

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Пристрій для дослідження цифрових мікросхем

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи РАс-41
спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка"

(шифр і назва спеціальності)


(підпис)

Гульовський Н. А.
(прізвище та ініціали)

Керівник


(підпис)

Яськів В. А.
(прізвище та ініціали)

Консультант
роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль


(підпис)

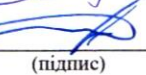
Марценюк А. С.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри


(підпис)

Дунець В. Л.
(прізвище та ініціали)

Рецензент


(підпис)

Деган Н. С.
(прізвище та ініціали)

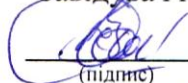
Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра радіотехнічних систем
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

Дунець В. Л.

(прізвище та ініціали)

« 3 »

06

2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

студенту _____

Гульовському Назарію Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

Пристрій для дослідження цифрових мікросхем

Керівник роботи Яськів Володимир Іванович

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

Затверджені наказом ректора від « 03 » червня 2024 року № 417-581

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи напруга живлення: 5В; струм споживання: 0.25А; потужність: 1.25Вт;
кількість вхідних і вихідних каналів: 8; напруга вхідних та вихідних сигналів: 5В;

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

Вступ

1 Основна частина

Аналіз технічного завдання; розробка структурної схеми пристрою для дослідження цифрових мікросхем; проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми пристрою; вибір і обґрунтування компонентної бази; компоновка друкованого вузла пристрою; Розрахунок надійності проектного виробу

2 Спеціальна частина

Опис програмного забезпечення для мікроконтролера; створення бібліотеки елементів в САПР; виконання схеми електричної принципової в САПР; трасування з'єднань на ДП в САПР

Висновки

Список використаних джерел

Додатки

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

1. Схема електрична структурна

2. Схема електрична принципова

3. Креслення друкованої плати

4. Складальне креслення друкованого вузла

АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Пристрій для дослідження цифрових мікросхем». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2021р. //с.-52, рис.-16, табл.-18, бібліог. – 11, додат.-6.

Ключові слова: ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ, ЦИФРОВІ МІКРОСХЕМИ, СТАБІЛІЗАТОР НАПРУГИ, РОЗРАХУНОК, АНАЛІЗ, ПРОЕКТУВАННЯ, ЕЛЕМЕНТНА БАЗА, АЛГОРИТМ, ПРОГРАМУВАННЯ

У кваліфікаційній роботі бакалавра досліджено розробку пристрою для дослідження цифрових мікросхем. У роботі розроблено структурну і принципову схеми пристрою, здійснено підбір елементної бази та проведено розрахунок параметрів монтажу. Проведено аналіз відповідності стабілізатора LP2985-33DBVR вимогам завдання щодо напруги та потужності. Описано алгоритм роботи пристрою та реалізовано програмне забезпечення для управління і тестування мікросхем. Показано процес розробки та створення бібліотек компонентів за допомогою Altium Designer. Встановлено, що пристрій забезпечує надійність і зручність у використанні для дослідження цифрових мікросхем.

ANNOTATION

The topic of the qualification work: "Device for the study of digital microcircuits". Bachelor's qualification thesis// Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, faculty of applied information technologies and electrical engineering, group RAs-41. // Ternopil, 2021. //p.-52, fig.-16, tab.-18, bibliog. – 11, add.-6.

Keywords: DEVICE FOR RESEARCHING, DIGITAL MICROCHIPS, VOLTAGE REGULATOR, CALCULATION, ANALYSIS, DESIGN, COMPONENT BASE, ALGORITHM, PROGRAMMING

The bachelor's thesis investigates the development of a device for researching digital microchips. The work presents the structural and schematic diagrams of the device, selection of components, and calculation of mounting parameters. The analysis confirms the compliance of the LP2985-33DBVR voltage regulator with the task requirements regarding voltage and power. The operational algorithm is defined, and software for managing and testing the microchips is implemented. The process of developing and creating component libraries using Altium Designer is described. It is established that the device ensures reliability and convenience for researching digital microchips.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Основна частина	8
1.1 Аналіз технічного завдання	8
1.2 Розробка структурної схеми пристрою для дослідження цифрових мікросхем.....	9
1.3 Проектування і розрахунок вузла електричної принципової схеми пристрою.....	10
1.3.1 Опис компонування виробу.....	14
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази	15
1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою	25
1.6 Розрахунок надійності проектованого виробу	26
1.7 Висновок до розділу 1	30
2 Спеціальна частина	31
2.1 Опис програмного забезпечення для мікроконтролера.....	31
2.2 Створення бібліотеки елементів в САПР (Altium Designer)	33
2.3 Виконання схеми електричної принципової в САПР.....	37
2.4 Трасування з'єднань на ДП в САПР	38
2.5 Висновок до розділу 2	42
3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	43
3.1 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах	43
3.2 Роль центральної нервової системи в трудовій діяльності людини	45
Висновки.....	49
Список використаних джерел	50
ДОДАТКИ	

ГНА 2.899.001 ПЗ				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		Гульовський Н. А		
<i>Перевір.</i>		Яськів В. І.		
<i>Реценз.</i>				
<i>Н. Контр.</i>		Марценюк А. С.		
<i>Затверд.</i>		Дунець В. Л.		
<i>Пристрій для дослідження цифрових мікросхем Пояснювальна записка</i>				
		<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
			6	52
ТНТУ, ФПТ каф РТ гр. РАС-41				

ВСТУП

Проектований пристрій, що створений з метою дослідження цифрових мікросхем, є універсальним інструментом, який може знайти своє застосування в різних сферах. Зокрема, він стане незамінним помічником в навчальних закладах під час проведення лабораторних робіт, а також виявиться корисним для перевірки коректної роботи цифрових мікросхем в різних умовах.

Пристрій відрізняється тим, що інформація виводиться на рідкокристалічний дисплей у вигляді часових діаграм, що забезпечує зручність у використанні і наочність результатів. Крім того, виведена інформація через Bluetooth може передаватися на смартфон, що дозволяє зберігати дані та працювати з ними в подальшому, роблячи процес дослідження ще більш гнучким і зручним.

Варто зазначити, що пристрій розрахований для використання всередині приміщень при стандартних кліматичних умовах, таких як відносна вологість 45-80, температура $+25\pm 10$ °C. Завдяки цим параметрам, пристрій можна використовувати в широкому спектрі середовищ, забезпечуючи стабільну і надійну роботу. При цьому, він відноситься до портативної апаратури, через що він більш зручний для транспортування і використання.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

1 Основна частина

1.1 Аналіз технічного завдання

Пристрій має відображати часові діаграми функціонування стандартних цифрових логічних мікросхем, таких як, тригери, лічильники, логічні елементи, тригери тощо. Для цього він має бути оснащений як вхідними, так і вихідними каналами: вихідні канали подають запрограмовані сигнали на мікросхему, тоді як виходи мікросхеми з'єднуються з вхідними каналами пристрою.

Цей пристрій повинен мати 8 каналів і надавати можливість керування для зміни режиму роботи кожного з них. Серед цих функцій — вибір режиму вхідних та вихідних каналів, налаштування часового масштабу для вихідного сигналу, корекція сигналів та перемикання між каналами під час налаштування пристрою. Уся інформація має відображатися на кольоровому LCD дисплеї для зручності користувача.

Щоб спростити процес роботи з досліджуваною мікросхемою, вона має кріпитися у макетну плату з монтажем без пайки, а підключення до пристрою здійснюватиметься за рахунок гнучких провідників. Пристрій також матиме можливість передавати отримані часові діаграми по Bluetooth, що дозволить відображати їх на смартфоні та зберігати для подальшого використання.

Крім того, живлення пристрою здійснюватиметься через USB роз'єм з напругою на виході в 5В, що дозволяє використовувати стандартний зарядний пристрій для живлення. Це робить пристрій зручним та універсальним у використанні, дозволяючи працювати з ним у будь-якому місці, де є доступ до джерела живлення через USB.

Технічні характеристики

1. Напруга живлення.....5 В
2. Струм споживання.....0.25 А
3. Потужність.....1.25 Вт

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Авк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

4. Кількість вхідних і вихідних каналів.....8
 5. Напруга вхідних та вихідних сигналів.....5 В
- Додаткові характеристики
6. Дисплей.....кольоровий TFT 2.4”
 7. Тип безпроводного інтерфейсу.....Bluetooth
 8. Вологість45-80 %

1.2 Розробка структурної схеми пристрою для дослідження цифрових мікросхем

Структурна схема пристрою представлена на рисунку 1.1. Цей пристрій розроблений для детального дослідження цифрових мікросхем. Під час роботи вихідні канали подають запрограмовані сигнали на мікросхему, а вихідні контакти досліджуваної мікросхеми з'єднуються з вхідними контактами пристрою. Ці дані запам'ятовуються та відображаються на кольоровому LCD дисплеї у формі часових діаграм, що забезпечує наочність і зручність в аналізі.

Для зручності та гнучкості використання, пристрій обладнаний модулем Bluetooth, який дозволяє передавати часові діаграми на смартфон. Це дозволяє користувачеві переглядати ці діаграми на екрані свого смартфона та зберігати їх для подальшого аналізу і використання, що значно підвищує мобільність та ефективність роботи з пристроєм.

Важливим елементом структури є наявність перетворювача USB-UART. Цей компонент дає можливість, при необхідності, переписати програму мікроконтролера пристрою, і забезпечує обмін інформації з програмним забезпеченням на комп'ютері. Завдяки цьому, користувач може легко оновлювати програмне забезпечення пристрою, що дозволяє впроваджувати нові функції та вдосконалювати існуючі можливості.

Такий пристрій поєднує в собі легкість використання і багатофункціональність, через що він стане незамінним інструментом для досліджень і навчання в сфері цифрової електроніки.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

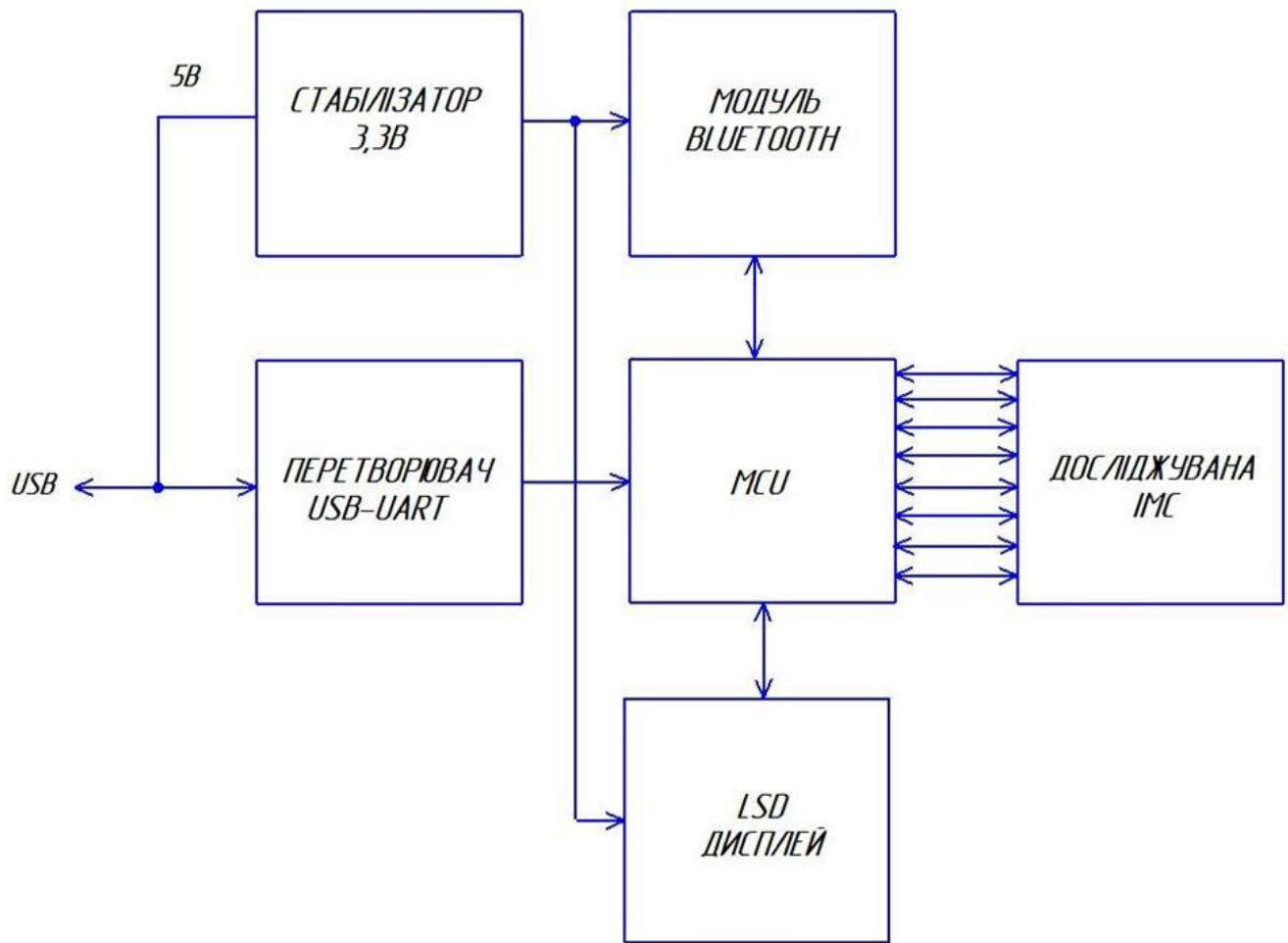


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна пристрою для дослідження цифрових мікросхем

1.3 Проектування і розрахунок вузла електричної принципової схеми пристрою

Кнопками SA1-SA8 виконується управління функціями пристрою, які включають програмування вихідних каналів, що підключаються до мікросхеми для передачі їй вхідних сигналів. Конкретно, кнопка SA1 (позначена як "вгору") використовується для перемикання між різними каналами, SA2 ("вліво") і SA3 ("вправо") дозволяють переміщатися по каналах, тоді як кнопка SA4 (позначена як "редагування" або "edit") переводить пристрій у режим редагування сигналу для вибраного каналу.

Додатково, кнопка SA5 (позначена як "режим" або "mode") дозволяє встановлювати режим кожного каналу, вибираючи між вхідним або вихідним режимом. Кнопка SA6 (позначена як "видалення" або "del") виконує корекцію сигналу обраного каналу, видаляючи попередньо встановлений фрагмент сигналу, а кнопка SA7 ("крок" або "step") використовується для Налаштування часових інтервалів для розташування окремих частин сигналу. Кнопка SA8 (позначена як "старт" або "start") ініціює процес тестування мікросхеми, під час якого вихідні канали передають сигнали, а вхідні канали запам'ятовують напругу, що надходить із виходів мікросхеми.

Після завершення тестування всі сигнали, що були запам'ятовані на вхідних та вихідних каналах, записуються на оперативну пам'ять мікроконтролера. Це дозволяє відобразити результати на екрані у вигляді часових діаграм, що значно спрощує процес отримання параметрів мікросхеми. Таким чином, етапи роботи зводяться до налаштування режиму кожного каналу (вихідний або вхідний), програмування сигналів на вихідних каналах, збереження вихідних сигналів мікросхеми, запуску тестування та виведення результатів на екран.

Модуль Bluetooth з'єднується з мікроконтролером за допомогою двох ліній, на яких здійснюється обмін даними за допомогою послідовного порту (UART). Через те, що Bluetooth модуль живиться від напруги 3,3 В, для обмеження напруги для сигналів, які надходять від мікроконтролера, використовується подільник напруги, створений резисторами R7 і R8. Це необхідно для того, щоб напруга не перевищувала 3,3 В, що запобігає пошкодженню модуля Bluetooth від перевантаження. Під час передачі сигналів між модулем Bluetooth та мікроконтролера подільник не є необхідним.

Кварцовий резонатор ZQ2 разом з елементами R11, C10 та C11 формують контур для налаштування тактової частоти мікроконтролера DD2. Мікросхема DD1 виступає в ролі перетворювача інтерфейсу USB-UART та дозволяє як програмувати мікроконтролер через USB для оновлення програмного забезпечення, так і здійснювати обмін інформацією між комп'ютером та мікроконтролером для виведення часових діаграм на монітор комп'ютера.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

Конденсатори C12 і C13 забезпечують фільтрацію імпульсних завад на ланцюгах живлення. Елементи R4, ZQ1, C2 та C4 забезпечують необхідну тактову частоту мікросхеми DD1, а резистори R1 і R2 обмежують струм під час передачі даних на інтерфейс USB.

Пристрій живеться через USB-роз'єм, що забезпечує напругу 5 В. Від цієї напруги живляться мікроконтролер, та мікросхеми DD2 та DD1. Модулю Bluetooth і дисплею потрібно забезпечити живлення з напругою 3,3 В, для чого використовується стабілізатор напруги DA1.

Під час розрахунку стабілізатора напруги на базі ІМС із фіксованою вихідною напругою необхідно вибрати відповідні параметри ІМС, перевірити можливість подачі напруги та забезпечити, щоб втрати потужності не перевищували допустимі значення в заданих умовах.

