

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Мікропроцесорний кодовий замок

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

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

  
(підпис)

Городиловський О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

  
(підпис)

Хвостівська Л. В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

  
(підпис)

Марценюк А.С

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

  
(підпис)

Дунець В.Л

(прізвище та ініціали)

Рецензент

  
(підпис)

Стетський М.О.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2024

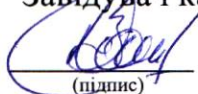
Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

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)

на спеціальністю

172 Телекомунікації та радіотехніка

(шифр і назва спеціальності)

студенту

Городиловського Олександра Віталійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи

Мікропроцесорний кодовий замок

Керівник роботи

Хвостівська Лілія Володимирівна, к.т.н. доц. кафедри РТ

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

Затверджені наказом ректора від «03» 06 2024 року № 414-581.

Термін подання студентом завершеної роботи

Вихідні дані до роботи

Напруга живлення блоку керування замка - 12 В, Вологість - 30-80%,

струм споживання виконавчого механізму - 1 А, Тиск - 560-860 мм. рт. ст., напруга живлення

виконавчого механізму - 12 В, Діапазон робочих температур - -25 °С до +70 °С

Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Основна частина

2 Спеціальна частина (САПР)

3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

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

Структурна схема приладу

Схема електрична принципова, 3D модель друкованого вузла.

Креслення друкованої плати

Складальне креслення друкованого вузла

### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис,	
		завдання	видав
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Гордиловський О.В. д.т.н. професор кафедри МТ		23.05.2024

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	
1	Розробка та затвердження технічного завдання	04.03.2024	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	13.03.2024	
3	Розробка структурної схеми приладу	25.03.2024	
4	Розробка схеми електричної принципової приладу	10.04.2024	
5	Розрахунок вузлів у схемі приладу	21.04.2024	
6	Вибір компонентної бази для розроблюваного приладу	09.05.2024	
7	Компоновка друкованого вузла приладу	15.05.2024	
8	Створення допоміжної документації	24.05.2024	
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони праці	02.06.2024	
10	Нормоконтроль	05.06.2024	
11	Перевірка роботи на антиплагіат	11.06.2024	
12	Попередній захист КР	12.06.2024	
13	Захист КР		

Студент

(підпис)

Городиловський О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Хвостівська Л.В.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Тема кваліфікаційної роботи: «Мікропроцесорний кодовий замок». Кваліфікаційна робота бакалавра// Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії, група РАС-41. // Тернопіль, 2024р. //с.-68, рис.-40, табл.-21, бібліог. – 33, додат.-10.

Ключові слова: КОДОВИЙ ЗАМОК, ОБРОБКА ЦИФРОВА, МІКРОПРОЦЕСОР, КОД.

Роботу присвячено розробці засобами автоматизованого проектування комплекту конструкторської документації на мікропроцесорний кодовий замок. Даний пристрій призначений для обмеження доступу до приміщення та використовується для захисту дверей, сейфів тощо. Він може експлуатуватися як всередині приміщення, так і на вулиці. Основні техніко - експлуатаційні характеристики: напруга живлення блоку керування замка - 12 В, виконавчий механізм – електромагніт, струм споживання виконавчого механізму - 1 А, напруга живлення виконавчого механізму - 12 В, діапазон робочих температур -  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $+70^{\circ}\text{C}$ , вологість - 30-80%, тиск - 560-860 мм. рт. ст.

## ANNOTATION

Title of qualification work: "Microprocessor-based Code Lock". Bachelor's thesis // Ivan Puluž Ternopil National Technical University, Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering, group RAc-41. // Ternopil, 2024. // p.-68, fig.-40, tab.-21, bibl. – 3, app.-10.

Keywords: CODE LOCK, DIGITAL PROCESSING, MICROPROCESSOR, CODE.

The thesis is dedicated to the development using automated design tools of the set of engineering documentation for a microprocessor-based code lock. This device is designed to restrict access to premises and is used to secure doors, safes, etc. It can be operated both indoors and outdoors. The main technical and operational characteristics include: control block supply voltage - 12 V, actuator mechanism - electromagnet, current consumption of the actuator mechanism - 1 A, actuator mechanism supply voltage - 12 V, operational temperature range - from  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , humidity - 30-80%, pressure - 560-860 mm Hg.

## Зміст

1 Основна частина.....	9
1.1 Аналіз технічного завдання .....	9
1.1.1 Обґрунтування актуальності роботи.....	9
1.1.2 Аналіз інформації.....	14
1.2 Розробка структурної схеми мікропроцесорного кодового замка.....	15
1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми мікропроцесорного кодового замка .....	17
1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази .....	23
1.5 Компоновка друкованого вузла мікропроцесорного кодового замка .....	37
1.6 Висновки до розділу 1 .....	47
2 Спеціальна частина (САПР).....	48
2.1 Вибір САПР .....	48
2.2 Використання САПР при проектуванні друкованого вузла .....	48
2.3 Висновки до розділу 2 .....	57
3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці .....	58
3.1 Оцінка ризиків при встановленні та експлуатації мікропроцесорних кодових замків .....	58
3.2 Вимоги до електробезпеки та пожежної безпеки при використанні мікропроцесорних кодових замків .....	59
3.3 Висновки до розділу 3 .....	62
Висновки .....	63
Список використаних джерел .....	64
Додатки	

<i>ГОВ 2.899.001 ПЗ</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Городиловський О.В.</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Хвастівська Л.В.</i>		
<i>Реценз.</i>		<i>Стремдіцький М.О.</i>		
<i>Н.контр.</i>		<i>Марценюк А.С.</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Дунець В.Л.</i>		
<i>Мікропроцесорний кодовий замок Пояснювальна записка</i>			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш.</i>
			6	68
<i>ТНТУ, зр. Рас-41</i>				

## Вступ

Забезпечення безпеки приміщень та цінних об'єктів завжди було пріоритетом у багатьох сферах життя. З розвитком технологій виникла потреба у створенні сучасних, надійних та зручних засобів контролю доступу, одним із яких є мікропроцесорний кодовий замок. На ринку існують різноманітні рішення для контролю доступу, від простих механічних замків до складних систем біометричного розпізнавання. Однак, багато з них мають певні недоліки, такі як висока вартість, складність у використанні або недостатня надійність.

В контексті України, де безпека об'єктів та приміщень залишається критичним питанням, розробка доступних і ефективних систем контролю доступу набуває особливої важливості. Враховуючи ці фактори, розробка мікропроцесорного кодового замка є актуальною задачею. Це дозволяє забезпечити надійний захист за порівняно невисокої вартості, що є важливим для малого та середнього бізнесу, а також для приватних осіб.

На сьогоднішній день існує значна кількість досліджень, присвячених системам контролю доступу. Багато зарубіжних і вітчизняних науковців досліджували різні аспекти таких систем, включаючи методи шифрування, апаратну реалізацію та інтеграцію з іншими системами безпеки. Проте, багато аспектів залишаються нерозкритими або недостатньо висвітленими. Наприклад, питання забезпечення високої надійності роботи пристрою в різних умовах експлуатації, а також оптимізація енергоспоживання залишаються актуальними. В цьому контексті, розробка мікропроцесорного кодового замка, що враховує ці аспекти, є важливим і актуальним завданням.

Розроблений мікропроцесорний кодовий замок може знайти широке застосування у різних галузях. Його використання дозволить значно підвищити рівень безпеки як у приватних, так і в комерційних об'єктах. Завдяки можливості відображення повідомлення про помилку на екрані у разі введення неправильного пароля, пристрій є зручним у використанні та дозволяє швидко

					ГОВ 2.899.001 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			7

виявити спроби несанкціонованого доступу. Універсальність застосування, що дозволяє використовувати замок як всередині приміщень, так і на вулиці, робить його універсальним рішенням для різних умов експлуатації. Зменшення вартості за рахунок використання сучасної елементної бази для поверхневого монтажу дозволяє зробити пристрій доступним для широкого кола споживачів, зберігаючи при цьому високу надійність і функціональність.

Таким чином, дана робота має важливе практичне значення та може внести вагомий вклад у розвиток технологій контролю доступу, особливо в контексті потреб України.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.			8



## 1 Основна частина

### 1.1 Аналіз технічного завдання

#### 1.1.1 Обґрунтування актуальності роботи

По-перше, безпека є однією з основних потреб сучасного суспільства. З кожним роком кількість злочинів, пов'язаних з крадіжками та несанкціонованим доступом до приватних і комерційних приміщень, зростає. Традиційні методи захисту, такі як механічні замки, часто виявляються недостатньо надійними, оскільки вони можуть бути легко зламані або підібрані.

По-друге, розвиток мікропроцесорних технологій дозволяє створювати більш складні та надійні системи захисту. Мікропроцесорні кодові замки, завдяки своїм функціональним можливостям, здатні забезпечити високий рівень безпеки. Вони можуть включати додаткові функції, такі як індивідуальні коди для різних користувачів, можливість зміни коду без заміни апаратної частини, а також інтеграцію з іншими системами безпеки.

По-третє, використання мікропроцесорних кодових замків є економічно вигідним. Вони мають тривалий термін служби, високу надійність і низькі експлуатаційні витрати. Це особливо важливо для комерційних об'єктів, де потрібна висока пропускна здатність і часта зміна кодів доступу.

По-четверте, впровадження таких систем сприяє автоматизації та оптимізації процесів управління доступом. Мікропроцесорні кодові замки можуть бути інтегровані з іншими системами управління, такими як системи обліку робочого часу, що дозволяє ефективніше керувати ресурсами підприємства.

Отже, дослідження та розробка мікропроцесорного кодового замка є актуальними і перспективними напрямками в умовах сучасного технологічного розвитку та зростаючих вимог до безпеки. Використання таких систем сприяє підвищенню рівня захисту, економічній ефективності та автоматизації процесів, що робить тему дослідження надзвичайно важливою для сучасного суспільства.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			9

Для того, щоб зрозуміти актуальність розробки мікропроцесорного кодового замка, розглянемо існуючі рішення на ринку, їх виробників, функціональні можливості, технічні характеристики та ціни.

Yale Assure Lock SL виробляється компанією Yale [15]. Цей замок має сенсорний екран для введення коду, сумісний з голосовими помічниками, такими як Alexa та Google Assistant. Він може інтегруватися з системами розумного дому через Z-Wave або Zigbee. Замок живиться від чотирьох батарейок AA, має корпус з металу і пластику, і працює при температурах від  $-25^{\circ}\text{C}$  до  $70^{\circ}\text{C}$ . Вигляд даного замка зображений на рис. 1.1. Ціна такого пристрою складає близько \$199.



Рисунок 1.1 – Кодовий замок Yale Assure Lock SL [15]

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			10

Таблиці 1.1 – Технічні характеристики приладу Yale Assure Lock SL

Задня частина	Регульований 60-70 мм
Живлення	4 лужні батарейки типу AA
Тип/функція болта	Засув
Тип	Засув
Стандартна обробка	Satin Chrome або Matt Black
Діапазон робочих температур	-25С до 60С
Робоча вологість	до 95%

August Smart Lock Pro від August Home [16] дозволяє керувати замком через смартфон за допомогою Bluetooth. Він сумісний з голосовими помічниками Alexa, Google Assistant і Siri, а також може інтегруватися з Apple HomeKit та Z-Wave. Цей замок автоматично замикає і розмикає двері. Живлення здійснюється від чотирьох батарей AAA, корпус виготовлений з металу, а робочий температурний діапазон - від -20°C до 60°C. Вигляд замка зображений на рис. 1.2. Вартість цього замка становить близько \$229.



Рисунок 1.2 – Кодовий замок August Smart Lock Pro [16]

Таблиці 1.2 – Технічні характеристики приладу August Smart Lock Pro

Датчик	DoorSense™
Живлення	4 батареї AAA
Тип	Одноциліндровий замок на засув
Сумісність	Wi-Fi, програма для відкриття
Робоча температура	-20°C до 60°C

Schlage Encode Smart WiFi Deadbolt виробляється компанією Schlage [17] і має вбудований WiFi модуль для підключення до домашньої мережі. Керування здійснюється через мобільний додаток, і замок сумісний з голосовими помічниками Alexa та Google Assistant. Він також інтегрується з Amazon Key для безпечної доставки посилок всередину дому. Живлення відбувається за допомогою чотирьох батарейок АА, корпус зроблений з металу, і робоча температура варіюється від -30°C до 60°C. Зображення замка представлено на рисунку 1.3. Ціна складає близько \$249.



Рисунок 1.3 – Кодовий замок Schlage Encode Smart WiFi Deadbolt [17]

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			12

Таблиці 1.3 – Технічні характеристики приладу Schlage Encode Smart WiFi

Deadbolt

Задня частина	регулюється до 2-3/8" (60 мм) або 2-3/4" (70 мм)
Живлення	4 лужні батареї типу АА
Робочі температури	Зовнішня накладка: від -35°C до 66°C, внутрішня накладка: -10°C до 49°C
Сумісність	Wi-Fi
Модулі	Ключ: 5-контактний тумблер, С шпонка

Kwikset Halo Touchscreen WiFi Smart Lock [18] має вбудований WiFi модуль для віддаленого доступу і сенсорний екран для введення коду. Він сумісний з голосовими помічниками Alexa та Google Assistant, дозволяє відстежувати історію доступу через мобільний додаток. Живлення здійснюється від чотирьох батарейок АА, корпус виготовлений з металу, а робоча температура становить від -20°C до 50°C. Ціна цього пристрою - близько \$199.



Рисунок 1.4 – Кодовий замок Kwikset Halo Touchscreen WiFi Smart Lock

[18]

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			13

Таблиці 1.4 – Технічні характеристики приладу Schlage Encode Smart WiFi

Deadbolt

Живлення	4 батареї типу AA
Тип	Регульований засув
Робоча температура	-20°C до 50°C
Сумісність	Wi-Fi, мобільний додаток
Модулі	Ключ

Розглянувши існуючі мікропроцесорні кодові замки, можна зробити висновок, що вони мають високу функціональність, здатність до інтеграції з різними системами розумного дому, та забезпечують високий рівень безпеки. Проте, існують і деякі обмеження, такі як робочі температури та залежність від джерел живлення (батареї), що можуть бути покращені у нових розробках.

Таким чином, дослідження та розробка нових мікропроцесорних кодових замків є актуальним завданням, яке може підвищити рівень безпеки, оптимізувати управління доступом та забезпечити економічну ефективність для користувачів.

1.1.2 Аналіз інформації.

Необхідно розробити мікропроцесорний кодовий замок, який має бути призначений для контролю доступу до приміщень, будівельних об'єктів, а також для захисту сейфів та інших цінних об'єктів. Пристрій повинен забезпечувати надійний захист і мати можливість працювати як всередині приміщень, так і на відкритому повітрі.

Функціональні вимоги:

- Контроль доступу: Основна функція пристрою полягає у контролі доступу до об'єктів, забезпечуючи захист від несанкціонованого проникнення.
- Резервне живлення: Пристрій повинен мати резервне живлення, щоб забезпечити безперебійну роботу у випадку відключення основного джерела живлення.

- Введення та виведення інформації: Для зручності користувача пристрій повинен бути оснащений системою вводу і виводу інформації. Це потребує розділення пристрою на дві частини: робочу та керувально-відображальну.

