

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАС-41

спеціальності 172"Електронні комунікації та радіотехніка"

(шифр і назва спеціальності)

	(підпис)	Христинич О.С.	(прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Хвостівська Л.В.	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Хвостівська Л.В.	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	(підпис)	Дунець В.Л.	(прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)		(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет _____ прикладних інформаційних технологій та інженерії
(повна назва факультету)
Кафедра _____ радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Дунець В. Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____ Бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю _____ 172 Телекомунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)
студенту _____ Христиничу Олександрю Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система та мережа віддаленого моніторингу за рівнем температури

Керівник роботи _____ Хвостівська Лілія Володимирівна доц. каф. РТ, доц., к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «__» _____ 20__ року № _____

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Живлення: 5 В; Максимальна потужність: 0,5 Вт; Максимальна Швидкість передачі даних: 76,5 біт/с; Час встановлення режиму роботи: не більше 3 с; Робочий температурний діапазон: від -10°C до +125°C; Робочий діапазон частот: 310–800 МГц.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Розрахункова частина

2. Спеціальна частина (САПР)

3. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

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

1. Структурна схема приладу

2. Схема електрична принципова

3. Креслення друкованої плати

4. Складальне креслення друкованого вузла

6. Консультанти розділів роботи

[illegible]

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

[illegible]

Студент

(підпис)

Христинич О.С,

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Хвостівська Л.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Христинич О.С. «Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41, //Тернопіль, 2025. //с.-67, рис.-29, бібліог,-42 .

Ключові слова: СИСТЕМА, МЕРЕЖА, ВІДДАЛЕНИЙ МОНІТОРИНГ, РІВЕНЬ, ТЕМПЕРАТУРА.

Дана кваліфікаційна робота присвячена розробці та аналізу системи для віддаленого моніторингу температури, що дозволяє здійснювати контроль параметрів у реальному часі. У вступі розглядаються актуальність теми, мета та завдання дослідження.

Основна частина містить глибокий аналіз технічного завдання, структурної схеми виробу та принципу роботи електричної принципової схеми. Описано процес проектування та розрахунку ключових вузлів пристрою, включаючи розрахунок електричних параметрів каскадів, параметрів друкованого монтажу, а також вибір і обґрунтування компонентної бази. Окрему увагу приділено компоновці друкованого вузла пристрою та підсумкам цього етапу.

Спеціальна частина роботи зосереджується на обґрунтуванні використання сучасних систем автоматизованого проектування (САПР) для розробки даної системи моніторингу. Висновки узагальнюють отримані результати та підтверджують ефективність запропонованого підходу.

Ця робота має практичне значення та може бути використана у сфері промислових і побутових систем моніторингу, підвищуючи рівень автоматизації та точності вимірювань температури.

ANNOTATION

Khrystynich O.S. "System and network for remote monitoring of temperature levels". Bachelor's qualification work// Ivan Pulyuy Ternopil National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, Group PAc-41, //Ternopil, 2025. //p.-66, fig.-24, bibliography,-24.

Keywords: SYSTEM, NETWORK, REMOTE MONITORING, LEVEL, TEMPERATURE.

This qualification work is devoted to the development and analysis of a system for remote temperature monitoring, which allows for real-time parameter control. The introduction considers the relevance of the topic, the purpose and objectives of the research.

The main part contains an in-depth analysis of the technical task, the structural diagram of the product and the principle of operation of the electrical schematic diagram. The process of designing and calculating key components of the device is described, including calculating the electrical parameters of the cascades, the parameters of the printed circuit board, as well as the selection and justification of the component base. Special attention is paid to the layout of the printed circuit board of the device and the results of this stage.

A special part of the work focuses on the justification of the use of modern computer-aided design (CAD) systems for the development of this monitoring system. The conclusions summarize the results obtained and confirm the effectiveness of the proposed approach.

This work has practical significance and can be used in the field of industrial and household monitoring systems, increasing the level of automation and accuracy of temperature measurements.

Зміст

Вступ.....	5
1. Основна частина	7
1.1 Аналіз технічного завдання	7
1.2 Аналіз відомих рішень, щодо систем та мереж для віддаленого моніторингу за рівнем температури.....	8
1.3 Розробка структурної схеми системи та мережі для віддаленого моніторингу за рівнем температури	12
1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою.....	15
1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.....	15
1.4.2 Опис роботи мікроконтролера системи та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температур.....	21
1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази.....	23
1.6 Компоновка друкованого вузла пристрою.....	45
1.7 Висновок до розділу 1.....	49
2. Спеціальна частина.....	50
2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	50
2.2 Висновок до розділу 2.....	55
3. Охорона праці та безпека життєдіяльності	56
3.1 Класифікація небезпек за джерелом походження	56
3.2 Вплив вібрації на організм людини.....	58
3.3 Висновок до розділу 3.....	61
Висновки.....	62
Список використаних джерел.....	63
Додатки	

					<i>ХОС 2.089.001 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури</i> <i>Пояснювальна записка</i>		
Розроб.		<i>Христинич</i>					
Перевір.		<i>Хвостівська</i>					
Рецензент							
Н. Контр.		<i>Хвостівська</i>					
Затверд.					Лім. Арк. Аркушів 4 66 ТНТУ зр.РАС-41 м. Тернопіль		

Вступ

Актуальність роботи Системи та мережі для віддаленого моніторингу температури мають значну актуальність у різних сферах, таких як промисловість, сільське господарство, медицина та комунальне господарство. Вони дозволяють контролювати кліматичні параметри приміщень, забезпечуючи оптимальні умови для виробництва, зберігання продукції та комфортного проживання.

Зокрема, такі системи використовують IoT-технології та Wi-Fi для передачі даних, що забезпечує високу швидкість, енергоефективність та безпеку без додаткових витрат на лінії зв'язку. У сільському господарстві вони допомагають контролювати температуру ґрунту, умови зберігання насіння та мікроклімат теплиць. У медицині – забезпечують належне зберігання медикаментів та вакцин.

Ступінь наукової розробки. Для покращення ефективності роботи системи можна впровадити додаткові датчики вологості та тиску, використати більш стабільні канали передачі даних, а також оптимізувати алгоритми обробки інформації для прискорення реакції на зміни умов. Включення автоматичних механізмів регулювання температури дозволить не лише відстежувати стан середовища, а й активно впливати на нього, забезпечуючи стабільність параметрів.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка ефективної технології для контролю кліматичних параметрів у різних середовищах.

Об'єкт є система дистанційного моніторингу температури побудована на основі датчиків, контролера та засобів зв'язку. Основний принцип її роботи полягає у зчитуванні даних температури, їх передачі до центрального вузла обробки та подальшому аналізі інформації для прийняття рішень.

Предмет є схема електрична принципова пристрою та опис схеми згідно завдання.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практичне значення одержаних результатів полягає у впровадженні ефективних технологій для контролю кліматичних параметрів у різних сферах. Ось основні аспекти:

- Промисловість – забезпечення стабільного температурного режиму на виробництві та складах, що сприяє збереженню якості продукції.
- Сільське господарство – моніторинг температури у теплицях та сховищах для оптимізації умов вирощування та зберігання врожаю.
- Медицина та фармацевтика – контроль температури у лікарнях, лабораторіях та аптеках для належного зберігання медикаментів та вакцин.
- Логістика та транспорт – підтримка необхідного температурного режиму під час перевезення продукції у рефрижераторах.
- Розумні будинки – автоматизоване регулювання мікроклімату для комфорту мешканців та енергоефективності.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Розробка системи та мережі для віддаленого моніторингу температури має відповідати технічним вимогам та враховувати аналіз ринкових потреб.

Основні параметри пристрою включають [1]:

- Живлення: 5 В;
- Максимальна потужність: 0,5 Вт;
- Робочий діапазон частот: 310–800 МГц;
- Максимальна швидкість передачі даних: 76,5 біт/с;
- Час встановлення режиму роботи: не більше 3 с;
- Робочий температурний діапазон: від -10°C до +125°C;
- Точність вимірювання температури: 0,1°C;
- Час активації режиму роботи: до 2 с;
- Автоматичний захист від перевантажень;
- Можливість перепрограмування мікропроцесора;
- Підключення до ПК;
- Дистанційне керування пристроєм.

Аналіз технічного завдання показав, що система належить до класу наземної радіоапаратури та переносної професійної групи. Її можна експлуатувати у закритих приміщеннях із природною вентиляцією без потреби у кондиціонуванні.

Пристрій має відповідати стандарту УХЛ 4.2 і функціонувати за таких умов:

- Діапазон робочих температур: -55...+125°C;
- Вологість повітря: до 80% при +25°C;
- Атмосферний тиск: 80–100 кПа;
- Відповідність механічним навантаженням згідно ДСТУ ІЕС 60601-1:2020;

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З точки зору електробезпеки, пристрій повинен відповідати стандарту ДСТУ EN 61140:2019 та належати до I-го класу захисту. За захистом від уражень струмом він відноситься до класу В, а заземлення не є необхідним.

Конструктивно система має бути реалізований у вигляді настільного корпусу з друкованою платою. Корпус матиме прямокутну форму, а органи управління та візуалізації будуть розташовані на передній панелі, забезпечуючи чітке відображення режимів роботи. Маса пристрою не повинна перевищувати 1 кг.

Для забезпечення надійності елементи вибираються з максимальним терміном служби, що підвищує загальну надійність вимірювача.

Аналіз сучасних розробок у сфері дистанційного вимірювання температури свідчить, що хоча вони мають високі технічні характеристики, їхня адаптація до специфіки українського ринку часто є недостатньою. Це пояснюється високою вартістю таких систем, яка обмежує їх доступність для більшості підприємств [33].

Останні досягнення у сфері мікропроцесорної техніки сприяють створенню більш доступних і ефективних пристроїв. Зокрема, поява нових модульних трансиверів дозволяє розробляти недорогу якісну приймально-передавальну апаратуру.

Передача температурних даних на великі відстані зазвичай потребує прокладання кабельних мереж, що не завжди економічно виправдано. Тому актуальним є створення бездротового вимірювача температури для дистанційного моніторингу об'єктів. Такий пристрій має легко підключатися до комп'ютера і забезпечувати можливість ретрансляції сигналів від сусідніх вимірювачів, що підвищить дальність роботи системи.

1.2 Аналіз відомих рішень, щодо систем та мереж для віддаленого моніторингу за рівнем температури

Існує багато рішень для віддаленого моніторингу температури, серед яких найбільш поширені — системи на базі LoRaWAN, ZigBee, Wi-Fi та GSM/3G. LoRaWAN дозволяє здійснювати моніторинг на великі відстані з

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мінімальним енергоспоживанням, проте вимагає встановлення спеціалізованих шлюзів та серверів, що ускладнює інтеграцію в локальні системи без доступу до Інтернету. ZigBee забезпечує стабільний зв'язок у приміщеннях, але має обмежену дальність і вимагає складної топології мережі. Wi-Fi-рішення прості в реалізації, однак мають високий рівень енергоспоживання і залежать від стабільності мережі. GSM/3G-моніторинг забезпечує покриття практично в будь-якому місці, де є мобільний зв'язок, але вимагає абонентської плати та використання SIM-карт [24].

Zigbee — це стандарт бездротового зв'язку, спеціально розроблений для побудови енергоефективних, надійних і масштабованих мереж. Він базується на протоколі IEEE 802.15.4 і призначений для обміну даними між пристроями в таких сферах, як «розумний дім», промисловість та медичні системи.

Ця технологія виникла з ідеї створити мережу для малопотужних пристроїв, які могли б взаємодіяти без дротів. Розробка Zigbee від початку була тісно пов'язана зі стандартом IEEE 802.15.4, що визначає основи функціонування бездротових персональних мереж.

У 2002 році була створена організація Zigbee Alliance (нині Connectivity Standards Alliance), яка взяла на себе просування та стандартизацію цієї технології. Перша офіційна специфікація, відома як *ZigBee 2004 Specification*, вийшла 13 червня 2005 року. Відтоді на ринку з'явилися численні пристрої, що працюють на основі цього стандарту.

З роками Zigbee постійно удосконалювався. Так, версія Zigbee PRO (2007) забезпечила кращий захист від перешкод, а Zigbee 3.0 (2015) об'єднав усі попередні версії в єдиний стандарт і дозволив пристроям напряду з'єднуватися з Інтернетом.

Втім, разом із зростанням популярності цієї технології збільшуються й потенційні ризики. Кожен новий пристрій, підключений до мережі, може стати вразливою точкою для несанкціонованого доступу.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Координатор — це своєрідний «мозок» та адміністратор всієї мережі. Він відповідає за організацію взаємодії між пристроями, встановлює канал зв'язку, ініціює створення мережі та передає повідомлення між учасниками. Важливо зазначити, що у кожній мережі Zigbee може бути лише один координатор. Крім того, координатор здатен взаємодіяти з іншими мережами, такими як Wi-Fi, зазвичай через спеціальні шлюзи або «розумні хаби», які виконують роль мосту між різними протоколами.

Маршрутизатори (роутери) слугують для розширення покриття мережі. Вони передають повідомлення між координатором та кінцевими пристроями, забезпечуючи надійний обмін даними на більших відстанях [35].

Кінцеві пристрої виконують конкретні функції та взаємодіють з користувачем або навколишнім середовищем. Вони можуть надсилати й отримувати дані через маршрутизатори, маючи лише мінімум інформації, необхідної для зв'язку з найближчим вузлом мережі — роутером або координатором. Основна перевага таких пристроїв — низьке енергоспоживання, оскільки вони можуть переходити в режим сну для збереження енергії. Прикладами кінцевих пристроїв є датчики руху, розумні лампочки, електронні замки та інші подібні елементи розумної екосистеми.

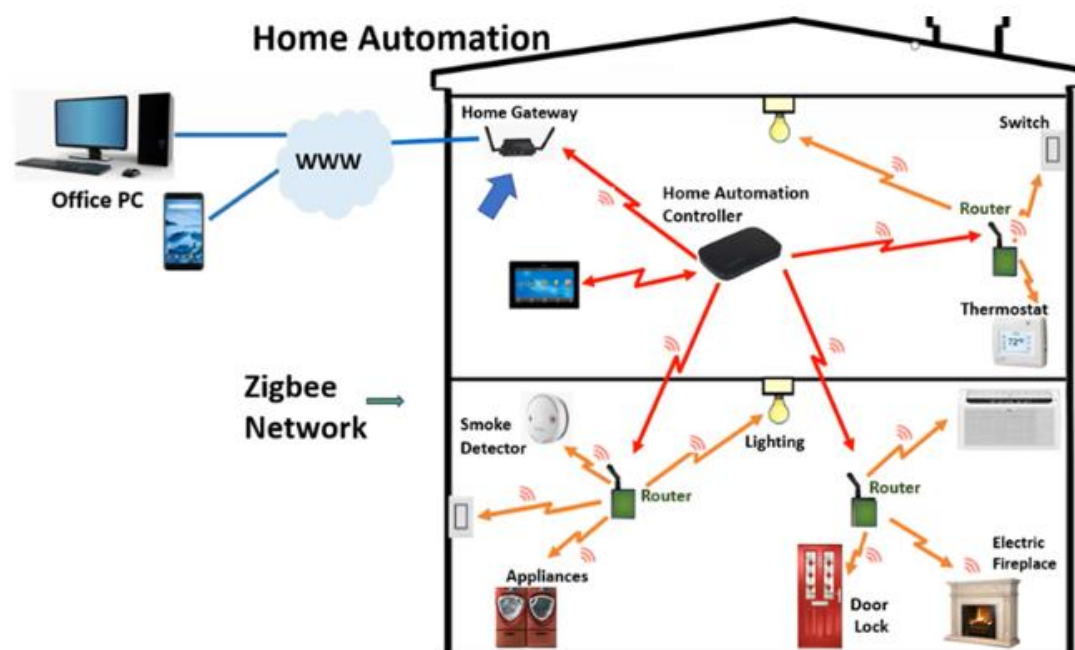


Рисунок 1.1- Організація мережі Zigbee

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ХОС 2.089.001 ПЗ

Арк.

10

Механізми безпеки Zigbee доповнюють стандарт IEEE 802.15.4, забезпечуючи захист як на мережевому, так і на прикладному рівнях. Архітектура безпеки цього протоколу базується на концепції відкритої довіри (open trust model), яка ґрунтується на кількох ключових припущеннях:

- усі програмні модулі в межах одного пристрою вважаються взаємно довіреними;
- дані, що передаються між різними компонентами програмного забезпечення на одному пристрої, не шифруються;
- пристрій не буде передавати ключі безпеки іншим пристроям без необхідності та відповідної команди;
- комунікація між двома окремими пристроями обов'язково захищається криптографічним шифруванням;
- апаратна частина пристрою вважається захищеною від стороннього чи несанкціонованого доступу.

Ця модель дозволяє забезпечити баланс між рівнем захисту та енергоефективністю, зберігаючи при цьому функціональність у межах обмежених ресурсів бездротових пристроїв [25].

На відміну від перелічених рішень, розроблена мною система є простою, дешевою та енергоефективною. Вона не потребує складної інфраструктури чи постійного підключення до Інтернету. Передавання даних здійснюється по радіоканалу між пристроями з використанням вбудованих антен, що дозволяє забезпечити надійний локальний зв'язок. Завдяки можливості керування через інфрачервоний канал та гнучкому перемиканню режимів, система легко адаптується до змін у мережі приладів без потреби перепрошивки або складного налаштування. Крім того, дані можуть напряму передаватися на персональний комп'ютер, що спрощує аналіз і обробку без використання хмарних сервісів. Усе це робить запропоновану систему доступною, зручною та надійною альтернативою складнішим комерційним рішенням [26].

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Розробка структурної схеми системи та мережі для віддаленого моніторингу за рівнем температури

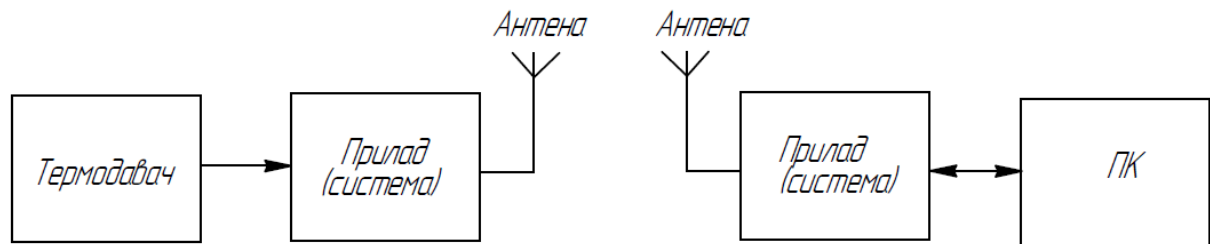


Рисунок 1.2 - Схема електрична структурна проектованого приладу

Ця структурна схема демонструє принцип роботи бездротової системи збирання та передавання температурних даних. Вона складається з п'яти основних елементів [2]:

1. Термодавач. Призначення: Вимірює температуру навколишнього середовища або об'єкта.

Функція: Генерує аналоговий або цифровий сигнал температури та передає його на прилад-систему.

2. Пристрій (система) — передавач. Призначення: Обробляє дані з термодавача та передає їх по радіоканалу.

Функції:

- Отримує інформацію з термодавача;
- За потреби виконує попередню обробку (наприклад, фільтрацію або квантування);

- Передає дані через антену на інший пристрій системи.

3. Антени. Призначення: Забезпечують радіозв'язок між пристроями.

Функції:

- Одна антена використовується для передавання сигналу;
- Інша — для його приймання;
- Працюють у заданому частотному діапазоні.

4. Пристрій (система) — приймач. Призначення: Приймає сигнал з передавального пристрою, обробляє його та передає на ПК.

Функції:

- Приймає дані з антени;
- Розпізнає та декодує сигнал;
- Може обробляти дані (наприклад, перевірка цілісності, буферизація);
- Передає оброблену інформацію на комп'ютер через послідовний інтерфейс (UART, USB тощо).

5. Персональний комп'ютер (ПК). Призначення: Центр керування, моніторингу та збереження даних.

Функції:

- Приймає дані від приймального пристрою;
- Відображає результати користувачу;
- Зберігає інформацію для подальшого аналізу;
- За потреби, надсилає команди на пристрої (зміна режимів, запит даних тощо).

Пристрій виконує дві функції: передача та прийом температурних даних через радіоканал.

Передача даних: напруга від термодавача надходить у мікроконтролер, який обробляє інформацію та передає її через формувач рівня сигналу до ComPort ПЕОМ.

Для передачі даних на відстань через радіоканал мікроконтролер надсилає їх у радіомодем, який формує та модулює сигнал перед відправкою на антену через фільтр.

Прийом даних: прийнятий антеною сигнал проходить через фільтр, який виділяє потрібний частотний діапазон. Далі сигнал обробляється у радіомодемі, де відбувається демодуляція [1].

Потім інформація надходить у мікроконтролер, який аналізує дані та передає їх у ComPort ПЕОМ через формувач рівня сигналу.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час прийому мікроконтролер тимчасово зупиняє вимірювання температури, а контроль процесу здійснюється користувачем ПЕОМ, який може керувати пристроєм через формувач рівня сигналу.