За напругою необхідно забезпечувати виконання умов:

Проводимо розрахунок возла стабілізатора напруги див. рис.1.2

$$U_{\text{вх max}} < U_{\text{вх max доп}} \quad (1.1)$$

де $U_{\text{вх max доп}}$ - максимально допустима вхідна напруга ІМС;

$$U_{\text{вх min}} - U_{\text{вих}} > U_{\text{ІМС min}} \quad (1.2)$$

Оскільки:

$$U_{\text{вх max}} = 5\text{В} < 15\text{В} = U_{\text{вх max доп}} \quad (1.3)$$

$$5,5 - 3,3 = 2,2\text{В} > 2\text{В} = U_{\text{ІМС min}} \quad (1.4)$$

Отже, за рівнем напруги ця ІМС відповідає вимогам завдання. Перевіримо, чи підходить ІМС LP2985-33DBVR з точки зору потужності, враховуючи її навантажувальний струм:

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_H = \frac{P_H}{U_{\text{вих}}} = \frac{0,1}{3,3} = 0,03\text{A} \quad (1.5)$$

максимальне падіння напруги дорівнює:

$$\Delta U = U_{\text{ВХ max}} - U_{\text{вих}} = 5,5 - 5 = 0,5\text{В} \quad (1.6)$$

потужність розсіювання ІМС:

$$P_{\text{ІМС}} = \Delta U * I_H = 0,5 * 0,1 = 0,05\text{Вт} \quad (1.7)$$

Оскільки: $P_{\text{ІМС}} = 0,05 \text{ Вт} < 1 \text{ Вт}$

то ІМС тепловідводу не потрібно

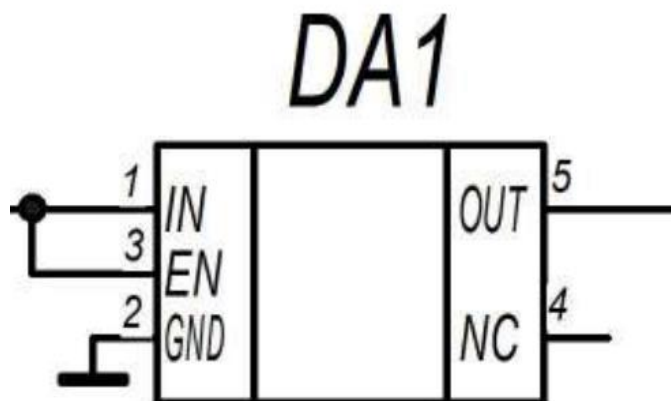


Рисунок 1.2 – Вузол стабілізації напруги

За результатами розрахунків можна сказати, що стабілізатор LP2985-33DBVR був обраний правильно. Детальний процес керування, підключення та програмування дозволяє ефективно тестувати мікросхеми та виводити їх характеристики у зручному для аналізу форматі.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.3.1 Опис компонування виробу

Відповідно до функціонально-вузлового методу компонування, вся електрична схема розташована на одному друкованому вузлі, що значно спрощує її виготовлення та збиральний процес. Усі компоненти розміщені так, щоби був забезпечений легкий доступ для проведення ремонту, діагностики та обслуговування, що значно спрощує підтримку пристрою в робочому стані.

Друкована плата є двосторонньою, що дозволяє монтувати електронні компоненти з обох сторін, використовуючи технологію поверхневого монтажу (SMD). Це забезпечує високу компактність плати, зменшує її розміри та полегшує розробку і установки електронних радіоелементів (ЕРЕ). Використання SMD технології вибране для того, щоб спростити та прискорити виготовлення плати, зменшивши кількість необхідних кроків і підвищивши ефективність виробничого процесу.

Друкована плата буде виготовлена з високоякісного фольгованого склотекстоліту марки СФ2–35–1,5КП, що забезпечує не лише надійність, а й довговічність виробу. Цей матеріал відомий своїми відмінними механічними та електричними характеристиками, через що він ідеальний для створення електронних пристроїв.

Корпус і основа, до якої буде прикріплено корпус, а також макетну плату для встановлення досліджуваних мікросхем, виготовлятимуть із міцної пластмаси. Пластмаса забезпечує легкість конструкції, знижуючи загальну вагу пристрою, а також має високий ступінь ізоляції, що знижує ризик коротких замикань і забезпечує безпеку експлуатації. Це рішення також сприяє зменшенню виробничих витрат, зберігаючи при цьому високу якість і функціональність кінцевого продукту.

Враховуючи всі ці аспекти, можна сказати, що проектування і компонування на основі функціонально-вузлового підходу забезпечує ефективне і надійне створення електронних пристроїв, які легко підтримувати та обслуговувати впродовж усього їх життєвого циклу.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

При виборі елементної бази для проектного пристрою слід враховувати кілька ключових критеріїв. В першу чергу, це відповідність номіналів компонентів, зазначених у принциповій електричній схемі. Важливо також забезпечити наявність цих компонентів на ринку або в виробництві, що дозволить уникнути проблем з постачанням і затримок у виробничому процесі.

Детальна інформація про обрані компоненти, включаючи їх характеристики, представлена у таблицях 1.1–1.11

Таблиця 1.1 – Модуль Bluetooth EGBT-04MS [2]

Позиційне позначення	B1
Виробник	Hardware Manual
Назва та тип компонента	Модуль Bluetooth EGBT-045MS
Критерії вибору	Струм споживання, напруга живлення, інтерфейс для підключення до мікроконтролера
Характеристики конструкції	див. Рисунок 1.3
Параметри та характеристики	
Живлення	3,1...4,2 В
Пам'ять	Зовнішня 8 Мбіт флеш-вихідна
Потужність	від -4 до +6 дБм Клас
Передачі даних	EDR, до 3 Мбіт/с
Антенa	вбудована

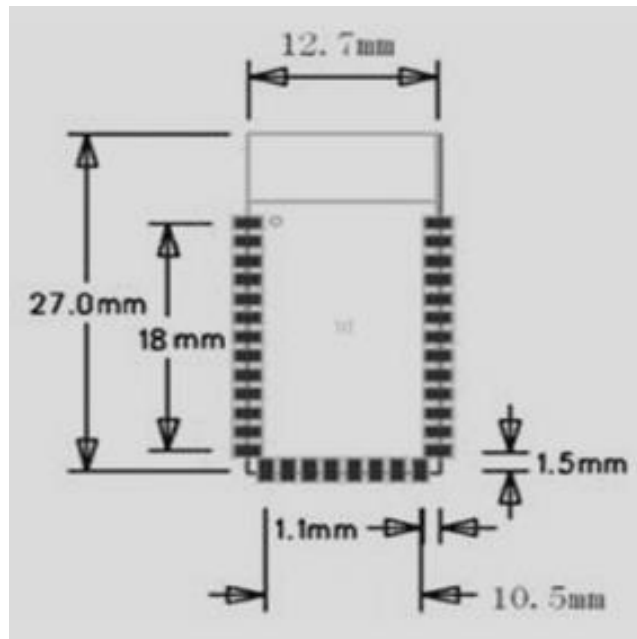


Рисунок 1.3 – Розміри і зовнішній вигляд EGBT-04

Таблиця 1.2 – ІМС стабілізатора напруги LP2985-33DBVR [3]

Позиційне позначення	A1 - DA1	
Виробник	Texas Instruments	
Назва та тип компонента	стабілізатор напруги LP2985-33DBVR	
Критерії вибору	Вихідна напруга, вихідний струм, максимальна вхідна напруга	
Параметри конструкції	SOT-23 див. Рисунок 1.4	
Параметри та характеристики		
Максимальна вхідна напруга		16 В
Максимальний вихідний струм		0,15 А
Номінальна вихідна напруга		3.3 В

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГНА 2.899.001 ПЗ

Арк.

16

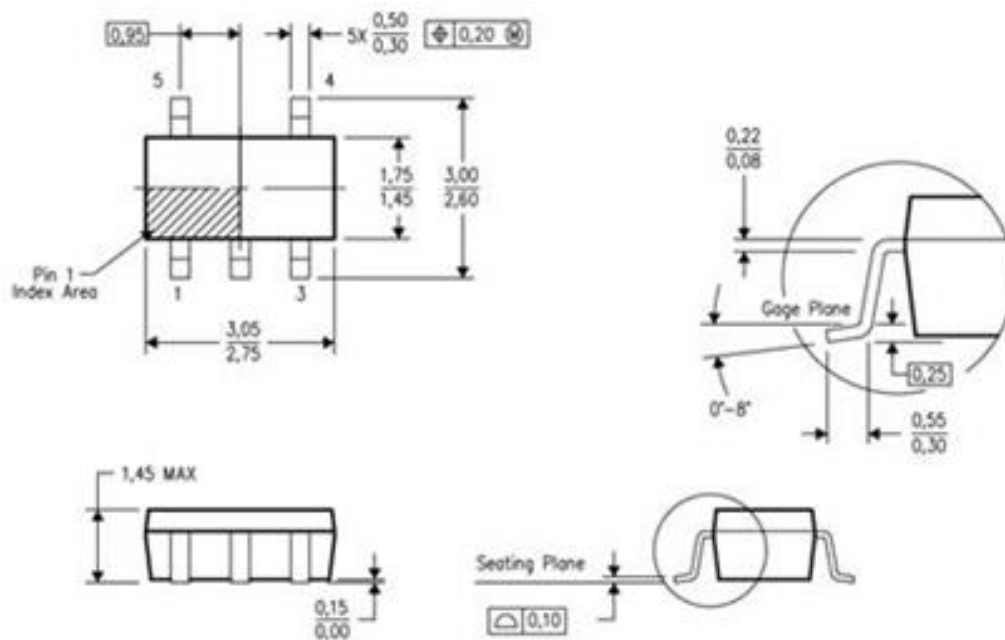


Рисунок 1.4 – Габаритні розміри і зовнішній вигляд мікросхеми LP2985-33DBVR

Таблиця 1.3 – З’єднувач PLS [4]

Позиційне позначення	XP1 – XP8
Назва та тип компонента	штировий з’єднувач PLS
Виробник	KLS
Критерії вибору	Крок 2,56 мм, вертикальне розташування штирків
Параметри конструкції	див. Рисунок 1.5
Параметри та характеристики	
Крок штирків	2,56 мм

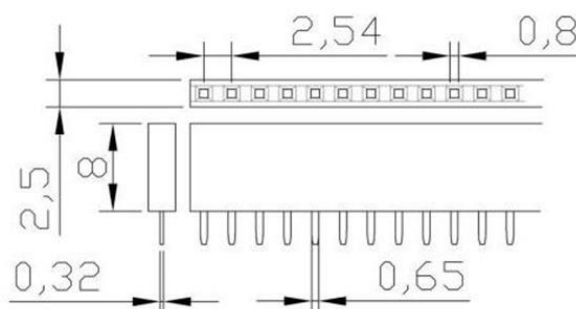


Рисунок 1.5 – Габаритні розміри з’єднувача PLS

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ГНА 2.899.001 ПЗ

Арк.

17

Таблиця 1.4 – Керамічні конденсатори [5]

Назва та тип компонента	Керамічні конденсатори постійні 12061A102JAT2A	
Виробник	AVX	
Критерії вибору	відповідність електричних параметрів режиму роботи; типорозмір 1206; виконання SMD	
Характеристики конструкції	1206, див. рисунок 1.6	
Показники та властивості		
Допуск номіналу	5%	
Тип діелектрика	np0	
Температура роботи	-55..+125	
Робоча напруга	100 В	

Таблиця 1.5 – Резистори CRCW1206 [6]

Позиційне позначення	R1-R8	
Назва та тип компонента	Резистори загального призначення товстоплівкові CRCW1206	
Виробник	VISHAY	
Критерії вибору	Мале розсіювання ,типорозмір 1206	
Параметри конструкції	1206, див. рисунок 1.6	
Параметри та характеристики		
Допуск номіналу	1%	
Максимальна потужність	0,25Вт	
Температура роботи	-55..+155	
Робоча напруга	200 В	
Серія	CRCW	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГНА 2.899.001 ПЗ

Арк.

18

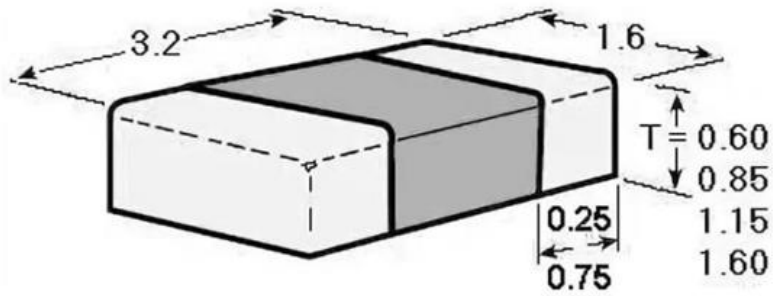


Рисунок 1.6 – Габаритні розміри корпусу 1206

Таблиця 1.6 – Кварцовий резонатор [7]

Позиційне позначення	ZQ1-ZQ2
Виробник	IQD FREQUENCY PRODUCTS
Назва та тип компонента	Кварцовий резонатор LF XTAL003210
Критерії вибору	Частота, малі відхилення параметрів, максимальна напруга, SMD монтаж
Параметри конструкції	HC49SM див. Рисунок 1.7
Параметри та характеристики	
Частота	12 МГц
Похибка	±30 ppm
Ємність	16 пФ

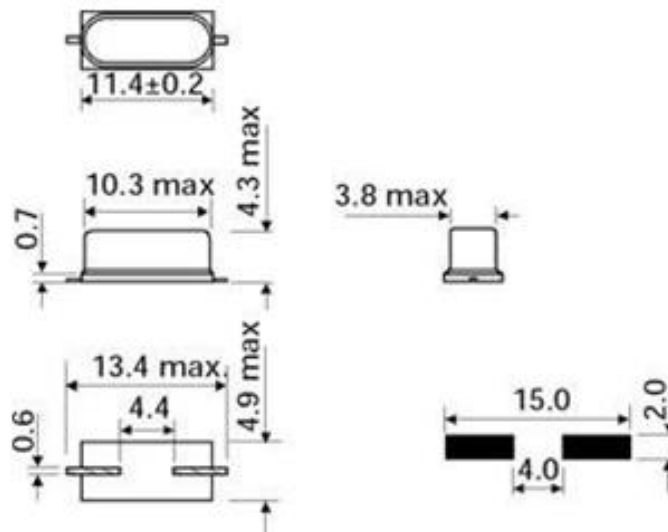


Рисунок 1.7 – Габаритні розміри корпусу кварцового резонатора

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

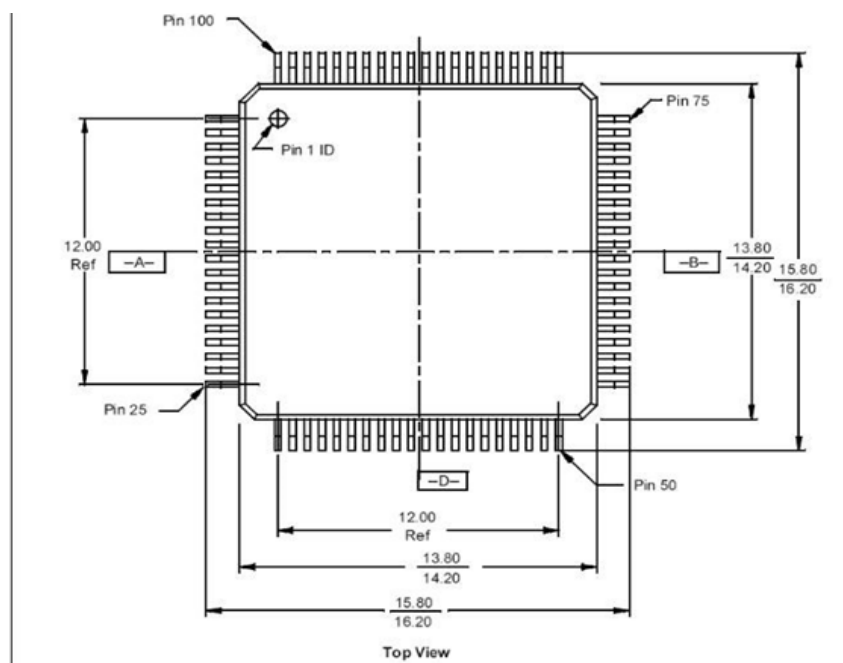
ГНА 2.899.001 ПЗ

Арк.

19

Таблиця 1.7 – Мікроконтролер ATMEGA2560-16AU [8]

Позиційне позначення	DD1
Виробник	MICROCHIP
Назва та тип компонента	мікроконтролер ATMEGA2560-16AU
Критерії вибору	Напруга живлення, кількість портів вводу-виводу, об'єм пам'яті програм та ОЗП, тактова частота, наявність інтерфейс UART для підключення модуля Bluetooth
Характеристики конструкції	TQFP-100, див. Рисунок 1.8
Показники та властивості	
Розрядність	16 біт
Частота такту	16 МГц
Робоча напруга	1,8 – 5,5 В
Об'єм пам'яті SRAM	8 кБ
Об'єм пам'яті EEPROM	4 кБ
Об'єм Flash- пам'яті	256 кБ



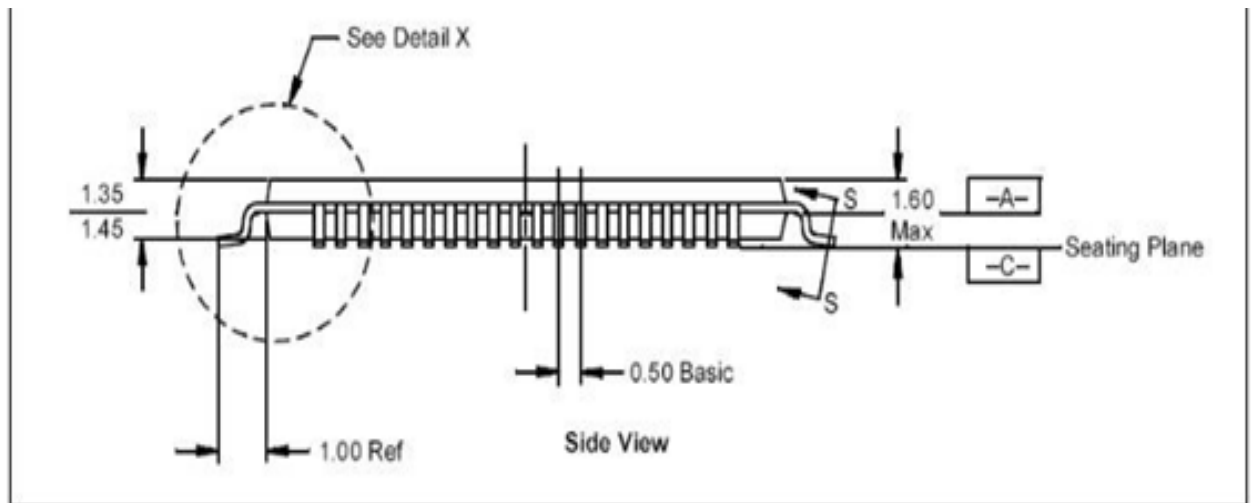
a)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ГНА 2.899.001 ПЗ

Арк.

