: електронний // ЕБС Юрайт [сайт]. - URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/383367> (дата звернення: 12.06.2019).
2. Леухін В.Н. Вибір елементної бази по експлуатаційним і конструктивним параметрам: Довідковий посібник. - Йошкар-Ола : [s. n.], 2003. - 87 с.
3. Короткий довідник конструктора радіоелектронної апаратури. Під ред. Варлімова Р.Г. - М.: - Рад. радіо, 2002 р. -856 с.
4. Леухін В.Н. Радіоелектронні вузли з монтажем на поверхня: конструювання та технологія: Навчальний посібник. - Йошкар-Ола : МарГТУ, 2006. - 247 с.
5. Белов А.Б. Конструювання пристроїв на мікроконтролерах / Наука і Техніка, 2005. - 255 с.
6. Предко М. Посібник з мікроконтролерам. Том 1. / Пер. з англ. під ред. І. І. Шагуріна і С.Б. Лужанського - М.: Постмаркет, 2001. - 416 с.
7. Предко М. Посібник з мікроконтролерам. Том 2. / Пер. з англ. під ред. І. І. Шагуріна і С.Б. Лужанського - М.: Постмаркет, 2001. - 488 с.
8. Вуд А. Мікропроцесори в питаннях і відповідях. / Пер. з англ. під ред. Д.А. Поспелова. - М.: Вища. 1985. - 184 с.
9. Вільямс Г.Б. Налагодження мікропроцесорних систем: / Пер. с. англ. - М.: Вища школа, 1988. - 253с.
10. Угрюмов Є.П. Цифрова схемотехніка. - Спб.: БВХ - Санкт-Петербург, 2000. - 528 с.
11. Алексєнко А.Г., Шагуріна І.І. Мікросхемотехніка. - М.: Радио и связь, 1990. - 496 с.

12. Бродін Б.В., Шагуріна І.І. Мікроконтролери: Довідник. - М .: ЕКОМ, 1999. - 395 с.
13. Програмовані логічні ІМС на КМОП-структурах та їх застосування. / П.П. Мальцев, Н.І. Гарбузов, А.П. Шарапов, А.А. Книшев. - М .: Вища школа, 1998. - 158 с.
14. Леухін В.Н. Проектування радіоелектронних вузлів: Навчальний посібник. - Йошкар-Ола : [s. n.], 2003. - 159 с.
15. Леухін В.Н. Основи конструювання та технології виробництва РЕЗ: Навчальний посібник. -Йошкар-Ола : Марийский гос. техн. ун-т, 2006. - 343 с.
16. Парфьонов А.А. Конструювання РЕА: Підручник для радіотехнічних спеціальностей ВНЗ. - М .: Вища школа, 1989. - 422 с .: іл.
17. А.П. Ненашев "Конструювання радіоелектронних засобів", Москва, "Вища школа" 1990 . - 422 с.
18. Уваров А. Р-CAD 2000, ACEEL EDA. Конструювання друкованих плат.Учебний курс. - СПб .: Питер, 2001. - 320 с
19. Грачев А.А. "Конструювання електронної апаратури", М., NT Press, 2006. – 384 с.
20. Розробка та оформлення конструкторської документації РЕА. Під ред. Романичева Е.Г. - М.: Радіо зв'язок, 2005. - 448 с.
21. Соловйов В.В., Васильєв А.Г. Програмовані логічні інтегральні схеми та їх застосування. - Мн .: Беларуская наука, 1998. - 270 с.
22. Журнал "Радіо" №5. - М .: Роспечать, 2007. - 41 с .: іл.
23. Каталог "ПЛАТАН". - М .: Платан Компонентс, 2005. - 320 с .: іл.
24. Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьєва "Матеріалознавство", М. "Машинобудування", 1990 . - 527 с.
25. Анурьев В. І. Довідник конструктора-машинобудівника: У 3 т. Т3. - 8-е изд. перераб. і доп. - М .: Машинобудування, 2001. - 864 с .: іл.
26. Устройство микроконтроллера ATmega328 описание, характеристики — [Електронний ресурс] — <https://robolive.ru/mikrokontroller-atmega328-opisanie-xarakteristiki/>