Умови експлуатації:

- 1) Діапазон робочих температур..... 25 °С до +70 °С
- 2) Вологість.....30-80 %
- 3) Тиск ..... 560-860 мм. рт. ст.
- 4) Технічні характеристики приладу:
- 5) Напруга живлення блоку керування замка .....12 В
- 6) Виконавчий механізм ..... електромагніт
- 7) Струм споживання виконавчого механізму ..... 1 А
- 8) Напруга живлення виконавчого механізму .....12 В
- 9) Метод введення..... кнопки
- 10) Індикація.....символьний LCD

## 1.2 Розробка структурної схеми мікропроцесорного кодового замка

Структурна схема показує функціональні зв'язки між компонентами. Вона дозволяє зрозуміти принцип роботи пристрою і визначити його функціональні можливості.

Структурну схему можна подати графічно за допомогою блок-схем або схем взаємозв'язків. Вона ілюструє логіку роботи пристрою, його основні функції та зв'язки між окремими блоками і елементами.

У мікропроцесорного кодового замка структурна електрична схема (див. рис. 1.5) відображає послідовність дій та елементів, що забезпечують роботу системи, включаючи введення коду, обробку даних, відображення інформації та управління виконавчими пристроями. Схема включає в себе такі блоки: блок живлення, блок резервного живлення, блок мікроконтролера, блок клавіатури, блок дисплея, блок звукового сигналу, блок електромагніта тощо.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			15

Принцип дії мікропроцесорного кодового замка досить простий. Напруга живлення 12 В подається на всі складові пристрою, забезпечуючи їхню роботу. Крім того, існує резервне живлення, яке активується у випадку відмови основного джерела енергії, забезпечуючи неперервну роботу пристрою.

Мікропроцесор відповідає за обробку введеного користувачем коду, збереження коду доступу, а також керування іншими компонентами пристрою. Коли користувач вводить код на клавіатурі, мікропроцесор перевіряє його на відповідність збереженому коду. Якщо код введений правильно, мікропроцесор видає сигнал для відкриття замка.

Додатково, мікропроцесор може керувати індикацією стану пристрою через LCD дисплей. Інформація про стан пристрою, така як успішне відкриття замка або помилкове введення коду виводиться на дисплей для зручності користувача.

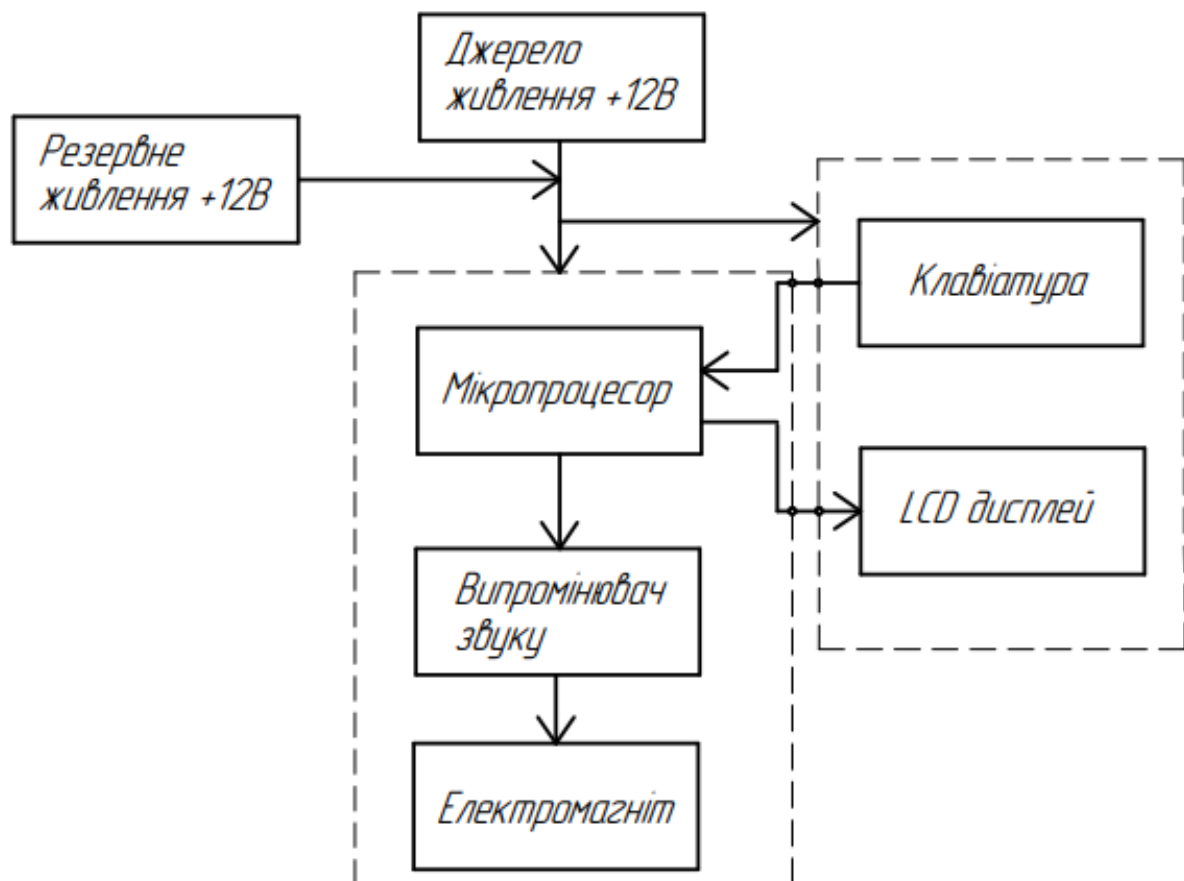


Рисунок 1.5 – Структурна схема мікропроцесорного кодового замка



### 1.3 Проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми мікропроцесорного кодового замка

Електрична принципова схема – це графічне зображення, яке відображає взаємодію між компонентами електричної системи або пристрою. Кожен елемент на схемі представлений символом, який відображає його електричні характеристики та функціональне призначення. З'єднання між елементами виконуються лініями, які вказують напрямок потоку сигналу або електричного струму.

Принципова схема дозволяє аналізувати та розробляти електричні системи без необхідності створювати фізичну модель. Вона є ключовим інструментом у проектуванні електричних пристроїв, тому повинна бути зрозумілою для інженерів та технічних спеціалістів, які працюють з нею. Також принципова схема використовується для налаштування та ремонту електричних систем. Тому важливо, щоб вона була точною та чіткою, що дозволить мінімізувати час і витрати на пошук і усунення несправностей.

Основну роботу бере на себе мікроконтролер DD1 рис.1.11. Він має функціональні виводи RA0, RB0 - RB7, CCP1, які використовуються для введення і виведення інформації. Мікроконтролер DD1 не оснащений функцією примусового скидання, тому вивід для скидання підключений через резистор R1 до позитивного потенціалу живлення. Для генерації тактової частоти використовується вбудований RC-генератор на кристалі.

До виводу RA0 через струмообмежуючий резистор R3 підключений мікроконтролер DD2, до якого за виводами RA0-RA2, RA4-RA5, RC0-RC5, MCLR підключені тактові кнопки SB1-SB12 рис. 1.9. У віджатому положенні кнопок SB1-SB12 мікроконтролер DD2 передає сигнал на резистор R7, який імітує низький логічний рівень. П'єзокерамічний випромінювач звуку BF1 рис. 1.8, випромінює звук при натисканні на тактові кнопки SB1-SB12.

Для відображення інформації використовується рідкокристалічний дисплей HG1 рис. 1.10, який має контролер зі знакогенерацією. Він показує два рядки по

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			17

шістнадцять символів у кожній. Управління дисплеєм здійснюється через виводи мікроконтролера RB0, RB1, RB4 - RB7. Завантаження даних відбувається напівбайтами через виводи RB4 - RB7. Сигнал «защіпки» формується на виводі RB1. Вибір регістру здійснюється сигналом на виводі RB0. Контрастність дисплея HG1 встановлюється резисторами R5 і R6. Підсвічування дисплея підключено до живлення через струмообмежуючий резистор R4.

Формуванням логічного сигналу на RB2 керується відкриття або закриття польового транзистора VT1, який включає і вимикає електричний замок, підключений до роз'єма XS2 рис.1.7. Електричний замок розрахований на робочу напругу 12 В і споживає струм не більше 1 А. При подачі напруги замок відкривається, а при відсутності напруги блокується.

До виводу CCP1 (апаратна реалізація ШІМ, частота 4 кГц) через струмообмежуючий резистор R2 підключений п'єзокерамічний випромінювач звуку BF1 з робочою частотою генерації звуку 4 кГц.

Прилад живиться від змінного або постійного джерела напруги див. рис. 1.6, що підключається до роз'єма XS1. Номінальна напруга джерела живлення – 12 В. Номінальний струм джерела живлення – 1 А. Для стабілізації живлення використовується звичайна схема з діодного моста VD1, лінійного стабілізатора DA1, фільтруючих конденсаторів C1 - C4.

Резервне живлення приладу GB1 необхідне для живлення пристрою у разі відсутності основного живлення.

У електрично принциповій схемі мікропроцесорного кодового замка є такі схемотехнічні вузли, які наведено на рис.1.6-1.11.

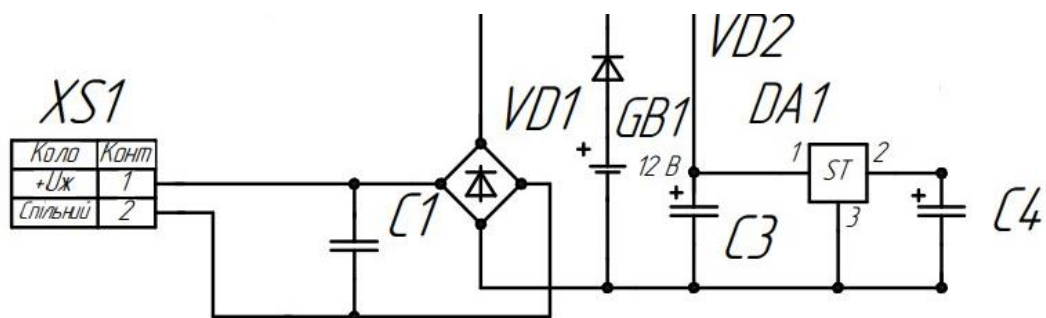


Рисунок 1.6 – Схемотехнічний вузол живлення

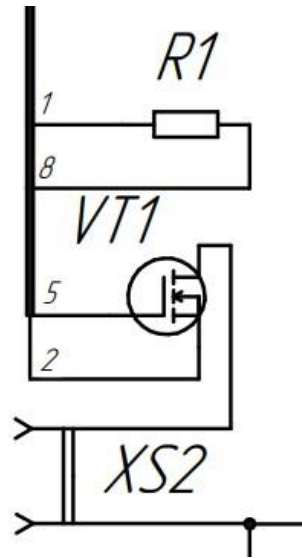


Рисунок 1.7 – Схемотехнічний вузол електричного замка

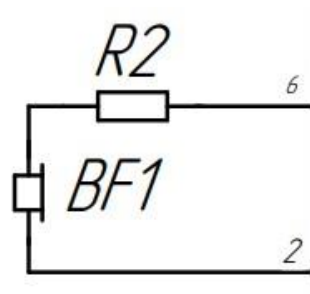


Рисунок 1.8 – Схемотехнічний вузол випромінювання звуку

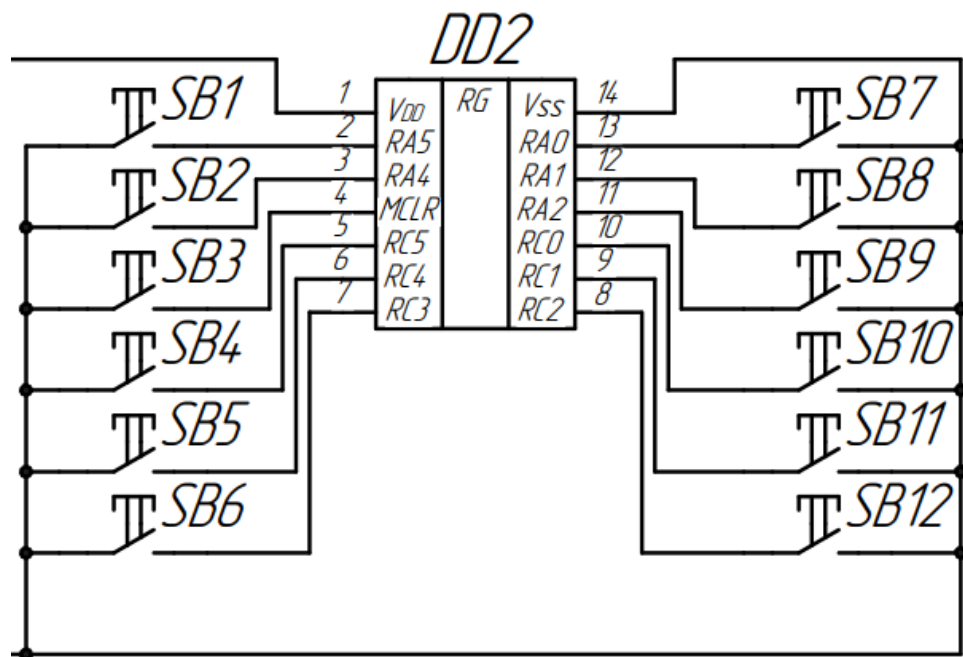


Рисунок 1.9 – Схемотехнічний вузол керування

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	

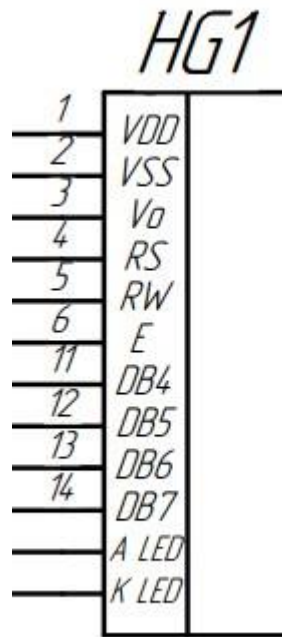


Рисунок 1.10 – Схемотехнічний вузол відображення

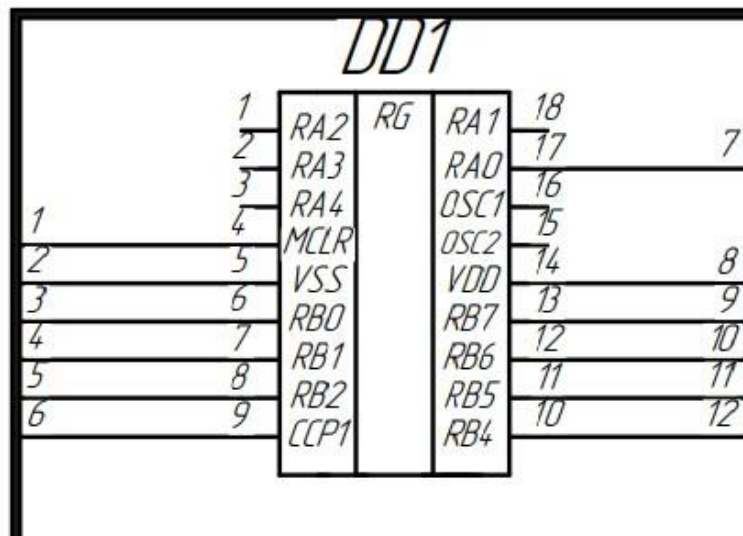


Рисунок 1.11 – Схемотехнічний вузол обробки даних

Для розрахунку був вибраний схемотехнічний вузол живлення рис. 1.6.