20



б)

Рисунок 1.8 – а), б), Габаритні розміри мікроконтролера АТМЕГА2560-16АВ

Таблиця 1.8 – Дисплей Arduino 2.8inch LCD 320x240 [9]

Позиційне позначення	LCD	
Виробник	Electronics	
Назва та тип компонента	Дисплей Arduino 2.4 LCD 320x240	
Критерії вибору	Інтерфейс керування, напруга живлення	
Властивості конструкції	див. Рисунок 1.9	
Показники та властивості		
Напруга живлення	3,3 В – 3 В	
Тип	TFT	
Інтерфейс	SPI	
Розширення екрану	320x240	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ГНА 2.899.001 ПЗ

Арк.

21

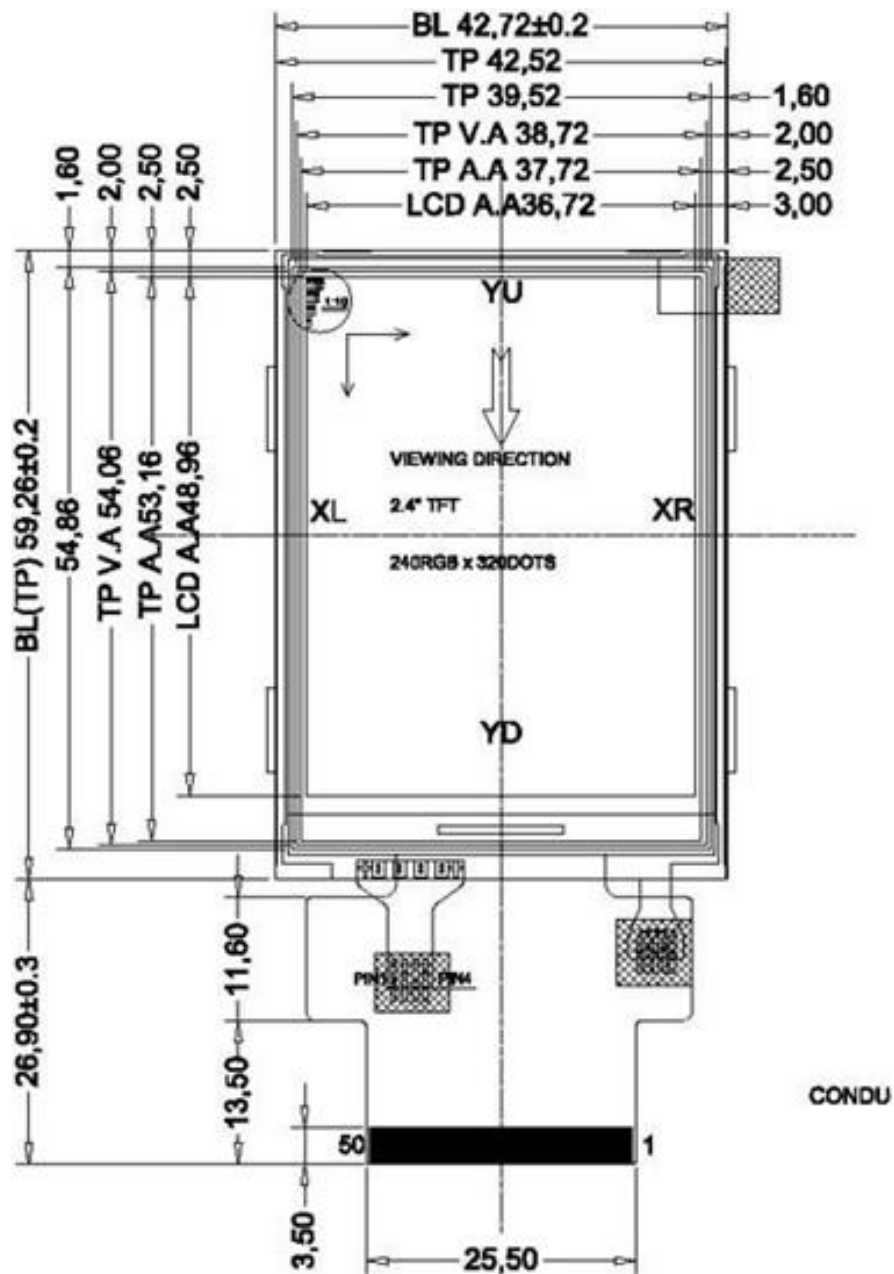


Рисунок 1.9 – Габаритні розміри Дисплея Arduino 2.4 LCD 320x240

Таблиця 1.9 – Мікросхема CH340 [10]

Позиційне позначення	DD2
Назва та тип компонента	Мікросхема CH340
Виробник	AVX
Критерії вибору	Мікросхема повина виконувати виконувати функції перетворювача USB-UART. SMD виконання.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ГНА 2.899.001 ПЗ

Арк.

22

Параметри конструкції	SOP16, див. рисунок 1.10
Показники та властивості	
Напруга живлення	3,3В – 5,5В
Струм	30 мА
Тактова частота	12 МГц
Час включення	До 50 мсек
Підтримувані сигнали зв'язку	MODEM RTS, DTR, DCD, RI, DSR і CTS;
Швидкість обміну повідомленнями	від 50 біт до 2 Мбіт/с

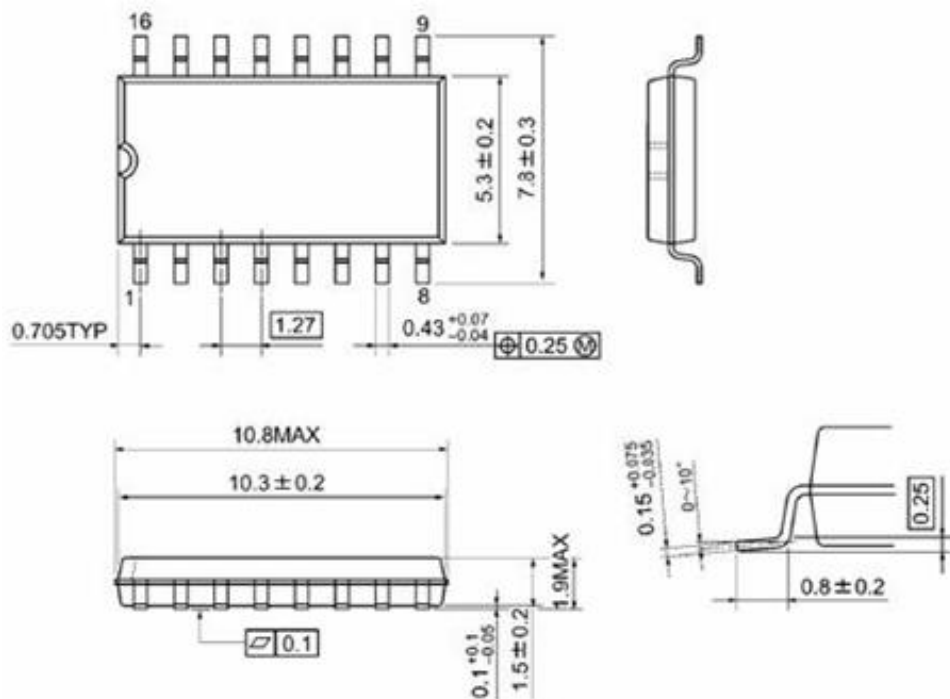


Рисунок 1.10 – Габаритні розміри мікросхеми SN340

Таблиця 1.10 – Кнопки KAN0611-0701D [11]

Позиційне позначення	SB1-SB8
Виробник	«GP»
Назва та тип компонента	Кнопки KAN0611-0701D
Критерії вибору	SMD виконання, висота штифта.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Властивості конструкції	див. Рисунок 1.11
Параметри та характеристики	
Робоча напруга	12В
Розміри	6x6
Робочий струм	0.05

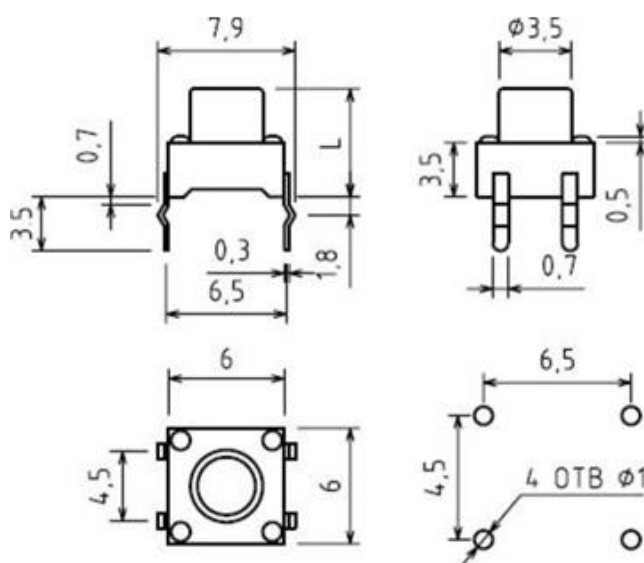


Рисунок 1.11 – Габаритні розміри кнопки KAN0611-0701D

Таблиця 1.11 – Роз'єм Micro USB SMT [12]

Позиційне позначення	USB
Виробник	«KLS»
Назва та тип компонента	Роз'єм Micro USB SMT
Критерії вибору	Тип роз'єму, ресурс, SMD монтаж
Параметри конструкції	див. Рисунок 1.12
Параметри та характеристики	
Тип роз'єму	Micro USB, Тип В
Номінальний струм	1,8 А
Ресурс	Мін. 10000 Циклів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Опір контакту	30mΩ Макс.
Кількість виводів	5

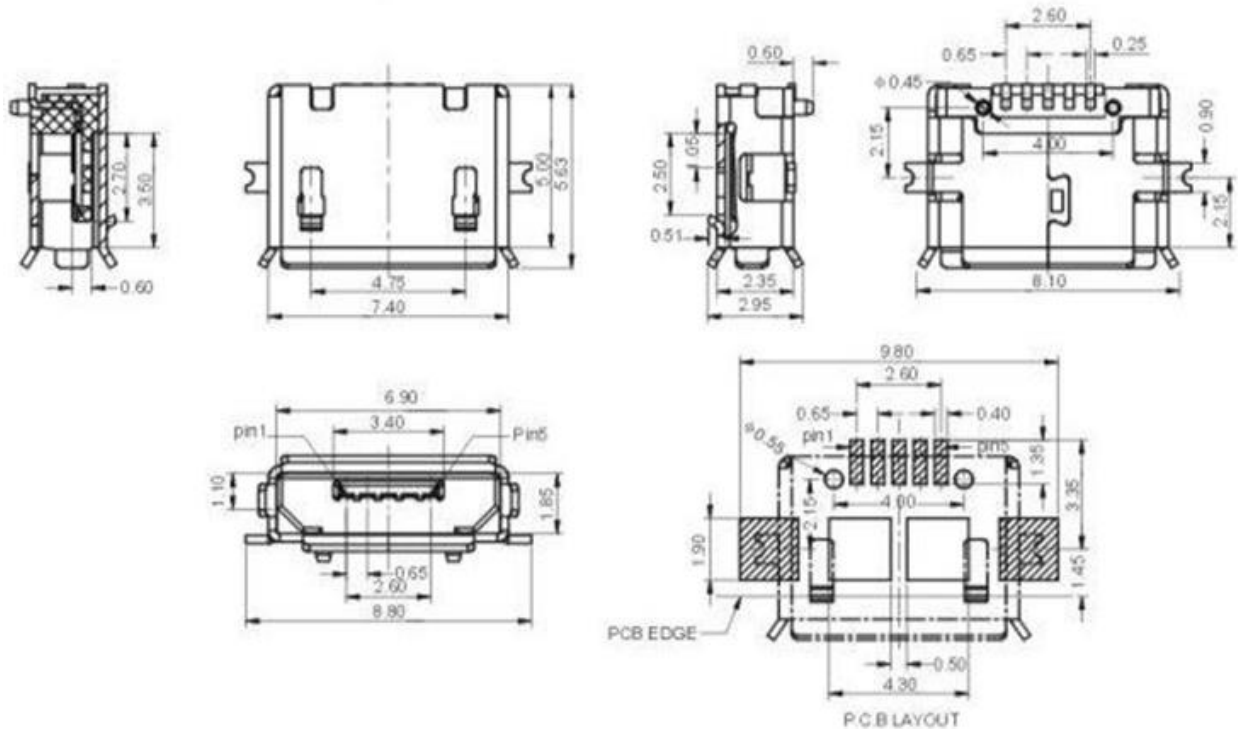


Рисунок 1.12 – Габаритні розміри роз'єму Micro USB SMT

1.5 Компоновка друкованого вузла пристрою

Проектований пристрій складається з одного друкованого вузла, що містить компоненти як вивідного, так і SMD типу. Плата двостороння і підтримує двосторонній монтаж елементів, що забезпечує високу щільність компонування і компактність. Друкований вузол розроблений таким чином, щоб забезпечити короткі траси друкованих провідників, що мінімізує електромагнітні перешкоди і покращує загальну якість сигналу.

Розробка плати враховувала необхідність кріпильних отворів для рідкокристалічного дисплею, що дозволяє оптимально використовувати вільний простір у корпусі пристрою. Це особливо важливо для зменшення габаритів пристрою та зручності його експлуатації.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Елементи плати розташовані відповідно до їх функціональних вимог. Основний контролер розміщений у центрі плати, що забезпечує зручний доступ до нього та рівномірний розподіл сигналів по всій площині плати. Bluetooth модуль розташований у нижній частині плати, ближче до лівого краю, що забезпечує стабільний бездротовий зв'язок.

Індикатор, що відображає стан пристрою, розміщений на лівій стороні плати, забезпечуючи легкий доступ для візуального контролю. Невеликі компоненти, такі як резистори та конденсатори, рівномірно розподілені по всій платі для забезпечення оптимального розподілу тепла і зменшення взаємних перешкод.

Роз'єм USB розташований на лівому краю плати, забезпечуючи зручний доступ для підключення кабелю. Кнопки керування розміщені праворуч від дисплею у два ряди вертикально, що забезпечує зручність керування пристроєм. Конектор для підключення гнучких провідників знаходиться між дисплеєм та кнопками, ближче до верхнього краю плати, що дозволяє зручно підключати короткі провідники до мікросхеми.

Загалом, друкований вузол пристрою спроектований так, щоб забезпечити максимально ефективно використання простору, легкість монтажу та надійну роботу компонентів

1.6 Розрахунок надійності проектованого виробу

Надійність приладу визначається його здатністю безперебійно функціонувати згідно з заданими параметрами протягом тривалого часу без відмов і збоїв. Це важливий показник для електронних пристроїв, особливо тих, які використовуються в критичних сферах, таких як медичні, авіаційні або космічні системи.

Для досягнення високого рівня надійності приладу, його проектування має включати аналіз можливого впливу зовнішніх факторів, таких як температура, вологість, вібрація, радіація та інші на його компоненти і елементи. Для цього

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

використовуються різні методи, включаючи аналітичні розрахунки, комп'ютерне моделювання та тестування в умовах, які імітують вплив несприятливих факторів.

Крім того, забезпечення надійності приладу передбачає контроль якості на всіх етапах виробництва, від вибору компонентів до тестування готового продукту. Наприклад, електронні компоненти повинні проходити перевірку на відповідність вимогам, а процес пайки має відповідати встановленим технологічним параметрам і забезпечувати належну якість.

Також для забезпечення надійності приладу необхідно дотримуватися вимог до його обслуговування та експлуатації. Це включає регулярне очищення та перевірку, а також використання відповідних аксесуарів і компонентів.

Загалом, надійність приладу є комплексним питанням, яке вимагає системного підходу до проектування, виробництва та експлуатації. Для підвищення надійності можна використовувати різні методи, такі як дублювання компонентів, резервне живлення, зменшення кількості елементів у схемі, використання більш надійних матеріалів та компонентів. Важливим є також захист приладу від неправильного використання, що включає захист від перевантажень, недопустимих режимів роботи та несправностей.

Одним з ключових аспектів підвищення надійності приладу є його тестування. Перед виходом на ринок прилад повинен бути протестований в умовах, які максимально наближені до реальних умов експлуатації. Це може включати довготривалі випробування, симуляцію різних умов роботи та інші методи.