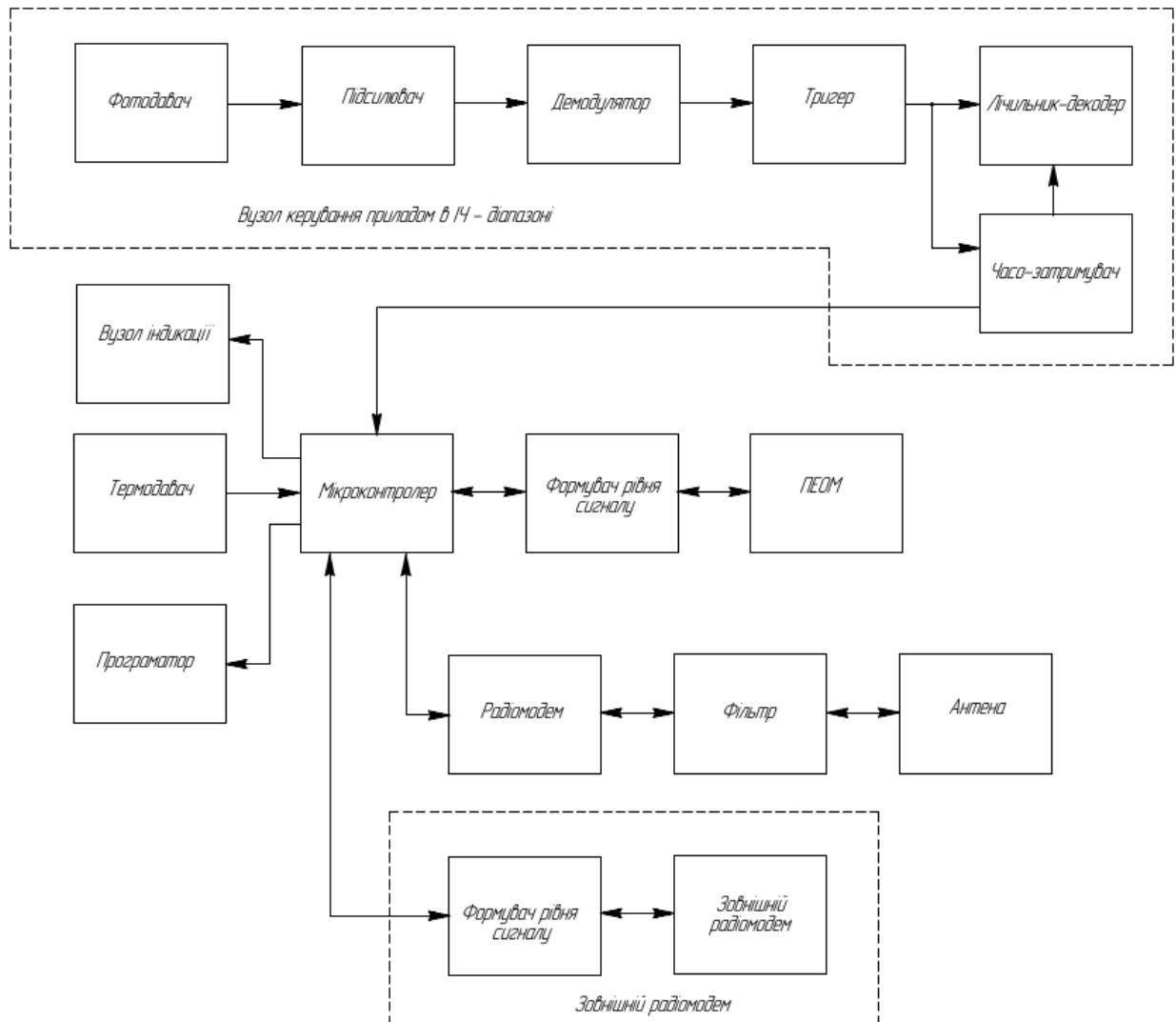


Рисунок 1.3 -Схема електрична структурна проектованого приладу

Для з'єднання з зовнішнім радіомодемом використовується формувач рівня сигналу, який узгоджує обмін даними між мікроконтролером та зовнішнім радіомодемом.

Програматор, підключений до мікроконтролера, забезпечує можливість його перепрограмування.

Дистанційне керування пристроєм працює наступним чином: сигнал керування, сформований передавачем, через фотодавач надходить у підсилювач, де його амплітуда збільшується.

Потім сигнал проходить через демодулятор, який його розшифровує, і надходить у тригер, що формує імпульси для лічильника-декодера.

Для повернення лічильника-декодера у початковий стан використовується часо-затримувач [1].

1.4 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою

1.4.1 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Налаштування режимів роботи приладу здійснюється за допомогою персонального комп'ютера (ПЕОМ) або через пульт дистанційного керування до моменту його підключення до системи. Окрім вибору режиму функціонування, визначаються також номери пристроїв, з яких необхідно передавати, приймати або ретранслювати дані [4].

Після подачі живлення відбувається ініціалізація портів введення/виведення мікроконтролера. Далі зчитуються дані з ПК або ІЧ-приймача й перевіряється їх наявність.

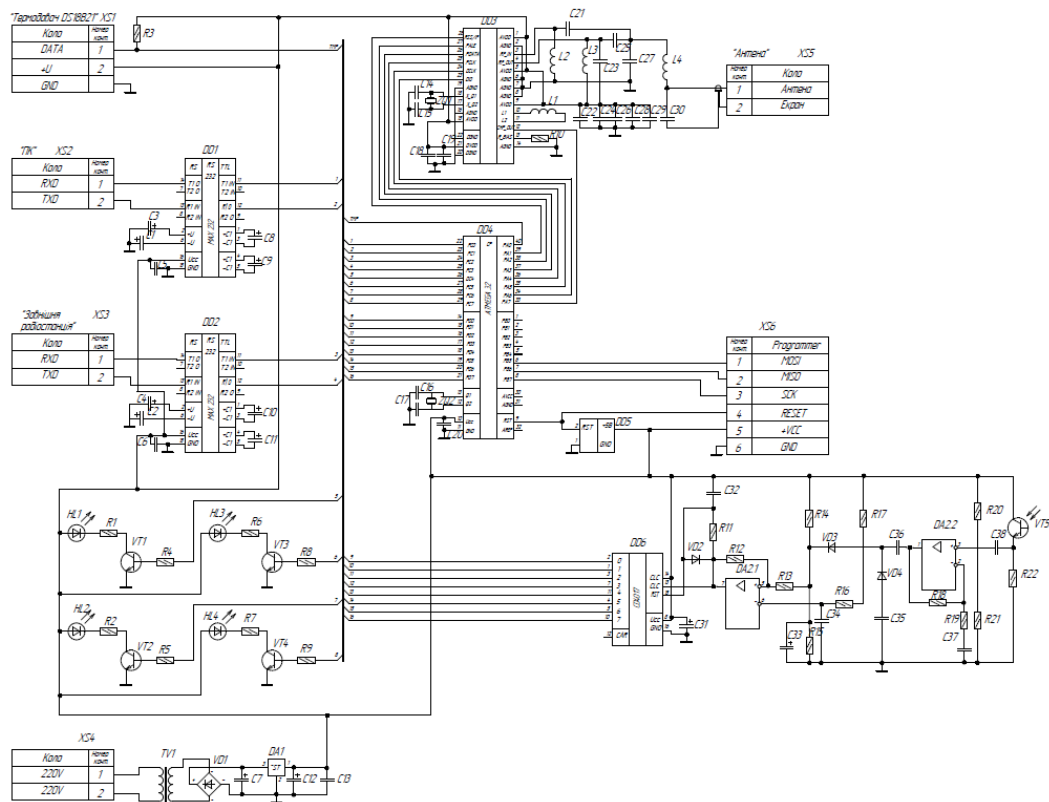


Рисунок 1.4- Схема електрична принципова

Якщо дані не отримано або зв'язок з ПК відсутній, пристрій працює відповідно до попередньо встановленого режиму. Якщо ж зв'язок із ПК встановлено, контролер отримує дані, які визначають його роль — як ведучого елемента системи або для оновлення конфігураційних параметрів.

У режимі ведучого контролер зчитує дані з портів, приймає інформацію від усіх визначених пристроїв і передає її на ПК через послідовний інтерфейс.

При функціонуванні контролера в одному з перших двох режимів (без підключення до ПК), він самостійно зчитує дані й перевіряє доступність каналу зв'язку. У разі зайнятості каналу під час необхідності ретрансляції даних — інформація зберігається до звільнення каналу, після чого передається радіомодему разом із результатами вимірювань.

У якості термодатчика, що підключається до роз'єму XS1, використовується цифровий сенсор температури DS1825, який має програмовану роздільну здатність та 4-розрядний унікальний ID. Цей датчик підтримує вимірювання з точністю від 9 до 12 біт у діапазоні температур від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$, при цьому в межах $-10^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$ його максимальна похибка не перевищує $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Сигнал з датчика надходить на вхід порту RA0.1 мікроконтролера DD4.

Перезавантаження мікроконтролера DD4 здійснюється за допомогою мікросхеми автоматичного ресетування DD5. Температурний сигнал з порту PC0 подається до входу RxD COM-порту ПК (роз'єм X3) через формувач рівнів сигналу на основі мікросхеми гальванічної розв'язки DD1 (MAX232).

Також цей сигнал надходить до радіомодему DD3, де він формується, модулюється і передається через антену (підключену до роз'єму XS5) через фільтр на елементах C27, C30 та L4.

У режимі прийому сигнал, прийнятий антеною, проходить через вхідний LC-фільтр, що виділяє потрібний частотний діапазон. Далі сигнал надходить на вхід RF_IN радіомодему DD3 через узгоджувальний вузол, який забезпечує відповідність характеристик фільтра та модему.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Оброблений сигнал передається до мікроконтролера DD4, а далі – через оптоізольований формувач рівнів (на основі DD1) – до COM-порту ПК.

У процесі прийому DD4 програмно припиняє вимірювання температури. Користувач (через програму PR) подає керуючий сигнал із порту TxD COM-порту на мікроконтролер через формувач рівня.

Підключення зовнішнього радіомодему виконується через формувач рівня на мікросхемі гальванічної розв'язки DD2, який узгоджує рівні сигналу між мікроконтролером та модемом в обох напрямках.

Перепрограмування мікроконтролера DD4 здійснюється через програматор, який підключається до портів мікроконтролера через роз'єм X6.

Інфрачервоне управління реалізовано через пульт дистанційного керування. Сигнал приймається фототранзистором VT5 та посилюється операційним підсилювачем DA2.

На першому каскаді DA2:1 реалізовано активний смуговий фільтр, налаштований на частоту 5 кГц. Після демодуляції сигнал обробляється другим каскадом DA2:2, який працює як тригер Шмітта, формуючи імпульси для запуску лічильника.

Часова затримка реалізована на діоді VD2, конденсаторі C32 та резисторі R11. Діод VD2 заряджає конденсатор при спадаючому фронті сигналу, забезпечуючи короткочасну команду перезапуску (reset) для мікросхеми DD6.

Щоб зменшити вплив фонових засвітлень, фотоприймач VT5 бажано орієнтувати так, щоб уникати прямого попадання світла з джерел освітлення. У випадку сильного засвічення, яке викликає хаотичну роботу лічильника, можна зменшити опір резистора R22 (до 2 кОм), що знизить чутливість приймача й обмежить дальність дії до 2–3 м. Якщо ж зовнішнє освітлення мінімальне, для збільшення дальності та чутливості можна підвищити опір R22 до 47 або 100 кОм.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електрична схема містить чотири індикаторні вузли, які працюють у ключовому режимі на транзисторах VT1–VT4, увімкнених за схемою зі спільним емітером.

У коло навантаження кожного ключа включено світлодіоди HL1–HL4 (див. рис. 1.4). Оскільки всі чотири вузли індикації є ідентичними, виконано розрахунок одного з них. Він складається з резисторів R1 та R4, транзистора VT1 і світлодіода HL1.

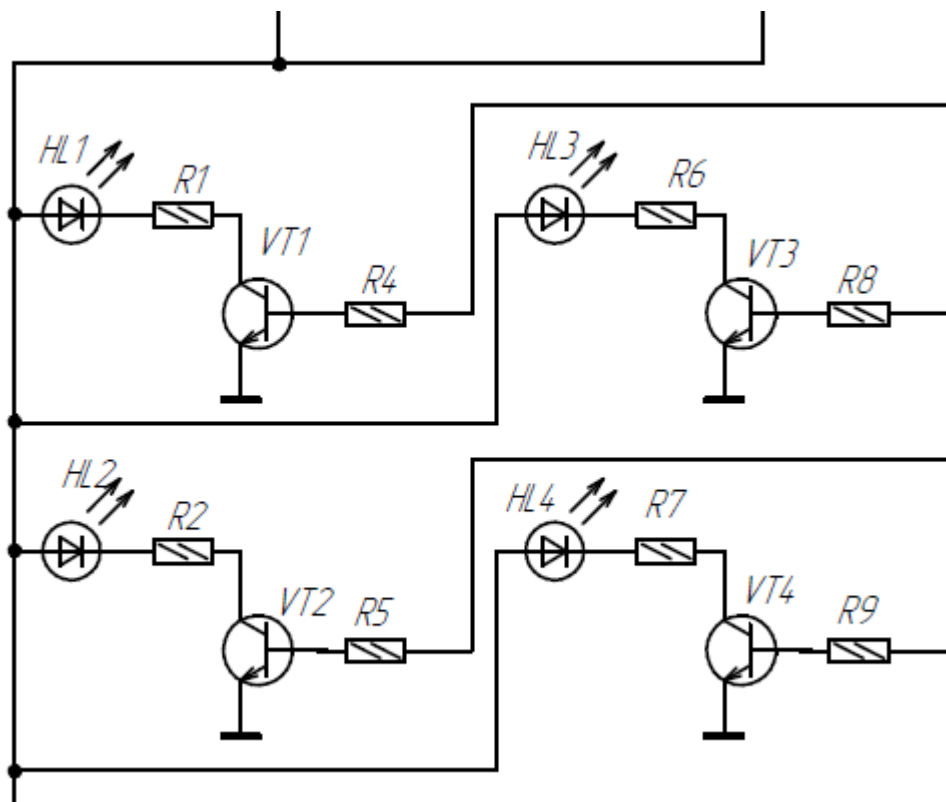


Рисунок 1.5 – Схема вузла індикації

Струм через світлодіод має становити приблизно 10 мА. За умови, що напруга живлення дорівнює 5 В, падіння напруги на транзисторі (VT1) становить 0,4 В, а на світлодіоді — 2 В. Відповідно до цього, опір резистора R1 обчислюється за формулою [4]:

$$R1 = \frac{U_{\text{ж}} - U_{\text{світл}} - U_{\text{VT1}}}{I_{\text{світл}}}. \quad (1.1)$$

де U — напруга живлення;

$I_{\text{світл.}}$ — струм, необхідний для нормального функціонування світлодіода;

$U_{\text{світл.}}$ — падіння напруги на світлодіоді.

Підставивши відповідні значення струму та напруги, отримаємо:

$$R1 = \frac{5B - 2B - 0,4B}{0,010A} = 2600\text{м.}$$

Згідно зі стандартним рядом номіналів, опір резистора R1 прийнято рівним 270 Ом.

Для визначення номінального значення резистора R4 попередньо виконано розрахунок базового струму транзистора VT1, використовуючи таку формулу:

$$I_{6VT7} = \frac{I_{кVT7}}{\beta_{VT7}}. \quad (1.2)$$

Згідно формули $I_{кVT7}$ — це є струм в колі колектора транзистора VT1

$$I_{кVT7} = I_{\text{світл}} = 10\text{мА};$$

β_{VT7} —коефіцієнт підсилення транзистора по струму;

$$\beta_{VT7}=300;$$

$$I_{6VT7} = \frac{0,010A}{300} = 33,2\text{мкА}.$$

Для надійної роботи транзистора в ключовому режимі значення базового струму необхідно обрати вдвічі більшим за розраховане. У зв'язку з цим було прийнято відповідне значення базового струму.

Відповідно до формули було визначено значення опору резистора R4:

$$R4 = \frac{U_{\text{ВХ}}}{I_{6VT7}}. \quad (1.3)$$

де $U_{\text{ВХ.МК}}$ — Згідно з технічною документацією, при струмі 33,2 мкА вихідна напруга мікроконтролерного порту становить 3 В:

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R4 = \frac{3}{33,2 * 10^{-6}} = 9,3 \text{ кОм.}$$

Опір резистора R4 прийнято рівним 91 кОм відповідно до стандартного ряду номіналів.

Результати розрахунків елементів схеми наступні

Як транзисторні елементи VT1–VT4 обрано тип 2SC1815;

Опори резисторів R1, R2, R6 та R7 становлять 270 Ом,

Опори резисторів R4, R5, R8 і R9 — 9,1 кОм.

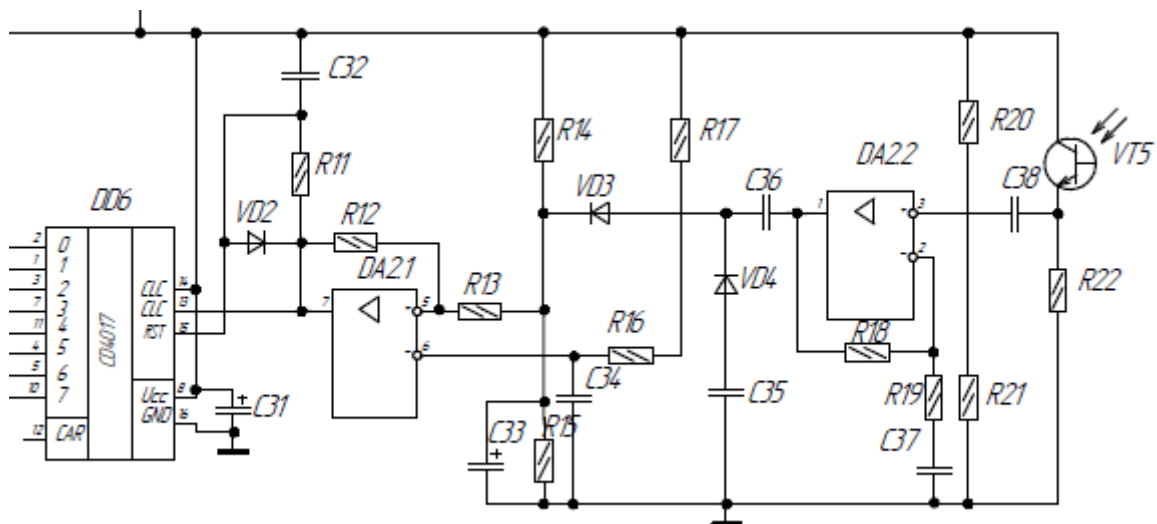


Рисунок 1.6 – Схема елементів вузла керування приладом в ІЧ – діапазоні

Описана схема керування прийому та обробки ІЧ-сигналу з подальшим керуванням навантаженням.

Задаюча RC-ланка генератора знаходиться за формолою :

$$T=1.1 \cdot R \cdot C \quad (1.4)$$

Згідно формули R11=4,7 кОм;

C31-1мкФ;

$$T=1,1 \cdot 4700 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,00517 \text{ сек} = 5,17 \text{ мс.}$$

Необхідно визначити розподіл напруги за формолою:

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$U_{\text{вх. DA}} = \frac{R_{12}}{R_{11} + R_{12}} \cdot U. \quad (1.5)$$

Згідно формули $R_{11}=4,7 \text{ кОм}$;

$R_{12}=30 \text{ кОм}$;

$U=5\text{В}$;

$$U_{\text{вх. DA}} = \frac{30000}{4700 + 30000} \cdot 5 = 4,32\text{В}.$$

Далі по схемі можна визначити посилення ОП (DA22):

$$K = 1 + \frac{R_{18}}{R_{19}}. \quad (1.6)$$

Згідно завдання $R_{18}=330\text{кОм}$;

$R_{19}=150\text{Ом}$;

$$K = 1 + \frac{330000}{150} = 2201.$$

Струм транзистора VT5 можна розрахувати за формолою :

$$I_B = \frac{U_{\text{вих DA2}} - U_{\text{ce}}}{R_{22}}. \quad (1.7)$$

Згідно завдання $U_{\text{вих DA2}} = 4,5\text{В}$;

$U_{\text{CE}} = 0,2\text{В}$ – напруга насичення на колекторі;

$R_{22} = 10\text{кОм}$;

$$I_B = \frac{4,5 - 0,2}{10000} = 0,00043\text{А} = 0,43\text{мА}.$$

1.4.2 Опис роботи мікроконтролера системи та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікроконтролер DD4 виконує ключові функції управління вимірювальним пристроєм, зокрема забезпечує дистанційну взаємодію через інфрачервоний канал та здійснює обмін даними з персональним комп'ютером (ПЕОМ). Робота пристрою може здійснюватися в одному з чотирьох режимів: вимірювання температури з передаванням результатів через радіоканал; ретрансляція температурних даних, отриманих від інших приладів; комбінований режим, що передбачає вимірювання температури, прийом даних з інших пристроїв і передачу їх на ПЕОМ; а також режим перемикавання режимів роботи відповідно до команд, отриманих через ІЧ-канал з пульта дистанційного керування [27].

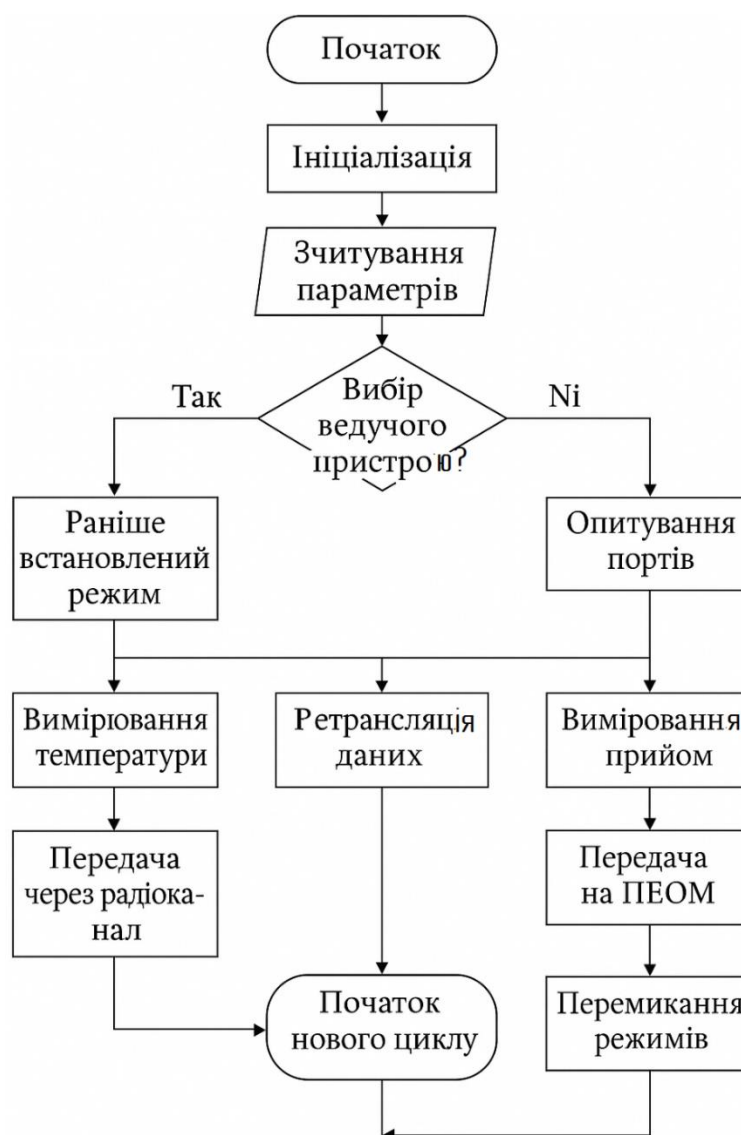


Рисунок 1.7– Схема - алгоритм роботи мікроконтролера

Перед інтеграцією в систему прилад проходить етап налаштування, який може здійснюватися або за допомогою ПЕОМ, або через ГЧ-пульт. Під час налаштування задаються як режим роботи, так і номери пристроїв, з якими здійснюється обмін даними (передача, прийом чи ретрансляція).