Під час розрахунку стабілізатора напруги на основі ІМС з фіксованим значенням вихідної напруги необхідно вибрати параметри, що відповідають цій ІС, і перевірити, чи відповідає вона вимогам за напругою та чи не перевищує допустиме значення розсіюваної потужності в умовах експлуатації.

Стосовно напруги слід виконувати такі вимоги:

$$U_{\text{вх.мах}} < U_{\text{вх.мах доп}}, \quad (1.1)$$

$$12 \text{ В} < 25 \text{ В}.$$

де  $U_{\text{вх.мах доп}}$  – це максимально дозволена вхідна напруга ІМС;

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

$$11 \text{ В} - 5 \text{ В} > 2,5 \text{ В}.$$

Напруга, яка забезпечується цією ІМС, відповідає вимогам завдання.

Перевіримо, чи можна застосувати цю ІМС з точки зору потужності:

$$I_{\text{н}} = P_{\text{н}} / U_{\text{вих}}, \quad (1.3)$$

$$I_{\text{н}} = 0,5 / 5 = 0,1 \text{ А}.$$

Максимальне падіння напруги на ній становить:

$$\Delta U = U_{\text{вх.мах}} - U_{\text{вих}}, \quad (1.4)$$

$$\Delta U = 12 - 5 = 7 \text{ В}.$$

Вирахуємо потужність розсіювання на ній:

$$P_{\text{ІМС}} = \Delta U * I_{\text{н}}, \quad (1.5)$$

$$P_{\text{ІМС}} = 7 * 0,1 = 0,7 \text{ Вт}.$$

Оскільки:  $P_{\text{ІМС}} = 0,7 \text{ Вт} < 1 \text{ Вт}$ , тому в цьому випадку ІМС можна використовувати без тепловідводу та зовнішнього охолодження.

На основі розрахунків був обраний стабілізатор L7805AB.

Вибір діодного мосту (VD1).

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			21

Зворотна напруга діодів повинна бути більше, ніж пікова вхідна змінна напруга.

$$U_{\text{пікова}} = U_{\text{AC}} * \sqrt{2}, \quad (1.6)$$

$$U_{\text{пікова}} = 12 * \sqrt{2} \approx 17 \text{ В.}$$

Отже, діоди з зворотною напругою 20 В або вище будуть підходити.

Прямий струм діодів повинен бути більше рівний максимального струму навантаження, який становить 1 А.

Діоди з струмом 1 А або більше будуть підходити.

На основі розрахунків був обраний діодний міст 2W10.

Для діода VD2, який забезпечує додатковий захист або випрямлення. Зазвичай використовується діод з аналогічними параметрами, як і в діодному мосту 2W10. На основі цього був обраний діод 1N5403.

Для точного підбору ємності конденсаторів в схемі живлення необхідно врахувати кілька параметрів:

$$C = \frac{I}{2 * f * U} \quad (1.7)$$

де  $I$  – струм навантаження (1 А);

$f$  – частота мережі (50 Гц).

Розаховуємо конденсатор при максимально дозволений вхідній напрузі:

$$C = \frac{1 \text{ А}}{2 * 50 \text{ Гц} * 25 \text{ В}} \approx 470 \text{ мкФ}$$

Розаховуємо конденсатор при мінімально дозволений вхідній напрузі:

$$C = \frac{1 \text{ А}}{2 * 50 \text{ Гц} * 10 \text{ В}} \approx 100 \text{ мкФ}$$

Отже, на основі розрахунків були вибрані конденсатори С2 470 мкФ 25 В та С3 100 мкФ 10 В.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			22

Конденсатор С1 використовується для фільтрації високочастотних шумів, блокування постійної напруги. Для цих завдань зазвичай вистачає малих ємностей, таких як 0.1 мкФ. Тому для конденсатора С1 вибрана ємність 0.1 мкФ.

#### 1.4 Вибір і обґрунтування компонентної бази

Під час вибору елементної бази для проєктованого виробу слід керуватися такими основними критеріями: відповідність номіналів елементів, зазначених у принциповій електричній схемі; наявність цих елементів у виробництві; технічні вимоги до конструкції; економічна доцільність; універсальність радіоелементів; стабільність параметрів.

Детальна інформація про вибрану елементну базу та їхні характеристики, наведені в таблицях 1.5-1.20.

Таблиця 1.5 – Мікроконтролер PIC16F628A [1]

Позиційне позначення	DD1
Назва та тип компонента	Мікроконтролер PIC16F628A
Виробник	MCRCH
Критерії вибору	Напруга живлення, максимаьна робоча частота, флеш-пам'ять, RAM пам'ять даних, пам'ять даних EEPROM, модуль таймера, компаратор, модулі захоплення/порівняння/ШІМ, послідовні комунікації, виводи вводу/виводу даних, переривання.
Параметри конструкції	див. рисунок 1.12
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	3,0-5,5 В
Максимаьна робоча частота	20 МГц
Флеш-пам'ять	2048
RAM пам'ять даних	224 байт
Пам'ять даних EEPROM	128 байт
Модуль таймера	TMR0, TMR1, TMR2
Компаратор	2
Модулі захоплення/порівняння/ШІМ	1
Послідовні комунікації	USART

Виводи вводу/виводу даних	10
Переривання	16

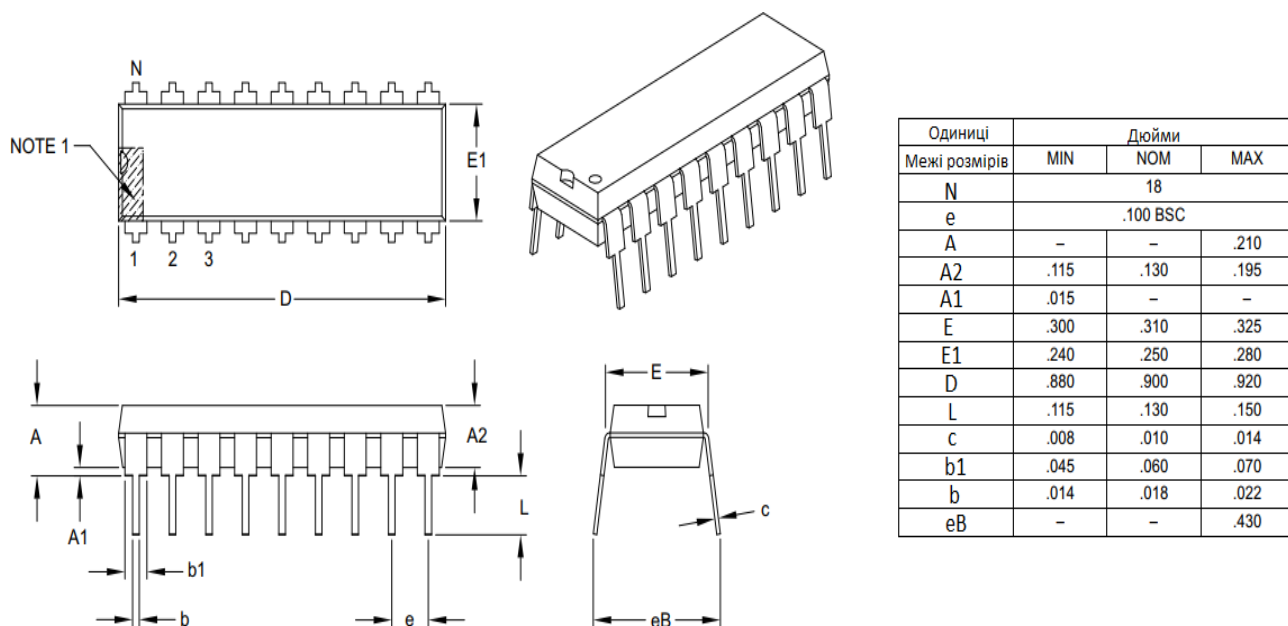


Рисунок 1.12 - Зовнішній вигляд і розміри корпусу мікроконтролера PIC16F628A [1]

Таблиця 1.6 – П'єзокерамічний випромінювач звуку РКМ22ЕРР-40 [2]

Позиційне позначення	BF1
Назва та тип компонента	П'єзокерамічний випромінювач звуку РКМ22ЕРР-40
Виробник	КЕПО
Критерії вибору	Діапазон робочої напруги, ємність, робоча температура
Параметри конструкції	див. рисунок 1.13
Параметри та характеристики	
Діапазон робочої напруги	25
Ємність	1 кГц
Робоча температура	-20°C до +50°C





PKM22EPP-40

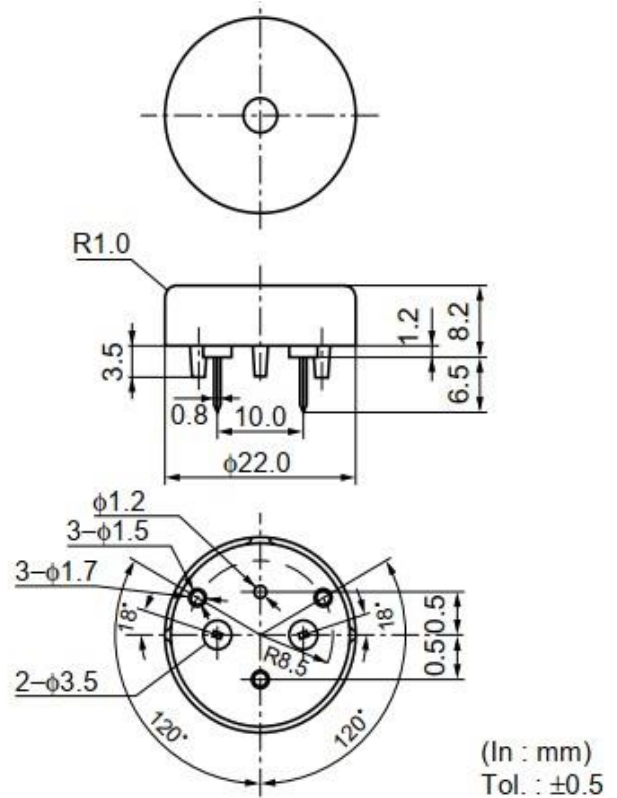
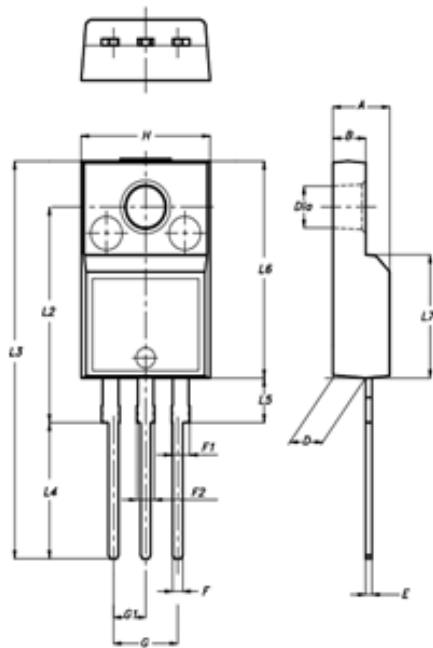


Рис.1.13 – Зовнішній вигляд і розміри корпусу п'єзокерамічного випромінювача звуку PKM22EPP-40 [2]

Таблиця 1.7 – Стабілізатор L7805AB [3]

Позиційне позначення	DA1
Назва та тип компонента	Стабілізатор L7805AB
Виробник	STMicroelectronics
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, вихідний струм, потужність розсіювання
Параметри конструкції	див. рисунок 1.14
Параметри та характеристики	
Вхідна напруга	25 В
Вихідна напруга	5 В
Вихідний струм	1,5 А
Потужність розсіювання	15 Вт



Dim.	mm		
	Min.	Typ.	Max.
A	4.4		4.6
B	2.5		2.7
D	2.5		2.75
E	0.45		0.7
F	0.75		1
F1	1.15		1.70
F2	1.15		1.70
G	4.95		5.2
G1	2.4		2.7
H	10		10.4
L2		16	
L3	28.6		30.6
L4	9.8		10.6
L5	2.9		3.6
L6	15.9		16.4
L7	9		9.3
Dia	3		3.2

Рисунок 1.14 – Зовнішній вигляд і розміри корпусу лінійного стабілізатора L7805AB [3]

Таблиця 1.8 – Транзистор IRLU024N [4]

Позиційне позначення	VT1
Назва та тип компонента	Транзистор IRLU024N
Виробник	IR
Критерії вибору	Максимальний струм стоку, імпульсний струмстоку, допустима напруга на затворі, максимальна потужність розсіювання.
Параметри конструкції	див. рисунок 1.15
Параметри та характеристики	
Максимальний струм стоку	17 А
Імпульсний струм стоку	72 А
Допустима напруга на затворі	20 В
Максимальна потужність розсіювання	45 Вт

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	

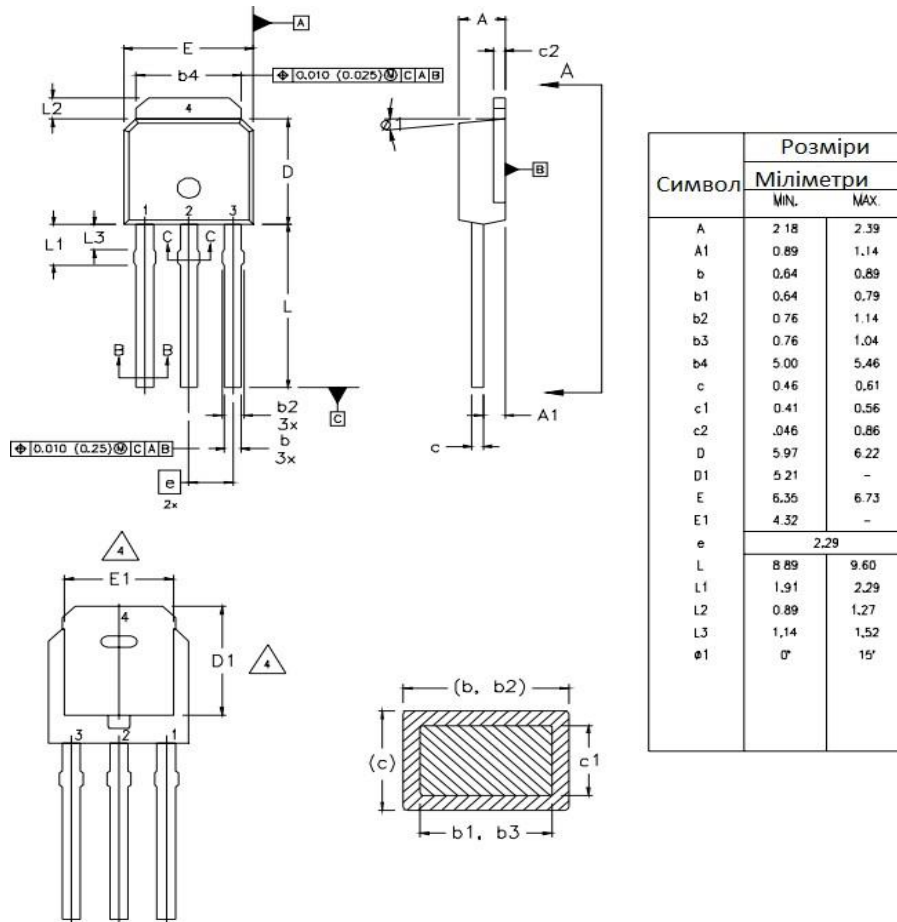
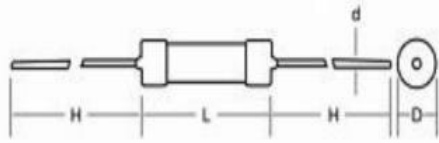