Крім того, значущим аспектом надійності є сервісна підтримка. Це може включати регулярні оновлення програмного та апаратного забезпечення, надання документації та підтримки користувачам. У випадку серйозних несправностей виробник повинен забезпечити швидкий і якісний ремонт та сервісне обслуговування.

Загалом, надійність приладів є одним з ключових аспектів їх успішного функціонування та задоволення потреб користувачів. Міри щодо підвищення надійності повинні бути інтегровані протягом усього часу роботи приладу, від

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		27

проектування до експлуатації, і гарантувати надійну та безперебійну роботу пристрою.

Надійність продукту визначається за кількома розрахунковими показниками, включаючи частоту відмов, середній час до відмови та ймовірність безвідмовного функціонування. Це означає, що продукт здатен виконувати свої функції в певних умовах експлуатації, зберігаючи основні параметри в заданих межах. Для розрахунку надійності може використовуватися програмне забезпечення NAD_Release. [13]

Таблиця 1.14 – Вхідні дані для розрахунку надійності

№ з/п	Назва групи радіоелементів	К-сть, шт.	$K_{\text{нав}}$	$I_{\text{відм}} * 10^{-61}/\text{ГОД}$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав}} * I_{\text{відм}} * 10^{-6}$
1	Конденсатори керамічні	11	0.1	1.4	1.54
2	Напівпровідникові інтегральні мікросхеми	4	1	0.03	0.12
3	Резистори постійні 0.125– 0.5 Вт	9	0.42	0.8	3.024
4	Тактові кнопки	8	1	2.2	17.6
5	Резонатори кварцові	2	1	0.2	0.4
6	Гніздо	1	1	0.02	0.02
7	LCD-дисплей	1	0.81	4.5	3.645
8	Пайка	242	1	0.02	4.84

Таблиця 1.15 – Коефіцієнти впливу

№ з/п	Назва коефіцієнту	Значення
1.	Коефіцієнт механічних впливів	1
2.	Коефіцієнт впливу вологості і температури	1
3.	Коефіцієнт атмосферних впливів	1

Знімок головного вікна програми із введеними даними зображений на рисунку 1.13

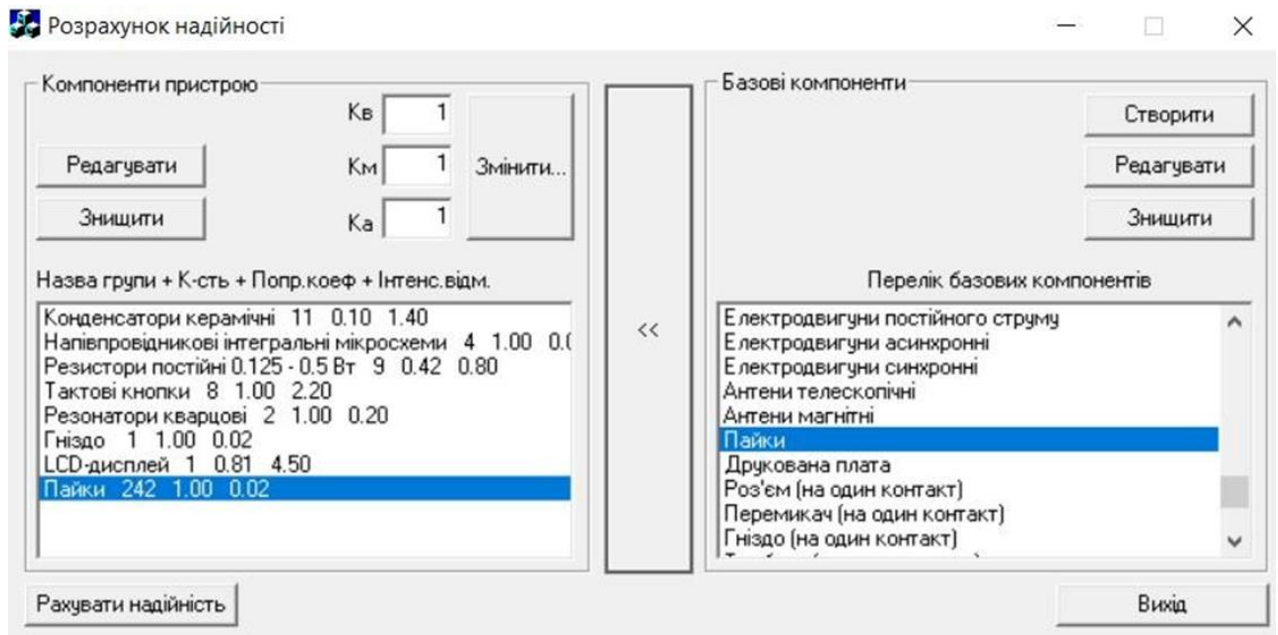


Рисунок 1.13 – Головне вікно програми для розрахунку надійності

В результаті розрахунку отриманий графік залежності імовірності безвідмовної роботи, представлений на рисунку 1.14 при цьому отримано значення середньої наробки на відмову 32063 год.

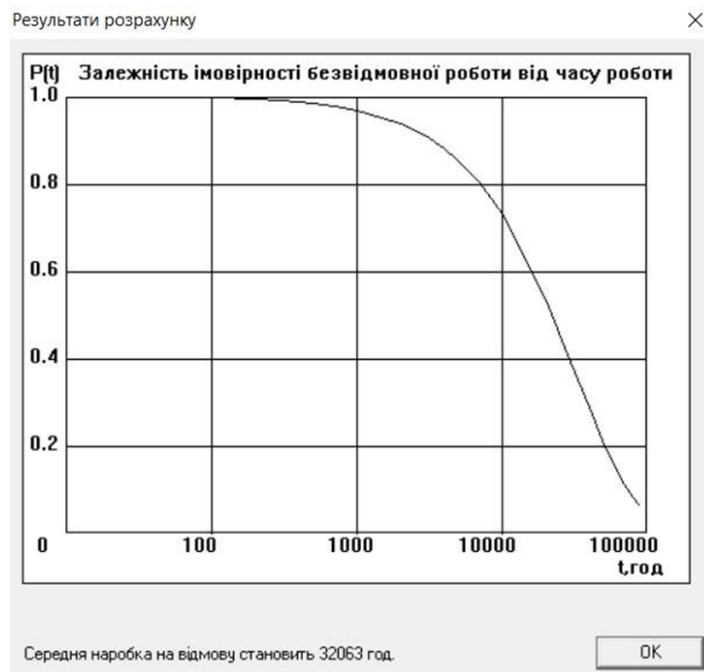


Рисунок 1.14 – Вікно програми з результатами розрахунку

1.8 Висновок до розділу 1

У першому розділі було здійснено вибір елементної бази, розроблено структурну та принципову схеми і виконано розрахунок надійності проектного виробу.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Спеціальна частина

2.1 Опис програмного забезпечення для мікроконтролера

Для створення програми для мікроконтролера використовується програма Arduino IDE, де код пишеться на мовах програмування C або C++. Програма має класичну архітектуру, яка включає в себе розділ ініціалізації (setup) і головний цикл виконання (loop). Нижче представлено структуру розділу ініціалізації та головного циклу у вигляді текстових алгоритмів.

Розділ ініціалізації (setup):

- Ініціалізація послідовного порту для обміну даними з модулем Bluetooth.
- Ініціалізація кнопок, які використовуються для керування пристроєм.
- Ініціалізація TFT-дисплея для відображення інформації.
- Виведення на екран інформації про поточну розробку для ознайомлення користувача.
- Затримка на 2 секунди для стабілізації роботи та сприйняття інформації.
- Відображення на екрані основного інтерфейсу керування пристроєм для подальшої взаємодії.

Головний цикл програми (loop):

- Опитування стану кнопок для виявлення натискань і подальшої обробки.
- Обробка символів, що надходять із буфера послідовного інтерфейсу, для отримання команд від модуля Bluetooth або від комп'ютера, забезпечуючи гнучкість управління.

Під час програмування вихідних сигналів пристрою, які, відповідно, є входними для досліджуваної мікросхеми, ці сигнали зберігаються в оперативній пам'яті мікроконтролера у вигляді масиву. При натисканні кнопки START відбувається послідовне зчитування даних із цього масиву. В залежності від значень кожного елементу масиву, на відповідному виході мікроконтролера, який функціонує як вихідний канал, встановлюється низький або високий логічний рівень, що формує запрограмований вихідний сигнал.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		31

Синхронно з передачею вихідних сигналів відбувається опитування стану виводів мікроконтролера, які відповідають вхідним каналам. Отримані дані про стан цих виводів зберігаються в масиві, і на основі цього масиву після завершення тестування виводиться на дисплей зображення вихідних сигналів досліджуваної мікросхеми.

Кожен з восьми каналів пристрою може бути налаштований як на вихід, так і на вхід. Наведений нижче алгоритм роботи демонструє, як здійснюється встановлення вихідних сигналів та зчитування вхідних сигналів:

- Встановлення режиму для окремих ліній сигнального порту (порт А):
 - Якщо канал має статус "відключений", встановити для цього виводу стан за замовчуванням ($PORTA.X = 0$, $DDRA.X = 0$).
 - Якщо статус каналу "вхід", встановити для цього виводу режим входу з внутрішньою підтяжкою ($PORTA.X = 1$, $DDRA.X = 0$).
 - Якщо канал має статус "вихід", встановити для цього виводу режим виходу з вихідною напругою лог. 0 ($PORTA.X = 0$, $DDRA.X = 1$).
- Встановлення вихідних сигналів і сканування вхідних сигналів із затримкою 5 мкс для забезпечення правильного встановлення напруги вихідних сигналів.
- Збереження отриманих вхідних сигналів у відповідних комірках масиву даних.
- Очищення областей екрана, де відображаються сигнали, для підготовки до виводу нових даних.
- Виведення на дисплей зібраних вхідних сигналів.
- Скидання вказівників поточного відліку для всіх каналів до початкових значень.

Для роботи з TFT-дисплеєм використовується високорівнева бібліотека Adafruit GFX, а також апаратно-орієнтована бібліотека-драйвер TFTLCD_mega2560. Це дозволяє бібліотеці Adafruit GFX ефективно взаємодіяти з мікроконтролером ATmega 2560.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Для усунення ефекту тремтіння контактів кнопок використана бібліотека BOUNCE 2, яка забезпечує стабільну роботу кнопок. Для обробки командних послідовностей, що надходять від модуля Bluetooth або від комп'ютера, використовується функція `recvWithStartEndMarkers`. Командні послідовності повинні починатися та закінчуватися наперед визначеними символами, такими як '<' і '>', які виконують функції початкового та кінцевого маркерів команди. Всі символи, прийняті за межами цих маркерів, ігноруються програмою та не сприймаються як команди.

2.2 Створення бібліотеки елементів в САПР (Altium Designer)

Використання Altium Designer для проектування електронних схем і друкованих плат є надзвичайно ефективним та має численні переваги. Це програмне забезпечення пропонує комплексне інтегроване середовище для розробки електронних пристроїв, яке включає всі етапи проектування, від створення електричних схем до генерації виробничих файлів. Завдяки цьому, робочий процес значно спрощується, а управління проектами стає більш зручним і ефективним.

Altium Designer оснащений потужним набором інструментів і функцій, які підвищують продуктивність розробників. Зокрема, автоматизоване трасування друкованих плат економить час і забезпечує оптимальну маршрутизацію сигналів. Наявність великих бібліотек компонентів дозволяє швидко знаходити і додавати необхідні елементи до проекту, це полегшує процес розробки та сприяє швидкому запуску нових проектів.

Програмне забезпечення також дозволяє створювати і використовувати власні бібліотеки компонентів, що дає можливість персоналізувати процес проектування та дотримуватися стандартів у розробках. Вбудовані бібліотеки забезпечують швидкий і ефективний вибір і розміщення компонентів у проекті, без необхідності створення їх з нуля. Крім того, користувачі можуть

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

налаштовувати ці бібліотеки і додавати власні елементи для використання в майбутніх проектах.

Для створення бібліотеки компонентів необхідно сформувати інтегровану бібліотеку, яка включає бібліотеку схемних символів та бібліотеку корпусів. Бібліотека схемних символів містить символи компонентів відповідно до стандартів, тоді як бібліотека корпусів включає посадкові місця компонентів, що використовуються в проекті. Параметри посадкових місць визначаються відповідно до технічних специфікацій компонентів.

Altium Designer також надає можливість використовувати готові посадкові місця і символи, які надаються виробниками компонентів, або створювати їх вручну. Існують інструменти і майстри, що полегшують створення посадкових місць та прив'язку до них схемних символів.

Як приклад, було створено умовне графічне позначення (УГП) та посадкове місце для мікросхеми LP2985 і резистора CRCW0603. Для цього необхідно налаштувати редактор графічних позначень, додати новий елемент бібліотеки УГП, створити контур мікросхеми та розмістити виводи компонентів.

Для створення посадкових місць потрібно сформувати файл бібліотеки посадкових місць і налаштувати сітку та одиниці вимірювання. Використовуючи інструмент "Place Pad", розміщуються контактні майданчики, відповідні виводам компонентів. Шовкографія компонента містить контур габаритів та маркер першого виводу, що полегшує монтаж і перевірку.

Після створення компонентів, їх прив'язують до посадкових місць. Для цього у вікні налаштувань компонента потрібно натиснути кнопку "Add footprint" і вибрати відповідний елемент з бібліотеки. Завершальний етап це перевірка правильності введених даних та відповідність вимогам проекту з використанням інструменту component rule check.

Таблиця 2.1 — Перелік компонентів бібліотеки

Назва компонента	Назва посадкового місця	Тип елемента	Позиційне позначення
------------------	-------------------------	--------------	----------------------

Продовження таблиці 2.1

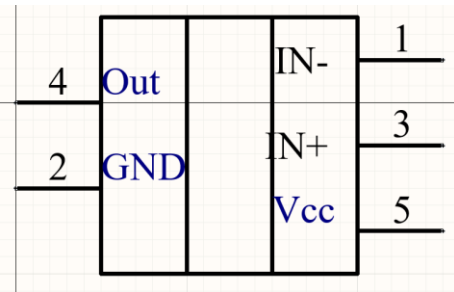
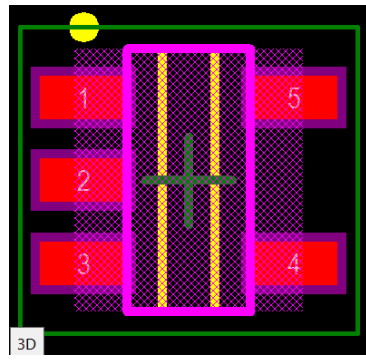

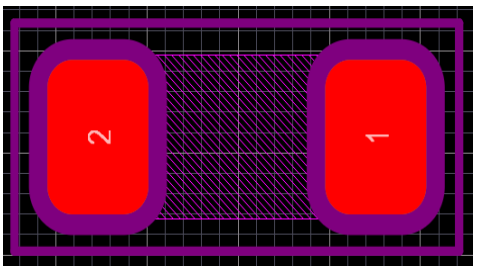
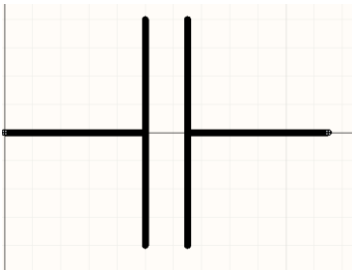
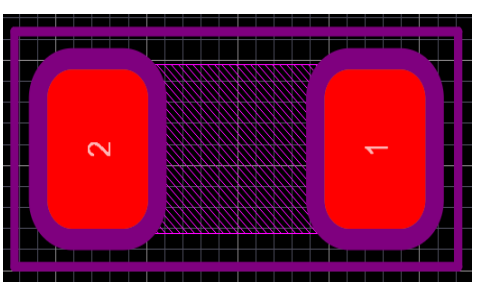
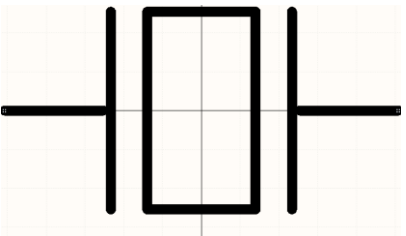
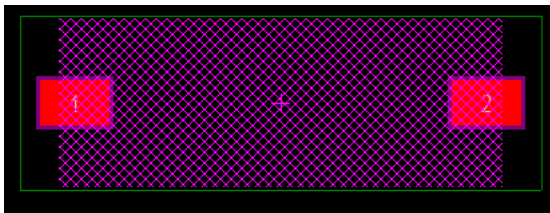
Disp	Disp	Normal	HG?
Cap_CER	0603	Normal	C?
PIN	PIN	Normal	XP?
MODULE	EGBT45	Normal	B?
Atmega	TQFP	Normal	DD?
CH430	SO16	Normal	DD?
LP2985	SOT23-5	Normal	DA?
RES	0603	Normal	R?
Button	KFC06	Normal	SB?
Quartz	Q_12mm	Normal	ZQ?