Після подачі живлення мікроконтролер проводить ініціалізацію портів вводу/виводу, після чого відбувається спроба зчитування параметрів із ПК або ГЧ-приймача. Якщо зв'язок із ПЕОМ відсутній або дані не надходять, прилад автоматично переходить у попередньо встановлений режим роботи.

У випадку успішного встановлення з'єднання з ПК, на мікроконтролер передаються дані, які визначають його подальшу роль — чи він виконуватиме функції ведучого пристрою, чи лише прийматиме нові налаштування. Якщо пристрій обрано як ведучий, він опитує свої порти, збирає інформацію з усіх визначених підлеглих пристроїв і передає її на ПЕОМ через послідовний інтерфейс.

Коли мікроконтролер працює в одному з автономних режимів (без підключення до ПК), він здійснює зчитування даних та перевіряє доступність каналу зв'язку для їх передачі. Якщо канал зайнятий, інформація зберігається у буфері очікування. Щойно зв'язок стає доступним, мікроконтролер передає накопичені дані до радіомодему разом із результатами власних вимірювань.

1.5 Вибір і обґрунтування компонентної бази

В проектуваному приладі використано конденсатори ЕСАР-16В "Jamicon"- С1-С4, С7-С12, С31, С33 [5].

Конденсатори серії ЕСАР-16В виробництва Jamicon — це радіальні алюмінієві електролітичні конденсатори, призначені для загального використання в електронних пристроях. Вони мають номінальну робочу напругу 16 В і доступні з широким діапазоном номінальної ємності — зазвичай від 0.47 мкФ до 2200 мкФ. Робочий температурний діапазон становить від -40°C до +85°C, а допуск по ємності, як правило, $\pm 20\%$. Ці конденсатори мають низький рівень витоку струму, здатні витримувати

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тривале навантаження і забезпечують надійну роботу в умовах стандартних електронних схем. Термін служби при максимальній температурі зазвичай складає 1000–2000 годин. Виводи конденсаторів (radial leads) дозволяють легко монтувати їх на друковані плати. ЕСАР-16 часто використовуються у фільтрації живлення, згладжуванні пульсацій, розв'язці змінного струму та інших типових застосуваннях у побутовій, комп'ютерній та промисловій електроніці завдяки доброму балансу між вартістю, надійністю та стабільністю електричних характеристик.

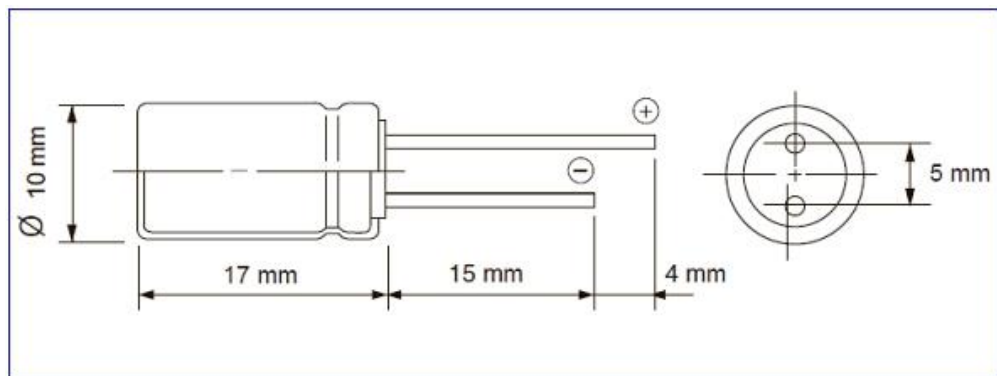


Рисунок 1.8- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР-16 В "Jamicon"

Використано постійні резистори MFP-0,125-R1-R22 [7]. Резистори серії MFP-0,125 — це металоплівкові резистори потужністю 0,125 Вт (1/8 Вт), призначені для застосування в загальноелектронних схемах, де потрібна висока стабільність параметрів, точність і низький рівень шуму.

Вони мають циліндричну форму з осьовими виводами для монтажу в отвори на друкованій платі (ТНТ-монтаж). Номінальний опір доступний у широкому діапазоні — зазвичай від 1 Ом до кількох мегомів. Допуск на опір складає $\pm 1\%$ або $\pm 2\%$, залежно від конкретної моделі, а температурний коефіцієнт опору (TCR) зазвичай становить ± 100 ppm/ $^{\circ}\text{C}$, що забезпечує стабільну роботу в широкому діапазоні температур — від -55°C до $+155^{\circ}\text{C}$.

Резистори MFP-0,125 мають хорошу довготривалу стабільність, низький шум і високу надійність, що робить їх придатними для використання в аналогових і цифрових схемах, включно з вимірювальними пристроями, аудіоапаратурою, живленням та сигналами керування. Завдяки

металоплівковій технології вони перевершують вугільні резистори за точністю, стабільністю та термічною стійкістю.

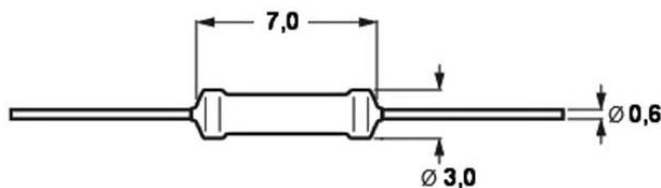


Рисунок 1.9- Габаритні розміри резисторів MFP-0,125

Також використано керамічні конденсаторів NPO "Murata"- C5, C6, C13-C30, C32, C34-C38 [8]. Керамічні конденсатори з діелектриком NPO (C0G) виробництва Murata — це високостабільні пасивні компоненти, призначені для застосувань, де потрібна виняткова температурна та частотна стабільність. Діелектрик типу NPO (інша назва — C0G) належить до класу I, що означає практично нульовий температурний коефіцієнт ($\pm 30 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$), тобто ємність залишається стабільною в широкому температурному діапазоні — зазвичай від -55°C до $+125^\circ\text{C}$.

Ці конденсатори мають невелику втрату (низький тангенс кута втрат) і високу добротність, що робить їх ідеальними для високочастотних схем, резонансних контурів, генераторів, фільтрів, а також прецизійних аналогових ланцюгів. Типові номінали ємності для NPO Murata варіюються від кількох пФ до близько 100 нФ, з номінальною напругою — від 6,3 В до кількох сотень вольт залежно від форм-фактора.

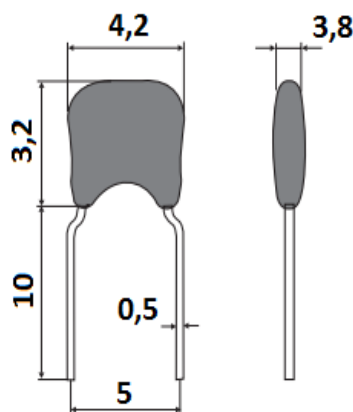


Рисунок 1.10- Габаритні розміри конденсаторів NPO "Murata"

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Індуктивність B82141A1224J000- L1-L4- від EPCOS (TDK Electronics) [9] — це дрова котушка з феритовим осердям, призначена для радіочастотного фільтрування та блокування. Вона належить до серії SBC (Small Bobbin Core) та має такі технічні характеристики:

- Допуск: $\pm 5\%$;
- Максимальний постійний струм (DC): 130 мА;
- Максимальний опір постійному струму (DCR): 5,8 Ом;
- Коефіцієнт якості (Q) при 796 кГц: 60;
- Резонансна частота: 3,8 МГц;
- Тип монтажу: осьовий (через отвори);
- Габарити: діаметр 3,0 мм, довжина 6,8 мм;
- Робочий температурний діапазон: від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$.

Ця індуктивність не має екранування, що робить її придатною для застосувань, де електромагнітні перешкоди не є критичними. Вона ідеально підходить для використання в радіочастотних фільтрах, схемах розв'язки та пригнічення перешкод у побутовій, автомобільній та розважальній електроніці.

Завдяки своїм компактним розмірам та високій надійності, B82141A1224J000 є популярним вибором для інженерів, які розробляють електронні пристрої з обмеженим простором для компонентів.

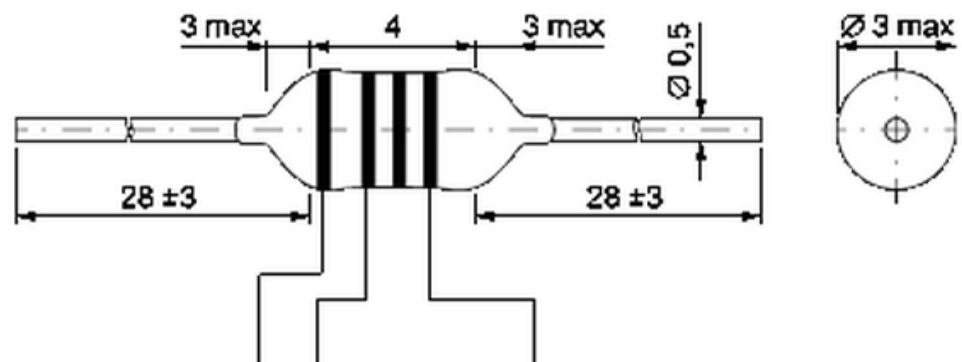


Рисунок 1.11 - Габаритні розміри індуктивності B82141A1224J000-
"EPCOS"

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Світлодіод L-1503GT-HL1-HL4 від компанії Kingbright [10] — це зелений світлодіод з прозорою лінзою, призначений для загального використання в електроніці. Він має стандартний корпус діаметром 5 мм (Т-1 3/4) і оснащений осьовими виводами для монтажу через отвори (ТНТ).

Основні технічні характеристики:

- Колір світіння: зелений;
- Довжина хвилі: 568 нм;
- Сила світла: від 20 до 60 мКд при струмі 10 мА;
- Кут огляду: 30°;
- Пряма напруга (VF): максимум 2,5 В;
- Максимальний прямий струм: 30 мА;
- Максимальне зворотне напруга: 5 В;
- Робочий температурний діапазон: від -40°C до +85°C;
- Матеріал кристала: GaP (фосфід галію);
- Колір лінзи: зелена прозора.

Завдяки своїм характеристикам, L-1503GT підходить для використання в індикаторах, панелях керування, освітлювальних приладах та інших електронних пристроях, де потрібне яскраве зелене світіння з вузьким кутом огляду.

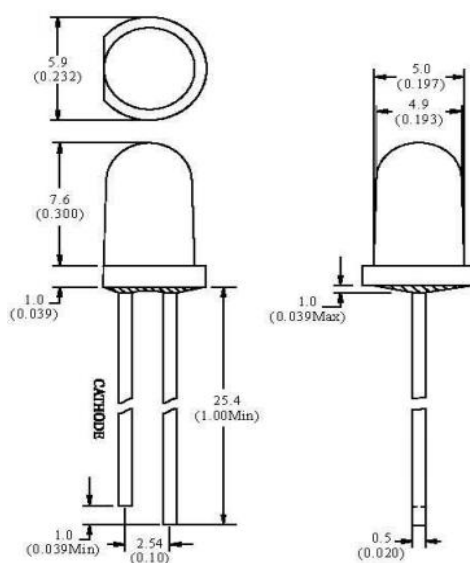


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри світлодіода L-1503GT

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Кварцевий резонатор НС-49U-4,032 МГц-ZQ1-ZQ2 від компанії АСТ [11] — це пасивний електронний компонент, призначений для генерації стабільної частоти в електронних пристроях. Він широко використовується в мікроконтролерах, цифрових схемах та системах синхронізації.

Основні технічні характеристики:

- Тип корпусу: НС-49/U (металевий циліндр з осьовими виводами для монтажу через отвори);
- Номінальна частота: 4,032 МГц;
- Режим коливань: фундаментальний (основна гармоніка);
- Толерантність частоти: ± 30 ppm при 25 °С;
- Стабільність частоти: ± 50 ppm в робочому температурному діапазоні;
- Робочий температурний діапазон: від -20 °С до +70 °С;
- Резонансний режим: паралельний;
- Навантажувальна ємність (CL): типово 20–30 пФ;
- Рівень збудження: 10–100 мкВт;
- Габарити: приблизно 11,5 × 4,5 мм.

Цей резонатор забезпечує високу точність та стабільність частоти, що робить його ідеальним для застосування в схемах, де потрібна надійна синхронізація, таких як годинники реального часу, мікроконтролери та інші цифрові пристрої.

Застосування:

- Генерація тактової частоти в мікроконтролерах;
- Системи синхронізації;
- Цифрові годинники та таймери;
- Комунікаційне обладнання.

Завдяки своїм характеристикам, НС-49U-4,032 МГц від АСТ є надійним вибором для широкого спектру електронних застосувань.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

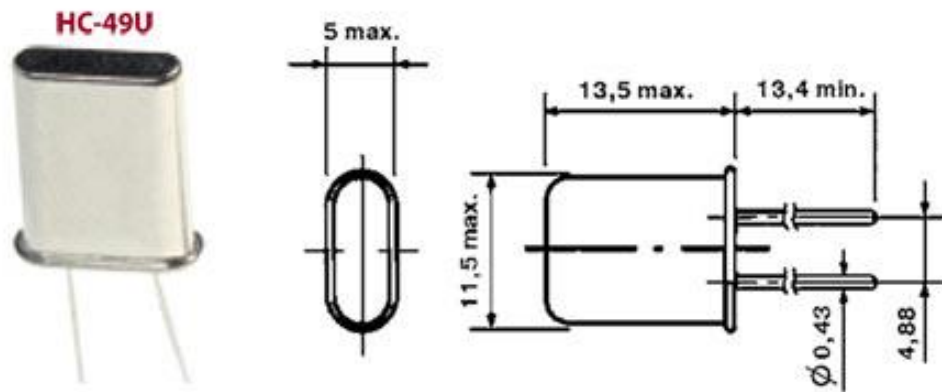


Рисунок 1.13 – Габаритні розміри кварцевого резонатора HC-49U-4,032 МГц

Транзистор 2SC1815-VT1-VT4 від компанії Toshiba [12] — це NPN кремнієвий епітаксійний біполярний транзистор загального призначення, який широко використовується в схемах підсилення звукових частот, перемикання та інших низькочастотних застосуваннях. Він відзначається низьким рівнем шуму, високою лінійністю коефіцієнта підсилення та стабільною роботою.

Основні технічні характеристики:

- Тип транзистора: NPN, кремнієвий, епітаксійний тип (PCT процес);
- Корпус: TO-92 (пластиковий, з трьома виводами);
- Номінальна напруга колектор-емітер (V_{CEO}): 50 В (мін.);
- Номінальний струм колектора (I_C): 150 мА (макс.);
- Допустима потужність розсіювання (P_D): 400 мВт при температурі 25°C;
- Коефіцієнт постійного струмового підсилення (h_{FE}): від 70 до 700 (залежно від класу: O, Y, GR, BL);
- Шумовий коефіцієнт (NF): 0,2 дБ (типово) при частоті 1 кГц;
- Робочий температурний діапазон: від -55°C до +125°C;
- Режим роботи: фундаментальний (основна гармоніка);
- Резонансний режим: паралельний;
- Навантажувальна ємність (C_L): типово 20–30 пФ;

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Типові застосування:

- Підсилювачі звукових частот;
- Низькошумні підсилювачі;
- Каскади попереднього підсилення;
- Перемикаючі схеми;
- Загальні електронні пристрої.

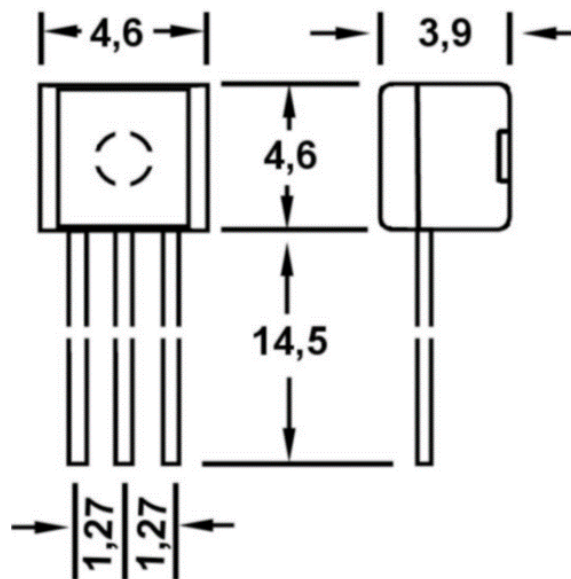


Рисунок 1.14 – Габаритні розміри транзистора 2SC1815 "TOSHIBA"

Фототранзистор RPM-22PB-VT5 [13] від компанії ROHM Semiconductor — це кремнієвий NPN-фототранзистор у корпусі з бічним розташуванням чутливої області, призначений для оптичних застосувань, де потрібна висока чутливість та фільтрація видимого світла. Цей компонент більше не виробляється та має статус Obsolete .

Основні технічні характеристики:

- Тип корпусу: бічний (Side View), пластикова лінза Ø1,5 мм;
- Монтаж: через отвори (ТНТ);
- Розміри корпусу: 4,6 × 4,8 × 2,54 мм;
- Пікова довжина хвилі чутливості: 800 нм;
- Кут огляду ($\theta_{1/2}$): 64°;

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- Світловий струм (I_C): від 0,48 до 1,94 мА при $E = 500$ лк;
 - Темновий струм (I_{CEO}): макс. 0,5 мкА при $V_{CE} = 10$ В;
 - Напруга пробою колектор-емітер (V_{CEO}): макс. 32 В;
 - Насичена напруга колектор-емітер ($V_{CE(sat)}$): макс. 0,4 В при $I_C = 1$ мА;
 - Максимальний струм колектора (I_C): 30 мА;
 - Максимальна потужність розсіювання (P_C): 100 мВт;
 - Час наростання/спаду сигналу (t_r/t_f): 10 мкс;
 - Робочий температурний діапазон: від -25°C до $+85^\circ\text{C}$.
- Особливості:
- Висока чутливість до інфрачервоного світла;
 - Фільтр видимого світла (поглинає довжини хвиль до 750 нм);
 - Бічне розташування чутливої області для компактного монтажу;
 - Призначений для оптичного керування та сенсорних застосувань.

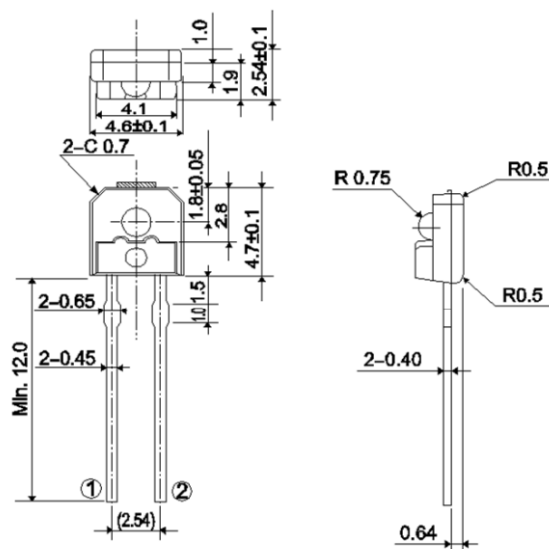


Рисунок 1.15 – Габаритні розміри транзистора RPM-22PB "ROHM Semiconductor"

Діод 1N4148-VD2-VD4 від Texas Instruments [14] — це високошвидкісний кремнієвий перемикаючий діод, широко застосовуваний у різноманітних електронних схемах завдяки своїм надійним характеристикам та низькій вартості. Він є стандартом у галузі для малосигнальних перемикаючих застосувань.

Основні технічні характеристики:

- Тип діода: кремнієвий перемикаючий (NPN);
- Корпус: DO-35 (осьовий, скляний);
- Максимальна зворотна напруга (V_{RRM}): 100 В;
- Середній прямий струм ($I_{F(AV)}$): 150 мА;
- Піковий прямий струм (I_{FSM}): 2 А (тривалість імпульсу 1 мкс);
- Пряма напруга (V_F): 1,0 В при 10 мА;
- Час зворотного відновлення (t_{rr}): 4 нс;
- Робочий температурний діапазон: від -65°C до $+175^{\circ}\text{C}$;
- Потужність розсіювання (P_D): 500 мВт;
- Ємність переходу: 4 пФ при 1 МГц.
- Особливості:
- Висока швидкість перемикання (до 100 МГц);
- Низький рівень шуму;
- Надійність і довговічність;
- Широке застосування в цифрових та аналогових схемах.

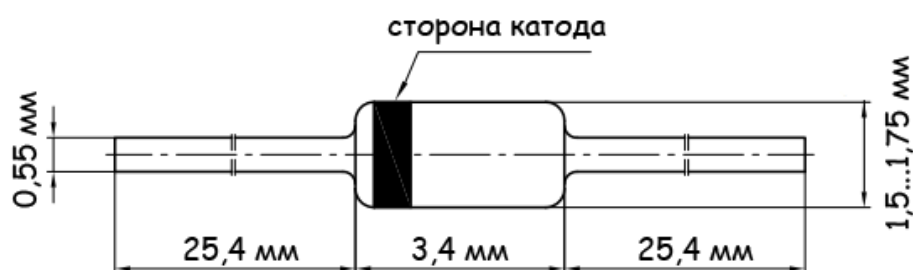


Рисунок 1.16 – Габаритні розміри діода 1N4148

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Діодний міст DB105- VD1 –від компанії Diodes Incorporated [15]— це однофазний випрямляч, призначений для перетворення змінного струму (AC) у постійний (DC) в електронних схемах. Завдяки компактному корпусу та надійним характеристикам, він широко використовується в блоках живлення, зарядних пристроях та інших пристроях, де потрібне випрямлення струму.