Рисунок 1.15 – Зовнішній вигляд і розміри корпусу транзистора IRLU024N [4]

Таблиця 1.9 – резистори R1-R7 [5]

Позиційне позначення	R1-R7
Назва та тип компонента	резистори фірми - "SR PASSIVES"
Виробник	SR PASSIVES
Критерії вибору	Номінальна потужність, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, відхилення від номіналу
Параметри конструкції	див. рисунок 1.16
Параметри та характеристики	
Номінальна потужність	0,5 Вт
Максимальна робоча напруга	250 В
Діапазон опорів	1 Ом – 10 МОм
Відхилення від номіналу	±5%

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	



Розміри (mm)				діапазон опорів
L	D	H	d±0.05	
3.2±0.2	1.8±0.2	28±2.0	0.40	1 Ω-10M Ω
3.2±0.2	1.8±0.2	28±2.0	0.40	
6.0±0.5	2.3±0.5	28±2.0	0.45	
6.0±0.5	2.3±0.5	28±2.0	0.45	
9.0±0.5	3.2±0.5	26±2.0	0.52	
9.0±0.5	3.2±0.5	26±2.0	0.52	
11.0±1.0	3.7±0.5	35±2.0	0.65	
11.0±1.0	4.2±0.5	25±2.0	0.65	
11.0±1.0	4.2±0.5	35±3.0	0.65	
15.0±1.0	5.0±0.5	33±3.0	0.72	
17.0±1.0	6.0±0.5	38±3.0	0.72	



Рисунок 1.16 – Зовнішній вигляд і розміри корпусу резисторів R1-R7 фірми - “SR PASSIVES” [5]

Таблиця 1.10 – Електролітичні конденсатори фірми – “SR PASSIVES” [6]

Позиційне позначення	C3,C4
Назва та тип компонента	Електролітичні конденсатори фірми – “SR PASSIVES”
Виробник	SR PASSIVES
Критерії вибору	Діапазон ємностей, максимальна напруга, відхилення від номіналу
Параметри конструкції	див. рисунок 1.17
Параметри та характеристики	
Діапазон ємностей	0,1 – 470 мкФ
Максимальна напруга	63 В
Відхилення від номіналу	±10%

Габаритні  
розміри, мм

<b>D</b>	5	6,3	8	10
<b>F</b>	2,0	2,5	3,5	5,0
<b>d</b>	0,5	0,5	0,6	0,6

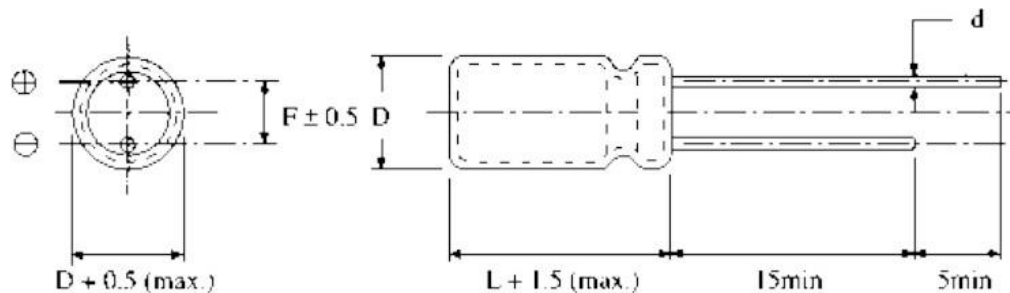
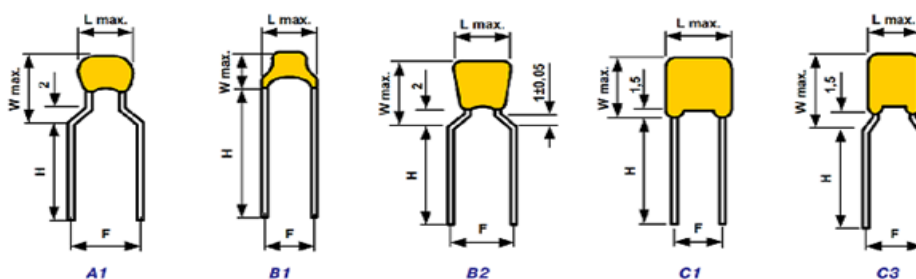


Рисунок 1.17 - Зовнішній вигляд та і розміри корпусу електролітичних конденсаторів фірми - “SR PASSIVES” [6]

Таблиця 1.11 – Керамічні конденсатори К10-17Б [7]

Позиційне позначення	C1,C2
Назва та тип компонента	Керамічні конденсатори К10-17Б
Виробник	SR PASSIVES
Критерії вибору	Діапазон ємностей, максимальна напруга, відхилення від номіналу
Параметри конструкції	див. рисунок 1.18
Параметри та характеристики	
Діапазон ємностей	0,1 – 470 пФ
Максимальна напруга	100 В
Відхилення від номіналу	$\pm 10\%$



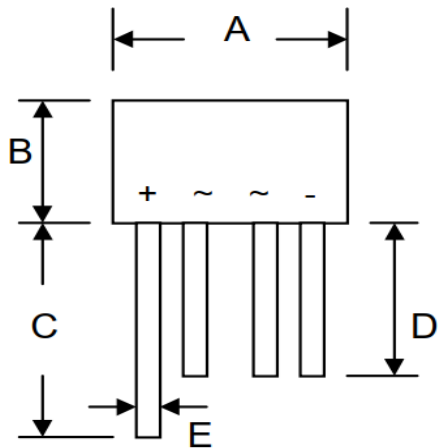
Розмір	Тип	Розміри мм					
		F	H min.	L max.	W max.	T max.	D
0805	A1	5,0	5,0	4,2	3,8	3,8	0,5
	B1	5,0					
	C1	2,5					
1206	B2 C2	5,0 4,0	5,0	5,0	4,5	3,8	0,5
1210	C3 C2	5,0 4,0	5,0	7,6	5,5	3,8	0,5
1812	C3	5,0	5,0	8,5	8,5	3,8	0,5

Рисунок 1.18 - Зовнішній вигляд і розміри корпусу керамічних конденсаторів К10-17Б фірми - “SR PASSIVES” [7]

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.
-----	------	---------	-------

Таблиця 1.12 – Діодний міст 2W10 [8]

Позиційне позначення	VD1
Назва та тип компонента	Діодний міст 2W10
Виробник	SEP
Критерії вибору	Максимальна зворотна напруга, максимальний прямий струм, максимальна пряма напруга
Параметри конструкції	див. рисунок 1.19
Параметри та характеристики	
Максимальна зворотна напруга	700 В
Максимальний прямий струм	20 А
Максимальна пряма напруга	1 В



RB-20		
Dim	Min	Max
A	9.10	9.40
B	6.90	7.40
C	27.9	—
D	25.4	—
E	0.71	0.81
G	4.60	5.60
ММ		

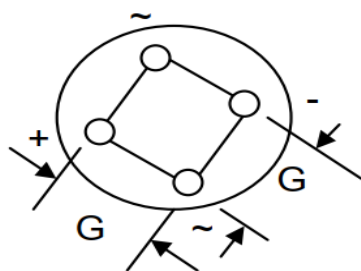


Рисунок 1.19 - Зовнішній вигляд і розміри корпусу діодного моста 2W10 [8]

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	

Таблиця 1.13 – Діод 1N5403 [9]

Позиційне позначення	VD2
Назва та тип компонента	Діод 1N5403
Виробник	CDI
Критерії вибору	Максимальна зворотна напруга, максимальний прямий струм, максимальна пряма напруга
Параметри конструкції	див. рисунок 1.20
Параметри та характеристики	
Максимальна зворотна напруга	300 В
Максимальний прямий струм	3 А
Максимальна пряма напруга	300 В

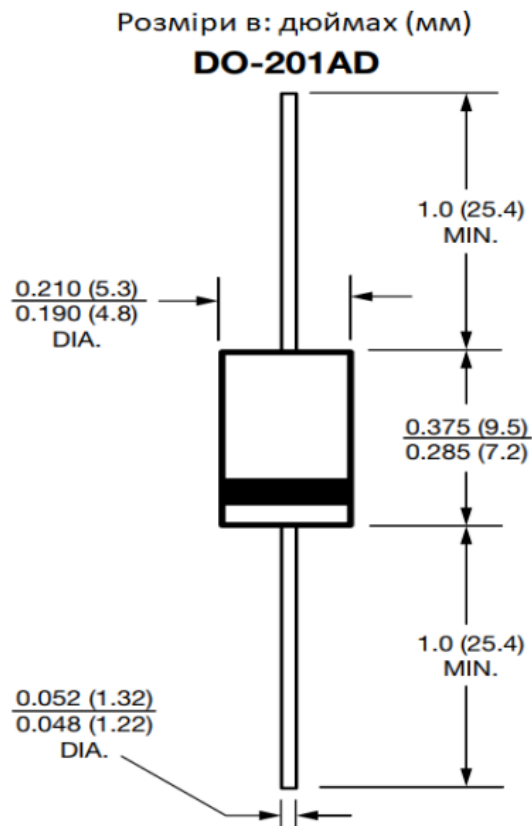


Рисунок 1.20 - Зовнішній вигляд і розміри корпусу діода 1N5403 [9]

Таблиця 1.14 – Роз’єм DS-261B [10]

Позиційне позначення	XS1
Назва та тип компонента	Роз’єм DS-261B
Виробник	DCI
Критерії вибору	Тип монтажу
Параметри конструкції	див. рисунок 1.21
Параметри та характеристики	
Тип монтажу	DIP

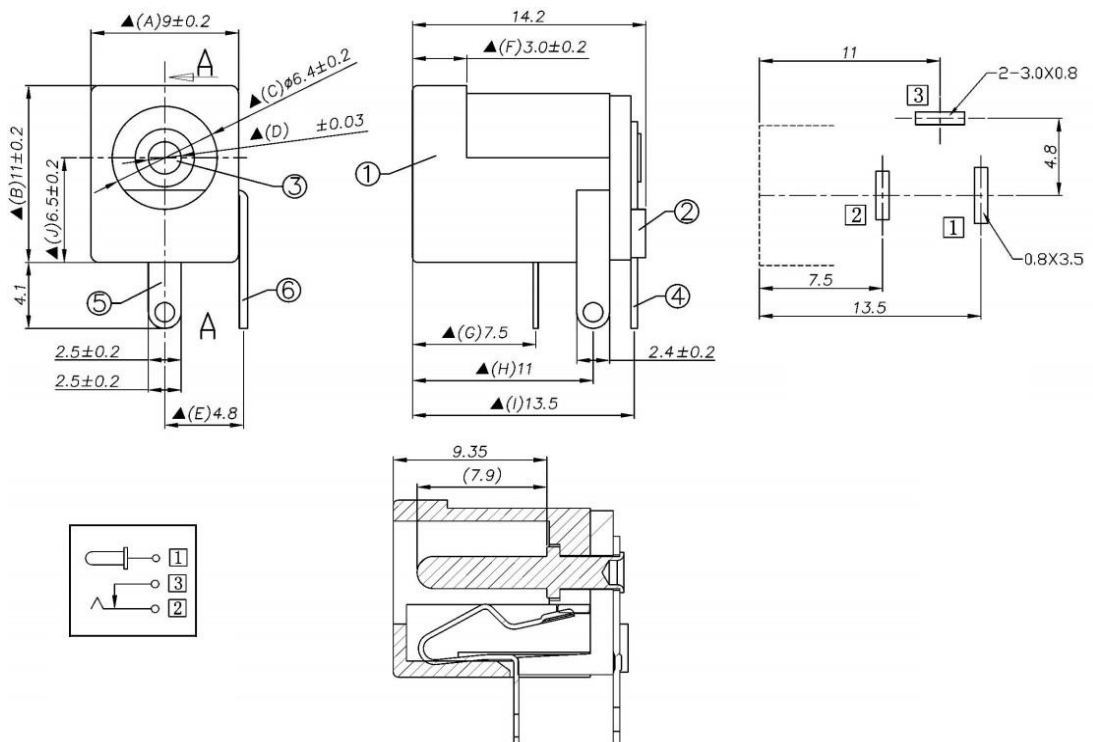


Рисунок 1.21 - Зовнішній вигляд і розміри корпусу роз’єму DS-261B [10]

Таблиця 1.15 – Роз’єм DG301-5.0 [11]

Позиційне позначення	XS2
Назва та тип компонента	Роз’єм DG301-5.0
Виробник	Degson
Критерії вибору	Тип монтажу
Параметри конструкції	див. рисунок 1.22
Параметри та характеристики	
Тип монтажу	DIP

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	



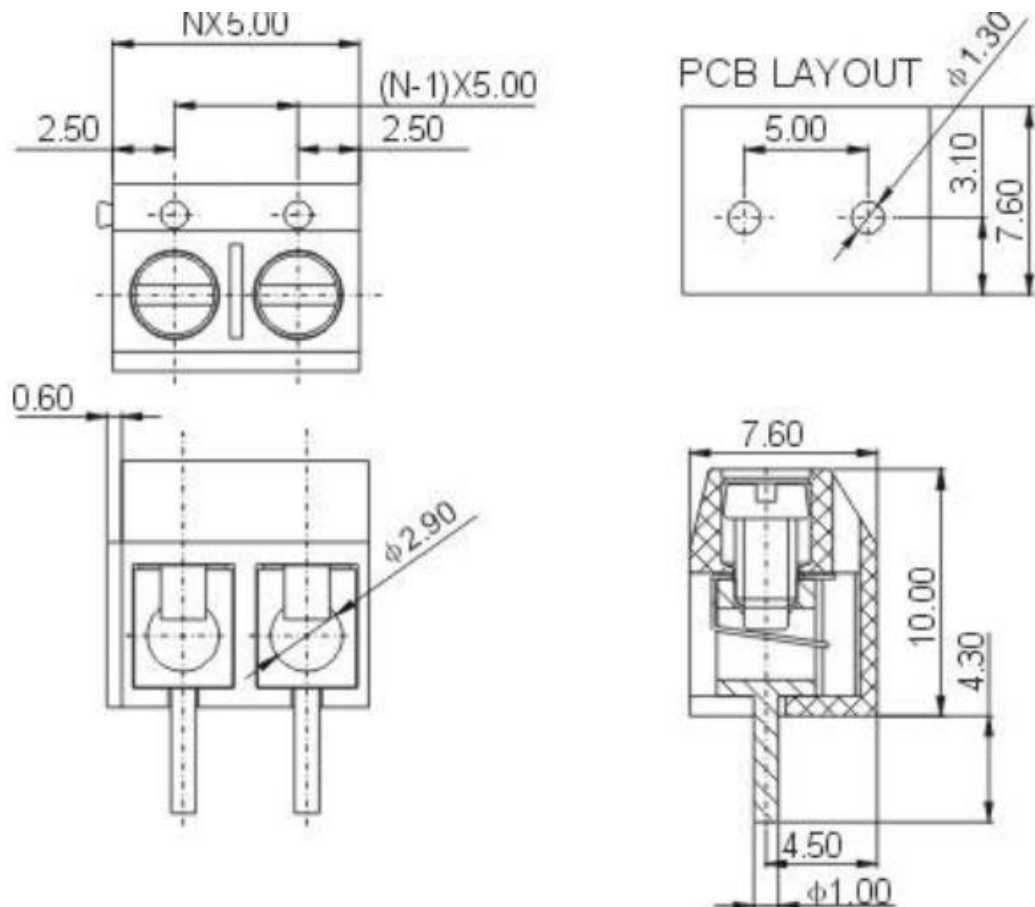


Рисунок 1.22 - Зовнішній вигляд і розміри корпусу роз'єму DG301-5.0

[11]