Таблиця 2.2 — Контактні майданчики посадкових місць

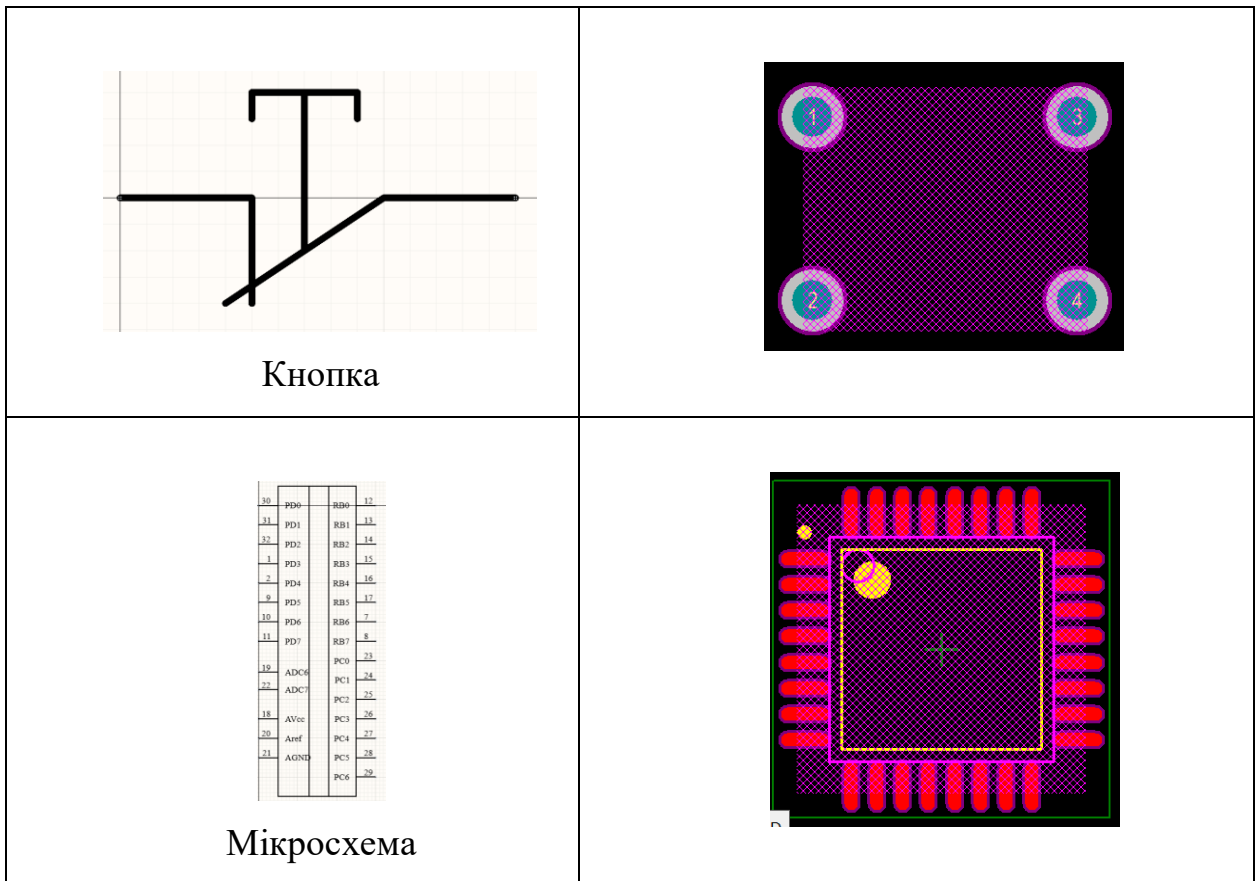
Назва контактної площадки	Шари друкованої плати	Габаритні розміри площадки, мм	Діаметр отвору, мм	Елементи	Умовне позначення
P0.7	ТНТ	0.9	0.7	PLS TFT LCD KFC06	XS1, XS2 HG1 SB1-SB8
V0.3	ТНТ	0.7	0.3	Via	-
P1.5_1.2	Top	1.5x1.2	-	CC0805 RC0805 lp2985	C1-C11 R1-R8 DA1
P1.0x0.5	Top	1.0x0.5	-	ATMEGA2560 CH430 HC-49U	DD1 DD2 ZQ1-ZQ2

В таблиці 2.3 наведено кілька прикладів УГП та посадкових місць компонентів

Таблиця 2.3 УГП елементів та посадкові місця

УГП елемента	Посадкове місце елемента
 <p data-bbox="443 817 641 862">Мікросхема</p>	 <p data-bbox="981 828 1013 862">3D</p>
 <p data-bbox="470 1064 614 1108">Резистор</p>	
 <p data-bbox="438 1556 654 1601">Конденсатор</p>	
 <p data-bbox="367 1937 718 1982">Кварцевий резонатор</p>	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



2.3 Виконання схеми електричної принципової в САПР

Приблизний процес створення плати в Altium Designer включає наступні етапи:

- Відкрийте Altium Designer і створіть новий проект або завантажте існуючий.
- У розділі "Projects" (Проекти) оберіть "Schematic" (Схема) для створення нової схеми або редагування існуючої.
- Для встановлення потрібного кроку координатної сітки натисніть кілька разів клавішу "G" до досягнення значення 2.5 мм. Відповідно до стандартів проектування, розташовуйте елементи на вузлах координатної сітки, кратних 2.5 мм. В сучасних версіях Altium Designer немає необхідності змінювати параметри проекту вручну, оскільки система автоматично переключається на метричну систему при виборі метричних сіток.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

– Додайте компоненти до схеми, перетягуючи їх з бібліотеки на панелі "Libraries" (Бібліотеки) або зі своєї власної бібліотеки компонентів.

– Підключіть компоненти, використовуючи лінії зв'язку або шини, розміщуючи їх і з'єднуючи їхні кінці.

– Для нанесення позиційної нумерації елементів важливо скористатися інструментом анотування. Перейдіть в меню Tools-Annotation-Annotate schematics. виберіть нумерацію Down then Across, після цього скористайтеся опцією Update Changes List і підтвердьте зміни кнопкою Accept Changes

– Збережіть схему та, за необхідністю, імпортуйте у РСВ (друковану плату) для переходу до розміщення компонентів на платі.

Відповідно до описаного процесу, була розроблена принципова електрична схема плати. Під час проектування використовувалися лінії групового зв'язку (шини), мітки яких представляли собою цифрову послідовність зростаючих значень. Помилка "Off grid" не є критичною і не впливає на роботу над проектом в Altium Designer.

2.4 Трасування з'єднань на ДП в САПР (Altium Designer)

Процес створення плати в Altium Designer можна описати наступними етапами:

– Відкрити Altium Designer і створити новий проект або завантажити існуючий.

– У розділі "Projects" (Проекти) обрати "Schematic" (Схема) для створення нової схеми або редагування існуючої.

– Для встановлення потрібного кроку координатної сітки натисніть кілька разів клавішу "G" до досягнення значення 2.5 мм. Відповідно до стандартів проектування, розташовуйте елементи на вузлах координатної сітки, кратних 2.5 мм. В сучасних версіях Altium Designer немає необхідності змінювати параметри проекту вручну, оскільки система автоматично переключається на метричну систему при виборі метричних сіток.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

– Додайте компоненти до схеми, перетягуючи їх з бібліотеки на панелі "Libraries" (Бібліотеки) або зі своєї власної бібліотеки компонентів.

– Підключіть компоненти, використовуючи лінії зв'язку або шини, розміщуючи їх і з'єднуючи їхні кінці.

– Важливим кроком є нанесення нумерації позицій елементів. Відкрийте інструмент анотування у меню Tools-Annotation-Annotate schematics. Оберіть метод нумерації Down then Across, потім натисніть на опції Up-date Changes List і Accept Changes.

– Збережіть схему і, якщо необхідно, виконайте імпорт у PCB (друковану плату) для переходу до моменту розміщення на платі компонентів .

Після створення схеми, необхідно задати правила трасування:

Відкрийте Designer/Rules. У вікні PCB Rules and Constraints Editor у лівій частині вказані групи правил трасування. Для розкриття кожної з груп правил проектування натисніть на знак плюс перед назвою правила.

Перша група правил Electrical включає: завдання зазорів (Clearance), коротке замикання (Short-Circuit), нерозведені електричні кола (Un-Routed Net) і не приєднані контакти (Un-Connected Pin).

Друга група правил Routing включає: завдання ширини друкованих провідників (Width), алгоритм трасування (Routing Topology), пріоритет трасування (Routing Priority), дозволені шари трасування (Routing Layers), варіант побудови кутів трас (Routing Corners), завдання розмірів перехідних отворів (Routing Via Style), правила підключення до контактної майданчику (Fanout Control), трасування диференціальних пар (Differential Pairs Routing).

Третя група правил SMT включає налаштування розмірів провідника, що підключається до планарних контактних площадок, відстані від контактної площадки до повороту траси (SMD To Corner), мінімальної відстані до перехідного отвору (SMD To Plane), звуження ширини провідника (SMD Neck-Down).

Четверта група правил Mask включає налаштування зазорів для паяльної маски (Solder Mask Expansion) і паяльної пасти (Paste Mask Expansion).

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		39

Група правил Manufacturing враховує технологічні умови виробництва: мінімальний розмір контактної площадки (Minimum Annular Ring), обмеження на розмір гострих кутів (Acute Angle), діаметр отворів (Hole Size), пари шарів (Layer Pairs), збіг і перетин отворів (Hole to Hole Clearance), мінімальна ширина ділянки в захисній масці (Minimum Solder Mask Silver), зазор між маркуванням і розкритими від маски металізованими контактними майданчиками (Silkscreen Over Component Pads), перевірка зазорів на шарі шовкографії (Silk to Silk Clearance).

Для цього проекту встановлюються наступні параметри: Clearance – 0,5 мм; Short Circuit – False; Min Width, Preferred Width і Max Width – 0,7 мм; Routing Topology – Shortest; Routing Layers – Top Layer і Bottom Layers; Routing Corners – 45°, 3 мм; Routing Vias – Via Diameter 0,7 мм і Via Hole Size 0,3 мм; SMD To Corner – 1 мм; SMD To Plane – 1 мм; Solder Mask Expansion – 0,1 мм; Paste Mask Expansion – 0,05 мм.

Також налаштуйте шари текстоліту плати (товщина діелектрика, фольги тощо) за допомогою Layer Stack Manager. Потім переходьте до розміщення електрорадіоелементів (ERE) на контурі друкованої плати (ДП). Встановіть крок сітки на ДП рівний 1,25 мм, що кратний відстані між виводами на корпусі інтегральних схем. Розміщуйте ERE на ДП, виділяючи елементи за допомогою ЛКМ і переміщуючи їх на задані точки. Повернути елемент можна натисканням клавіші Space. Крок повороту задається в налаштуваннях DXP / Preferences / PCB Editor, General, де можна встановити крок повороту на 45 градусів.

В результаті розміщення ERE на друкованій платі отримуємо з'єднання висновків згідно з заданою електричною схемою.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

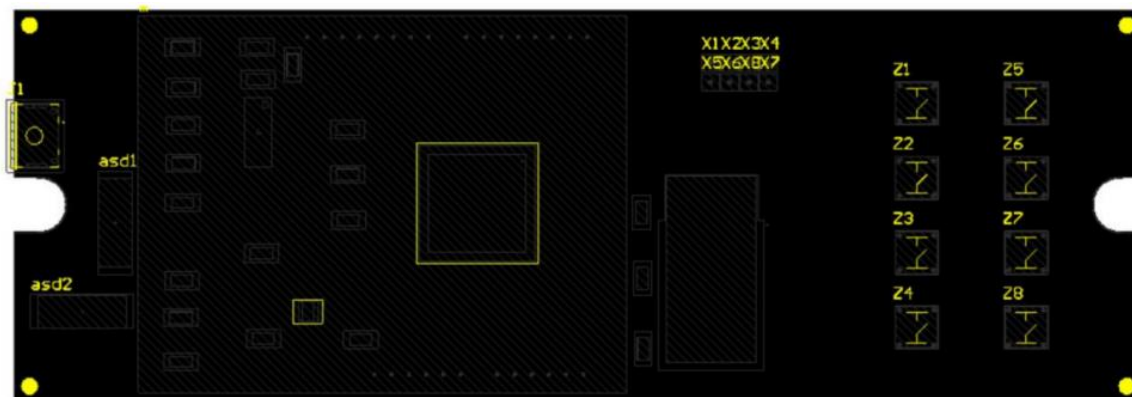


Рис. 2.1 Розміщені EPE плати приладу перевірки мікросхем

Після цього через вікно Design-Rules відкривається вікно правил трасування. Наступним кроком буде автотрасування доріжок. Для цього виконуємо команду Route-Auto-Route, після чого відкривається вікно «Situs Routing Strategies», де можна одразу натиснути Route All. З'явиться вікно «Messages», в якому відображаються всі процеси, виконані під час автотрасування. В результаті автотрасування отримуємо малюнок друкованих провідників друкованої плати.

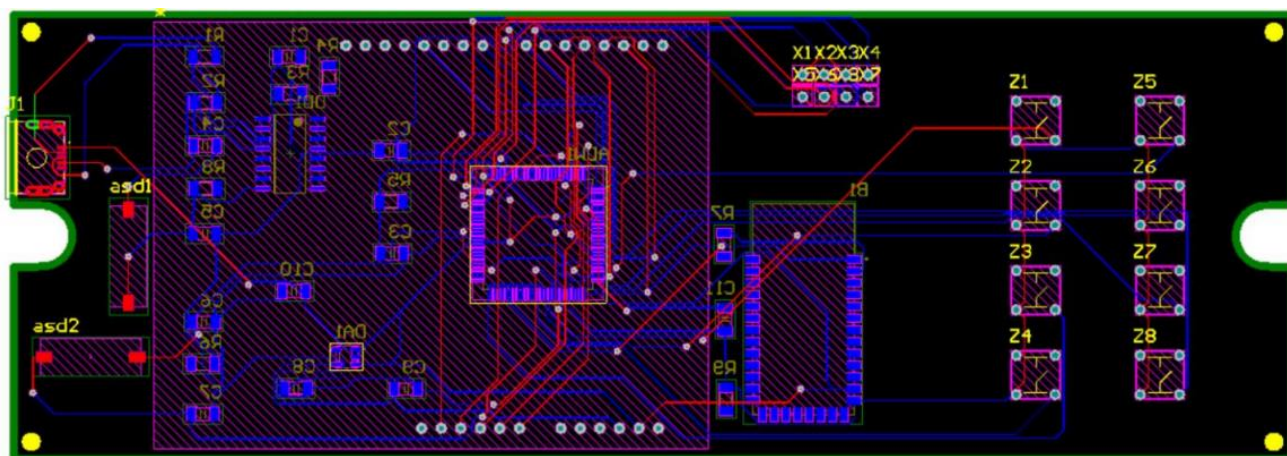


Рисунок. 2.2 — Друкована плата, розроблена в середовищі Altium Designer

Після трасування необхідно виконати перевірку друкованої плати на помилки (DRC) Tools-DesignRuleCheck, щоб впевнитися, що всі правила трасування, мінімальні відстані, вимоги до ширини провідників та інші параметри виконуються. Результати DRC допоможуть виявити і виправити можливі помилки перед подальшою обробкою плати.

2.5 Висновок до розділу 2

У цьому розділі було розглянуто САПР Altium Designer, що застосовувалась для розробки друкованої плати синтезатора частоти. Було описано процес створення бібліотеки компонентів та представлено друковану плату, виконану з використанням цієї бібліотеки.

					<i>ГНА 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		42

3 Безпека життєдіяльності та охорона праці

3.1 Особливості заходів електробезпеки на підприємствах

Електробезпека на підприємствах є надзвичайно важливою складовою загальної системи охорони праці. Використання електрообладнання є необхідним на більшості підприємств, але водночас воно несе потенційні загрози для здоров'я та життя працівників. У зв'язку з цим виникає необхідність організації заходів, які б забезпечували електробезпеку та захист працівників від можливих небезпек.

Організація електробезпеки на підприємствах передбачає комплексний підхід, який включає в себе розробку нормативної документації, проведення навчань та інструктажів, організацію робочих місць та впровадження технічних заходів безпеки. Насамперед, необхідно створити інструкції з охорони праці, які міститимуть детальні вимоги щодо використання електрообладнання. Також важливо забезпечити регулярне навчання працівників, оскільки обізнаність про потенційні ризики є ключовим фактором для їхнього уникнення. Організація робочих місць повинна враховувати всі аспекти електробезпеки: ізоляція електропристроїв, використання захисних екранів і бар'єрів є обов'язковими.

Технічні заходи електробезпеки включають такі елементи, як заземлення, занулення, використання автоматичних вимикачів та запобіжників, а також надійну ізоляцію електричних провідників та пристроїв. Заземлення допомагає знизити потенціал до безпечного рівня, що запобігає виникненню небезпечної напруги на корпусі електричних пристроїв. Занулення забезпечує швидке спрацювання захисних пристроїв у разі аварійної ситуації. Автоматичні вимикачі дозволяють миттєво вимкнути живлення у разі короткого замикання чи перевантаження, знижуючи ризик ураження електричним струмом. Запобіжники автоматично переривають електричний ланцюг при перевищенні допустимого струму, що запобігає виникненню аварійної ситуації. Ізоляція електричних провідників та пристроїв також є важливим фактором, що знижує ризик ураження електричним струмом при контакті з ними.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Організаційні заходи електробезпеки передбачають впровадження та контроль виконання норм і правил безпеки на підприємстві. Вони включають регулярні перевірки та обслуговування електрообладнання, постійний контроль за дотриманням вимог безпеки працівниками та проведення інспекцій робочих місць. Важливо забезпечити систему допуску до робіт, що означає, що всі працівники, які мають доступ до електрообладнання, повинні мати відповідну кваліфікацію та допуск до виконання електротехнічних робіт. Ведення обліку нещасних випадків і аналіз причин їх виникнення допомагають виявити слабкі місця в системі електробезпеки та вжити заходів щодо їх усунення.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) є важливою складовою системи електробезпеки. Вони включають діелектричні рукавиці, ізолюючі інструменти, захисні окуляри та щитки, спеціальний одяг та взуття. Діелектричні рукавиці захищають руки працівників від ураження електричним струмом, ізолюючі інструменти використовуються для роботи з електрообладнанням під напругою, захисні окуляри та щитки захищають очі та обличчя від можливих механічних пошкоджень та електричних дуг, а спеціальний одяг і взуття забезпечують додатковий захист від ураження електричним струмом.