Основні технічні характеристики:

- Тип: Однофазний діодний міст;
- Максимальна зворотна напруга (V_{RRM}): 600 В;
- Середній випрямлений струм ($I_{F(AV)}$): 1 А;
- Піковий імпульсний струм (I_{FSM}): 50 А;
- Пряма напруга (V_F): 1,1 В при 1 А;
- Зворотний струм витоку (I_R): макс. 5 мкА при 600 В;
- Робочий температурний діапазон: від -55°C до +150°C;
- Корпус: DB-1 (пластиковий, UL 94V-0);
- Монтаж: через отвори (ТНТ);

Особливості:

- Скляна пасивація переходів для підвищеної надійності;
- Компактний корпус, ідеальний для друкованих плат;
- Висока здатність до перенесення імпульсних струмів;
- Простота монтажу та експлуатації.

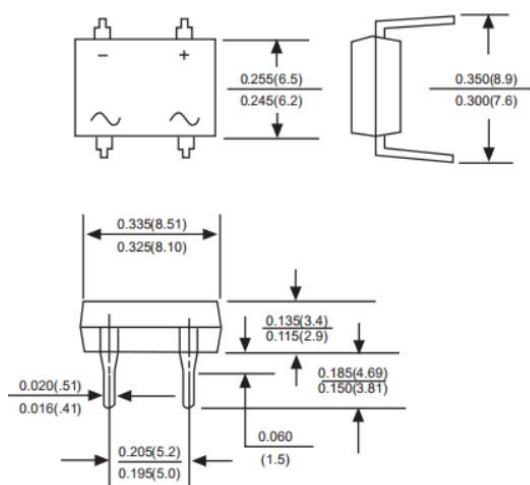


Рисунок 1.17 – Габаритні розміри діодного моста

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Мікросхема MC7805CTG-DA1- від компанії onsemi [16] — це лінійний стабілізатор напруги з фіксованим вихідним значенням 5 В, призначений для широкого спектра застосувань, де потрібне стабільне живлення електронних компонентів.

Основні технічні характеристики:

- Тип стабілізатора: лінійний, з фіксованою напругою;
- Вихідна напруга: 5 В;
- Максимальний вихідний струм: 1 А;
- Вхідна напруга: від 7 В до 35 В;
- Падіння напруги (dropout voltage): до 2 В;
- Точність вихідної напруги: $\pm 4\%$;
- Температурний діапазон роботи: від 0°C до +125°C;
- Корпус: TO-220AB (3 виводи, для монтажу через отвори);
- Споживаний струм без навантаження (quiescent current):

приблизно 6,5 мА;

Вбудовані захисти:

- Захист від перевантаження по струму: обмежує вихідний струм при короткому замиканні;
- Тепловий захист: відключає вихід при перегріві;
- Компенсація безпечної області транзистора: забезпечує стабільну роботу при різних умовах навантаження;
- Застосування:
 - Локальне стабілізоване живлення в електронних пристроях;
 - Живлення мікроконтролерів та цифрових логічних схем;
 - Промислові та побутові електронні системи;
 - Аудіо- та відеообладнання.

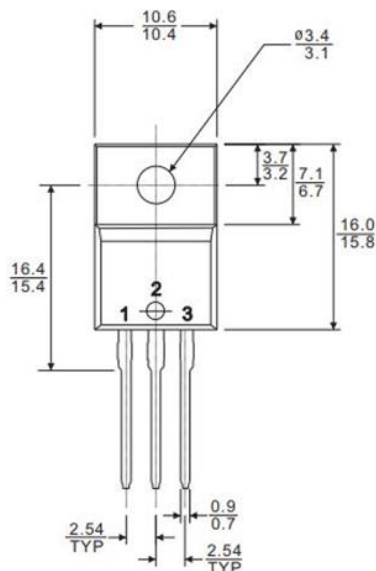


Рисунок 1.18 – Габаритні розміри мікросхеми MC7805CTG "ON Semiconductor"

Мікросхема TL081CP-DA2 від STMicroelectronics [17]— це високошвидкісний операційний підсилювач з JFET-входом, призначений для загального використання в аналогових схемах, де потрібна висока точність, низький рівень шуму та швидка реакція на зміну сигналу.

Основні технічні характеристики:

- Тип підсилювача: одноканальний операційний підсилювач з JFET-входом;
- Корпус: DIP-8 (пластиковий, для монтажу через отвори);
- Напруга живлення: від ± 3 В до ± 18 В;
- Вхідний опір: високий, завдяки JFET-входу;
- Середній струм споживання: приблизно 1,4 мА;
- Смуга пропускання (GBW): 3 МГц;
- Швидкість наростання (slew rate): 16 В/мкс (типове значення);
- Вхідний зсув напруги: близько 3 мВ;
- Вхідний струм зміщення: приблизно 30 мА;
- Захист виходу від короткого замикання: наявний;
- Внутрішня частотна компенсація: забезпечена;
- Робочий температурний діапазон: від 0°C до $+70^{\circ}\text{C}$;

Особливості:

- Висока швидкість реакції на зміну вхідного сигналу;
- Низький рівень вхідного струму зміщення;
- Широкий діапазон вхідних напруг;
- Високий вхідний опір;
- Захист від короткого замикання на виході;
- Відсутність ефекту "зависання" (latch-up);
- Типові застосування:
- Підсилювачі сигналів у аудіо- та відеосистемах;
- Фільтри та генератори сигналів;
- Преампліфікатори для мікрофонів та інших сенсорів;
- Інструментальні підсилювачі в вимірювальних приладах;
- Системи обробки аналогових сигналів.

Мікросхема TL081CP [18] є надійним вибором для широкого спектру аналогових застосувань, де потрібна висока точність, стабільність та швидка реакція на зміну сигналу. Її характеристики роблять її популярною серед інженерів та розробників електроніки.

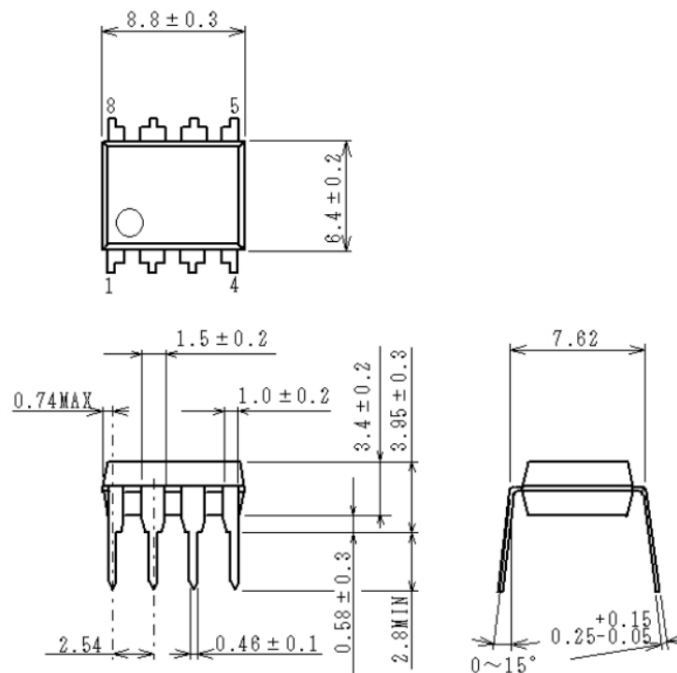


Рисунок 1.19 – Габаритні розміри мікросхеми TL081CP

Мікросхема MAX232CP-DD1-DD2 від Texas Instruments [19]— це двоканальний приймач-передавач стандарту RS-232, призначений для перетворення рівнів сигналів між TTL/CMOS логікою та інтерфейсом RS-232. Вона широко використовується для з'єднання мікроконтролерів з комп'ютерами, модемами та іншими пристроями, що підтримують RS-232.

Основні технічні характеристики:

- Тип пристрою: двоканальний драйвер/приймач RS-232;
- Кількість драйверів/приймачів: 2/2;
- Рівні вхідного сигналу: TTL/CMOS;
- Рівні вихідного сигналу: RS-232 (± 9 В);
- Напруга живлення: від 4,5 В до 5,5 В;
- Споживаний струм: приблизно 8 мА;
- Швидкість передачі даних: до 120 кбіт/с;
- Захист від ЕСП: ± 2 кВ (за стандартом НВМ);
- Робочий температурний діапазон: від 0°C до +70°C;
- Корпус: DIP-16 (для монтажу через отвори);

Особливості:

- Вбудований зарядовий насос для генерації необхідних рівнів напруги RS-232 з одного джерела живлення 5 В;
- Підтримка повнодуплексного обміну даними;
- Простота інтеграції завдяки мінімальній кількості зовнішніх компонентів (потрібно лише чотири зовнішні конденсатори);
- Сумісність з багатьма мікроконтролерами та іншими цифровими пристроями.

Типові застосування:

- З'єднання мікроконтролерів з комп'ютерами через послідовний порт;
- Інтерфейси для модемів, принтерів та інших периферійних пристроїв;

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

- Системи автоматизації та промислові контролери;
- Обладнання для передачі даних та телекомунікацій.

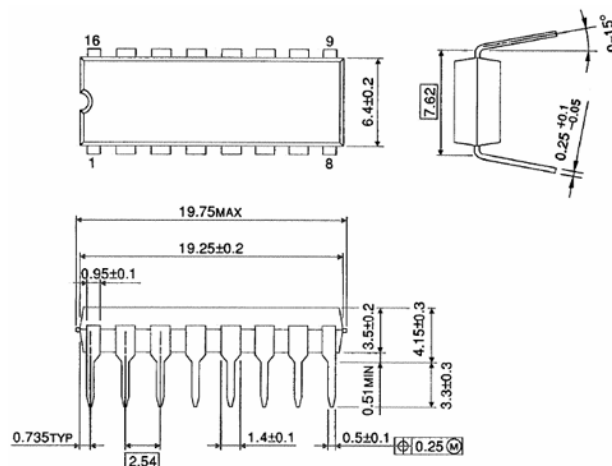


Рисунок 1.20 – Габаритні розміри мікросхеми MAX232CP

Мікросхема CC1000- DD3 від Texas Instruments [20]— це однокристальний наднизькопотужний радіочастотний трансивер, призначений для бездротових застосувань у діапазоні частот від 300 до 1000 МГц. Вона забезпечує ефективну передачу даних з низьким енергоспоживанням, що робить її ідеальною для пристроїв з обмеженим живленням.

Основні технічні характеристики:

- Частотний діапазон: 300–1000 МГц (програмований з кроком 250 Гц);
- Підтримувані діапазони ISM/SRD: 315, 433, 868, 915 МГц;
- Модуляція: FSK (2(G)FSK);
- Максимальна швидкість передачі даних: до 76,8 кбіт/с;
- Чутливість приймача: до -110 дБм при 2,4 кбод;
- Програмований вихідний рівень потужності: від -20 до $+10$ дБм;
- Напруга живлення: 2,1–3,6 В;
- Споживання струму:
- Прийом: 7,4–9,6 мА;
- Передача: 5,3–26,7 мА (залежно від потужності);
- Інтерфейс: послідовний SPI для конфігурації;

- Корпус: TSSOP-28 або UltraCSP;
- Робочий температурний діапазон: від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$;

Інші особливості:

- Вбудований бітовий синхронізатор;
- Вихід RSSI (індикатор рівня прийнятого сигналу);
- Підтримка частотного перестрибування;
- Відповідає стандартам EN 300 220 та FCC CFR47 Part 15;

Застосування:

- Системи дистанційного керування (RKE);
- Автоматичне зчитування лічильників (AMR);
- Домашня автоматизація;
- Бездротові охоронні та сигналізаційні системи;
- Низькопотужна телеметрія;
- Ігрові контролери та розумні іграшки.



Рисунок 1.21 –Мікросхема CC1000 "Texas Instruments"

Мікроконтролер ATmega32-16PU від компанії Microchip Technology [21]— це 8-бітний мікроконтролер з архітектурою AVR, що поєднує високу продуктивність, низьке енергоспоживання та широкий набір периферійних

функцій. Він широко використовується в системах вбудованого керування, автоматизації, навчальних проєктах та DIY-пристроях.

Основні технічні характеристики:

- Архітектура: 8-бітна RISC AVR;
- Тактова частота: до 16 МГц;
- Пам'ять:
- 32 КБ Flash (самопрограмована, з підтримкою Read-While-Write);
- 2 КБ SRAM;
- 1 КБ EEPROM;
- Кількість ліній введення/виведення: 32 програмовані I/O;

Таймери/лічильники:

- 2×8 -бітні;
- 1×16 -бітний;
- АЦП: 8-канальний, 10-бітний;

Інтерфейси зв'язку:

- SPI;
- I²C (TWI);
- USART;
- JTAG (для налагодження та програмування);

Інші периферійні модулі:

- 4 канали PWM;
- Аналоговий компаратор;
- Програмований сторожовий таймер (WDT);
- Підтримка реального часу (RTC) з 32 кГц резонатором;
- Напруга живлення: 4,5–5,5 В;
- Робочий температурний діапазон: від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$;
- Корпус: 40-вивідний PDIP (для монтажу через отвори);

Особливості:

- Висока продуктивність: до 16 MIPS при 16 МГц;

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Виконання більшості інструкцій за один такт;
- Вбудований RC-осцилятор з калібруванням;
- Підтримка шести режимів сну для зниження енергоспоживання;
- Можливість внутрішнього та зовнішнього програмування через SPI або JTAG;
- Висока надійність пам'яті: до 10 000 циклів запису/стирання для Flash та до 100 000 для EEPROM;
- Тривалий термін зберігання даних: до 20 років при 85°C або 100 років при 25°C;

Застосування:

- Системи автоматизації та керування;
- Промислові контролери;
- Навчальні та дослідницькі проєкти;
- Розробка прототипів та DIY-пристроїв;
- Системи збору та обробки даних.

40-pin plastic DIP
(DIP-40P-M02)

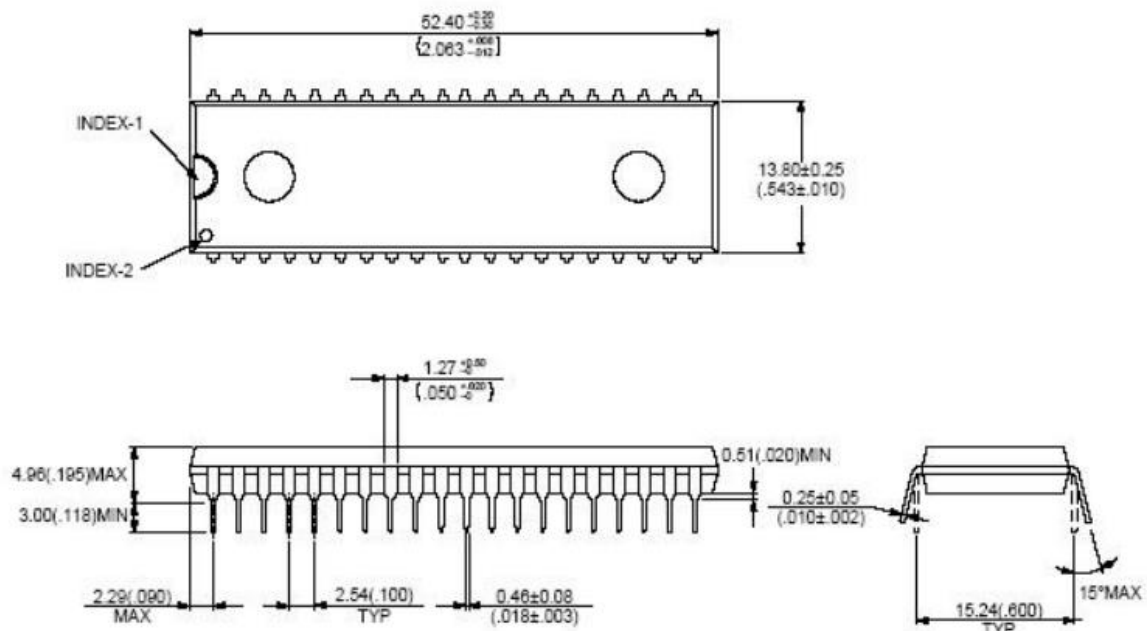


Рисунок 1.22 – Габаритні розміри мікросхеми ATMEGA32-16PU "Microchip"

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

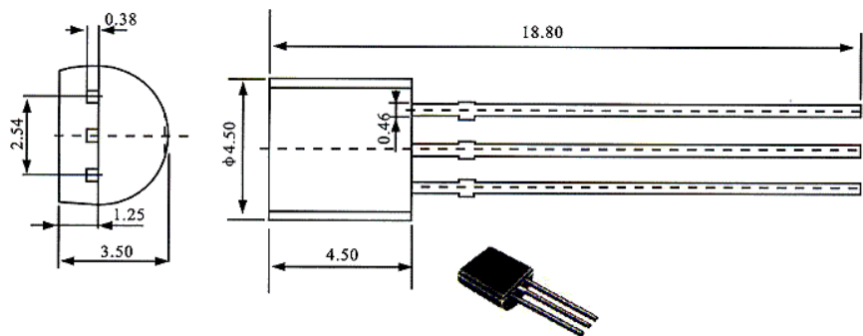


Рисунок 1.23 – Габаритні розміри DS1812D-5 "Dallas Semiconductor:

Мікросхема DS1812D-5-DD5 від Dallas Semiconductor [22] (нині Maxim Integrated, підрозділ Analog Devices) — це компактний та енергоефективний супервізор живлення, призначений для автоматичного перезавантаження мікропроцесорів або мікроконтролерів після збоїв живлення. Вона забезпечує надійний контроль напруги живлення та генерує активний високий сигнал скидання (reset) при виявленні відхилень від допустимого діапазону.

Основні технічні характеристики:

- Тип пристрою: Супервізор живлення з активним високим push-pull виходом;
- Поріг спрацювання: 4,62 В ($\pm 2,5\%$);
- Затримка скидання: приблизно 150 мс після повернення VCC до норми;
- Напруга живлення (VCC): від 0 до 5,5 В;
- Споживання струму: до 40 мкА;
- Робочий температурний діапазон: від -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$;
- Корпус: TO-92-3 (D-варіант), також доступний у SOT-23;
- Вихідний сигнал: активний високий (push-pull);
- Кількість моніторингованих джерел: 1;
- Додаткові функції: немає watchdog-таймера або ручного скидання;

Особливості:

- Автоматичне перезавантаження мікропроцесора після збоїв живлення;
- Підтримка сигналу скидання протягом 150 мс після стабілізації живлення;
- Зменшує потребу в дискретних компонентах;
- Точне температурно-компенсоване опорне напруження та датчик напруги;
- Доступний у недорогому корпусі TO-92 або компактному SOT-23 для поверхневого монтажу;

Застосування:

- Мікроконтролерні системи;
- Вбудовані пристрої;
- Портативна електроніка;
- Системи живлення з резервуванням.

Мікросхема CD4017BE - DD6 від Texas Instruments [23]— це CMOS-декадний лічильник з 10 декодованими виходами, що широко використовується в цифровій електроніці для реалізації послідовних логічних операцій, таймерів, світлодіодних індикаторів та генераторів сигналів.

Основні технічні характеристики:

- - Тип пристрою: декадний лічильник/розподілювач з 10 декодованими виходами;
- Архітектура: 5-стадійний лічильник Джонсона;
- Кількість виходів: 10 (Q0–Q9), активні високим рівнем;
- Вхідні сигнали: CLOCK (тактова частота), RESET (скидання), CLOCK INHIBIT (блокування такту);
- Тип тригера: позитивний фронт імпульсу;
- Частота роботи: до 10 МГц при $V_{DD} = 10 \text{ В}$;
- Напруга живлення (V_{DD}): від 3 В до 18 В;

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Робочий температурний діапазон: від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$;
- Корпус: DIP-16 (через отвір);
- Споживання струму: до 0,03 мА при номінальній напрузі;
- Затримка поширення: приблизно 650 нс;

Особливості:

- Повністю статична робота;
- Симетричні характеристики виходів;
- Вбудований тригер Шмітта на вході CLOCK для формування імпульсів;
- Підтримка синхронного рахунку з асинхронним скиданням;
- Можливість каскадування для розширення кількості лічильних станів;
- Сумісність з іншими CMOS та TTL логічними рівнями;

Застосування:

- Секвенсори та мультиплексори;
- Світлодіодні індикатори та біжучі вогні;
- Генератори імпульсів та частотні дільники;
- Таймери та системи керування подіями;
- Цифрові системи автоматизації.

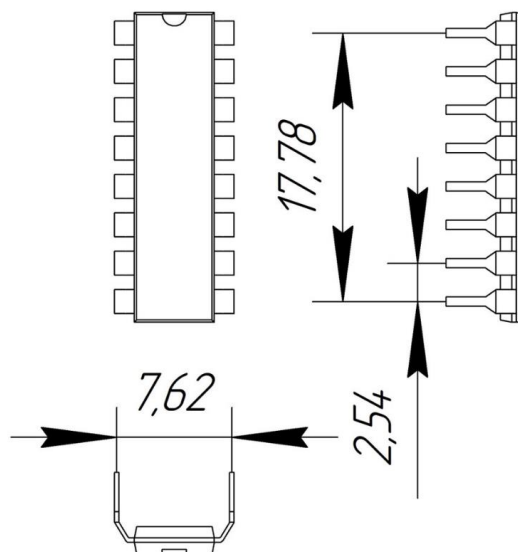


Рисунок 1.24 – Габаритні розміри мікросхеми CD4017 "Texas Instruments"

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

1.6 Компонівка друкованого вузла пристрою

Загальні принципи та основи компоновки друкованого вузла пристрою в радіоелектроніці полягають у забезпеченні оптимального розташування елементів на друкованій платі (ДП) з урахуванням електричних, технологічних, теплових та ергономічних вимог. Компонівка є одним із ключових етапів проєктування, оскільки значною мірою впливає на надійність, ефективність та ремонтпридатність пристрою.