Таблиця 1.16 – LCD-дисплей WH1602D-PGH-CT [12]

Позиційне позначення	НВ1
Назва та тип компонента	LCD-дисплей WH1602D-PGH-CT
Виробник	winstar
Критерії вибору	Вхідна напруга, робоча температура
Параметри конструкції	див. рисунок 1.23
Параметри та характеристики	
Вхідна напруга	5 В
Робоча температура	-25°C до +70°C

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	

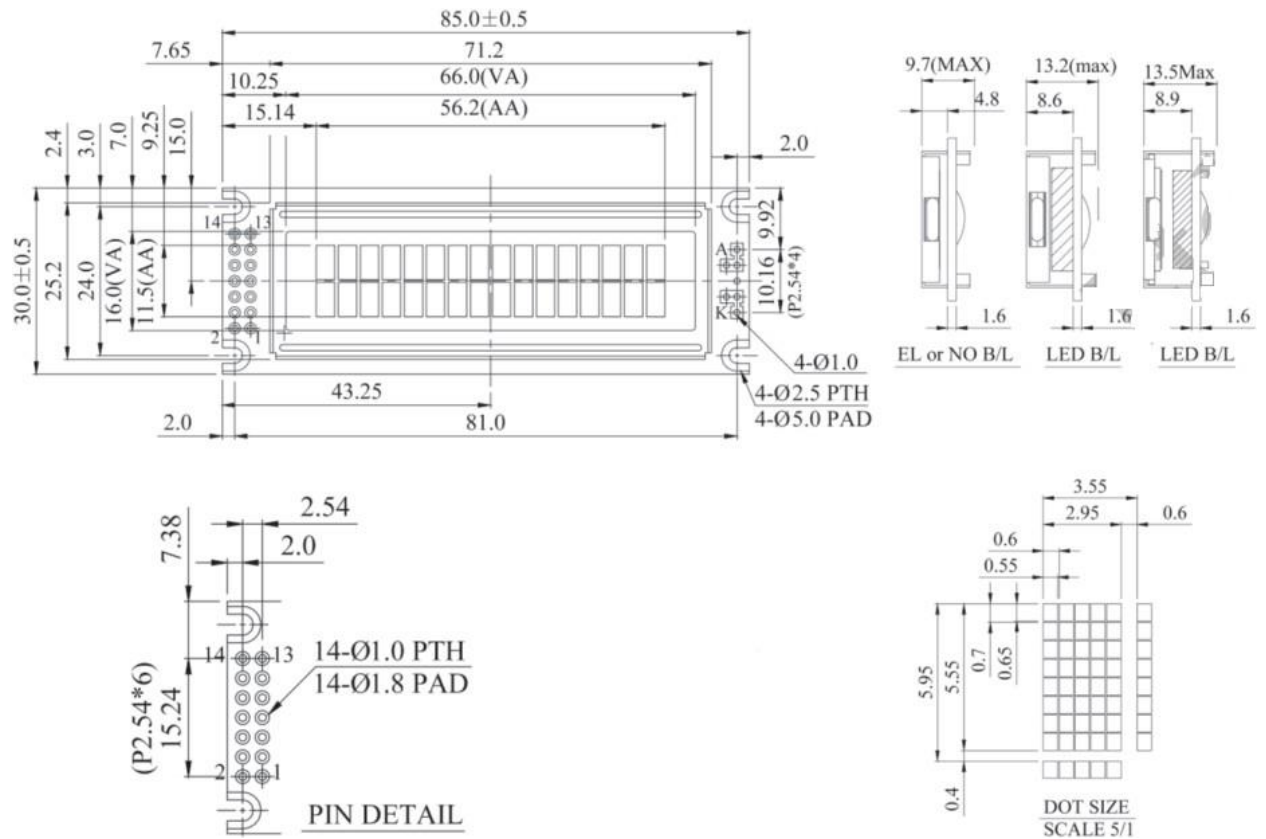


Рисунок 1.23 - Зовнішній вигляд і розміри корпусу LCD-дисплея WH1602D-PGH-CT [12]

Таблиця 1.17 – Тактові кнопки TS-A3PS-130 [13]

Позиційне позначення	SB1-SB12
Назва та тип компонента	Тактова кнопка TS-A3PS-130
Виробник	Jiangsu Jianli Electronic Technology Co
Критерії вибору	Робоча напруга, робочий струм, робоча температура
Параметри конструкції	див. рисунок 1.24
Параметри та характеристики	
Робоча напруга	12 В
Робочий струм	0,05 А
Робоча температура	-25°C до +70°C

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.
-----	------	---------	-------

**TS-A3PS-130**

h=7мм

**TS-A4PS-130**

h=9,5 мм

**TS-A6PS-130**

h=13 мм

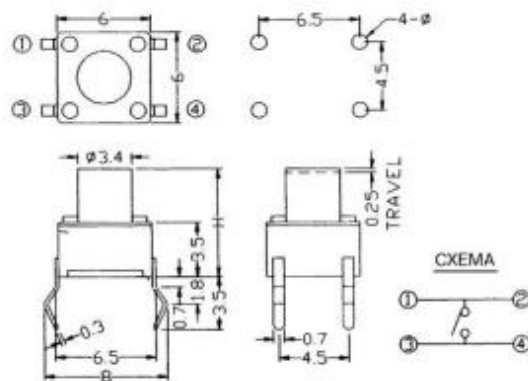


Рисунок 1.24 - Зовнішній вигляд та і розміри корпусу тактових кнопок TS-A3PS-130 [13]

Таблиця 1.18 – Мікроконтролер PIC16LF18325 [14]

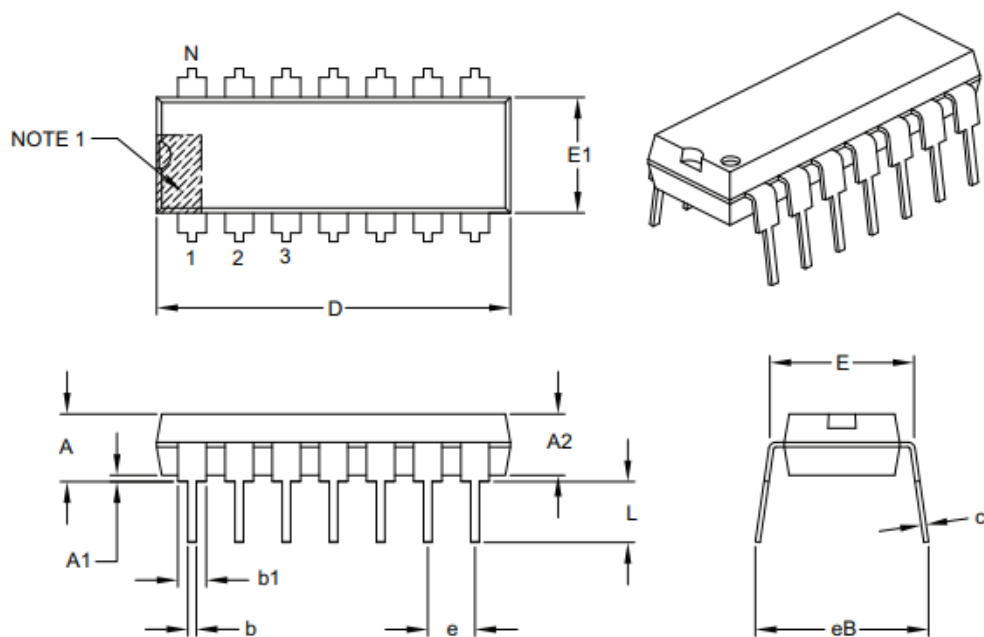
Позиційне позначення	DD2
Назва та тип компонента	Мікроконтролер PIC16LF18325
Виробник	MCRCH
Критерії вибору	Напруга живлення, максимадьна робоча частота, флеш-пам'ять, SRAM пам'ять даних,пам'ять даних EEPROM, модулі захоплення/порівняння/ШИМ, послідовні комунікації, виводи вводу/виводу даних, робоча температура.
Параметри конструкції	див. рисунок 1.25
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	1,8-4,5 В
Максимадьна робоча частота	32 МГц
Флеш-пам'ять	14000
SRAM пам'ять даних	1024 байт
Пам'ять даних EEPROM	256 байт
Модулі захоплення/порівняння/ШИМ	4
Виводи вводу/виводу даних	12
Робоча температура	-40°C до +85°C

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	

ГОВ 2.899.001 ПЗ

Арк.

35



Dimension Limits	Units	INCHES		
		MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N	14		
Pitch	e	.100 BSC		
Top to Seating Plane	A	–	–	.210
Molded Package Thickness	A2	.115	.130	.195
Base to Seating Plane	A1	.015	–	–
Shoulder to Shoulder Width	E	.290	.310	.325
Molded Package Width	E1	.240	.250	.280
Overall Length	D	.735	.750	.775
Tip to Seating Plane	L	.115	.130	.150
Lead Thickness	c	.008	.010	.015
Upper Lead Width	b1	.045	.060	.070
Lower Lead Width	b	.014	.018	.022
Overall Row Spacing §	eB	–	–	.430

Рисунок 1.25 - Зовнішній вигляд і розміри корпусу мікроконтролера PIC16F628A [14]

Обґрунтування вибору компонентів для пристрою "Мікропроцесорний кодовий замок":

Мікроконтролер PIC16F628A відмінно підходить для керування замком через свої вбудовані функції й відносну економічність, також кількість виводів хватає для керування кнопками. PIC16LF18325 має низьке споживання енергії, що корисно для пристрою, який має працювати на батарейці.

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	

П'єзокерамічний випромінювач звуку РКМ22ЕРР-40 він надасть достатньо гучний і чіткий звуковий сигнал при нажаті на кнопки, для сигналізації і про стан замка.

Стабілізатор L7805AB забезпечує стабільне живлення для мікроконтролера та інших компонентів пристрою.

Транзистор IRLU024N використовується для управління електромагнітним заском.

Резистори R1-R7 використовуються для налаштування різних коефіцієнтів підключення інших компонентів та для забезпечення потрібних рівнів напруги і струму.

Електролітичні конденсатори використовуються для фільтрації та стабілізації напруги, а керамічні - для швидкодії високочастотних сигналів.

Діодний міст 2W10 і діод 1N5403 використовуються для захисту схеми від зворотної полярності і високих напруг.

Роз'єми DS-261B і DG301-5.0 забезпечують зручне підключення до інших пристроїв і модулів.

LCD-дисплей WH1602D-PGH-CT забезпечує візуальний зворотний зв'язок користувачеві про стан замка і введений код.

Тактові кнопки TS-A3PS-130 використовуються для введення коду доступу і для інших управляючих функцій замка.

Кожен з цих компонентів був вибраний з урахуванням його функціональних характеристик, надійності, енергоефективності та сумісності з іншими частинами пристрою. Вони спільно створюють комплексну систему, що забезпечує надійний і зручний мікропроцесорний кодовий замок.

### 1.5 Компоновка друкованого вузла мікропроцесорного кодового замка

Компоновка друкованого вузла пристрою – це процес розміщення компонентів електронної схеми на друкованій платі для забезпечення їхньої

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			37

взаємодії та оптимальної роботи пристрою. При проектуванні друкованої плати необхідно враховувати розміри, форму та взаємне розташування компонентів, щоб забезпечити оптимальні характеристики пристрою та перешкоди, запобігти перенесенню сигналів між ділянками схеми та забезпечити стійкість до впливу зовнішніх чинників. У процесі компоновки важливо враховувати також технологічні особливості виробництва друкованих плат. Для цього використовуються спеціальні програмні засоби, які дозволяють проводити візуалізацію та аналіз компоновки друкованих плат, враховуючи вимоги до технології виробництва.

Нижче наведене виготовлення та компоновання ДП для мікропроцесорного кодового замка.

Перший етап включає створення електричних схем і механічних креслень для ДП. Використовується спеціалізоване програмне забезпечення, щоб розмістити компоненти і визначити маршрути провідників на ДП. Важливо враховувати електричні параметри, механічні вимоги і можливість встановлення наявних компонентів.

Даний виріб складається з двох частин, а саме: робочої і відображально-керувальної.

Розмір друкованої плати (ДП) робочої частини складає 100x57,5 мм.

Площі друкованої плати:

$$S = w * l \quad (1.8)$$

$$S_1 = 100 * 57,5 = 5750 \text{ мм}^2$$

де  $S$  - Площі друкованої плати

$w$  - ширина.

$l$  - висота.

Розмір друкованої плати (ДП) відображально-керувальної частини є 95x90 мм:

$$S_2 = 95 * 90 = 8550 \text{ мм}^2$$

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			38

Для цього мікропроцесорного кодового замка застосовують двосторонні друковані плати (ДДП), які мають кілька переваг у порівнянні з іншими типами друкованих плат (ДП). Використання ДДП дозволяє зменшити розмір друкованої плати, що має вирішальне значення у випадку обмеженого простору для встановлення замка.

Двосторонні плати володіють металізованими шарами на обох сторонах, що дозволяє розмістити більше компонентів і з'єднань на одній платі. Такий підхід є важливим для ефективного розміщення великої кількості електронних компонентів, які входять до складу кодового замка, таких як мікросхеми, резистори та конденсатори, та їх підключення до системи керування.

Використання двосторонніх друкованих плат також поліпшує комутаційні властивості кодового замка, що забезпечує оптимальне розташування контактів та шляхів з'єднання і сприяє надійному та швидкому перемикаю сигналі. Це особливо важливо для кодових замків, оскільки несправне або повільне комутування може призвести до порушення безпеки.

Поміж іншого, двосторонні друковані плати забезпечують кращу електричну ізоляцію між різними шляхами та контактами на платі, що допомагає уникнути перехресних завад і електричних збоїв.

У підсумку, використання двосторонніх друкованих плат у кодових замках дозволяє досягти компактного розміру, покращити комутаційні властивості та забезпечити надійну та безпечну роботу системи.

Матеріал основи друкованих плат (ДП) виробляються з використанням двостороннього фольгового склотекстоліту, що є популярним вибором для різних проектів. Цей матеріал має численні переваги, які роблять його широко використовуваним і більш доступним порівняно з іншими альтернативами.

Двосторонній фольговий склотекстоліт є надійним матеріалом з високою міцністю та стабільністю під час термічних та механічних впливів. Він може витримувати значні температурні зміни і механічні навантаження, що робить його відмінним вибором для різних застосувань.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			39

Однією з головних переваг цього матеріалу є його економічність. Він є більш доступним і вигідним варіантом порівняно з іншими матеріалами, що робить його привабливим для виробників і споживачів. Це дозволяє знизити загальні витрати на виробництво і забезпечити конкурентоспроможність на ринку.

Друкований вузол робочої частини скомпонований наступним чином: по центру плати розміщена мікросхема, з лівого боку плати розміщений роз'єм для живлення, знизу розміщений роз'єм для електромагніт, з правого боку розміщений бузер, по боках плати розміщені отвори під перемички, по кутах плати розміщені отвори для кріплення плати.