Важливим аспектом електробезпеки є впровадження автоматизованих систем моніторингу та управління електрообладнанням, що дозволяє вчасно виявляти потенційні небезпеки та оперативно реагувати на них. Сучасні технології дозволяють інтегрувати системи діагностики і моніторингу в загальну систему управління підприємством, що значно підвищує рівень безпеки та ефективність роботи.

Таким чином, забезпечення електробезпеки на підприємстві є комплексним процесом, який вимагає постійного вдосконалення та контролю. Виконання всіх зазначених заходів дозволяє мінімізувати ризики ураження електричним струмом і забезпечити безпеку працівників. Важливо зазначити, що забезпечення електробезпеки не обмежується лише технічними заходами, але й вимагає високого рівня обізнаності та відповідальності з боку всіх працівників.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Роль центральної нервової системи в трудовій діяльності людини

Центральна нервова система (ЦНС) відіграє ключову роль у забезпеченні нормальної життєдіяльності людини, включаючи її трудову діяльність. Вона відповідає за координацію всіх фізіологічних процесів, регуляцію діяльності органів і систем організму, а також за інтеграцію інформації, що надходить від зовнішнього середовища. Головний і спинний мозок, які складають ЦНС, виконують різноманітні функції, необхідні для підтримання життєдіяльності та трудової активності людини. Зокрема, вони регулюють рухову активність, обробляють сенсорну інформацію, контролюють вегетативні функції та забезпечують когнітивні процеси.

Фізична активність є невід'ємною частиною більшості видів трудової діяльності, і ЦНС відіграє ключову роль у забезпеченні координації та контролю рухів. Головний мозок, зокрема його моторні зони, відповідає за планування та виконання рухів, що є основою для виконання будь-якої фізичної роботи. Координація рухів забезпечується моторними зонами головного мозку, що дозволяє виконувати фізичну роботу з високою точністю. Це є критично важливим, особливо у випадку виконання складних або точних завдань. Реакція на зовнішні подразники також забезпечується ЦНС, що є важливим для безпеки на робочому місці, адже швидка реакція може запобігти виникненню аварійних ситуацій. Головний мозок контролює м'язову активність, що забезпечує оптимальну силу скорочень м'язів і дозволяє виконувати роботу без перевантаження.

Когнітивні функції ЦНС забезпечують виконання інтелектуальної роботи і прийняття рішень. Головний мозок відповідає за процеси мислення, аналізу інформації, прийняття рішень, що є необхідними для виконання складних розумових завдань. Пам'ять забезпечує збереження та відтворення інформації, що дозволяє використовувати накопичений досвід і знання для виконання роботи. Увага і концентрація, які забезпечуються ЦНС, є важливими для зосередження на конкретних завданнях і підвищення ефективності виконання роботи. Планування

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

і організація діяльності також забезпечуються головним мозком, що дозволяє визначати пріоритети і розподіляти ресурси.

Стрес має значний вплив на ЦНС і може призводити до зниження продуктивності праці та погіршення здоров'я. Хронічний стрес може призвести до виснаження ресурсів ЦНС, що проявляється у вигляді нервового перенапруження і втрати здатності до ефективної роботи. Стрес може також викликати проблеми зі сном, що негативно впливає на когнітивні функції і загальний стан організму. Під впливом стресу знижується здатність до концентрації, пам'яті і прийняття рішень, що негативно впливає на якість виконання розумових завдань. Тривалий стрес може призвести до виникнення психосоматичних розладів, таких як гіпертонія, шлунково-кишкові захворювання, які впливають на загальне здоров'я і працездатність.

Для підтримки здоров'я ЦНС і забезпечення високої продуктивності праці необхідно дотримуватися раціонального харчування, що забезпечує організм необхідними вітамінами і мінералами. Регулярна фізична активність сприяє поліпшенню кровообігу і забезпечує мозок необхідними речовинами. Психологічний комфорт на робочому місці, уникнення стресових ситуацій і забезпечення психологічної підтримки позитивно впливають на роботу ЦНС. Достатній сон і регулярний відпочинок необхідні для відновлення ресурсів ЦНС і підтримання її функціональної активності.

Центральна нервова система є ключовим елементом для забезпечення ефективної трудової діяльності людини, її стан здоров'я і загальна працездатність. Важливо зазначити, що вплив ЦНС на трудову діяльність є багатограним і включає не лише фізичні, але й психічні аспекти.

Психічний стан людини безпосередньо впливає на її працездатність і ефективність виконання роботи. Стабільність емоційного стану, вміння керувати стресом і емоціями є важливими складовими успішної трудової діяльності. Психологічний комфорт на робочому місці, здатність до адаптації до змін, підтримка колективу та взаємодія з колегами мають значення для підтримки психічного здоров'я працівників і підвищення їхньої продуктивності.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

Наукові дослідження показують, що ЦНС може адаптуватися до різних умов праці, але при цьому важливо дотримуватися раціонального режиму праці і відпочинку. Періодичні перерви під час роботи дозволяють мозку релаксувати і відновлювати ресурси, що сприяє збереженню концентрації уваги та продуктивності працівника. Організація робочих процесів також важлива для забезпечення оптимального функціонування ЦНС. Це охоплює розподіл завдань з урахуванням індивідуальних особливостей працівника, уникнення перевантаження і надмірного стресу.

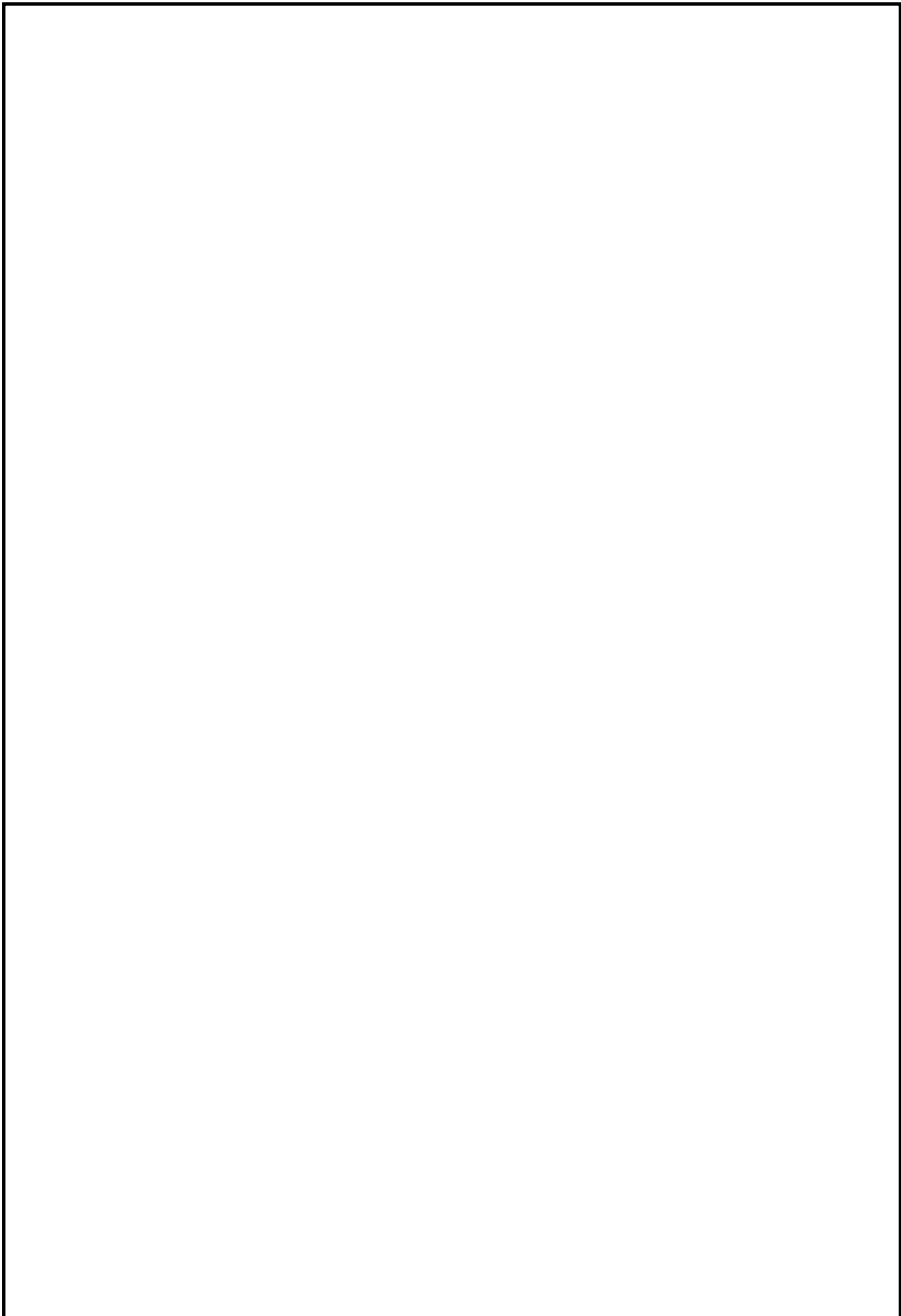
Фізіологічні потреби ЦНС також потребують уваги в контексті охорони праці. Раціональне харчування, достатнє споживання води, адекватний режим сну і фізична активність є важливими факторами для підтримки функціональної активності мозку. Вітаміни групи В, антиоксиданти та інші корисні речовини сприяють покращенню мозкової діяльності і забезпечують ЦНС необхідними поживними речовинами для ефективної роботи.

Загальний стан здоров'я працівників і його вплив на ЦНС є важливим аспектом організації трудової діяльності. Профілактика захворювань, регулярні медичні огляди і контроль за станом здоров'я сприяють збереженню працездатності і підвищенню ефективності працівників. Важливою є і система психологічної підтримки працівників, яка дозволяє вирішувати конфліктні ситуації, стресові ситуації і підтримувати позитивний психічний стан колективу.

Крім того, постійне навчання і розвиток працівників є важливими для підтримки високого рівня функціональної активності ЦНС. Навчання нових навичок і знань сприяє розвитку когнітивних функцій, що дозволяє працівникам ефективно адаптуватися до змін у робочих умовах і виконувати складніші завдання.

Таким чином, ЦНС відіграє центральну роль у трудовій діяльності людини, забезпечуючи координацію фізіологічних і психічних процесів, необхідних для ефективної роботи. Забезпечення оптимальних умов праці, включаючи охорону здоров'я і психічний комфорт працівників, є важливим завданням для організацій, що сприяє підвищенню продуктивності і загального благополуччя колективу

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		47



					<i>ГНА 2.899.001 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>48</i>

ВИСНОВКИ

У процесі проектування пристрою для дослідження цифрових мікросхем досягнуто таких результатів: розроблено структурну та принципову схеми, забезпечено відповідність усіх компонентів вимогам технічного завдання, включаючи двосторонню друковану плату з SMD монтажем для підвищення компактності. Вибрано стабілізатор напруги LP2985-33DBVR, що відповідає параметрам за напругою (5 В) та струмом навантаження (0.25 А). Проведено розрахунок параметрів монтажу, що забезпечує надійні з'єднання та мінімізує ризики відмов.

Розроблено програмне забезпечення для управління пристроєм, обробки команд, керування сигналами та збору даних. Використання Altium Designer спростило створення плат та підвищило якість проектування. Пристрій повністю відповідає вимогам технічного завдання, забезпечує стабільну роботу та надійне тестування цифрових мікросхем. Рекомендується розширити функціонал пристрою для аналізу ширшого спектра сигналів та розширення інтерфейсів підключення.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю “172 Телекомунікації та радіотехніка” [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://dl.tntu.edu.ua/mods/_standard/file_storage/index.php
2. Bluetooth Modules Wireless UART Cable Replacement [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://cdn.instructables.com/ORIG/FQ1/CUVZ/HXA9PUVQ/FQ1CUVZHXA9PUVQ.pdf>
3. P2985 150-mA LOW-NOISE LOW-DROPOUT REGULATOR WITH SHUTDOWN [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://datasheet.octopart.com/LP2985-33DBVR-Texas-Instruments-datasheet8211760.pdf>
4. SD2X10-HH-CN: <https://static.chipdip/lib/009/DOC004009406.pdf>
5. C0G (NP0) Dielectric General Specifications C [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/PCpyGg5S_C0GNP0_AVX.pdf (дата звернення 08.11.2022).
6. Lead (Pb)-free Thick Film, Rectangular Commodity Chip Resistors [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://imrad.com.ua/userdata/modules/productFiles/wGVHTQDT_crcwc_e3.pdf (дата звернення 08.11.2022).
7. Low Profile Holder Type Crystal Units This part is a miniature AT cut strip crystal unit with a low profile package. It is with resistance weld <https://285624.selcdn/syms1/iblock/fe4/fe4dc20376197a445f9d41d083973aed/4fab9f3fcde734854d17b334cc1eb73e.pdf> (дата звернення 08.11.2022).
8. Mega 2650 PRO mini 5V ATMEGA 2650-16AU Development Board: <https://www.enmindustry.de/WebRoot/Store31/Shops/88169453/5FFE/0DC7/1617/A559/78B1/0A0C/6D12/6D9F/Mega2650PRO-Datasheet.pdf> (дата звернення 08.11.2022).
9. 2.8inch Arduino Display: http://www.lcdwiki.com/2.8inch_Arduino_Display (дата звернення 08.11.2022).

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

10. PIC16F630/676 Data Sheet 14-Pin, Flash-Based 8-Bit CMOS Micro-controllers [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://static.chipdip/lib/442/DOC011442365.pdf> (дата звернення 08.11.2022).

11. 22.Режим доступу: <https://www.rcscompo-nents.kiev.ua/datasheets/SWT-2xx.JPG> (дата звернення 08.11.2022).

12. В. Яськів, А. Яськів. Регульований помножувач напруги на основі високочастотних магнітних підсилювачів // Оптико-волоконні та інформаційно-енергетичні технології : міжнар. науково-техн. журн. — Вінниця, 2023. — № 1 (45). — С. 121–127. DOI <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2023-45-1-121-127> <https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/view/655/615>

13. Dyvak, M., Yaskiv, V., Yaskiv, A. Simulation and Numerical Optimization of Specific Characteristics of the Unified Range of Power Converters // 2022 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2022, 2022, pp. 13–17. **Print ISSN: 2770-5218 DOI: 10.1109/ACIT54803.2022.9913076** (Scopus) <https://ieeexplore.ieee.org/document/9913076?denied=>

14. Yaskiv V. Unregulated Transistor Inverter for High-Frequency MagAmp Power Converters / Volodymyr Yaskiv, Oleg Yurchenko // Computational Problems of Electrical Engineering. — Lviv : Lviv Polytechnic National University, 2020. — Vol. 10, no 1. — P. 45–50. <https://doi.org/10.23939/jcpee> <https://science.lpnu.ua/jcpee/all-volumes-and-issues/volume-10-number-1-2020/unregulated-transistor-inverter-high-frequency>

15. 5.Yaskiv V. MagAmp Post-Regulator Small Signal Modeling / V. Yaskiv // Оптико-волоконні та інформаційно-енергетичні технології : міжнар. науково-техн. журн. — Вінниця, 2020. — № 1 (39). — С. 5–13. <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2020-39-1-5-13> <https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/view/563/538>

16. 6.Yaskiv V. Experimental Research of High-Frequency MagAmp Power Converters for Synchronous Rectification / V. Yaskiv // Оптико-волоконні та

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

інформаційно-енергетичні технології : міжнар. науково-техн. журн. — Вінниця, 2019. — № 2 (38). — С. 113–121. DOI: <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2019-38-2-113-121> <https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/view/558/536>

17. Yaskiv V. Using of High-Frequency Magnetic Amplifier in Switch Mode DC Power Supplies // Proceedings of the 35th Annual IEEE Power Electronic Specialists Conference (PESC'04), Aachen, Germany, 2004, p. 1658-1662.

					ГНА 2.899.001 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		52

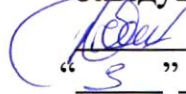
ДОДАТКИ

					ГНА 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедру РТ

 к.т.н. Дунець В.Л.
" 3 " 06 2024 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

на тему:

«Пристрій для перевірки цифрових мікросхем»

Узгоджено:

Керівник роботи

Яськів В. І. 

" 03 " червня 2024р.

«ВИКОНАВЕЦЬ»

Студент групи РАС-41

Гульовський Н. А. 

" 03 " червня 2024р.

Тернопіль, 2024

1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВКОНАННЯ

1.1 Назва: “ Пристрій для перевірки цифрових мікросхем ”

1.2 Підставою для виконання кваліфікаційної роботи є наказ університету
про затвердження кваліфікаційної роботи № 4/7-581 від “03” червня 2024 р.

2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Гульовський Н. А. групи РАс-41, кафедри радіотехнічних
систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є розробка пристрою для перевірки цифрових
мікросхем, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення для даного пристрою;
- вибір компонентної бази розроблювального пристрою;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи пристрою;

4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1. Джерело живлення пристрою повинно бути реалізовано через блок
живлення на 5В.