Основні принципи компоновки:

1. Функціональна логіка розміщення.

Елементи розташовуються відповідно до функціонального поділу схеми: блоки живлення, підсилення, обробки сигналу тощо повинні мати чітко визначені зони. Це полегшує трасування, знижує рівень перешкод і спрощує обслуговування.

2. Мінімізація довжин з'єднань.

Щоб зменшити паразитні ємності та індуктивності, елементи слід розміщувати так, щоб сигнальні шляхи були якомога коротшими, особливо для високочастотних сигналів, аналогових трактів або ланцюгів синхронізації.

3. Ізоляція аналогових та цифрових ланцюгів.

У пристроях зі змішаним типом сигналів важливо уникати взаємних впливів між аналоговими та цифровими схемами. Вони мають бути фізично рознесені або розділені захисними екранами.

4. Правильне розташування елементів живлення.

Конденсатори фільтрації повинні розміщуватись максимально близько до відповідних мікросхем або джерел живлення. Потужні компоненти (трансформатори, стабілізатори) повинні мати місце для тепловідведення.

5. Урахування теплових режимів.

Потужні компоненти (наприклад, транзистори, стабілізатори, резистори з високою потужністю розсіювання) мають бути розміщені в зоні вільного доступу повітря, з можливістю встановлення радіаторів.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Електромагнітна сумісність (ЕМС).

Застосовуються заземлення, екрани, захисні контури та розриви, особливо при роботі з імпульсними або високочастотними схемами.

7. Симетрія та логічність розташування.

Компактна і симетрична компоновка спрощує трасування друкованих провідників та підвищує естетику й зручність обслуговування.

8. Технологічність виробництва.

Елементи розміщуються згідно з обраною технологією монтажу (SMD, DIP тощо). Перевага надається орієнтації виводів у напрямку автоматичного монтажу. Враховуються допуски на отвори, розміри паяльних площадок тощо.

9. Можливість сервісного доступу.

Елементи, які піддаються заміні (запобіжники, мікросхеми в панельках, батареї тощо), мають бути розташовані у доступних місцях.

10. Заземлення та нульові шини.

Важливо забезпечити правильну структуру "землі" — зазвичай у вигляді суцільної площини або "зірки", щоб уникнути паразитних струмів у цифрових/аналогових ділянках.

Грамотно спроектована компоновка друкованого вузла дозволяє зменшити електричні перешкоди, поліпшити тепловідвід, підвищити зручність обслуговування і знизити вартість виробництва. Це критично важливий етап, що впливає на всі аспекти подальшої експлуатації радіоелектронного пристрою [24].

Компонування друкованого вузла в радіоелектроніці та радіотехніці — це відповідальний етап проєктування електронного пристрою, який визначає його функціональність, надійність, ремонтпридатність та стійкість до зовнішніх впливів. Основним завданням цього процесу є правильне просторове розміщення електронних компонентів на друкованій платі та забезпечення оптимального електричного з'єднання між ними. Успішне компонування передбачає врахування низки принципів, правил та обмежень, які базуються на фізичних, технологічних та електричних міркуваннях.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Передусім, важливо дотримуватись принципу функціональності, тобто забезпечити надійну та стабільну роботу електронної схеми. Компоненти повинні бути розміщені логічно, відповідно до їхнього призначення в колі: наприклад, блок живлення має бути відділений від обробки сигналу, а цифрові та аналогові компоненти — розміщені в окремих зонах. Для цього широко застосовується зонування плати, тобто поділ її на функціональні області, що дозволяє зменшити електромагнітні завади, уникнути перехресних наведень та полегшити обслуговування пристрою. При розміщенні елементів бажано дотримуватися логіки проходження сигналу — зліва направо або згори вниз — так, як він протікає в самій схемі: від джерела сигналу до виходу.

Ще одним фундаментальним принципом є технологічність. Важливо забезпечити зручність пайки, доступ до контактів, а також достатню відстань між елементами для можливого ремонту або заміни.

Щільне компонування може призвести до помилок під час виготовлення або до перегріву компонентів у процесі експлуатації.

Для цього рекомендується залишати між елементами зазори, враховувати габарити паяльних інструментів, а також дотримуватись рекомендацій щодо мінімальних відстаней між доріжками, пятаками та отворами.

Особливу увагу слід приділяти трасуванню — розведенню доріжок між елементами. Основне правило — доріжки повинні бути якомога коротшими, прямими, без зайвих згинів, а в ідеалі — з поворотами під кутом 45 градусів, щоб уникнути відшаровування мідного шару або виникнення паразитних індуктивностей. Для доріжок живлення та заземлення важливо забезпечити достатню ширину, що відповідає очікуваному струму, адже занадто вузька доріжка може перегрітись або створити падіння напруги. Щоб уникнути проблем з шумами, використовується концепція суцільної "земляної площини", яка також слугує екраном для сигнальних ліній. Особливо це актуально для цифрових або височастотних схем, де стабільність потенціалу землі відіграє критичну роль.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випадку з мікросхемами, слід орієнтувати їх однаково — для полегшення монтажу та зменшення помилок. Декуплінгові (байпасні) конденсатори обов'язково розміщуються безпосередньо біля виводів живлення мікросхем, що дозволяє зменшити локальні пульсації напруги. Потужні елементи — резистори великої потужності, стабілізатори, силові транзистори — слід розміщувати ближче до країв плати для забезпечення ефективного тепловідведення. У випадку високої щільності потужних компонентів потрібно передбачити теплові "пастки" або підключення до радіаторів.

Щодо багатошарових плат, вони застосовуються у складніших пристроях. У двошарових платах зазвичай один шар виділяється під сигнальні лінії, інший — під "землю". Чотиришарові плати, як правило, містять два сигнальні шари, один для живлення і один для заземлення.

Така структура дозволяє суттєво знизити завади, покращити розведення і підвищити стабільність роботи схеми.

Під час проєктування варто уникати типових помилок, таких як занадто довгі сигнальні лінії, відсутність байпасних конденсаторів, перехрещення аналогових та цифрових трас, використання гострих кутів у доріжках, або ж зміщення площин землі. Усі ці фактори можуть призвести до дестабілізації пристрою, появи перешкод, порушення логіки роботи або навіть до виходу з ладу окремих компонентів [5].

В сучасному проєктуванні широко застосовуються програмні засоби автоматизації, такі як KiCad, Altium Designer, Eagle, EasyEDA та інші. Вони дозволяють виконувати перевірку правил проєктування (DRC), електричну перевірку (ERC), трасування вручну або автоматично, а також візуалізацію плати у 3D. Завдяки таким інструментам можна значно підвищити якість проєкту та уникнути критичних помилок ще на стадії планування.

Таким чином, правильне компонування друкованого вузла — це баланс між функціональністю, електричними характеристиками, тепловими умовами та зручністю виробництва. Дотримання наведених принципів дозволяє створювати надійні, довговічні та ефективні електронні пристрої.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Висновок до розділу 1

У першому розділі здійснено глибоке вивчення технічного завдання, логічної побудови пристрою та його електричної принципової схеми. Окрему увагу приділено моделюванню та інженерному обґрунтуванню основних функціональних вузлів. Проведений аналіз вимог до системи дозволив сформулювати перелік основних характеристик та критеріїв, необхідних для забезпечення її ефективної та стабільної роботи. Виявлено, що технічні вимоги охоплюють увесь спектр необхідних параметрів для створення надійного електронного пристрою.

Було вивчено побудову системи на рівні структурної схеми, визначено її ключові блоки та встановлено взаємодію між ними. Результати аналізу підтвердили, що така архітектура повністю узгоджується з поставленими вимогами та забезпечує ефективне функціонування. Докладно описано принцип дії кожного функціонального елементу, а також проаналізовано рівень надійності та функціональної придатності схеми. Проведено необхідні електротехнічні розрахунки для критичних ділянок, що підтвердило їх відповідність заданим технічним характеристикам.

Окремо розглянуто параметри друкованого монтажу, з урахуванням вимог до тепловідведення, зменшення втрат та компактності. Виконано дослідження ринку електронних компонентів з метою вибору найбільш оптимальних варіантів за критеріями доступності, вартості та довговічності. Кожен компонент підібрано з урахуванням відповідності до необхідних характеристик.

Також розроблено варіант розміщення елементів на друкованій платі, що забезпечує компактність конструкції та зручність збирання. Перевірено її відповідність нормам ергономіки та технічним вимогам. Підсумовуючи, можна стверджувати, що усі виконані роботи в межах розділу 1 демонструють відповідність розробленого пристрою поставленим завданням, підтверджують його функціональність, надійність і відповідність сучасним технічним вимогам.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Спеціальна частина

2.1 Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування

Формування посадкових місць у Altium Designer

Посадкові місця компонентів можна отримати кількома способами: скопіювати з редактора друкованих плат (PCB Editor), імпортувати з іншої бібліотеки посадкових місць (PCB Footprint Library), створити з нуля за допомогою майстра PCB Component Wizard або інструментів малювання.

Якщо у вас вже є проект друкованої плати з потрібними посадковими місцями, на їх основі можна автоматично сформувати нову бібліотеку посадкових місць за допомогою команди Design → Make PCB Library [29].

Altium Designer має вбудовану бібліотеку посадкових місць, яка охоплює компоненти для крізного монтажу та поверхневого монтажу. Ці бібліотеки розміщено в папці Library\Pcb каталогу встановлення програми, і вони доступні для використання у ваших проектах.

У цьому посібнику приклади посадкових місць наведено виключно з ілюстративною метою — вони можуть не відповідати вимогам щодо точності. При самостійному створенні посадкових місць обов'язково орієнтуйтеся на технічну документацію виробника компонентів.

Примітка: при додаванні посадкового місця до компонента в редакторі бібліотек (Schematic Library Editor), сама модель не копіюється до схеми, а лише зв'язується з нею за посиланням. Це означає, що відповідна бібліотека посадкових місць має бути доступна як під час редагування компонента, так і при вставці його в схему.

Altium Designer виконує пошук моделі посадкового місця в такому порядку:

Спочатку в бібліотеках, підключених до поточного проекту.

Далі — у встановлених і підключених бібліотеках посадкових місць (крім інтегрованих бібліотек).

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Можна змінити порядок перегляду бібліотек, щоб впливати на послідовність пошуку.

Процес створення посадкового місця [30]

Створення посадкового місця передбачає визначення його конструкції у редакторі PCB Component Editor, розміщення контактних майданчиків для електричних з'єднань, а також побудову контурних ліній.

Контури компонента зазвичай кресляться у шарі Top Overlay (шовкодрук).

Контактні майданчики для крізного монтажу формуються у шарі Multi-Layer.

Для поверхневого монтажу майданчики розміщуються на Top Layer (верхньому сигнальному шарі).

Перед початком формування посадкового місця слід встановити відповідну одиницю вимірювання та налаштувати сітку. Для цього відкрийте Tools → Library Options і в діалоговому вікні Board Options виконайте налаштування:

Component Grid — сітка для розміщення компонентів. Задайте горизонтальний і вертикальний крок.

Snap Grid — сітка захоплення, яка використовується для точного позиціонування графічних елементів.

Visible Grids — допоміжні сітки для візуального контролю розміщення та вирівнювання.

Завершальні дії

Змініть назву створеного посадкового місця PCBCOMPONENT1 у панелі PCB Library на відповідну.

Встановіть точку прив'язки графіки в центр креслення, натиснувши J → R.

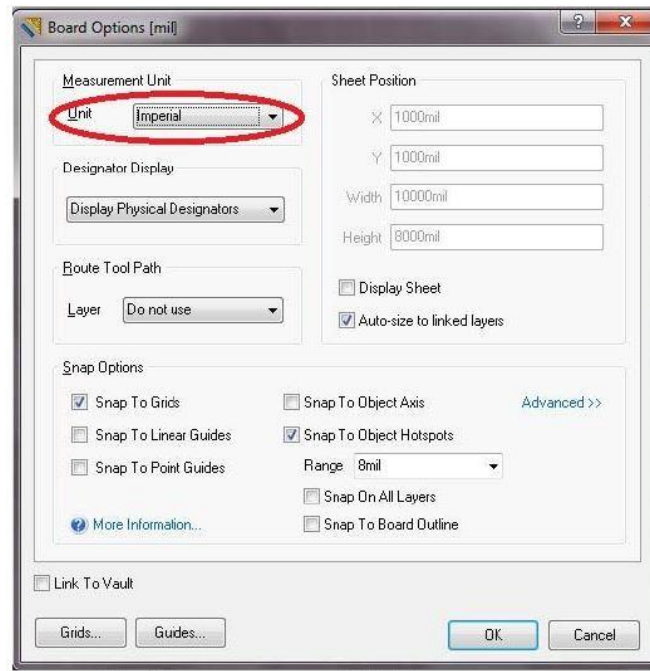


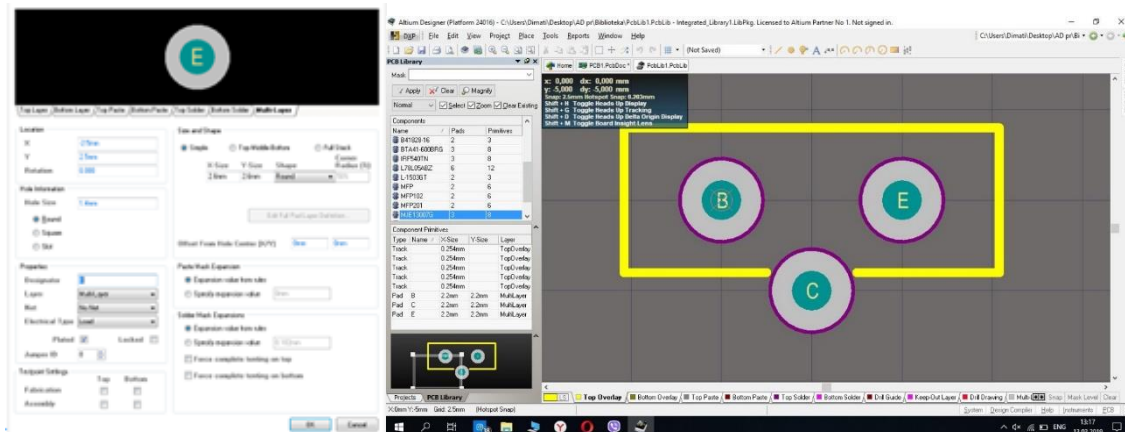
Рисунок 2.1-Налаштування редактора посадочних місць

Для створення контактної площадки (КП) у графічному редакторі користувач відкриває команду Place > Pad або використовує гарячі клавіші P, P. Перед розміщенням КП на робочому полі слід натиснути Tab, щоб відкрити вікно налаштування параметрів контактного майданчика.

У цьому вікні задаються властивості КП [29]:

- у полі Location вказуються координати розташування (зазвичай 0, 0);
- у розділі Hole Information вибирається тип і розмір отвору: круглий (Round), квадратний (Square) або щілинний (Slot). Наприклад, для діаметра 1,4 мм обирається круглий отвір, що забезпечує сумісність з стрічковими виводами транзисторів у корпусі TO-220;
- у розділі Size and Shape визначають форму і розміри металізації КП. Для компонента MC7805CTG "ON Semiconductor" вибирається кругла форма з розмірами 2,8 мм по осях X і Y;
- у полі Designator призначається позначення контакту, наприклад, цифра 1 для колекторного виводу.

Після встановлення параметрів КП фіксується на полі редактора кліком миші або натисканням клавіші Enter. Після першої розміщеної площадки наступні автоматично слідує за курсором і можуть бути розміщені аналогічним чином.



а)

б)

Рисунок 2.2 Формування ТПМ: а) властивості КП, б) результат.

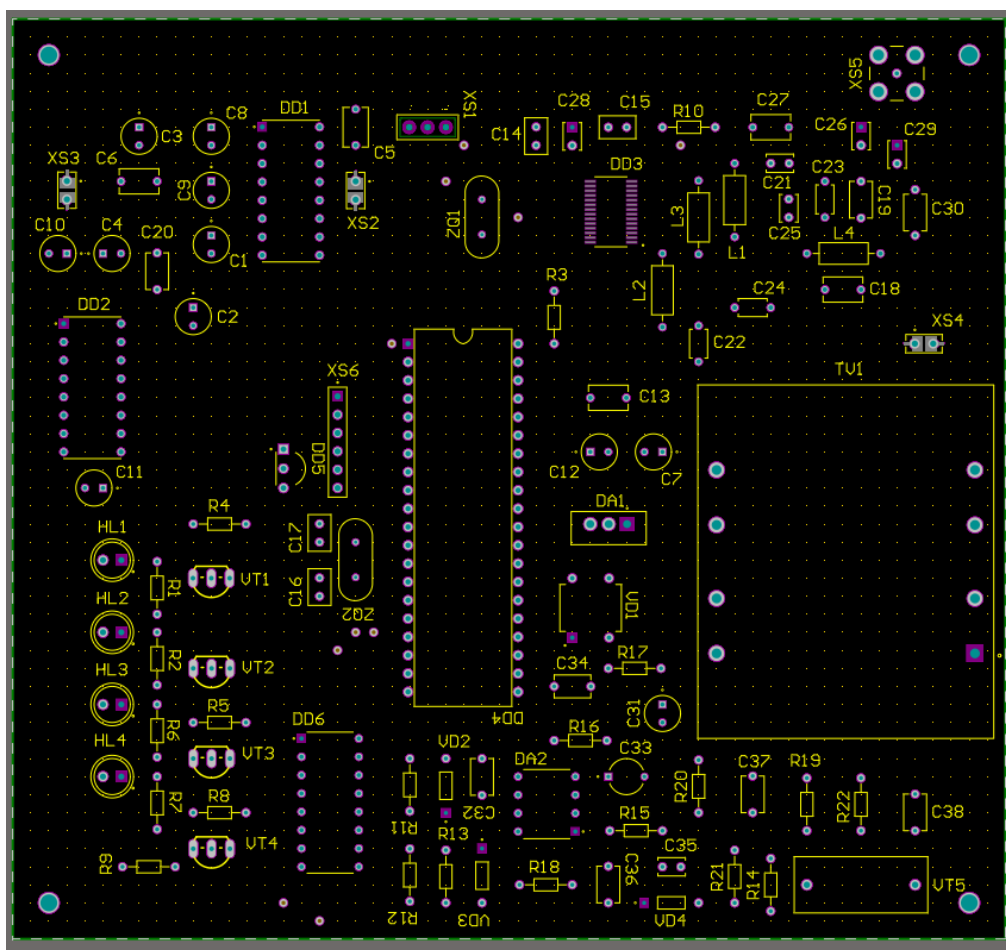


Рисунок 2.3. Зовнішній вигляд посадочних місць в AD

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ХОС 2.089.001 ПЗ

Арк.

53

Слід зазначити, що в програмі Altium Designer розробка бібліотек значно полегшена, оскільки немає необхідності заповнювати таблицю відповідності висновків. Водночас створення символу є дещо складнішим, оскільки кожен клітинку складної мікросхеми потрібно малювати окремо.

В результаті виконаних робіт були створені посадочні місця для компонентів, які будуть застосовуватися при розробці друкованих плат.