Друкований вузол відображально-керувальної частини скомпонований наступним чином: екран розміщений у верхній частині плати, кнопки розташовані нище екрану, щоб при нажатті на кнопки не заступати екран. Кнопки розташовані в 3 стовпці і 4 рядка, з правого боку розміщена мікросхема, також у правій частині плати розміщені отвори під перемички. По краях плати розташовані отвори для кріплення плати.

Провівши аналіз кожного елемента, було виявлено, що жоден з них не має значної потужності, здатної виділяти енергію на нагрівання. В цілому, споживана потужність приладу є незначною, що можна зробити висновок про відсутність потреби в додатковому охолодженні виробу.

Виходячи із складності проєктованого РЕЗ і використаної елементної бази клас точності ДП є 2-ий клас точності.

Далі необхідно виготовити фотошаблони для створення маски ДП. Це зазвичай відбувається шляхом експонування спеціального фоточутливого шару на фольговому склотекстоліті під впливом ультрафіолетового світла через фотошаблон. Цей процес визначає місця для мідних шарів і ізоляційних областей на ДП.

Наступним кроком є використання хімічного методу створення друкованих провідників для виготовлення друкованих плат має свої переваги. Завдяки цьому методу можна досягти високої точності й однорідності друкованих провідників.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			40



Хімічний метод дозволяє здійснювати процес металізації отворів, що сприяє покращенню електричних характеристик і забезпечує надійність з'єднань між шарами плати.

Цей метод також знижує вартість виробництва за рахунок використання менш дорогого обладнання і матеріалів. Технологічний процес хімічного методу є високопродуктивним та відносно простим у впровадженні, що дозволяє виготовляти друковані плати з високою швидкістю та ефективністю. Крім того, завдяки можливості автоматизації процесів, знижується вплив людського фактора і збільшується стабільність якості виробів.

Маркування елементів та захист друкованих плат (ДП) є критично важливими процесами для забезпечення якості та довговічності електронних пристроїв.

Для ідентифікації елементів використовується біла фарба БМ, яка наноситься шляхом травлення. Маркування проводиться шрифтом розміром 2.5 відповідно до вимог стандарту НО 010.007. Цей стандарт забезпечує чіткість та читабельність маркування, що полегшує процес ідентифікації та монтажу компонентів.

Захист друкованих плат забезпечується за допомогою захисного лаку, який наноситься на поверхню плати. Лак виконує функції захисту від вологи, корозії та механічних пошкоджень, що є важливим для збереження функціональності та надійності електронних пристроїв протягом їхнього життєвого циклу.

Ці процеси є важливими етапами виробництва, оскільки вони допомагають забезпечити високу якість та довговічність електронних виробів, що сприяє підвищенню їхньої надійності в експлуатації.

На платах робочій та відображально-керувальній, процес розміщення елементів проводиться однаково, тобто повністю автоматизовано окрім роз'ємів за допомогою спеціалізованих машин та обладнання, яке відповідає вимогам виробництва та забезпечує точність і ефективність у встановленні кожного елемента.

Для монтажу елементів на друковані плати використовується високотехнологічне обладнання у вигляді автоматичних монтажних ліній. Це

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			41

комплексне устаткування включає в себе різноманітні модулі та системи, призначені для автоматизованого процесу розміщення компонентів на платі. Ці лінії забезпечують надійну, ефективну та швидку виробничу лінію, сприяючи підвищенню продуктивності та якості виробництва електроніки.

На платах робочій та керувально-відображальній, пайка виводів елементів здійснюється за допомогою процесу, відомого як хвильова пайка. Цей процес включає нагрівання припою до плавлення за допомогою хвильового нагріву, що дозволяє розплавити припій та з'єднати елементи з виводами друкованої плати. Хвильова пайка є швидким та ефективним методом, який дозволяє забезпечити надійне з'єднання елементів з платою з використанням високої температури і точного контролю процесу.

Для пайки елементів на друкованих платах використовується високотехнологічне обладнання у вигляді хвильових паяльних систем. Ці системи є важливою складовою виробничого процесу, оскільки вони дозволяють забезпечити точну, швидку та ефективну пайку компонентів на платі за допомогою хвильового нагріву.

Параметри монтажу мікропроцесорного кодового замка.

Визначення мінімальної припустимої ширини провідника на друкованій платі:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{I_{\text{доп}} * t} \quad (1.9)$$

де  $I_{\max}$  – граничний допустимий постійний струм, що проходить через провідники.

Встановлюється за результатами дослідження схеми принципової;

$I_{\text{доп}}$  – допустимий струм, визначається методом виробництва ДП з табл. 1.19

$t$  – діаметр електропровідником, мм.

$$b_{\min 1} = \frac{17 \text{ А}}{20 \text{ А} * 0.035 \text{ мм}} = 0,2428 \text{ мм}$$

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			42

Таблиця 1.19 - Допустимий струм залежно від способу виготовлення

Метод виготовлення	Товщина фольги t, мкм	Допустима густина струму, I <sub>доп</sub> , А / мм <sup>2</sup>	Питомий опір, ρ, Ом мм <sup>2</sup> / м
Хімічний: внутрішні шари БДП, зовнішні шари ОДП, ДПП	20, 35, 50	15	0,050
	20, 35, 50	20	
Комбінований позитивний	20	75	0,0175
	35	48	
	50	38	
Електрохімічний	--	25	0,050

Розраховуємо найменшу товщину провідника, мм, на основі припустимої напругової втрати через нього:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{t * U_{\text{доп}}} \quad (1.10)$$

де ρ – питомий об'ємний опір за табл. 1.19;

$U_{\text{доп}} = 0,15 \text{ В};$

$l$  – периметр плати;

$U_{\text{доп}}$  – допущена напруга при падінні розраховується шляхом дослідження схеми принципової, також не має бути більше 5% споживання мікросхем за напругою, а також не перевищувати додатковий резерв надійності мікросхем;

$$b_{\min 2} = \frac{0,05 \text{ Ом} * 0,315}{0,035 * 0,15} = 0,03 \text{ мм}$$

Розраховуємо стандартний розмір діаметрів отворів для встановлення d:

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{Н.В.}}| + r, \quad (1.11)$$

$$d_1 = 0,5 + |0,10| + 0,2 = 0,8 \text{ мм (мікросхема, конденсатор керамічний)}$$

$d_2 = 0,6 + |0,10| + 0,2 = 0,9$  мм (резистор, стабілізатор, електролітичний конденсатор)

$d_3 = 0,8 + |0,10| + 0,2 = 1,1$  мм (бузер, діодний міст)

$d_4 = 0,9 + |0,10| + 0,2 = 1,2$  мм (транзистор)

$d_5 = 1 + |0,10| + 0,2 = 1,3$  мм (перемичка)

$d_6 = 1,3 + |0,10| + 0,2 = 1,6$  мм (діод)

де  $d_E$  – найбільша ширина виводу монтованого ЕРЕ.

$\Delta d_{H.B.}$  – найнижчий допустимий допуск від стандартної ширини монтованого отвору (табл. 1.20)

$r$  – різниця найменшої ширини отвору та найбільшої ширини вивода ЕРЕ, її обирається в рамках 0,1...0,4мм. Обчислені значення  $d$  приводять до стандартного списку отворів: 0,7; 0,9; 1; 1,1; 1,3; 1,5 мм.

Таблиця 1.20 - Параметри контактних площадок та отворів

Параметри	Клас точності ДП			
	1	2	3	4
Мінімальне значення номінальної ширини провідника $b$ , мм	0,60	0,45	0,25	0,15
Номінальна відстань між провідниками $s$ , мм	0,60	0,45	0,25	0,15
Відношення діаметра отвору до товщини плати $\gamma$	$\geq 0,50$	$\geq 0,50$	$\geq 0,33$	$\geq 0,33$
Допуск на отвір $\Delta d$ , мм, без металізації, $\varnothing \leq 1$ мм	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	$\pm 0,15$	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	$\pm 0,10$
Допуск на отвір $\Delta d$ , мм, з металізацією, $\varnothing \leq 1$ мм	+ 0,10	+ 0,10	+ 0,05	+ 0,05
Теж саме, $\varnothing > 1$ мм.	- 0,15	- 0,15	- 0,10	- 0,15
Допуск на ширину провідника $\Delta b$ , мм, без покриття	+ 0,15	+ 0,15	+ 0,10	+ 0,10
Теж саме, з покриттям	- 0,20	- 0,20	- 0,15	- 0,15
Допуск на ширину провідника $\Delta b$ , мм, без покриття	$\pm 0,15$	$\pm 0,10$	+0,03	$\pm 0,03$
Теж саме, з покриттям			0,05	
Допуск на розташування отворів $\delta d$ , мм, при розмірі плати менше 180 мм	0,20	0,15	0,08	0,05
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,25	0,20	0,10	0,08
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,30	0,25	0,15	0,10

Продовження таблиці 1.20

Допуск на розташування контактних площадок $\delta p$ , мм, на ОДП і ДДП при розмірі плати менше 180 мм	0,35	0,25	0,20	0,15
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,40	0,30	0,25	0,20
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,45	0,35	0,30	0,25
Допуск на підтравлення діелектрика БДП $\Delta d_{тр}$ , мм	0,03	0,03	0,03	0,03
Допуск на розташування контактних площадок $\delta p$ , мм, на БДП при розмірі плати менше 180 мм	0,40	0,35	0,30	0,25
Теж саме, при розмірі плати від 180 до 360 мм	0,50	0,45	0,40	0,35
Теж саме, при розмірі плати більше 360 мм	0,55	0,50	0,45	0,40

Розраховується діаметр зон контакту:

$d_{max}$  – найбільший діаметр просверленого отвору, мм:

$$d_{1max} + d + \Delta d + (0,1...0,15) \quad (1.12)$$

де  $\Delta d$  – дозвіл на отвір (табл. 1.20),

$$d_{max1} = 0,8 + 0,05 + 0,15 = 1 \text{ мм,}$$

$$d_{max2} = 0,9 + 0,05 + 0,15 = 1,1 \text{ мм,}$$

$$d_{max3} = 1,1 + 0,05 + 0,15 = 1,3 \text{ мм,}$$

$$d_{max4} = 1,2 + 0,05 + 0,15 = 1,4 \text{ мм,}$$

$$d_{max5} = 1,3 + 0,05 + 0,15 = 1,5 \text{ мм,}$$

$$d_{max4} = 1,6 + 0,05 + 0,15 = 1,8 \text{ мм.}$$

Вибирається 3 найбільш вживані в схемі:  $d_{max2}$ ,  $d_{max3}$ ,  $d_{max4}$ .

Визначається ширину провідників. Найменша ширина електропровідника для ОДП і внутрішніх шарів БДП, виготовлених хімічним медотом:

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h_{\phi} \quad (1.13)$$

де  $b_{1\min}$  – найменша ефективна ширина електропровідника, мм,  $b_{1\min} = 0,18$  мм для ДП 1, 2 і 3- го рівня точності,  $b_{1\min} = 0,15$  мм для 4- го рівня точності.

$h_{\Phi}$  – товщина металічної плівки;

$$b_{\min} = 0,15 + 1,5 \cdot 0,35 = 0,705 \text{ мм}$$

Визначається найменшу відстань між компонентами провідного шару.

Найменша відстань між контактною зоною та провідником:

$$s_{1\min} = L_0 - [(d_{\max} / 2 + \delta p) + (d_{\max} / 2 + \delta d)] \quad (1.14)$$

де  $L_0$  – проміжок між серединами відповідних компонентів;  $\delta d$  – допустиме відхилення у розміщенні провідників (табл. 1.16) – 0,08,  $\delta p$  – 0,05:

$$s_{1\min 1} = 2,5 \cdot [(1,1 / 2 + 0,05) + (1,1 / 2 + 0,08)] = 3,075,$$

$$s_{1\min 2} = 2,5 \cdot [(1,3 / 2 + 0,05) + (1,3 / 2 + 0,08)] = 3,575,$$

$$s_{1\min 3} = 2,5 \cdot [(1,4 / 2 + 0,05) + (1,4 / 2 + 0,08)] = 3,825.$$

Найменше розташування між двох контактних площадок:

$$s_{2\min} = L_0 - (d_{\max} + 2\delta p), \quad (1.15)$$

$$s_{2\min 1} = 2,5 - (1,1 + 2 \cdot 0,05) = 1,3,$$

$$s_{2\min 2} = 2,5 - (1,3 + 2 \cdot 0,05) = 1,1,$$

$$s_{2\min 3} = 2,5 - (1,4 + 2 \cdot 0,05) = 1.$$

Найменше розташування між двох провідників:

$$s_{3\min} = L_0 - (d_{\max} + 2\delta d), \quad (1.16)$$

$$s_{3\min 1} = 2,5 - (1,1 + 2 \cdot 0,08) = 1,24$$

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			46

$$S_{3\min 2} = 2,5 - (1,3 + 2 \cdot 0,08) = 1,04$$

$$S_{3\min 3} = 2,5 - (1,4 + 2 \cdot 0,08) = 0,94$$

## 1.6 Висновки до розділу 1

У даному розділі розглянуто аналіз відомих мікропроцесорних кодових замків дозволив оцінити актуальність проектування нового пристрою. Результати цього аналізу вказали на ключові напрямки для розробки, а також дозволило розробити структурну схему.

Для вибору компонентної бази пристрою, включаючи резистори, конденсатори, діоди, транзистор, звуковий випромінювач, мікропроцесори, роз'єми, кнопки та дисплей, було проведено розрахунки для вузлів принципової електричної схеми.

Також описано компоновку друкованого вузла та параметри монтажу приладу.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			47

## 2 Спеціальна частина (САПР)

### 2.1 Вибір САПР

При проектуванні мікропроцесорного кодового замка застосовано таку САПР: Altium designer.

Altium Designer - це програмне забезпечення для автоматизованого проектування електронних пристроїв, яке надає широкий набір інструментів для створення електричних схем, проектування друкованих плат, створення бібліотек компонентів та підготовки до виробництва плат. Це потужний інструмент, який використовується для проектування електронних пристроїв будь-якої складності в електронній промисловості та науково-дослідних установах.

Висновок: застосування Altium Designer в рамках кваліфікаційної роботи дозволило забезпечити високий рівень точності та ефективності у процесі розробки проекту. Використання цих САПР сприяло оптимізації процесів проектування та підвищенню якості кінцевого продукту. Завдяки широким можливостям і функціоналу цих програмних засобів, вдалося досягти необхідного рівня деталізації та професійності у виконанні поставлених завдань.

### 2.2 Використання САПР при проектуванні друкованого вузла

Для створення друкованої плати використовуємо середовище Altium Designer необхідно створити файл інтегрованої бібліотеки компонентів, що значно спрощує процес розробки плати.

Таблиця 2.1 – Послідовність створення бібліотеки Altium Designer

Дія	Опис
Створення файлу інтегрованої бібліотеки компонентів	Створити новий проєкт інтегрованої бібліотеки: File→New→Library →Integrated library. Зберегти проєкт.



Додавання файлів бібліотек посадочних місць та графічних позначень	У вікні панелі Projects вибрати опцію Add і вести PCB Library у вікні нажати ОК.
Заповнення створених файлів бібліотек	Вибираючи необхідні елементи із панелі інструментів створити схематичні позначення та посадкові місця у відповідності до даташитів.

Наступним кроком потрібно виконати схему електричну принципову. Для цього потрібно створити файл Schematic і за допомогою бібліотеки елементів розмістити елементи на схемі та провести зв'язки між ними. Після цього потрібно провести перевірку на помилки.