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

4.2. Технічні вимоги

4.2.1. Пристрій повинен відповідати вимогам стандарту, а також технічній
документації на пристрій конкретного типу, затвердженій в установленому порядку.

4.2.2. Пристрій повинен забезпечувати задану потужність з моменту включення.

4.2.3. Пристрій повинен забезпечувати безперервну роботу протягом 24 годин
при номінальному струмі навантаження і номінальній напрузі джерела живлення при
нормальних кліматичних умовах.

4.2.4. Всі елементи пристрою повинні бути захищені від струмів короткого
замикання.

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

4.2.6. За механічними, кліматичними і експлуатаційними умовами пристрій
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 пристрою повинно входити: пристрій, шнур живлення . До
комплекту докладають паспорт.

4.2.8. Напрацювання на відмову повинне бути не менше 32000 год.

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

4.2.10. Середній термін служби повинен бути не менше 10 років.

Випробування на термін служби не проводять.

4.3. Правила приймання.

4.3.1. пристрій повинен піддаватися періодичним випробуванням.

4.3.2. При випробуваннях пристрій повинен піддаватися суцільному контролю.

При невідповідності вимогам цього стандарту його повертають для усунення дефектів. Після усунення дефектів пристрій висувають на повторні випробування. Результати повторних випробувань є остаточними.

4.3.3. Періодичним випробуванням піддають не менше трьох пристроїв 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 вивчають причини браку, усувають їх і проводять повторні періодичні випробування в подвоєному числі виробів. Якщо при повторних періодичних випробуваннях виявлено невідповідність хоча б одного виробу вимогам цього стандарту, приймання відвантаження пристроїв припиняють. Рішення про подальше виготовлення 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:

- Напруга живлення $U = 5 \text{ В}$
- Струм споживання $I = 0.25 \text{ А}$
- Потужність $= 1.25 \text{ Вт}$
- Кількість вхідних і вихідних каналів $= 8$
- Напруга вхідних та вихідних сигналів $= 5 \text{ В}$

5 ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

5.1 Конструкторська документація повинна відповідати вимогам ЄСКД та ДСТУ.

5.2. Комплект конструкторської документації повинен складатися з:

- пояснювальна записка;
- структурна схема пристрою;
- функціональна 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	Розробка та затвердження технічного завдання	25.02.24
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи, техніко-економічний аналіз	20.03.24
3	Розробка структурної та функціональної схеми	27.03.24
4	Розрахунок основних вузлів у схемі пристрою.	20.04.24
5	Вибір компонентної бази для розроблюваного пристрою;	28.04.24
6	Компоновка друкованого вузла	12.05.24
7	Створення допоміжної документації	16.05.24
8	Спеціальна частина	20.06.24
9	Розділ охорони праці та безпеки життєдіяльності	23.06.24
10	Нормоконтроль	25.06.24
11	Попередній захист КР	24.06.24
12	Захист КР	26.06.24

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

7 ДОДАТКОВІ УМОВИ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

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

Поз. позн.	Назва	Кіл.	Примітка
	<u>Конденсатори</u>		
	«YAGEO»		
C2-C5	CC0100MRX5R5BB104	2	
C1-C11	CC0603JRNPO9BN220	9	
	<u>Мікросхеми</u>		
B1	EGBT-045MS «Hardware» Manual	1	
DD1	ATMEGA2560 «MICROCHIP»	1	
DA1	lp2985-330bvr «Texas Instruments»	1	
DD2	CH430 «Taiyo»	1	
	LCD-дисплеї		
LCD	2.4 320x240 TFT LCD Touch «China»	1	
	<u>Резистори</u>		
	CRCW1206 «VISHAY»		
R7	CRCW0603 - 10 кОм ±1 %	1	
R9	CRCW0603 -20кОм ±1 %	1	
R1-R2	CRCW120651ROFKTABC	2	
R3-R5	CRCW25121K00FKTHBC	3	
R6,R8	MMB02070C1101FB200	2	
	<u>Кнопки</u>		
SB1-SB8	KAN0611-0701D «GP»	8	

ГНА 2.899.001 ПЕЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив		Гульовський		
Перевірів		Яськів В.І.		
Рецензор				
Н. Кантр.		Марценюк А.С.		
Затвер.		Дунець В.Л.		

Пристрій для дослідження
цифрових мікросхем
Перелік елементів

Літ.	Аркуш	Аркушів
1	1	2

ТНТУ, каф. РТ
гр. РАС-41

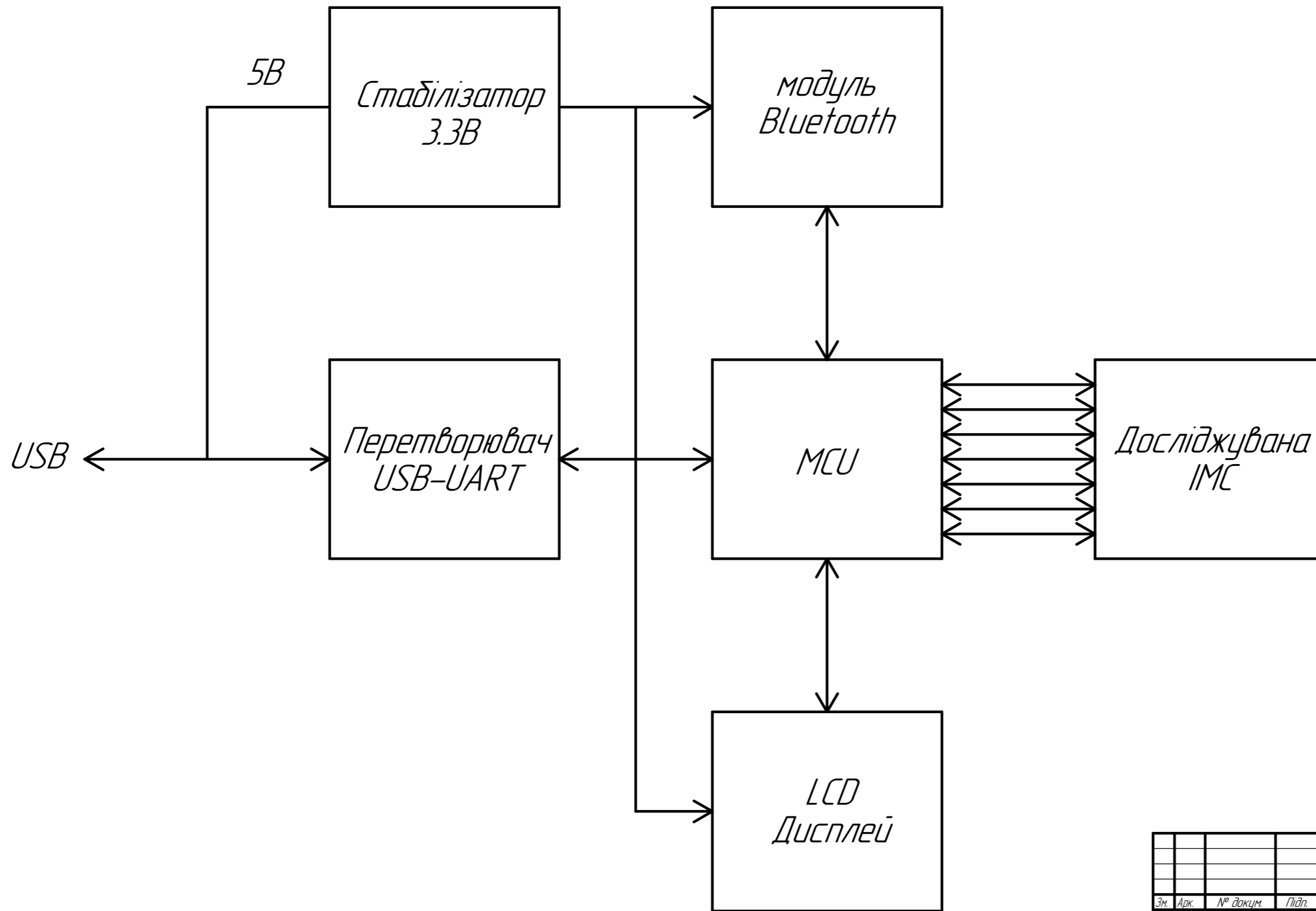
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Прим.
				<u>Документація</u>		
A3			ГНА 2.899.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
A4			ГНА 2.899.001 ПЕЗ	Перелік елементів		
A2			ГНА 2.899.003 СК	Вузол друкований		
				<u>Деталі</u>		
A2	1		ГНА 7.103.002	Плата друкована	1	
				<u>Інші вироби</u>		
				<u>Конденсатори</u>		
				«YAGEO»		
	2			CC0100MRX5R5BB104	2	С2-С5
	3			CC0603JRNPO9BN220	9	С1-С11
				<u>Мікросхема</u>		
	4			EGBT-045MS «Hardware» Manual	1	B1
	5			ATMEGA2560 «MICROCHIP»	1	DD1
	6			lp2985-330bvr «Texas Instruments»	1	DA1
	7			CH430 «Taiyo»	1	DD2
				<u>LCD-дисплей</u>		
	8			2.4 320x240 TFT LCD Touch «China»	1	LCD

ГНА 2.899.003

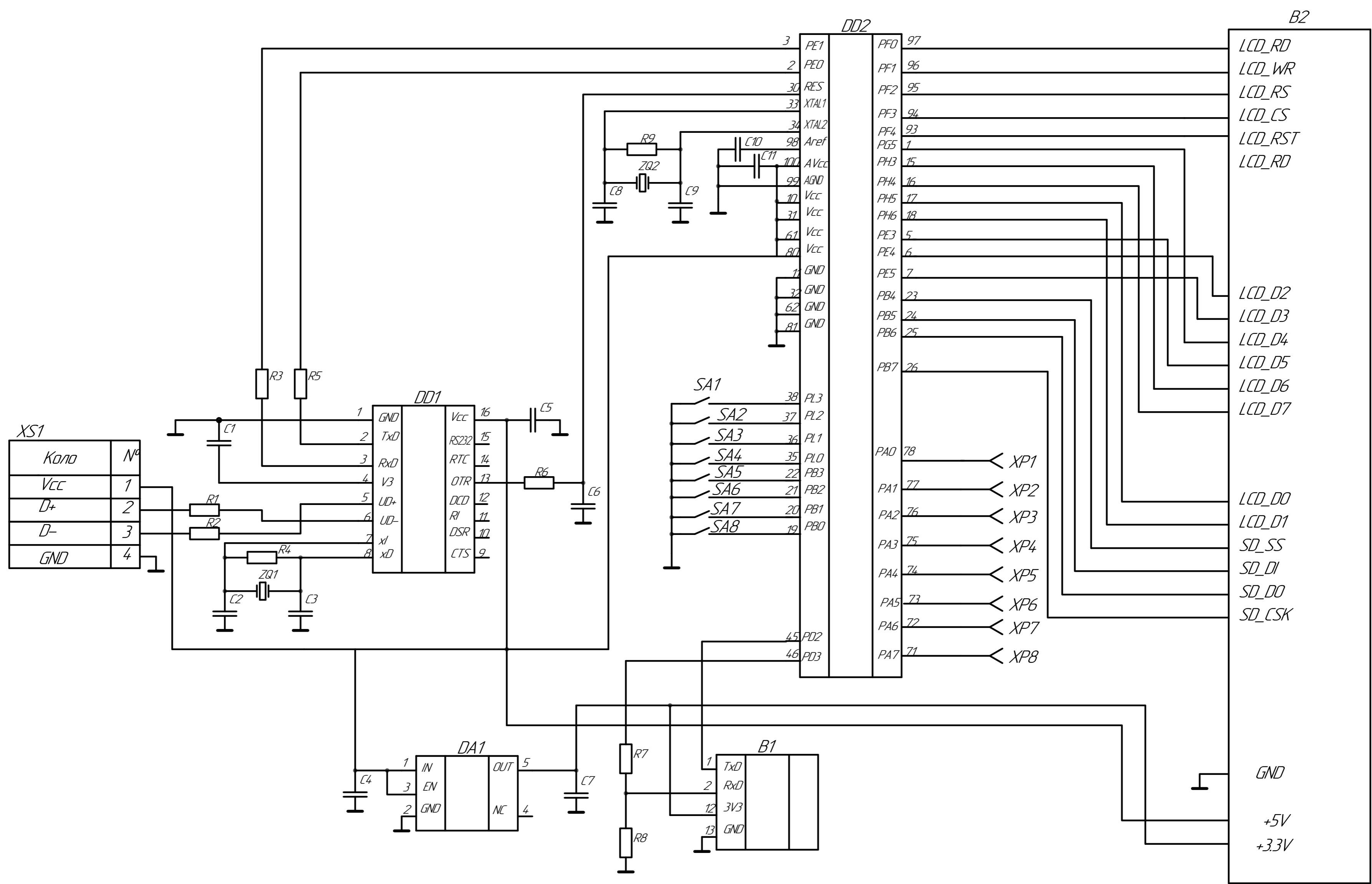
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Разроб.		Гульовський		
Перевір.		Яськів В.І.		
Н Контр.		Марценюк А.С.		
Затверд.		Дценець В.Л.		