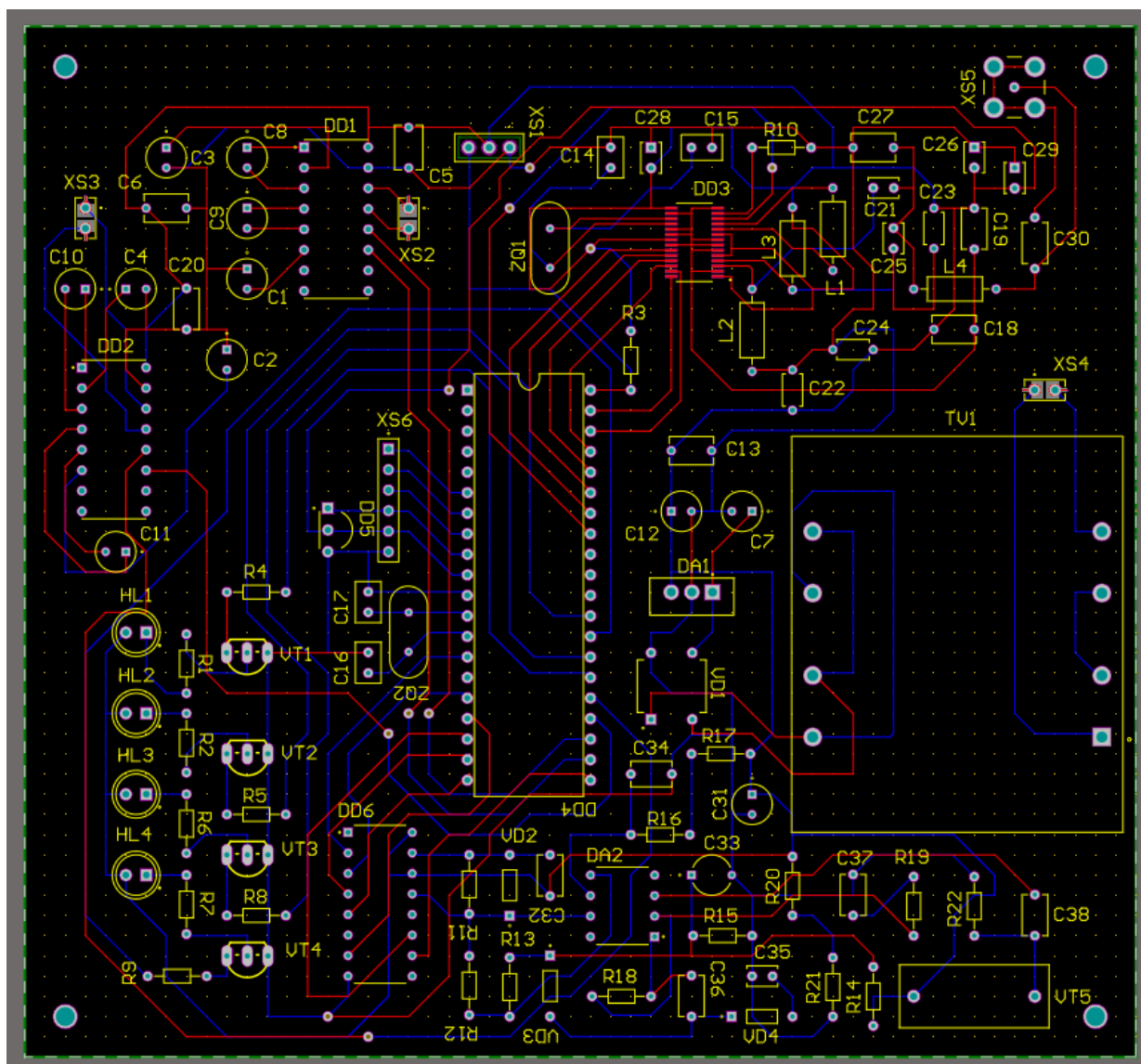


Рисунок 2.4- Друкована плата виконана в програмі Altium Designer

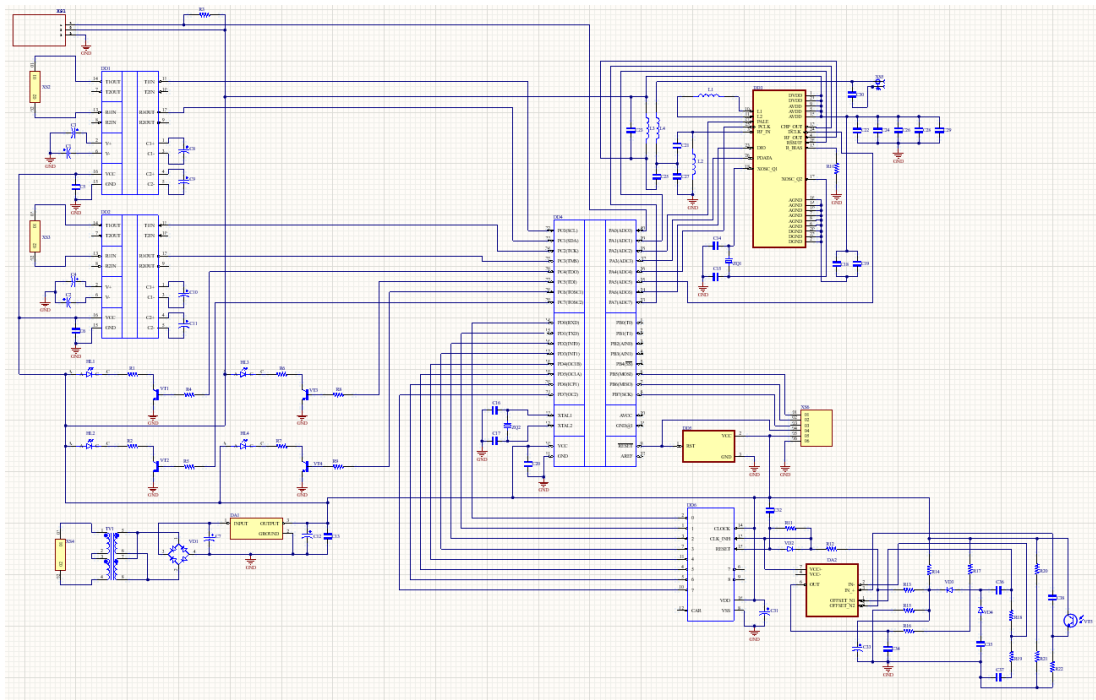


Рисунок 2.5- Схем принципова виконана в програмі Altium Designer

2.2 Висновки до розділу 2

У другому розділі розглянуто ключові особливості проектування, зокрема обґрунтування вибору системи автоматизованого проектування (САПР) та створення моделі плати виробу. Було проведено детальний аналіз різних САПР з урахуванням їхніх можливостей, переваг і недоліків. Вибір системи базувався на критеріях функціональності, зручності використання, відповідності вимогам проекту та вартості. В результаті було обрано САПР, що підтримує повний цикл проектування — від розробки схеми до створення 3D-моделі, що сприяє зменшенню помилок і підвищенню ефективності роботи.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ХОС 2.089.001 ПЗ

Арк.

55

3 Безпека життєдіяльності та охорона праці

3.1 Надзвичайні ситуації метеорологічного характеру

Надзвичайні ситуації природного характеру — це небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні морські та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейну, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміна стану водних ресурсів та біосфери тощо.

Людина здатна полетіти на Місяць, але сили природи нашої власної планети все ще нами не підкорені. У наш цивілізований, технічно розвинений час людство залишається залежним від природних явищ, які досить часто мають катастрофічний характер. Виверження вулканів, землетруси, посухи, селеві потоки, снігові лавини, повені спричиняють загибель багатьох тисяч людей, завдають величезних матеріальних збитків.

Найбільші збитки з усіх стихійних лих спричиняють повені (40%), на другому місці — тропічні циклони (20%), на третьому і четвертому місцях (по 15%) — землетруси та посухи [37].

Стихійні лиха — це небезпечні природні явища, процеси атмосферного, гідрологічного, геологічного, біосферного або іншого походження таких масштабів, які призводять до катастрофічних ситуацій з раптовим порушенням систем життєдіяльності населення, руйнуванням і знищенням матеріальних цінностей, об'єктів народного господарства, що у свою чергу може спричинити аварії й катастрофи.

Справжнім лихом є землетруси, повені, зсуви, селеві потоки, бурі, урагани, снігові заноси, пожежі лісів, торфу, полів і населених пунктів. Тільки за останні 20 років вони забрали життя більше трьох мільйонів чоловік. За даними ООН, за цей період майже один мільярд жителів нашої планети потерпіли від стихійних лих [38].

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для ліквідації їх наслідків залучаються сили і засоби цивільного захисту, часто значна частина населення і військові формування, а на відповідні роботи витрачаються багато сил і великі матеріальні кошти.

Кожне стихійне лихо має свої причини виникнення, притаманні тільки йому особливості впливу на навколишнє середовище, фізичну суть і рушійні сили. Проте їм характерні й загальні властивості — це великий просторовий захват, сильна психологічна дія на населення і значний вплив на навколишнє середовище.

Знаючи характер стихійних лих, причини їх виникнення, можна завчасно вжити заходів і тим самим запобігти деяким з них або значно зменшити їх руйнівний вплив, спланувати правильні дії населення для проведення рятувальних робіт [37].

Велике значення має проведення профілактичних робіт з метою запобігання збиткам від стихії або зменшення їх. Важливо своєчасно провести роботи, спрямовані на локалізацію стихійного лиха, щоб зменшити зони руйнувань, скоротити до мінімуму збитки і своєчасно надати допомогу потерпілим.

Меншими будуть втрати людей, матеріальні збитки, більш ефективними заходи ліквідації наслідків стихійних лих при високій організованості, обґрунтованості, завчасному плануванні та оперативному виконанні заходів державними органами, силами цивільної оборони разом з населенням, яке повинно знати, як поводитися у надзвичайних ситуаціях, виявляючи організованість, дисципліну і морально-психологічну стійкість.

Населення має бути готовим до надзвичайних ситуацій, брати грамотну, активну участь у ліквідації наслідків стихійних лих, виробничих аварій і катастроф.

В Україні найчастіше спостерігаються такі надзвичайні ситуації природного походження [39]:

— небезпечні геологічні явища: зсуви, обвали, осипки, просадки земної поверхні різного походження;

— небезпечні метеорологічні явища: зливи, урагани, сильні снігопади, сильний град, ожеледь;

— небезпечні гідрологічні явища: повені, паводки, підвищення рівня ґрунтових вод;

— природні пожежі лісових та торф'яних масивів;

— масові інфекції та хвороби людей, тварин, рослин.

Заходи безпеки:

- своєчасне інформування населення через ЗМІ або мобільні оповіщення.

- утеплення житла в разі морозів або підготовка до евакуації при сильних зливах чи бурях.

- наявність запасів води, їжі, ліків, джерел автономного освітлення (ліхтарики, павербанки).

- дотримання вказівок ДСНС, гідрометеоцентрів та місцевої влади.

3.2 Оцінка травмонебезпеки виробничого процесу.

Оцінка травмонебезпеки виробничого процесу — це систематичний аналіз, спрямований на виявлення потенційних небезпек, що можуть призвести до травм працівників, оцінку пов'язаних з ними ризиків та розробку заходів для їх усунення або мінімізації. Цей процес є ключовим елементом системи управління охороною праці на будь-якому підприємстві.

Опис процесу оцінки травмонебезпеки зазвичай включає такі основні етапи [40]:

1) Підготовка та планування:

- визначення обсягу оцінки: чітко окреслюються виробничі процеси, робочі місця, обладнання та види робіт, що підлягають аналізу.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Збір вихідної інформації: аналізується наявна документація (технологічні регламенти, інструкції з експлуатації обладнання, дані про попередні нещасні випадки та професійні захворювання, результати атестації робочих місць).

3) Формування команди: до оцінки залучаються фахівці з охорони праці, технологи, керівники підрозділів, представники профспілки та безпосередньо працівники, які добре знають особливості виробничого процесу.

4) Ідентифікація небезпек:

- це етап виявлення всіх можливих джерел небезпеки, які можуть спричинити травму. Небезпеки можуть бути:

- механічні: рухомі частини обладнання, гострі краї, предмети, що падають, небезпека защемлення, порізу, удару;

- електричні: ураження струмом через несправність ізоляції, дотик до струмопровідних частин, статична електрика;

- термічні: опіки від гарячих поверхонь, розплавлених матеріалів, полум'я; обмороження від низьких температур;

- хімічні: вплив токсичних, подразнюючих, легкозаймистих речовин через дихальні шляхи, шкіру.

- фізичні: шум, вібрація, незадовільне освітлення, несприятливі мікрокліматичні умови, іонізуюче та неіонізуюче випромінювання;

- ергономічні: фізичне перенапруження (підняття важких предметів), незручна робоча поза, монотонність праці;

- психофізіологічні: стрес, перевтома, неувважність.

Небезпеки, пов'язані з організацією робочого місця: захащеність проходів, недостатній простір, слизька підлога.

Методи ідентифікації включають: інспекції робочих місць, аналіз карт технологічних процесів, опитування працівників, вивчення статистики нещасних випадків, використання чек-листів [41].

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оцінка ризиків. Для кожної виявленої небезпеки оцінюється ризик – поєднання ймовірності виникнення небезпечної події та тяжкості можливих наслідків (травми або шкоди здоров'ю).

Оцінка ймовірності визначається, наскільки часто може статися небезпечна подія (дуже рідко, рідко, можливо, часто, дуже часто).

Оцінка тяжкості наслідків: Визначається потенційна серйозність травми (легка травма без втрати працездатності, травма з тимчасовою втратою працездатності, важка травма/інвалідність, летальний випадок).

Рівень ризику часто визначається за допомогою матриці ризиків, де комбінуються ці два показники. Це дозволяє пріоритизувати ризики (низький, середній, високий, неприйнятний).

Розробка та впровадження заходів контролю (керування ризиками).

На основі оцінки ризиків розробляються заходи для усунення або зниження їх до прийняттого рівня. При цьому дотримуються ієрархії заходів контролю [42]:

- усунення небезпеки: Найефективніший захід – повне виключення небезпечного процесу, обладнання або матеріалуф;
- заміна небезпечного на менш небезпечне (використання менш токсичних речовин);
- технічні (інженерні) заходи. Встановлення захисних огорожень, блокувальних пристроїв, систем вентиляції, автоматизація небезпечних операцій;
- адміністративні (організаційні) заходи. Розробка та впровадження безпечних методів роботи, інструктажів, навчання, скорочення часу впливу небезпечного фактора, використання попереджувальних знаків, маркування;
- засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям, респіраторами, окулярами, касками тощо. ЗІЗ використовуються, коли інші заходи не можуть повністю усунути ризик.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Документування. Усі етапи оцінки травмонебезпеки, виявлені небезпеки, оцінені ризики та впроваджені заходи контролю повинні бути задокументовані. Це важливо для підтвердження відповідності законодавчим вимогам, для подальшого аналізу та перегляду.

Моніторинг та перегляд. Оцінка травмонебезпеки – це не одноразовий захід, а безперервний процес. Необхідно регулярно переглядати оцінку, особливо у випадках [40]:

- змін у технологічних процесах, обладнанні, матеріалах;
- після нещасних випадків або інцидентів;
- при змінах у законодавстві;
- на основі результатів аудиту системи охорони праці.

Моніторинг ефективності впроваджених заходів є обов'язковим для забезпечення їх дієвості.

Залучення працівників на всіх етапах оцінки травмонебезпеки значно підвищує її якість та ефективність, оскільки саме вони найкраще знають потенційні небезпеки своєї роботи. Правильно проведена оцінка дозволяє не лише запобігти травмам та захворюванням, але й підвищити продуктивність праці та створити безпечніші та комфортніші умови на робочих місцях.

3.3 Висновки до розділу 3

Розробив систему та мережу для віддаленого моніторингу за рівнем температури, що надзвичайні ситуації метеорологічного характеру суттєво впливають на рівень безпеки виробничого процесу. Вони підвищують ризик травмування персоналу, особливо при виконанні робіт на відкритому повітрі та з механізмами. Для мінімізації ризиків необхідно завчасно проводити оцінку травмонебезпеки та впроваджувати профілактичні заходи безпеки.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Висновки

Основна частина роботи присвячена комплексному аналізу та розробці системи та мережі для віддаленого моніторингу температури з позиції електронної схемотехніки та інженерії. Аналіз технічного завдання дозволив чітко сформулювати вимоги до пристрою, що забезпечило ефективність наступних етапів проєктування. Розгляд структурної схеми дав можливість глибше зрозуміти принцип дії системи та визначити її основні функціональні модулі.

Опис роботи електричної принципової схеми та оцінка її ефективності дозволили виявити вплив кожного елемента на загальну працездатність пристрою та запропонувати шляхи для оптимізації. Проєктування і розрахунок функціональних вузлів, обґрунтований вибір елементної бази, компонування друкованої плати й аналіз собівартості були виконані з високою точністю відповідно до сучасних інженерних стандартів.

У спеціальному розділі було обґрунтовано вибір системи автоматизованого проєктування (САПР), яка дозволила ефективно реалізувати повний цикл створення пристрою, зокрема 3D-моделювання плати. Це сприяло оптимальному розміщенню компонентів і вдосконаленню конструктивного виконання пристрою.

Загалом, з огляду на ретельність виконаної роботи та професійний підхід до проєктування, можна зробити висновок, що розроблена система повністю відповідає поставленим технічним вимогам і є придатною для практичного впровадження.

					<i>ХОС 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Список використаних джерел

1. Сайт схеми пристрою [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub.com/page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.04.2025).
2. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів” для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / укл. : Л. В. Хвостівська, В. Л. Дунець. - Тернопіль : ТНТУ, 2020. - 109 с.
3. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни ”Основи радіоелектроніки”. Ч.1. Для студентів напряму підготовки 6.050902 - Радіоелектронні апарати : . / . — Тернопіль : ТНТУ , 2014 — 89 с.
4. Дунець В. Л. Математична модель та метод опрацювання електрокардіосигналу при фізичному навантаженні для підвищення точності кардіодіагностичних систем / Дунець В.Л. . — Тернопіль , 2013 — 20 с.
5. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни ”Основи радіоелектроніки”. Ч.1. Для студентів напряму підготовки 6.050902 - Радіоелектронні апарати : . / . — Тернопіль : ТНТУ , 2014 — 89 с.
6. Конденсатор ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary.com/reference/transformers-tn/tn20.html>(дата звернення 1.04.2025).
7. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip.com/product/elc10d101e> [www.cityradio.narod.](http://www.cityradio.narod.ru) (дата звернення 3.04.2025).
8. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf>[www.radio-portal..www.vprl..](http://www.radio-portal.ru) (дата звернення 1.04.2025).
9. Індуктивність B82141A1224J000 [електронний ресурс] – Режим доступу [http://www.platan./shop/part/PBS-4.html](http://www.platan.shop/part/PBS-4.html). (дата звернення 3.04.2025).

					<i>ХОС 2.089.001 ПЗ</i>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Світлодіод L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct.com/catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.04.2025).

11. Кварцевий резонатор HC-49U-4,032 МГц- [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacy-n-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesy-noyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.04.2025).

12. Транзистор 2SC1815 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip.com/product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.04.2025).

13. Фототранзистор RPM-22PB [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.04.2025).

14. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc.com/catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.04.2025).

15. Діодний міст DB105 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.platan.com/cgi-bin/qwery.pl/id=995635956>(дата звернення 1.04.2025).

16. Мікросхема MC7805CTG [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu/details/17812cp/stabilizatory-napriazheniia-nereguliruemye/stmicroelectronics/>(дата звернення 1.04.2025).

17. Мікросхема TL081CP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://relecom.com.ua/Home/Product?nomenclatureId=70460>(дата звернення 1.04.2025).

18. Мікросхема TL081CP - [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacy-n-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesy-noyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.04.2025).

19. Мікросхема MAX232CP [електронний ресурс] – Режим доступу:
URL: <https://www.chipdip.com/product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.04.2025).

20. Мікросхема CC1000 [електронний ресурс] – Режим доступу:
URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.04.2025).

21. Мікроконтролер ATmega32-16PU [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc.com/catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.04.2025).

22. Мікросхема DS1812D [електронний ресурс] – Режим доступу:
URL: <https://www.platan.com/cgi-bin/qwery.pl/id=995635956>(дата звернення 1.04.2025).

23. Мікросхема CD4017BE [електронний ресурс] – Режим доступу:
URL: <https://www.tme.eu/details/l7812cp/stabilizatory-napriazheniia-nereguliruemye/stmicroelectronics/>(дата звернення 1.04.2025).

24. Методичні рекомендації до виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» («Телекомунікації та радіотехніка»)/ уклад.: Дунець В.Л., Дедів І.Ю. Тернопіль: ТНТУ, 2024. 77 с.

25. ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 «Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, IDT)

26. ДСТУ 2646-94. Плати друковані. Терміни та визначення.

27. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни “Системи автоматизованого проєктування радіоелектронних засобів” для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Уклад.: Хвостівська Л.В., Дунець В.Л. Тернопіль: ТНТУ, 2022. 109 с.

28. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Системи автоматизованого проєктування радіоелектронних засобів» для

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Уклад.: Л.В.Хвостівська. Тернопіль: ТНТУ, 2022. 63 с.

29. Дунець В.Л., Хвостівський М.О., Сверстюк А.С., Хвостівська Л.В. Математичне та алгоритмічно-програмне забезпечення опрацювання електрокадіосигналів при фізичному навантаженні у кардіодіагностичних системах: наукова монографія. Львів: Видавництво «Магнолія - 2006», 2022. 136 с.

30. Математичне, алгоритмічне та програмне забезпечення синфазного виявлення радіосигналів в електронних комунікаційних мережах із завадами / Л. Хвостівська, М. Хвостівський, В. Дунець, І. Дедів // Вісник ТНТУ. — Т. : ТНТУ, 2023. — Том 111. — № 3. — С. 48–57.

31. Розвиток математичного моделювання трафіку комп'ютерних мереж / М. О. Хвостівський, Г. М. Осухівська, Л. В. Хвостівська, Д. В. Величко // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції „Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій“ до 60-річчя з дня заснування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя та 175-річчя з дня народження Івана Пулюя, 14-15 травня 2020 року. Т.: ТНТУ, 2020. С. 187–188.

32. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. Фізика. Електроніка. – Т. 4, Вип. 1. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. – С. 83-89. – ISSN 2227-8842.

33. Mathematical modelling of daily computer network traffic. Khvostivskyu, M., Osukhivska, H., Khvostivska, L., Lobur T., Velychko D, Lupenko, S., Hovorushchenko, T. 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITTAP 2021, Ternopil. 16 November 2021 до 18 November 2021. CEUR Workshop Proceedings. Том 3039, P.107-111.

34. Хвостівська Л.В., Хвостівський М.О. Синтез структури інформаційної системи реєстрації та обробки пульсового сигналу. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наук. праць. Фізика. Електроніка. – Т. 4, Вип. 1. – Чернівці: Чернівецький національний університет, 2015. – С. 83-89. – ISSN 2227-8842

35. Liliya Khvostivska, Mykola Khvostivsky, Vasyl Dunetc, Iryna Dediv. Mathematical and Algorithmic Support of Detection Useful Radiosignals in Telecommunication Networks. Proceedings of the 2nd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems (ITTAP 2022). Ternopil, Ukraine, November 22-24, 2022. P.314-318. ISSN 1613-0073.

36. Khvostivska L., Khvostivskyi M., Dediv I., Yatskiv V., Palaniza Y. Method, Algorithm and Computer Tool for Synphase Detection of Radio Signals in Telecommunication Networks with Noises. Proceedings of the 1st International Workshop on Computer Information Technologies in Industry 4.0 (CITI 2023). CEUR Workshop Proceedings. Ternopil, Ukraine, June 14-16, 2023. P.173-180. ISSN 1613-0073.

37. Атаманчук П.С. Безпека життєдіяльності: навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2020.

38. Желібо Є.П., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Підручник. – К.: Каравела, 2009.

39. Желібо Є.П. Безпека життєдіяльності : підручник / В. В. Зацарний. Київ : Каравела, 2023. 344 с.

40. Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями, від 14.02.2018 року №207.

41. Правила улаштування електроустановок.

42. Мелех Л.В. Безпека життєдіяльності та охорона праці: навч. посіб. / Мелех Л.В. – Львів: ЛДУ внутрішніх справ. 2022. 219 с.

					ХОС 2.089.001 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри РТ
_____ к.т.н. Дунець В.Л.
“ ____ ” _____ 2025 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему: «Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем
температури»

Узгоджено:
Керівник дипломного проекту
Хвостівська Л.В. _____
“ ____ ” _____ 2025р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”
Студент групи РАс-41
Христинич О.С. _____
“ ____ ” _____ 2025р.