27. Arduino Pinout Diagram — [Электронный ресурс] — <http://arduino.biz.ua/post/2013-02-21.html>
28. ATmega328P Microcontroller — [Электронный ресурс] — <https://components101.com/microcontrollers/atmega328p-pinout-features-datasheet>
29. Межкабельные наводки — [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://www.ecolan.ru/imp_info/introduction/mnav/
30. Основные источники шумов и помех и методы борьбы с ними — [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.avclub.pro/articles/audio-video-ot-a-do-ya/osnovnye-istochniki-shumov-i-pomekh-i-metody-borby-s-nimi/>
31. Скляр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Пер. с англ. — 2-е изд, испр. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.

ABSTRACT

Actuality of theme. Today it is impossible to imagine production without the use of electronic production management systems. Due to the increase in the number of data systems, there was a problem of collecting data from different systems. In order to reduce the number of wires required for data transmission, it was decided to use data buses. This solution allowed to expand the network of devices quite widely and control each individual device individually.

As a result of the increase in the amount of diagnostic data coming from all monitoring systems, the use of only wired data transmission systems becomes cumbersome and expensive.

Object of research: Today it is impossible to imagine production without the use of electronic production management systems. Due to the increase in the number of system data, there was a problem of collecting data from different systems. In order to reduce the number of wires required for data transmission, it was decided to use data buses. This solution allowed to expand the network of devices quite widely and control each individual device individually.

As a result of the increase in the amount of diagnostic data coming from all monitoring systems, the use of only wired data transmission systems becomes cumbersome and expensive.

Connection of work with scientific programs, plans, topics. The dissertation was prepared according to the research plan of the Department of Electronic Devices and Devices of the National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute. The automated software and hardware complex performs the function of remote control, management and monitoring of network and technological equipment of remote objects.

The system allows centralized control of the engineering infrastructure of data centers, data switching centers, operational service centers and other premises in which electronic, energy and other equipment is installed.

The purpose and objectives of research. To monitor all systems, you can use server systems that use wired connections, but these systems are quite expensive. On the other hand, it is advisable to use a wireless system with a server. When using such a system, it is possible to maintain speed and eliminate the need to lay cable systems.

In this paper, a system of remote monitoring and control of industrial equipment for connection to low-speed systems, such as monitoring of the antistatic protection bracelet, soldering defect detection systems and missing element detection systems, is designed. A feature of these systems is the small amount of data to transmit. This allows you to use simple and inexpensive components and combine a large number of these systems into one network.

The object of research - are the main processes of reading and generating signals and their transmission for remote monitoring and control.

The subject of research - Research of the automated production line for improvement for the purpose of remote adjustment on monitoring.

Research methods: based on the theory of signal processing, mathematical and computer modeling.

The scientific novelty of the obtained results is the development of a system of remote monitoring and management with lower cost, increased protection and high speed.

Practical significance of the obtained results - the results of work make a scientific contribution to the development of automated production lines.

Personal contribution of the applicant. Based on the obtained data, a more relevant platform for remote monitoring and control systems was developed, which allowed to reduce the price and increase the quality of the system as a whole.

Approbation of the dissertation results The materials of the work were presented at the scientific conference "Prospective directions of modern electronics" (April 4, 2019).

Publications - Molochko, OS Data transmission system / Molochko OS, Migush MO, Bevza OM // Perspective directions of modern electronics: materials of the XIII scientific-practical conference (April 4, 2019, m Kyiv) / KPI named after Igor Sikorsky, FEL. - Kyiv: KPI named after Igor Sikorsky, 2019. - P. 52-56., Gaisin AF Molochko OS Types of interference and methods of their elimination // Microsystems, Electronics and Acoustics, 2021 (passed the review stage).

Structure and scope of the dissertation The dissertation consists of four sections: review-theoretical part, development of the scheme of remote monitoring and management, development of the printed circuit board and preparation of the startup offer. Volume: 71 Art. main text, 39 figs., 28 tables, 31 literary sources.