Друкований вузол
пристрою для перевірки
мікросхем

Літ.	Аркцш	Аркцшів
Н	1	2
ТНТУ, каф. РТ гр. РАС-41		

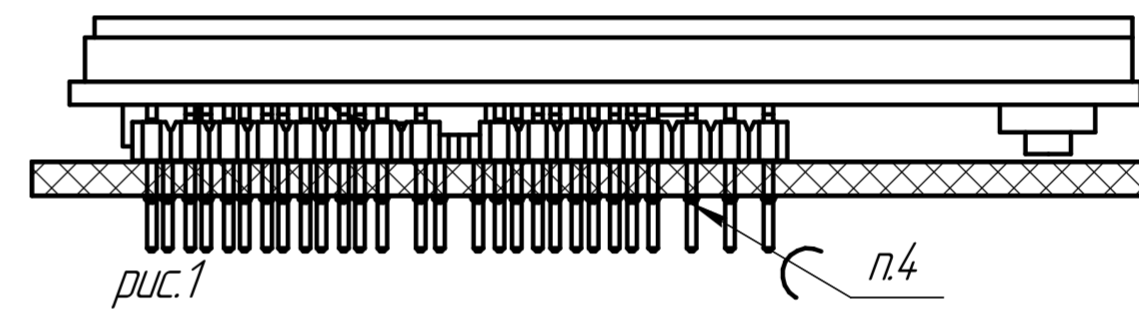
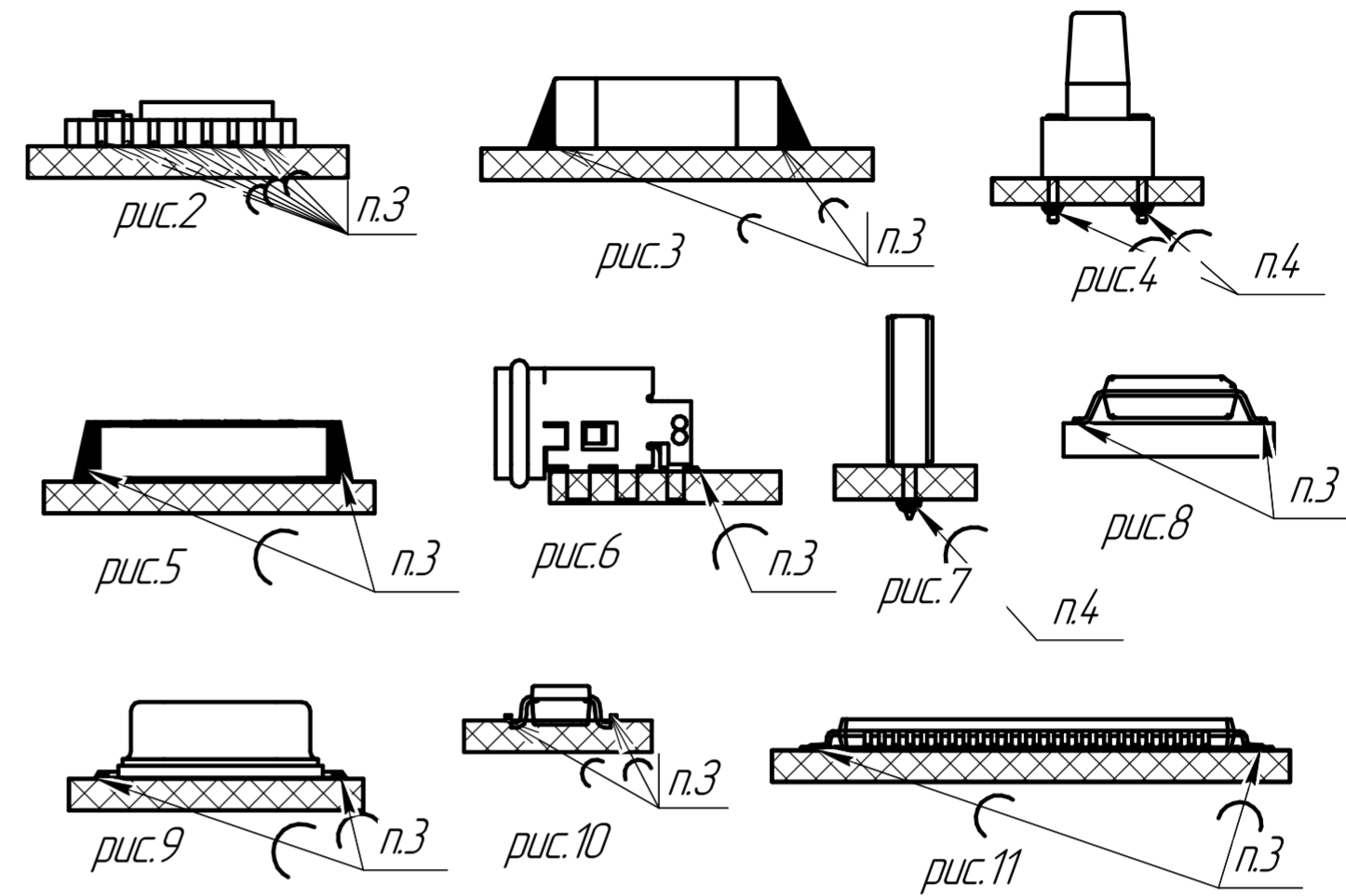
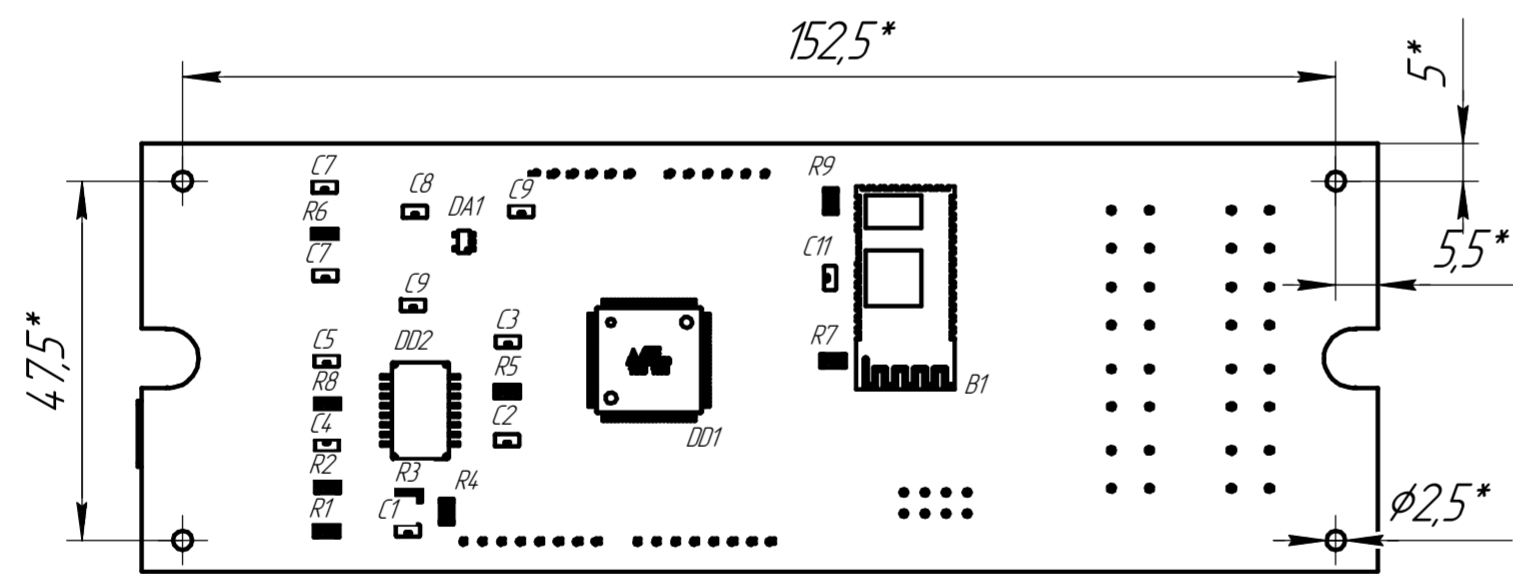
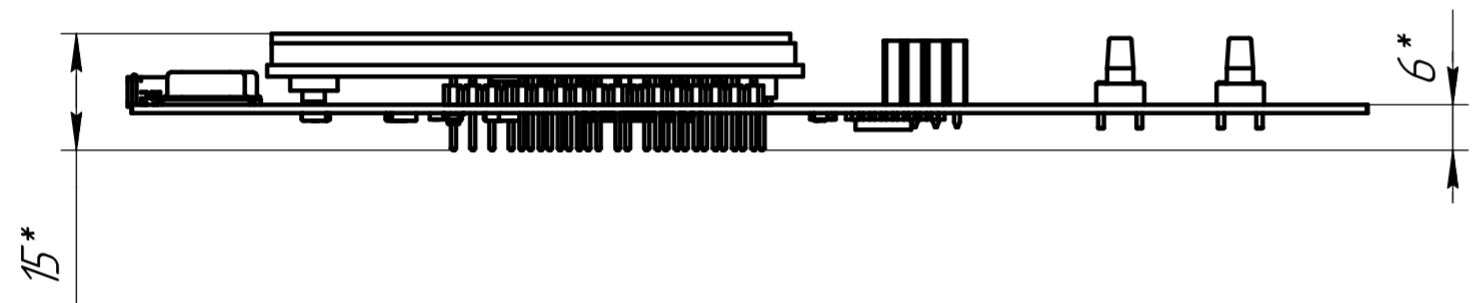
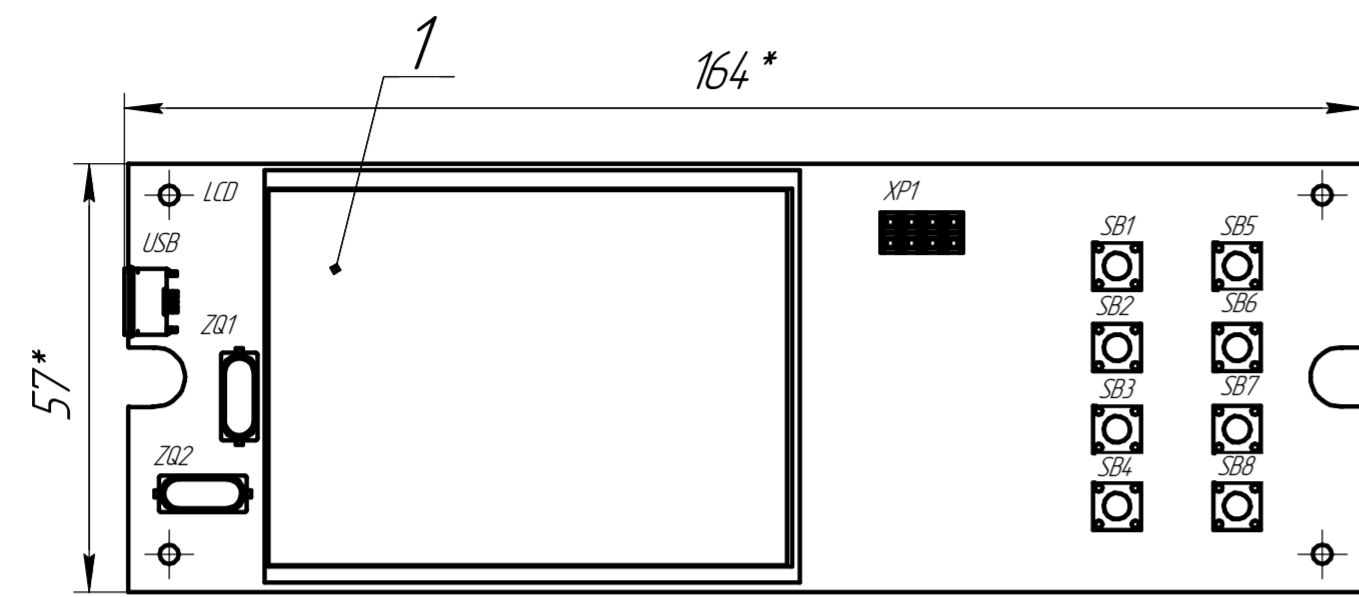


					ГНА 2.899.001 Е1			
Зм.	Арк.	№ док.	Підп.	Дата	Пристрій для дослідження цифрових мікросхем Схема структурна	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.		Гульовський Н. А.					-	-
Перев.		Яськів В. І.				Арк.		Аркциб 1
Т.контр.						ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Н.контр.		Марценюк А. С.				гр. РАС-41		
Затв.		Диченць В. Л.			Формат А2			



Код	№
VCC	1
D+	2
D-	3
GND	4

				ГНА 2.899.001 ЕЗ			
Зм. Арк.	№ док.м.	Підп.	Дата	Пристрій для дослідження цифрових мікросхем схема електрична принципова	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Гульовський						
Перевір.	Яськів В.І				Аркуш	Аркушів	1
Т.контр.					ТНТУ, каф. РТ гр. РАС-41		
Н.контр.	Марценюк А.С.						
Затв.	Душень В.І						

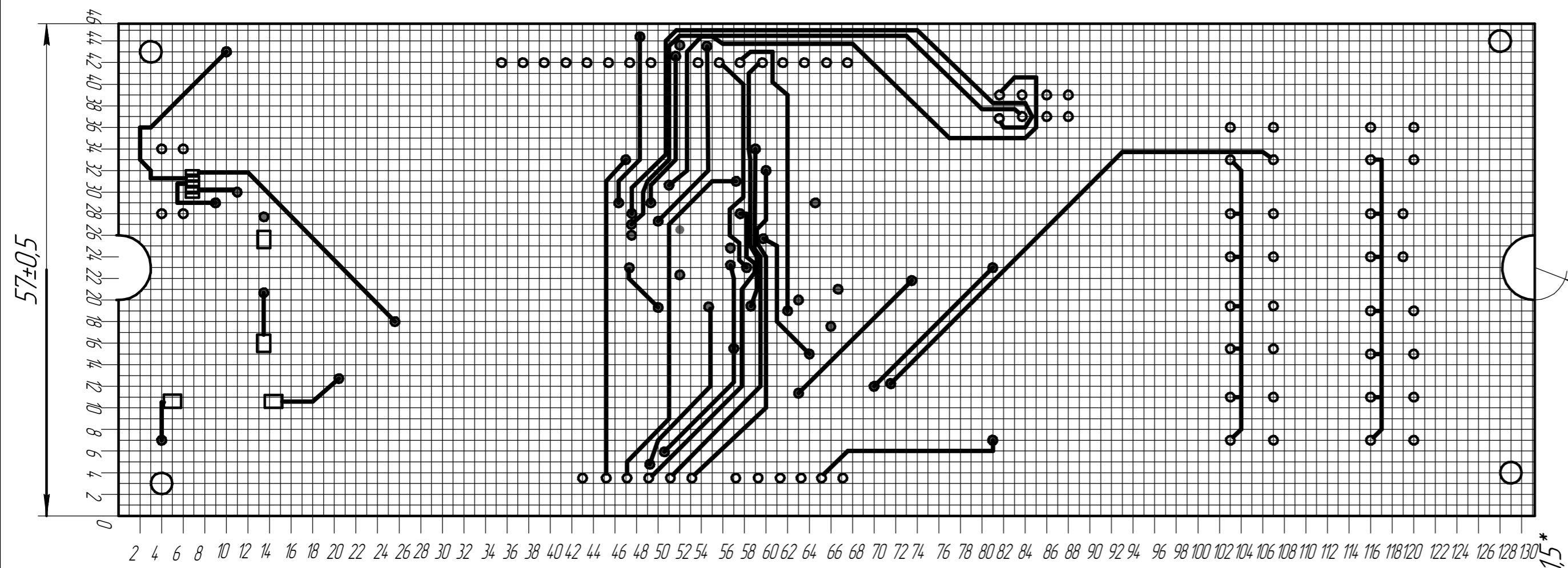


- *Розміри для довідок
- Крок координатної сітки 2,5мм, елементи встановити : резистори R1-R9 згідно рис.5; кварцовий резонатор ZQ1-ZQ2 згідно рис.9 конденсатори C1-C11 згідно рис.3, ; мікросхема DD1 згідно рис.11, DD2 згідно рис.8 B1 згідно рис.3, DA1 згідно рис.10; дисплей LCD згідно рис.1; кнопка SB1-SB8 згідно рис.4; роз'єм USB згідно рис.6 Пін XP1-XP8 згідно рис.7;
- Паяти паяльною пастою SAC305 "Mechanic"
- Паяти ПОС-61 ISO 9453:2007
- Покрити лаком АК-133 ДСТУ EN 13300:2012
- Позначення елементів показано умовно

Первісне застосування

Листів №
Взаєм інв. №
Листів №
Інв. № докл.
Листів №
Інв. № докл.
Листів №
Інв. № докл.

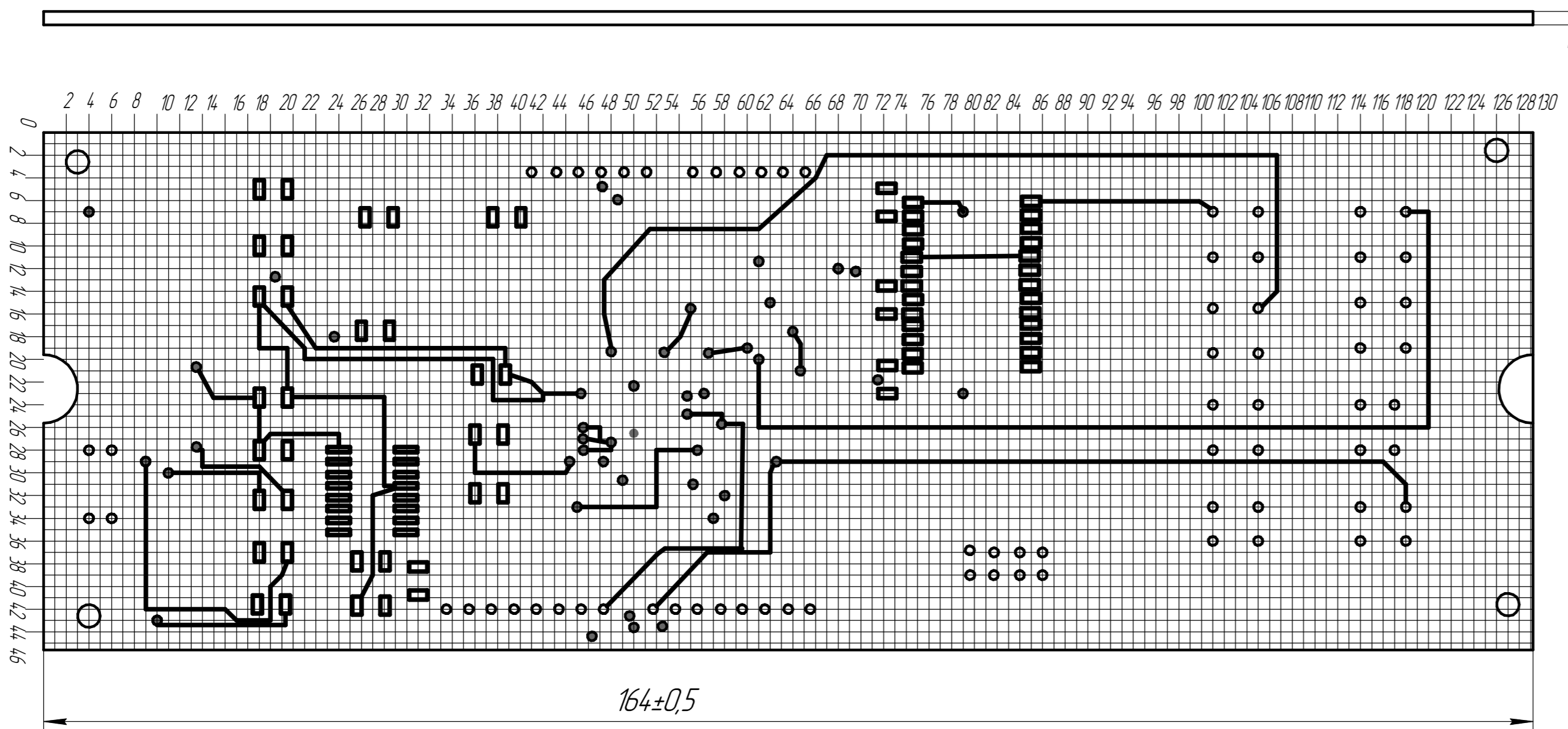
ГНА 2.899.004 СК				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Вузел друкований				
Складальне креслення				
Лит. Маса, кг Масштаб				
1:1				
Аркцш Аркцшв 1				
ТНТУ, ФПТ каф. РТ				
зр. РАС-41				
Формат А2				



Таблиця отворів

Позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	К-ть отворів
●	0.3	0.7	металіз.	40
○	0.7	0.9	металіз.	35
■	-	16x2	-	50
▬	-	1x2	-	40

R35
2 отв.



- *Розміри для довідок;
- Клас точності 3
- Крок координатної сітки 1.25 мм.
- Плату виготовляти електрохімічним методом.
- Параметри отворів-див.Таблицю отворів.
- Мінімальна ширина друкованих провідників 0.4 мм
- Мінімальна відстань між друкованими провідниками 0.5 мм.
- Плату маркувати фарбою ТН ПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2.5 ПР. 41
- Контактні площадки покрити припоєм ПОС-40

					ГНА 7.103.003		
Зм.	Арк.	№ док.м.	Підп.	Дата	Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.		Гульодський				0,25	2:1
Перев.		Яський В.І.					
Т.контр.					Арк.		Архів 1
Н.контр.		Марценюк А.С.			ТНТУ, ФПТ каф. РТ		
Затв.		Динець В.Л.			гр. РАС-41		
					Формат А2		