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури ”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету про затвердження кваліфікаційної роботи № _____ від “ ____ ” _____ 20 ____ р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Христинич Олександр Сергійович групи РАС-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка пристрою система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного приладу ;
- вибір компонентної бази системи та мережі для віддаленого моніторингу за рівнем температури ;
- розрахунок і вибір компонентів для системи та мережі для віддаленого моніторингу за рівнем температури;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури повинна бути розрахований на живлення від джерела живлення яке видає 220 В.

4.1.2. Вихідна напруга і максимальний струм навантаження повинні відповідати значенням, наведеним ПЗ.

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури повинна відповідати вимогам стандарту, а також технічній документації на конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури завод повинна забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури повинна забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи повинні бути захищені від струмів короткого

замикання.

4.2.5. Електрична міцність і опір ізоляції між корпусом і мережевими контактами, а також між корпусом і контактами, повинні відповідати вимогам ДСТУ 22261.

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами повинен відповідати ДСТУ 22261 (група 4).

Граничні умови транспортування та зберігання - 5 по ДСТУ 15150. Час витримки в нормальних умовах - 24 год.

4.2.7. У комплект приладу повинно входити: лабораторний блок живлення, комплект запасних частин. До комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 20000 год.

4.2.9. Час відновлення після ремонту повинен бути не більше 1 год.

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 6 років. Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури повинна піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях повинен піддаватися суцільному контролю. При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів зарядне висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше кожного типу, що пройшли випробування. Періодичні випробування на відповідність всім пунктам даного стандарту проводять при випуску настановних партій і періодично один раз на два роки. При отриманні незадовільних результатів випробувань з'ясовують причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування на подвоєному числі виробів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання і відвантаження синтезаторів частоти припиняють. Рішення про подальше виготовленні виробів та їх приймання беруть замовник та підприємство-виробник.

4.3.4. Випробування на надійність проводять не рідше одного разу на три роки. Вихідні дані при проведенні випробувань:

- Приймальний рівень $P_{\alpha} = 0.95$;
- Бракувальний рівень $P_{\mu} = 0.8$;
- Ризик виробника $\alpha = 0.1$;
- Ризик споживача $\beta = 0.2$.

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації:

- пояснювальна записка;
- структурна схема пристрою;
- електрична принципова схема пристрою;

- друкована плата пристрою;
- друкований вузол.

6 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Таблиця 6.1 – Стадії та етапи виконання КР

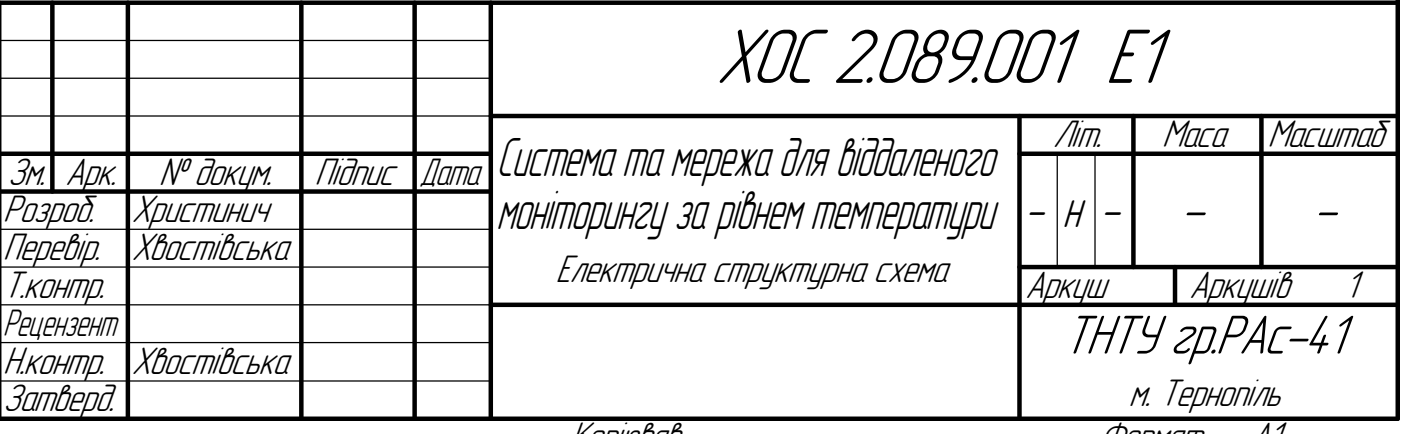
№ етапу	Назва етапу виконання КР	Термін виконання
1	Формування технічного завдання	10.03-20.03
2	Збір інформації	15.03-1.04
3	Аналіз технічного завдання	15.03-22.03
4	Створення структурної схеми	22.03-2.04
5	Аналіз структурної схеми	25.03-5.04
6	Проектування схеми електричної принципової	5.04-20.04
7	Аналіз схеми електричної принципової	15.04-25.04
8	Підбір та формування електричної бази і компонентів	20.04-1.05
9	Опис схеми електричної принципової, її принцип роботи	25.04-5.05
10	Розрахунок електричних параметрів елементів	1.05-10.05
11	Компоновка друкованого вузла	10.05-15.05
12	Розрахунок та компоновка друкованої плати	12.05-18.05
13	Розрахунок собівартості пристрою	18.05-25.05
14	Обґрунтування використання та вибору САПР для проектування	25.05-28.05
15	Опис шляхів збереження працездатності і підвищення продуктивності на підприємстві	25.05-3.06
16	Формування висновків	3.06-4.06
17	Компонування кваліфікаційної роботи	3.06-9.06
18	Направлення роботи на перевірку "антиплагіат"	10.06
19	Захист роботи	23.06

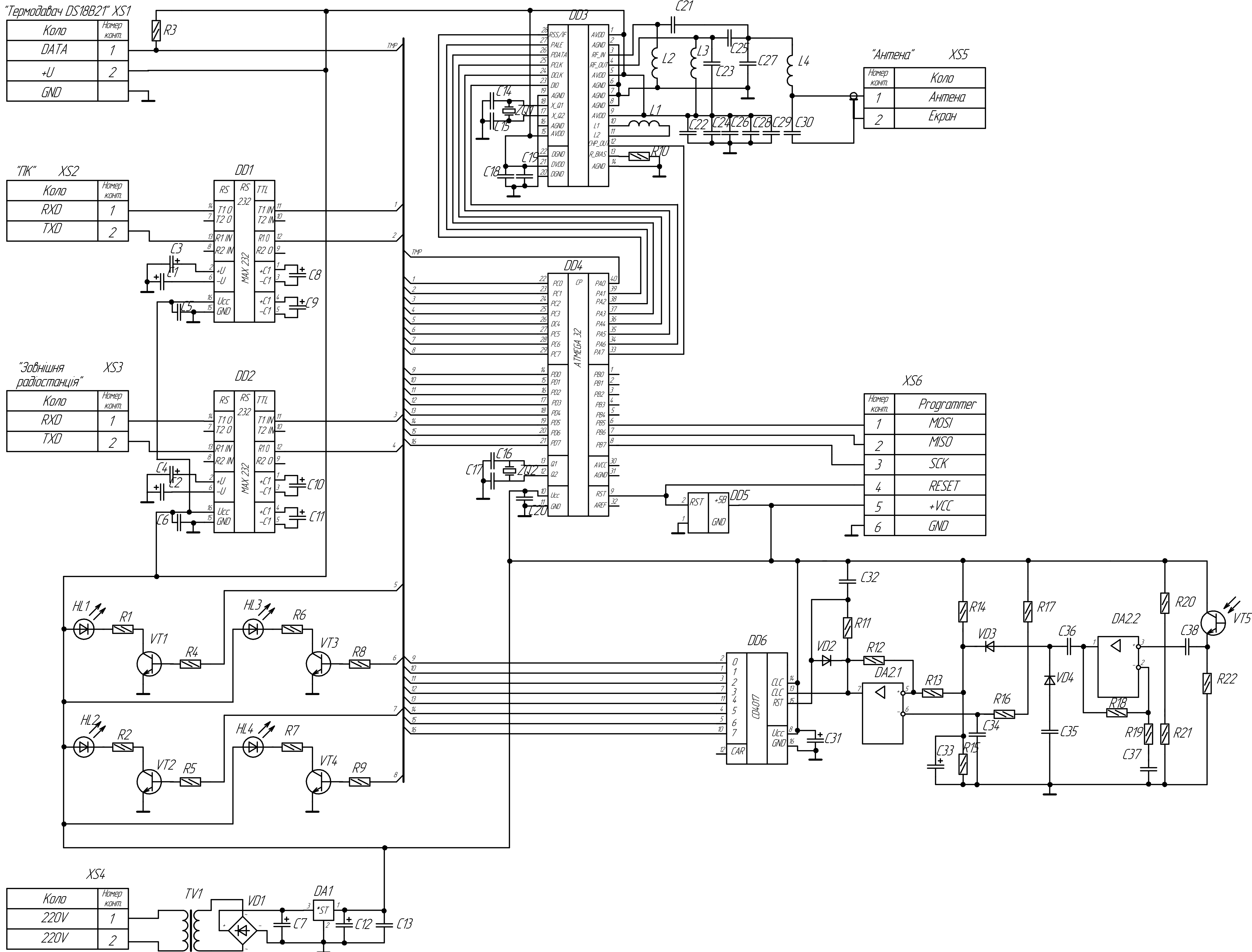
Термін виконання кваліфікаційної роботи узгоджується з керівником і з графіком виконання.

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

7.1 Під час виконання кваліфікаційної роботи в дане технічне завдання можуть вноситися зміни та доповнення.

Перш. викорис.	Додат. №	ХОС 2.089.001 Е1																																																																																													
Підпис і дата	Інв. № докл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	Інв. № ориг.	Термодавач Прилад (система) Антенa Антенa Прилад (система) ПК																																																																																										
					<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4">ХОС 2.089.001 Е1</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4" rowspan="2">Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури</td><td>Літ.</td><td>Маса</td><td>Масштаб</td></tr><tr><td>Зм.</td><td>Арк.</td><td>№ докum.</td><td>Підпис</td><td>Дата</td><td>-</td><td>Н</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>Розроб.</td><td></td><td>Христинич</td><td></td><td></td><td colspan="4" rowspan="2">Електрична структурна схема</td><td colspan="2">Аркциш</td><td>Аркцишів</td><td>1</td></tr><tr><td>Перевір.</td><td></td><td>Хвостівська</td><td></td><td></td><td colspan="2">Т.контр.</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Рецензент</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4" rowspan="2"></td><td colspan="3">ТНУТ гр.РАС-41</td></tr><tr><td>Н.контр.</td><td></td><td>Хвостівська</td><td></td><td></td><td colspan="3">м. Тернопіль</td></tr><tr><td>Затверд.</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="4"></td><td colspan="3">Формат А3</td></tr></table>										ХОС 2.089.001 Е1									Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури				Літ.	Маса	Масштаб	Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата	-	Н	-	-	-	Розроб.		Христинич			Електрична структурна схема				Аркциш		Аркцишів	1	Перевір.		Хвостівська			Т.контр.					Рецензент									ТНУТ гр.РАС-41			Н.контр.		Хвостівська			м. Тернопіль			Затверд.									Формат А3		
					ХОС 2.089.001 Е1																																																																																										
					Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури				Літ.	Маса	Масштаб																																																																																				
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата					-	Н	-	-	-																																																																																		
Розроб.		Христинич			Електрична структурна схема				Аркциш		Аркцишів	1																																																																																			
Перевір.		Хвостівська							Т.контр.																																																																																						
Рецензент									ТНУТ гр.РАС-41																																																																																						
Н.контр.		Хвостівська							м. Тернопіль																																																																																						
Затверд.									Формат А3																																																																																						
					Копіював																																																																																										





Перш. Висхід.	
Додат. №	
Підпис. Дата	
Зам. від. №	
Підпис. Дата	
Від. № ориг.	

				ХС 2089.001 Е3		
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис.	Дата	Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури	Лист
Розроб.	Хвостиним				Схема електрична принципова	Маса
Перевір.	Хвостівська					Масштаб
Т.контр.						
Н.контр.	Хвостівська					
Затверд.						
				ТНТУ ЗР.РАС-41		
				м. Тернопіль		
				Формат А1		

Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування				Кіл.	Примітка	
			Конденсатори						
Додат. №		C1-C4	ECAP-16 B-1 мкФ ±20% "Jamicon"				4		
		C5,C6	NPO-1 мкФ ±5% "Murata"				2		
		C7	ECAP-16 B-100 мкФ ±20% "Jamicon"				1		
		C8-C11	ECAP-16 B-1 мкФ ±20% "Jamicon"				4		
		C12	ECAP-16 B-100 мкФ ±20% "Jamicon"				1		
		C13	NPO-1 мкФ ±5% "Murata"				1		
		C14-C17	NPO-27 пФ ±5% "Murata"				4		
		C18	NPO-1 мкФ ±5% "Murata"				1		
		C19,C20	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"				2		
		C21	NPO-8,2 пФ ±5% "Murata"				1		
		C22	NPO-220 пФ ±5% "Murata"				1		
		C23	NPO-2,2 пФ ±5% "Murata"				1		
Підпис і дата		C24	NPO-220 пФ ±5% "Murata"				1		
		C25	NPO-5,6 пФ ±5% "Murata"				1		
		C26	NPO-1 нФ ±5% "Murata"				1		
		C27	NPO-2,2 мкФ ±5% "Murata"				1		
		C28,C29	NPO-1 нФ ±5% "Murata"				2		
		C30	NPO-3,3 нФ ±5% "Murata"				1		
		C31	ECAP-16 B-1 мкФ ±20% "Jamicon"				1		
		C32	NPO-100 нФ ±5% "Murata"				1		
		C33	ECAP-16 B-22мкФ ±20% "Jamicon"				1		
		C34	NPO-47 нФ ±5% "Murata"				1		
		C35	NPO-10 нФ ±5% "Murata"				1		
		C36	NPO-22 нФ ±5% "Murata"				1		
Підпис і дата		C37, C38	NPO-100 нФ ±5% "Murata"				2		
Інв. № ориг.		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ХОС 2.089.001 ПЕ		
		Розрод.	Христинич						
		Перевір.	Хвостівська				Система та мережа для віддаленого моніторингу за рівнем температури		
		Н.контр.	Хвостівська						
	Затверд.					Перелік елементів			
						Літ.	Аркцш	Аркцшів	
					Н	1	3		
						ТНТУ зр.РАС-41			
						м. Тернопіль			

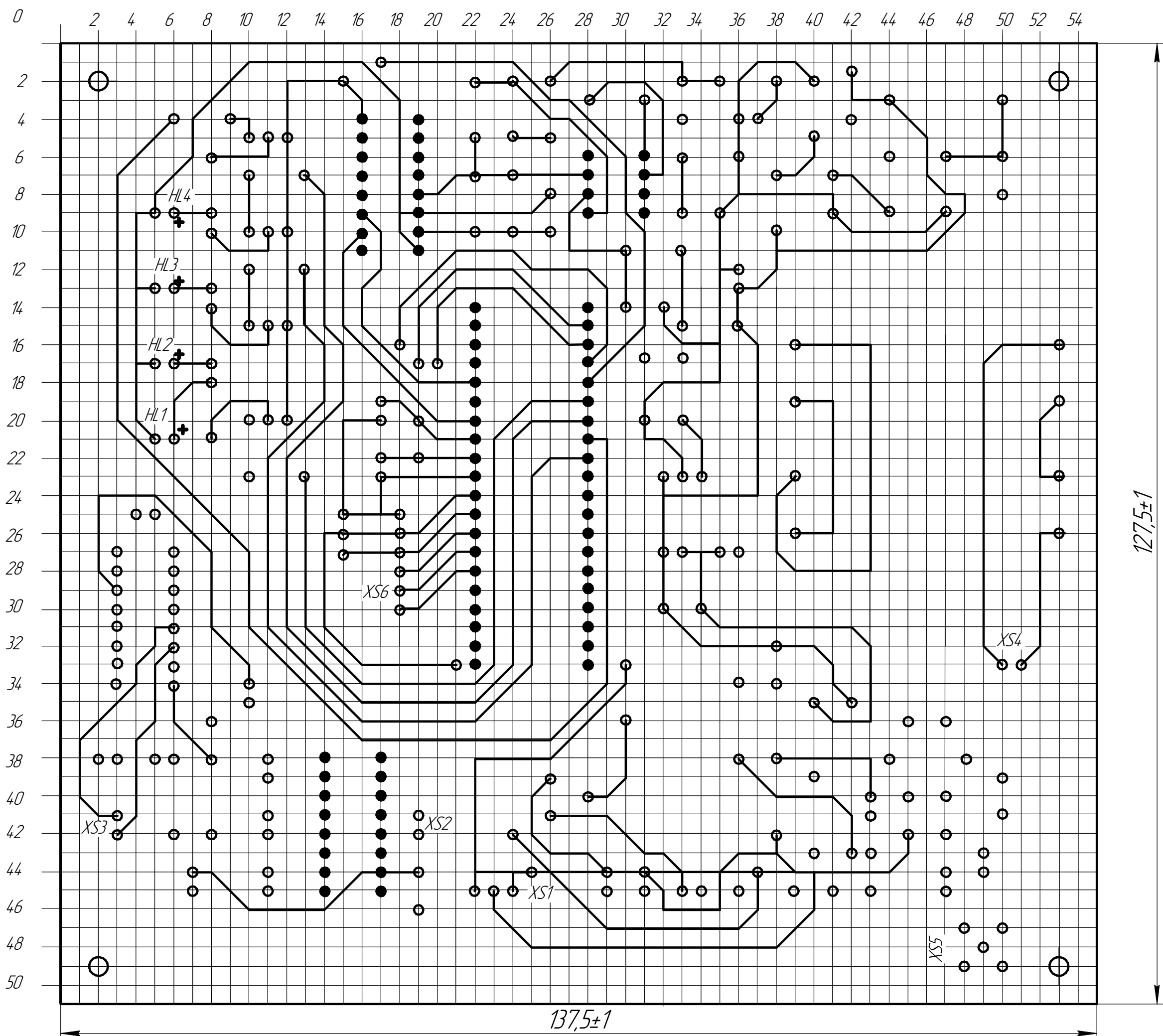
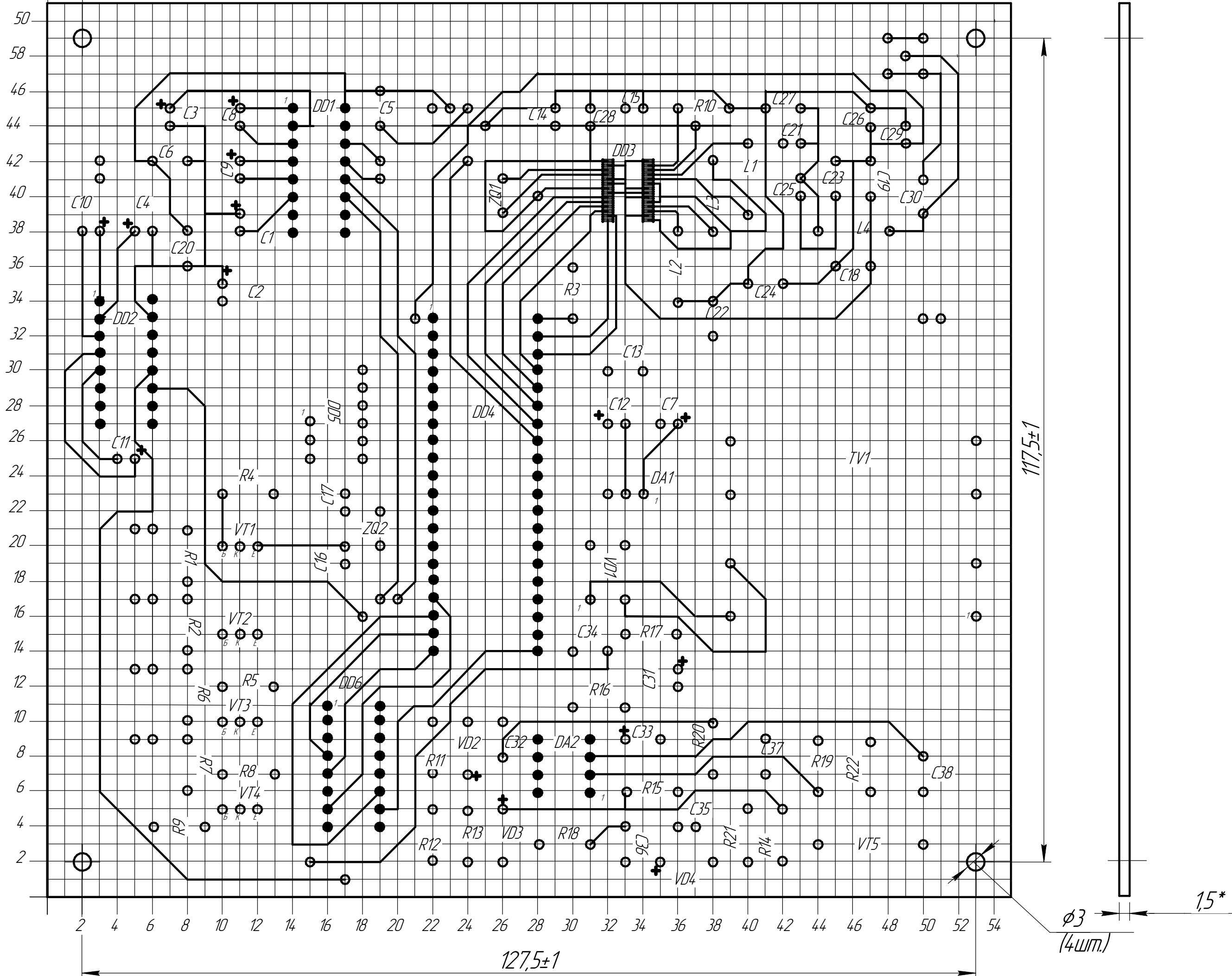
Копіював
Формат А4