Результати перевірки схем на помилки (ERC) (рис.2.1-2.2).

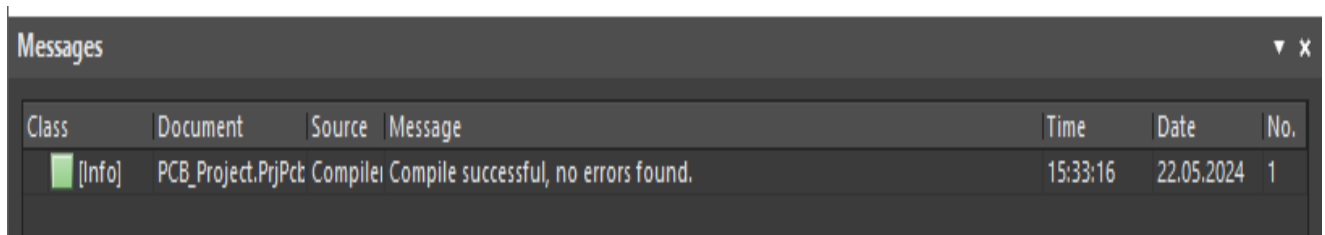


Рисунок 2.1 – Результат перевірки схеми робоча частина на помилки

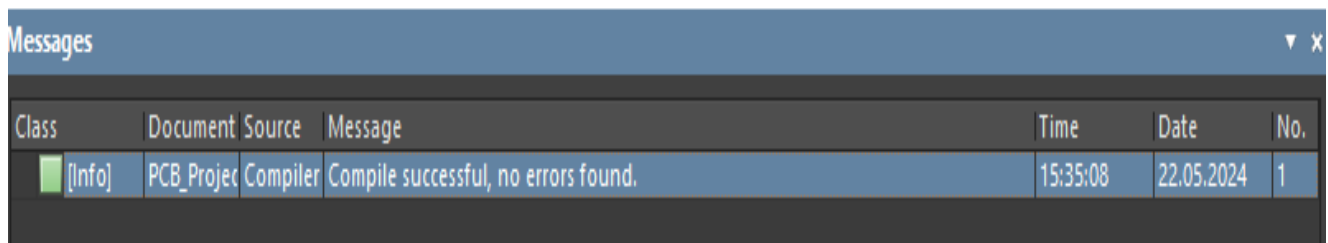


Рисунок 2.2 – Результат перевірки схеми відображально-керувальна частина на помилки

Наступним етапом є трасування з'єднань ДП.

Особливістю трасування провідників для друкованих плат є розподілення провідників між шарами друкованої плати (ДП). Цей підхід є ключовим в процесі проектування плат і має кілька важливих особливостей:

- Ефективне використання простору: Використання шарів внутрішнього шару плати дозволяє ефективно використовувати доступний простір на платі, особливо у випадках, коли обмежена площа плати або коли потрібно зменшити розміри пристрою.

- Мінімізація перешкод: Розподілення провідників між шарами дозволяє уникнути перешкод від зовнішнього середовища, таких як електромагнітні перешкоди або шуми.

- Збереження електромагнітної сумісності: Використання внутрішніх шарів дозволяє зберегти електромагнітну сумісність пристрою, оскільки сигнали розташовуються поблизу інших елементів у платі, що допомагає зменшити електромагнітні випромінювання.

- Забезпечення ізоляції: Внутрішні шари можуть використовуватися для ізоляції чутливих сигналів або для створення масштабувальних зон, що допомагає уникнути перешкод від сусідніх компонентів.

- Покращення тепловідведення: Використання внутрішніх шарів також може допомогти покращити розподілення тепла на платі, особливо коли вони використовуються для шарів живлення або для створення площин заземлення.

Результати налаштування друкованої плати (ДП) зображено на рис.2.3-2.11.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			50

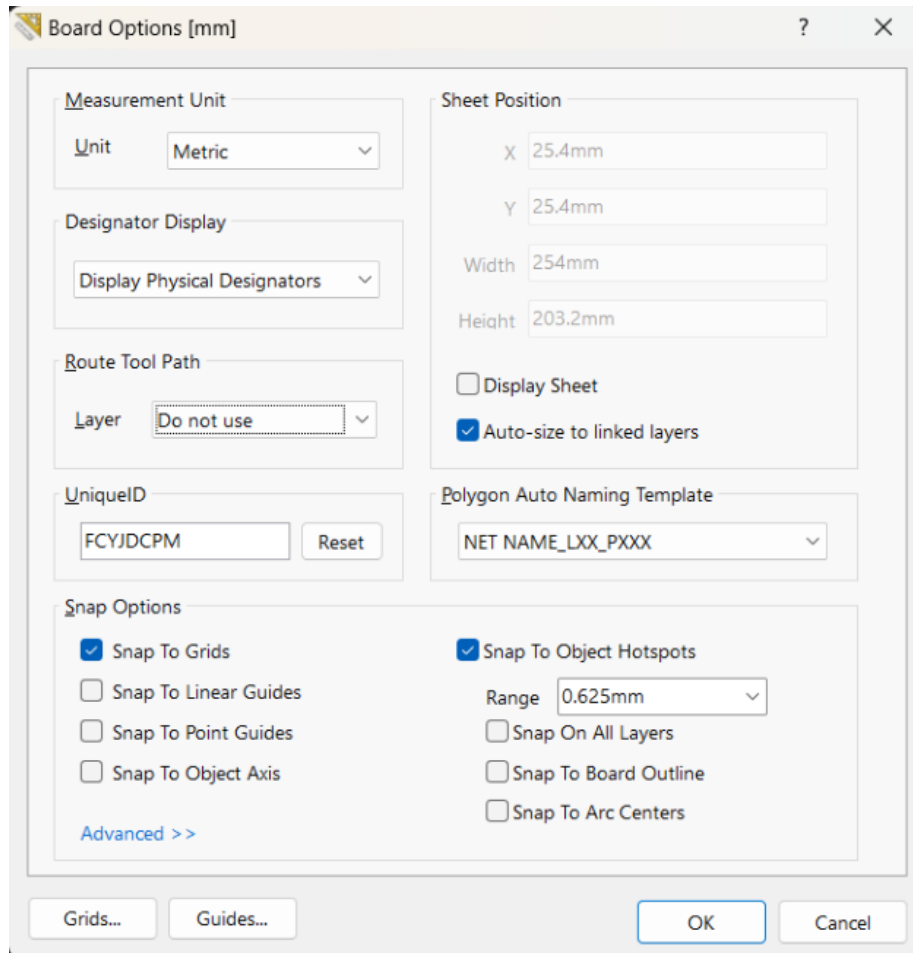


Рисунок 2.3 – Встановлення метричної системи вимірювання

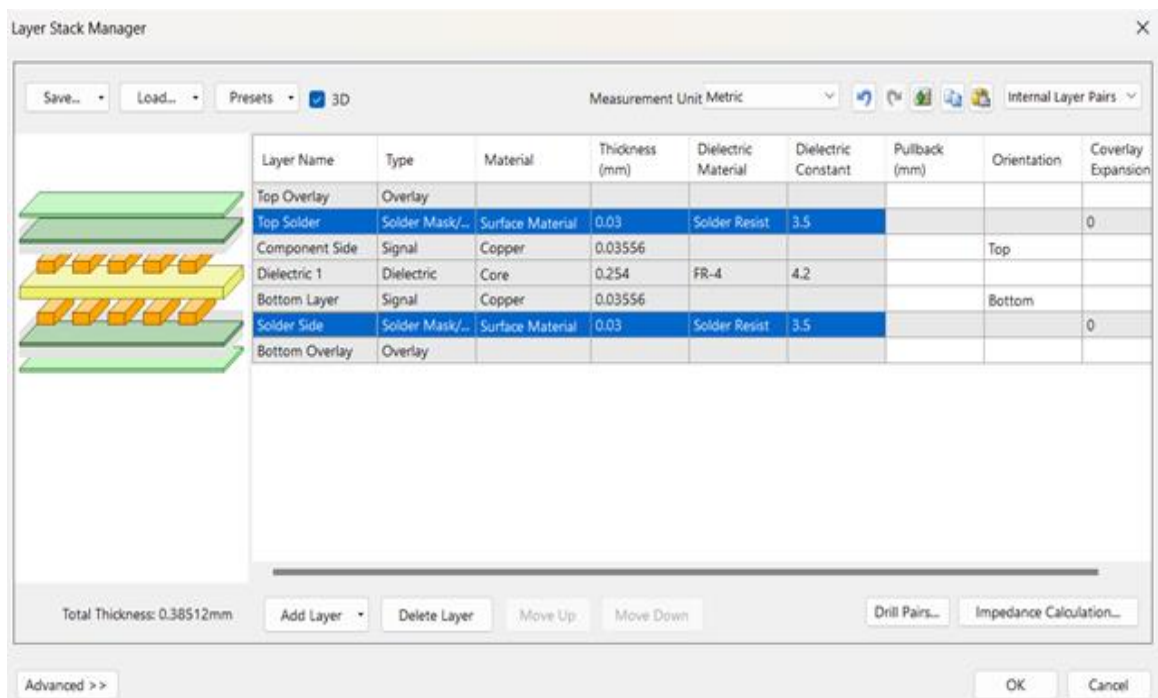


Рисунок 2.4 – Встановлення основних налаштувань характеристик друкованої плати

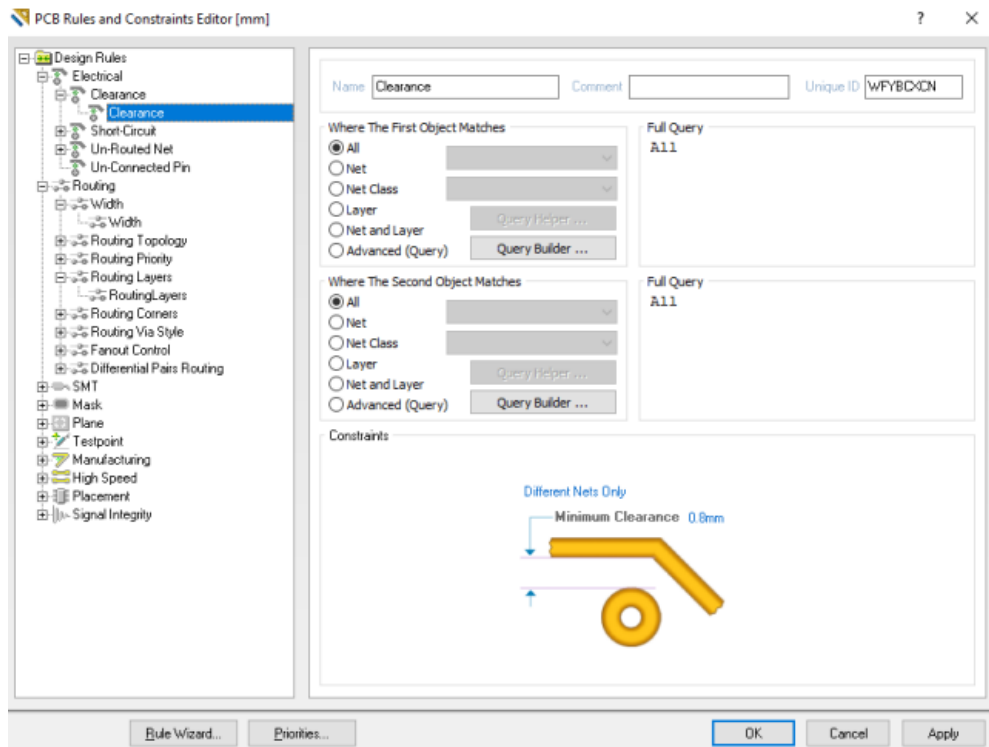


Рисунок 2.5 – Встановлення мінімальної відстані між елементами друкованого монтажу 0,8 мм