Поз. познач.		Найменування	Кіл.	Примітка
		Мікросхеми		
DA1		MC7805CTG "ON Semiconductor"	1	
DA2		TL081CP "STMicroelectronics"	1	
DD1, DD2		MAX232CP "Texas Instruments"	2	
DD3		CC1000 "Texas Instruments"	1	
DD4		ATMEGA32-16PU "Microchip"	1	
DD5		DS1812D-5 "Dallas Semiconductor"	1	
DD6		CD4017 "Texas Instruments"	1	
HL 1-HL 4		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	4	
		Індуктивність		
L1		B8214 1A1224J000-20 нГн "EPCOS"	1	
L2-L3		B8214 1A1224J000-33 нГн "EPCOS"	2	
L4		B8214 1A1224J000-18 нГн "EPCOS"	1	
		Резистори		
R1,R2		MFP-0,125-270 Ом ±10% "Yageo"	2	
R3		MFP-0,125-1кОм ±10% "Yageo"	1	
R4,R5		MFP-0,125-9,1кОм ±10% "Yageo"	2	
R6,R7		MFP-0,125-270 Ом ±10% "Yageo"	2	
R8,R9		MFP-0,125-9,1кОм ±10% "Yageo"	2	
R10		MFP-0,125-5,1кОм ±10% "Yageo"	1	
R11		MFP-0,125-4,7кОм ±10% "Yageo"	1	
R12		MFP-0,125-330кОм ±10% "Yageo"	1	
R13		MFP-0,125-4,7кОм ±10% "Yageo"	1	
R14,R15		MFP-0,125-5,6кОм ±10% "Yageo"	2	
R16		MFP-0,125-330кОм ±10% "Yageo"	1	
		</		

Поз. познач.		Найменування	Кіл.	Примітка													
R17		MFP-0,125-5,6кОм ±10% "Yageo"	1														
R18		MFP-0,125-330кОм ±10% "Yageo"	1														
R19		MFP-0,125-150 Ом ±10% "Yageo"	1														
R20		MFP-0,125-5,1кОм ±10% "Yageo"	1														
R21		MFP-0,125-1МОм ±10% "Yageo"	1														
R22		MFP-0,125-10кОм ±10% "Yageo"	1														
TV1		Трансформатор FS12-1000-C2 "TRIAD"	1														
		Діоди															
VD1		DB105 "Diodes Incorporated"	1														
VD2-VD4		1N4148 "Texas Instruments"	3														
		Транзистори															
VT1-VT4		2SC1815 "TOSHIBA"	4														
VT5		RPM-22PB "ROHM Semiconductor"	1														
		Роз'єми															
XS1		PLS-3 "Connfly electronic"	1														
XS2-XS4		PLS-2 "Connfly electronic"	3														
XS5		HDBNC-J-P-GN-RA-BH1 "SAMTEC"	1														
XS6		PLS-6 "Connfly electronic"	1														
		Кварцеві резонатори															
ZQ1, ZQ2		HC-49U-4,032 МГц "ACT"	2														
<table><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="2">ХОС 2.089.001 ПЕ</td><td>Арк.</td></tr><tr><td>Зм.</td><td>Арк.</td><td>№ докум.</td><td>Підпис</td><td>Дата</td><td>3</td></tr></table>										ХОС 2.089.001 ПЕ	Арк.	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	3
					ХОС 2.089.001 ПЕ	Арк.											
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3											

100'680'2 JOX

10±1

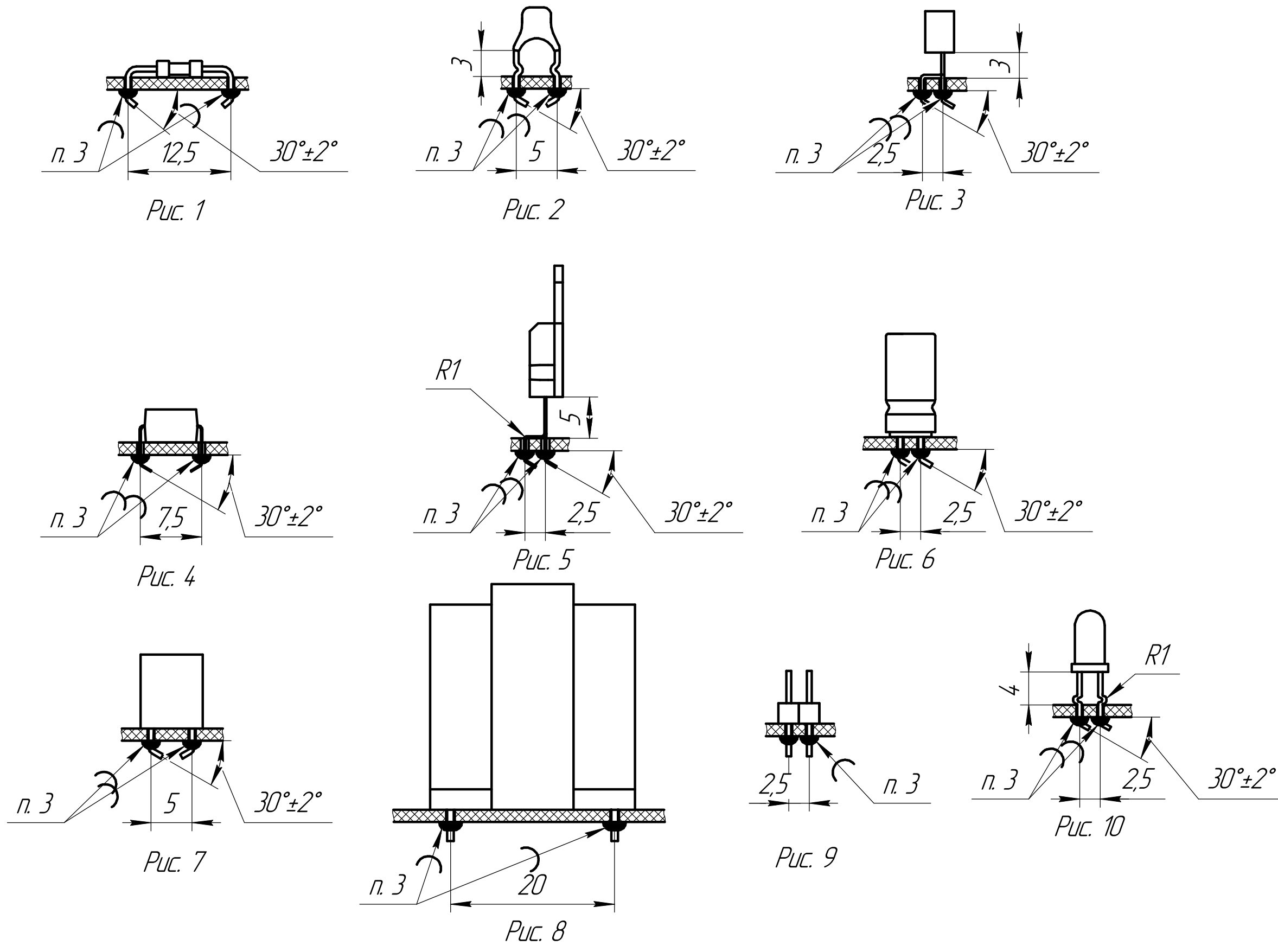
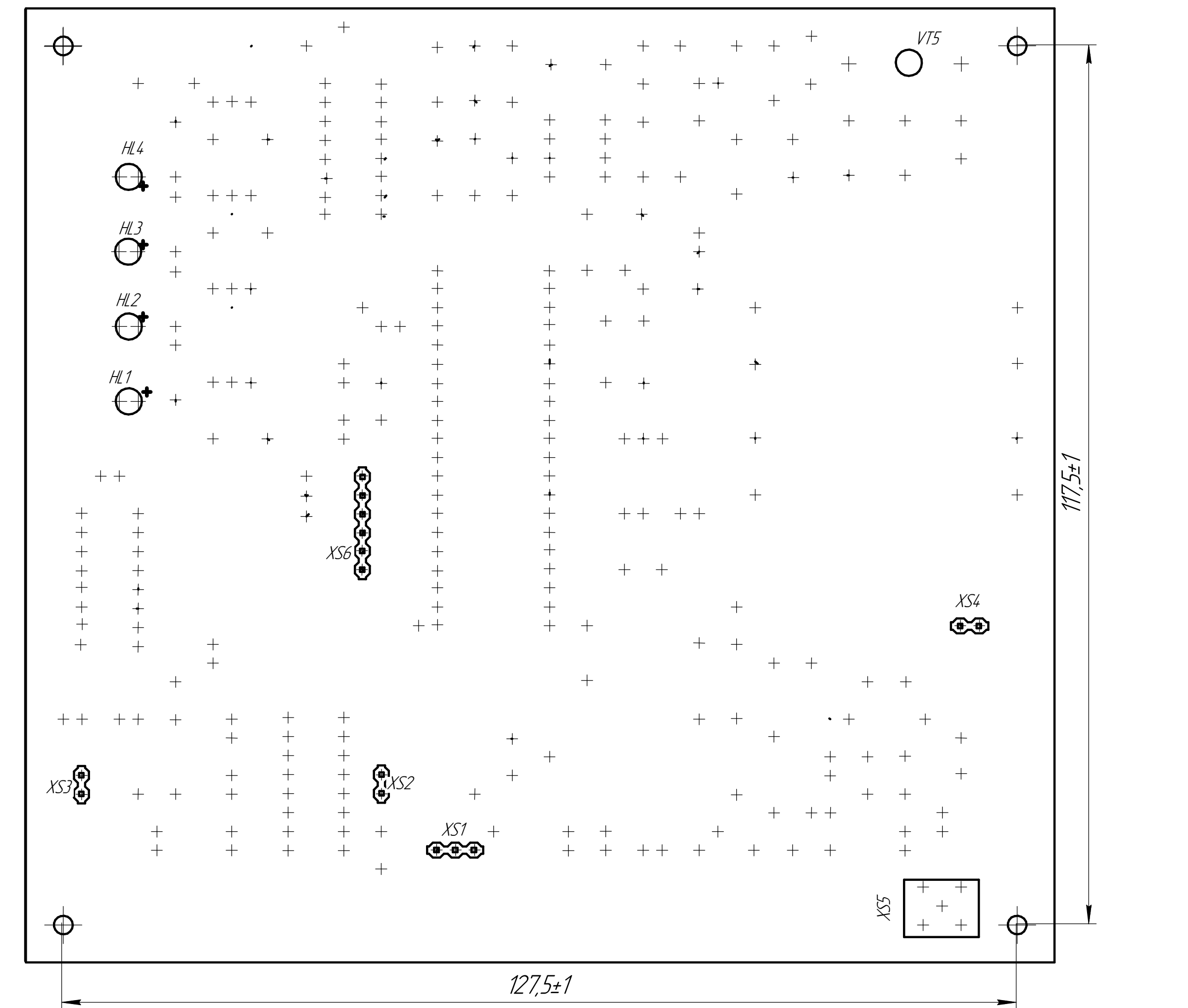
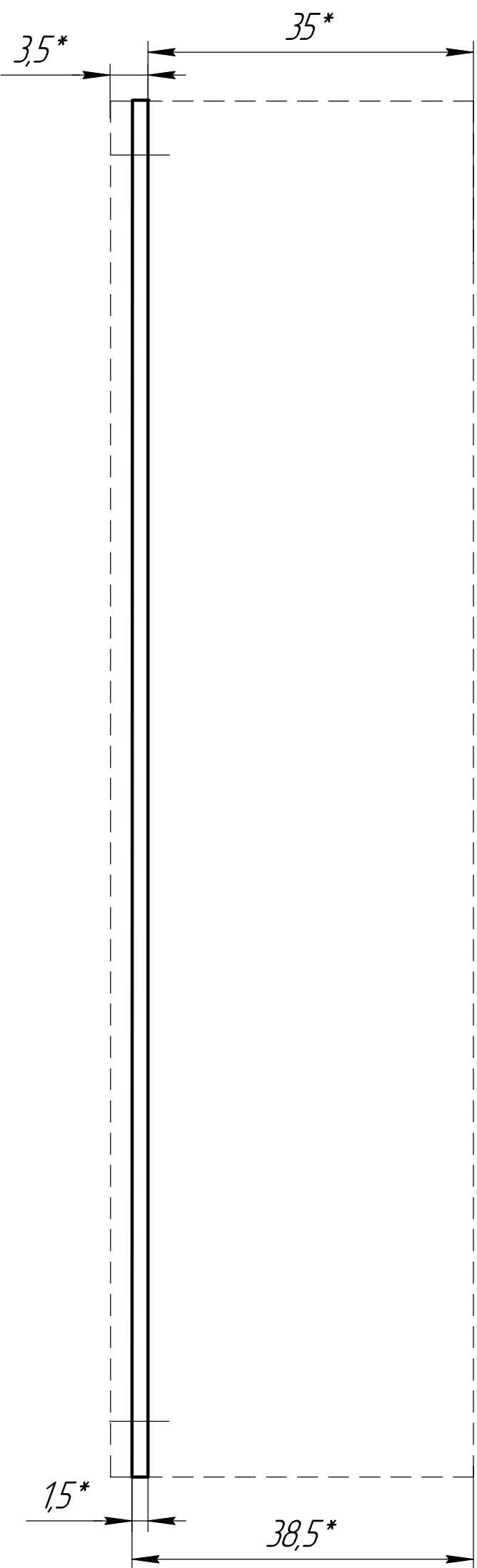
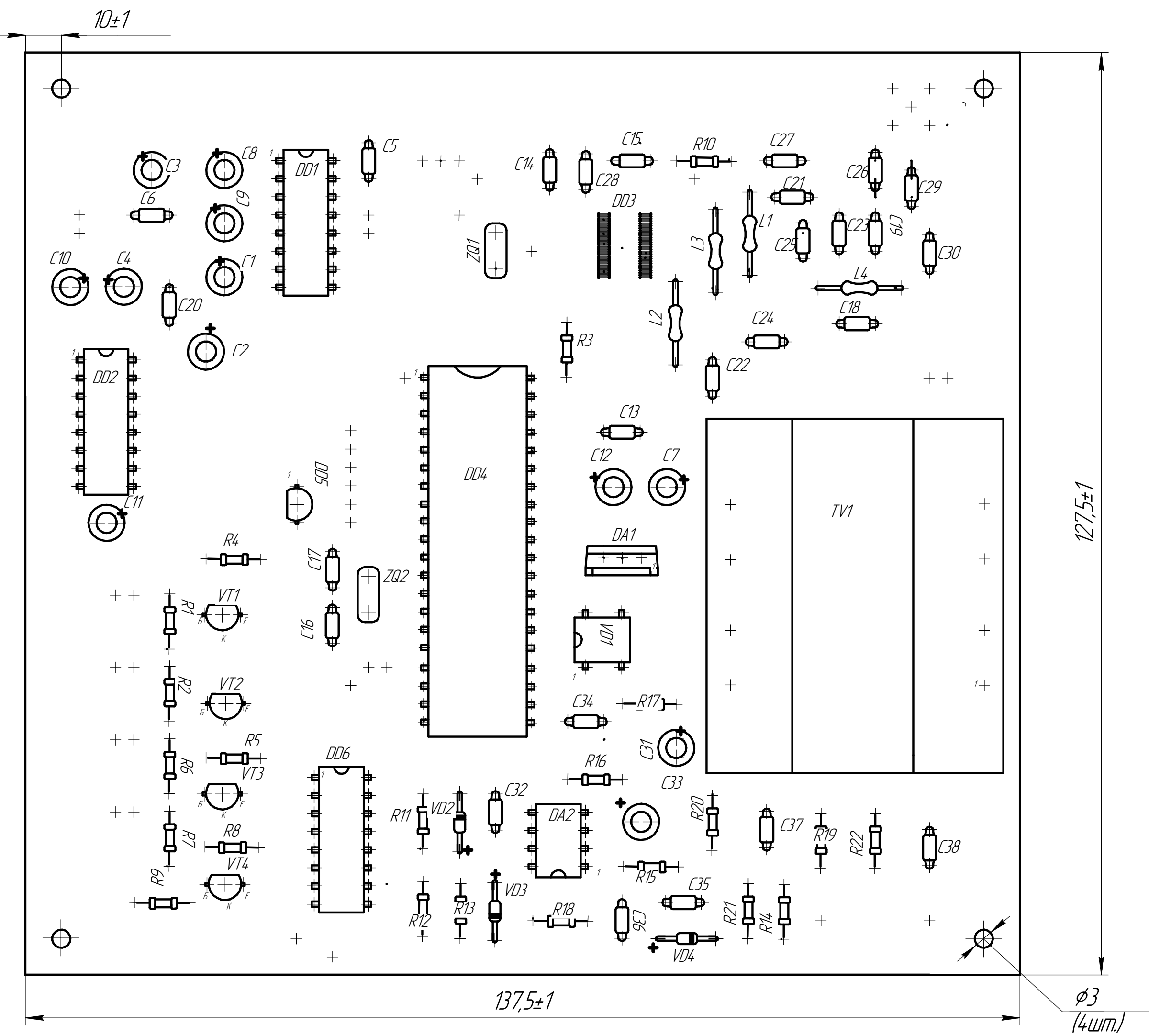


Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
●	0,7	є	2,82	96	
○	0,9	є	3,02	190	

Плата повинна відповідати ДСТУ EN 61188-1-1:2022.
*Розмір для довідок.
Клас точності 3 по ДСТУ EN 61188-1-1:2022.
Крок координатної сітки 2,5 мм.
Плату виготовити комбінованим методом.
Параметри отворів дивись в таблиці.
Мінімальна ширина провідників не менше 0,4мм.
Мінімальна відстань між провідниками не менше 0,4мм.
Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75
решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом
на основі ЕД-22 EN 61188-1-1
Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88
шрифтом 2,5 Пр 41 DIN 1451
Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

					ХОС 2.089.001			
					Плата друкована	Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата		н	0,03	2:1
Розроб.	Христинич							
Перевір.	Хвостівська					Архив	Архив	7
І.контр.						ТНТУ зрРАС-41		
Н.контр.	Хвостівська				м. Тернопіль			
Затверд.					Формат А1			
					Коплював			



- 1. Паяти припаєм ПОС61 Sn60Pb40 W
- 2. *Разміри для довідок.
- 3. Установку і формування елементів провадити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): C1-C4, C7-C12, C31, C33- на рис.6; C5, C6, C13-C30, C32, C34-C38- на рис.2; DD1, DD2, DD4, DD6, DA2- на рис.4; VT1-VT4, DD5- на рис.3; ZQ1, ZQ2- на рис.7; R1-R22, VD2-VD4, L1-L4- на рис.1; TV1- на рис.8; XS1-XS6- на рис.9; HL1-HL2- на рис.10; DA5- на рис.5.
- 4. Заводський номер позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна, БМ, діла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО. 010. 007.
- 5. Місця розміщення маркування показані умовно.
- 6. Лакувати лаком АКА-113.
- 7. Позначення елементів показано умовно.
- 8. Друковані провідники умовно не показані.
- 9. Інші вимоги по ГОСТ 470.070.015.

№№ № ориє.	Підпис. Дата	Зам. від. №	№№ № відп.	Підпис. Дата	Листів. Всього

ХХХ 2.089.001 СК					
Вузол друкований					
Складальне креслення					
Зм.	Арк.	№ док.	Підпис.	Дата	Лит.
Разраб.	Хвостівська				Маса
Перевір.	Хвостівська				0,3
Т.контр.					21
Н.контр.	Хвостівська				Арк.шв.
Затверд.					Арк.шв.
ТНТУ ім. Тернопіль					
Формат А1					

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A1			ХОС 2.089.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			ХОС 2.089.001 ПЕ	Перелік елементів		
A2			ХОС 2.089.001 СК	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A1		1	ХОС 2.089.001	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u>		
		2		NPO-2,2нФ ± 5% "Murata"	1	С22
		3		NPO-5,6нФ ± 5% "Murata"	1	С25
		4		NPO-8,2нФ ± 5% "Murata"	1	С21
		5		NPO-27нФ ± 5% "Murata"	4	С14-С17
		6		NPO-220нФ ± 5% "Murata"	2	С22, С24
		7		NPO-1нФ ± 5% "Murata"	3	С26, С28-С29
		8		NPO-3,3нФ ± 5% "Murata"	1	С30
		9		NPO-10нФ ± 5% "Murata"	1	С35
		10		NPO-22нФ ± 5% "Murata"	1	С36
		11		NPO-47нФ ± 5% "Murata"	1	С34
		12		NPO-100нФ ± 5% "Murata"	3	С32, С37-С38
		13		NPO-0,1мкФ ± 5% "Murata"	2	С19, С20
		14		NPO-1мкФ ± 5% "Murata"	4	С5, С6, С13, С18
		15		NPO-2,2мкФ ± 5% "Murata"	1	С27
		16		ECAP-16 В-1мкФ ± 20% "Jamicon"	9	С1-С4, С8-С11, С31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ХОС 2.089.001 СК	
Разроб.	Христинич					
Перевір.	Хвостівська				Вузол друкований	
Н Контр.	Хвостівська					
Затверд.						
					Лім.	Аркуш
					Н	Аркушів
						1
						3
					ТНТУ ФПТ гр.РАС-41 м.Тернопіль	

[illegible]

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Прим.</i>
		38		MFP-0,25-10kOm ±10% "Yageo"	1	R22
		39		MFP-0,25-330kOm ±10% "Yageo"	4	R12,R16,R18
		40		MFP-0,25-1mOm ±10% "Yageo"	1	R21
				Трансформатор		
		41		FS12-1000-C2 "TRIAD"	1	TV1
				Діоди		
		42		DB105 "Diodes Incorporated"	1	VD1
		43		1N4148 "Texas Instruments"	3	VD2-VD4
				Транзистори		
		44		2SC1815 "TOSHIBA"	4	VT1-VT4
		45		RPM-22PB "ROHM Semiconductor"	1	VT5
				Роз'єми		
		46		PLS-3 "Connfly electronic"	1	XS1
		47		PLS-2 "Connfly electronic"	1	XS2-XS4
		48		HDBNC-J-P-GN-RA-BH1 "SAMTEC"	1	XS546
		49		PLS-6 "Connfly electronic"	1	XS6
				Кварцеві резонатори		
		50		HC-49U-4,032 МГц "ACT"	2	ZQ1-ZQ2

<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>N° докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

XOC 2.089.001

Арк.
3