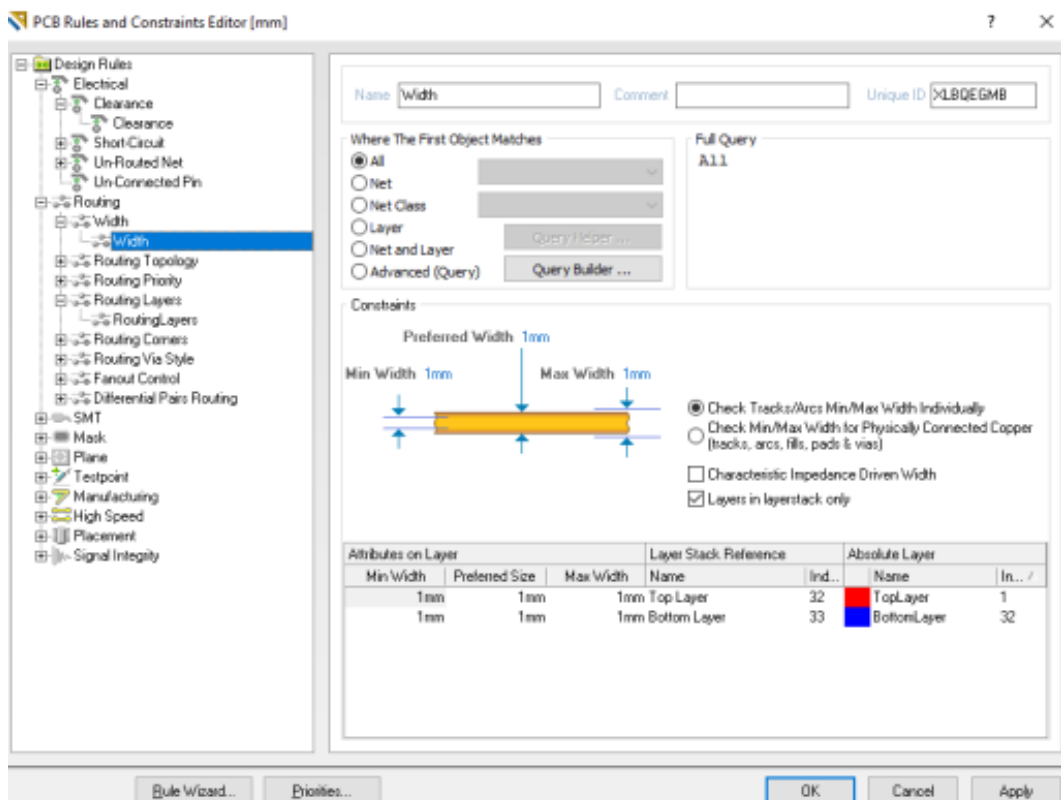


Рисунок 2.6 – Встановлення ширини друкованих провідників 1 мм

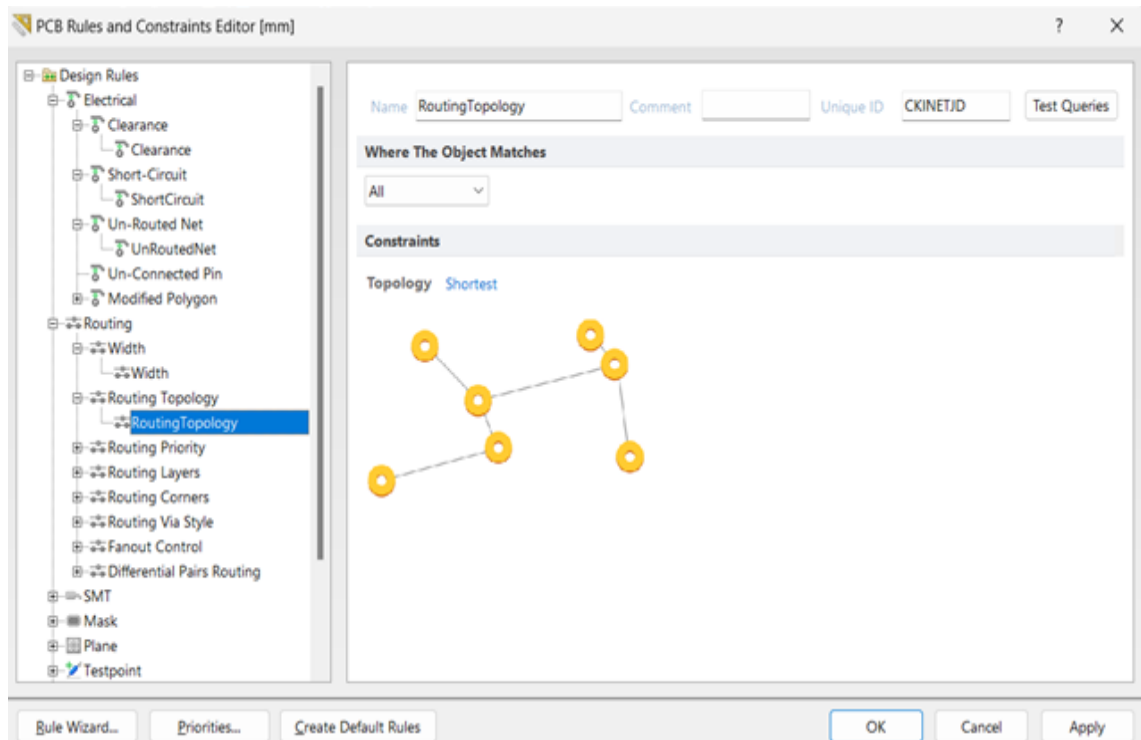


Рисунок 2.7 – Встановлення топології Shortest

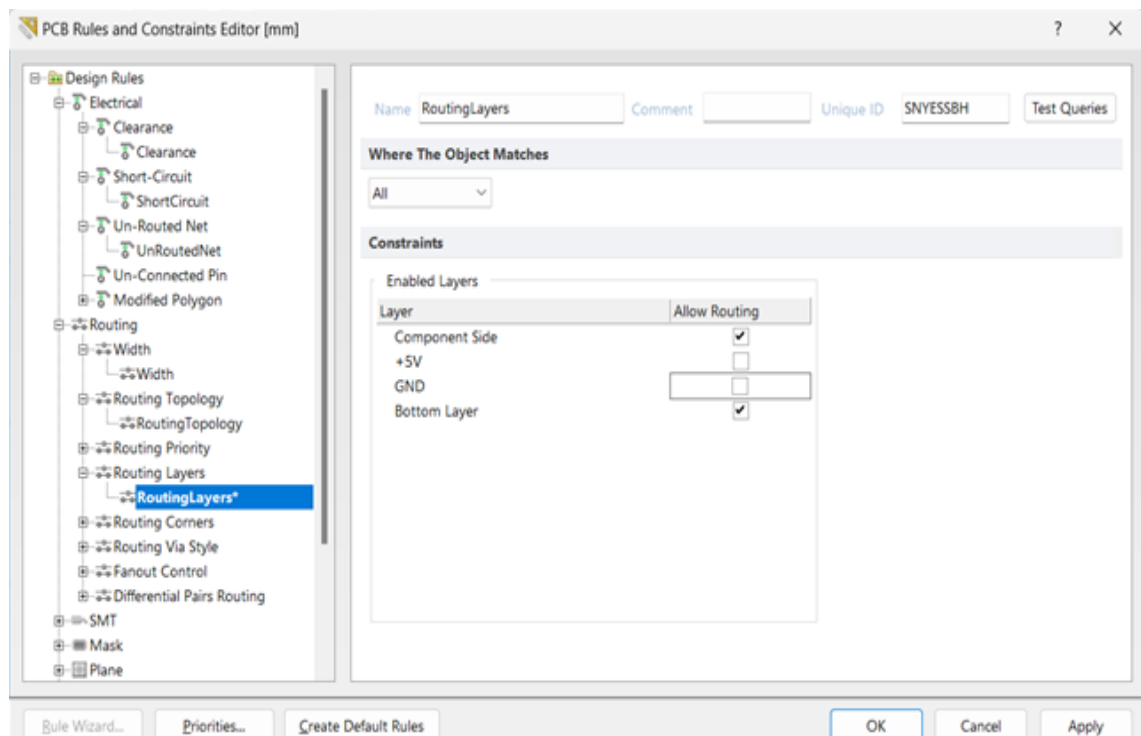


Рисунок 2.8 – Встановлення топології Shortest трасування тільки в шарах  
Топ і Bottom

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.

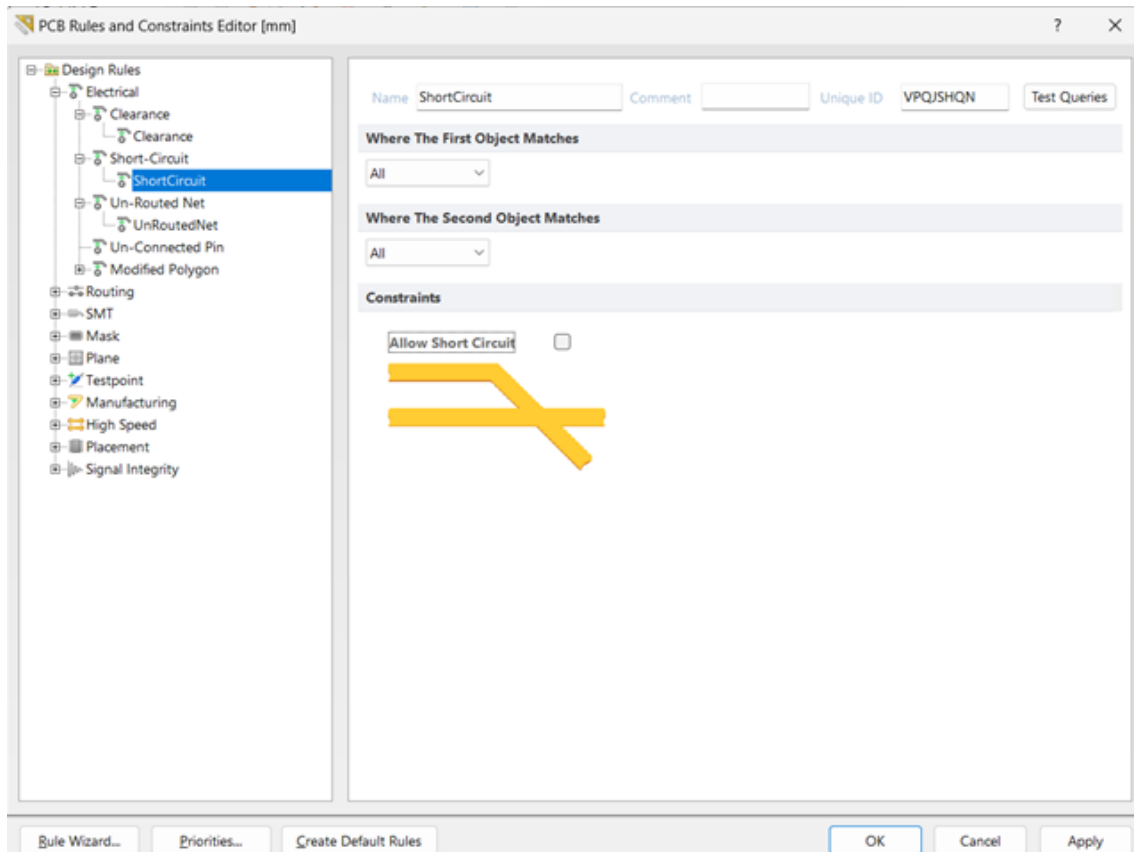


Рисунок 2.9 – Встановлення заборони на дозвіл короткого замикання

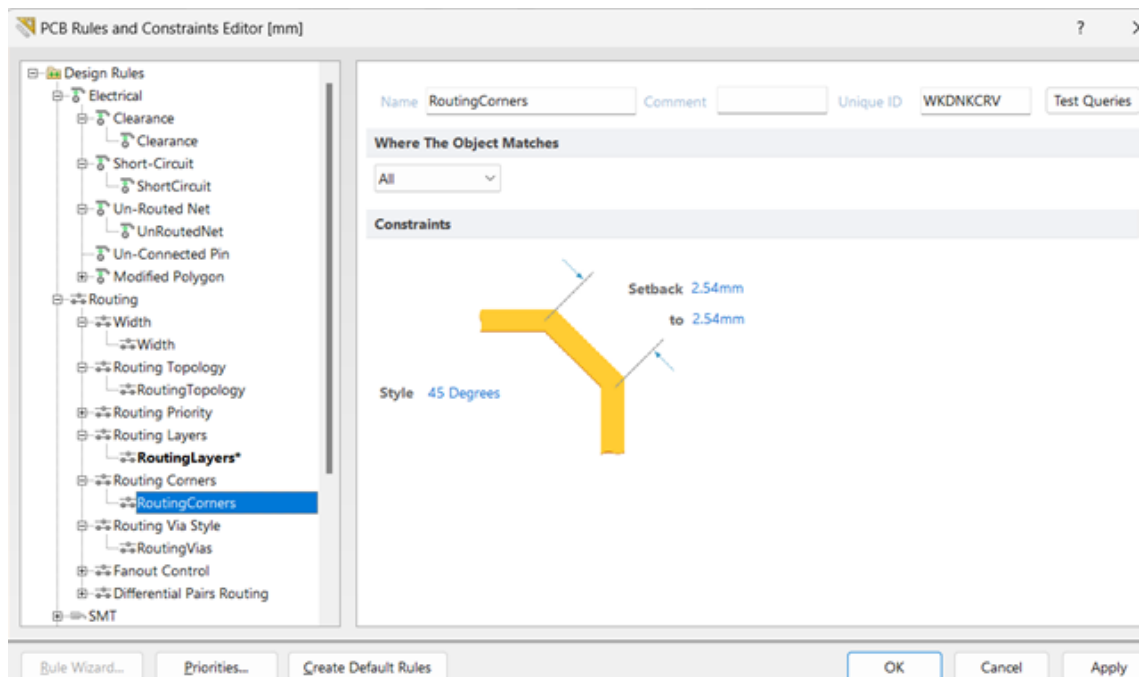


Рисунок 2.10 – Встановлення трасування кутів - 45 градусів, скіс до 3 мм

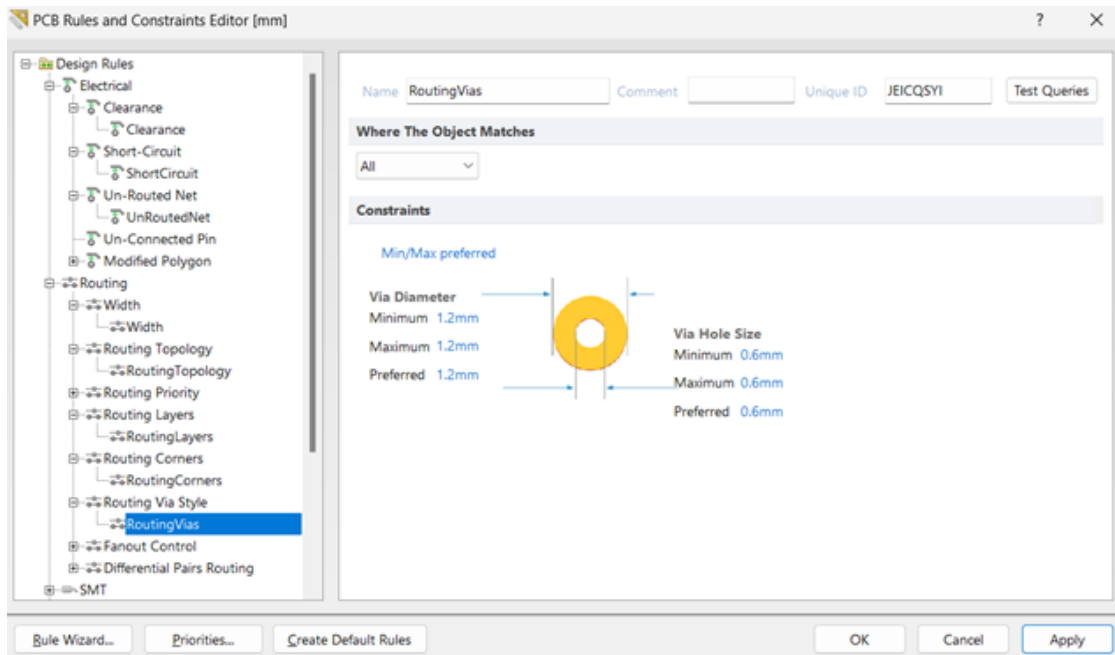


Рисунок 2.11 – Встановлення трасування перехідних отворів – діаметр 1.2 мм, розмір отвору 0.6 мм

Під час трасування провідників використовувався метод інтерактивного трасування. Цей підхід до трасування дозволяє поєднувати автоматичні функції з можливістю коригування маршрутів за необхідності. Він забезпечує баланс між автоматизацією та контролем, що дозволяє оператору детально налаштувати маршрути сигналів за умови, що забезпечує якість та ефективність маршрутизації.

Результати перевірки друкованих плат на помилки (DRC) зображено на рис.2.12-2.13.

Date : 22.05.2024  
Time : 22:10:10  
Elapsed Time : 00:00:01  
Filename :

**Warnings : 0**  
**Rule Violations : 0**

Summary	
<b>Warnings</b>	<b>Count</b>
Total	0
<b>Rule Violations</b>	<b>Count</b>
Net Antennae (Tolerance=0mm) (All)	0
Silk to Silk (Clearance=0.254mm) (All,All)	0
Silkscreen Over Component Pads (Clearance=0.254mm) (All,All)	0
Minimum Solder Mask Sliver (Gap=0.254mm) (All,All)	0
Hole To Hole Clearance (Gap=0.254mm) (All,All)	0
Hole Size Constraint (Min=0.025mm) (Max=2.54mm) (All)	0
Height Constraint (Min=0mm) (Max=25.4mm) (Preferred=12.7mm) (All)	0
Width Constraint (Min=1mm) (Max=1mm) (Preferred=1mm) (All)	0
Power Plane Connect Rule/Relief Connect YExpansion=0.508mm) (Conductor Width=0.254mm) (Air Gap=0.254mm) (Entries=4) (All)	0
Clearance Constraint (Gap=0.8mm) (All,All)	0
Un-Routed Net Constraint (All)	0
Short-Circuit Constraint (Allowed-No) (All,All)	0
Total	0

Рисунок 2.12 – Результат перевірки друкованої плати робоча частина на помилки

Date : 22.05.2024  
 Time : 22:11:22  
 Elapsed Time : 00:00:01  
 Filename :

Warnings : 0  
 Rule Violations : 0

Summary	
<b>Warnings</b>	
Total	0
<b>Rule Violations</b>	
Net Antennae (Tolerance=0mm) (All)	0
Silk to Silk (Clearance=0.254mm) (All),(All)	0
Silkscreen Over Component Pads (Clearance=0.254mm) (All),(All)	0
Minimum Solder Mask Sliver (Gap=0.254mm) (All),(All)	0
Hole To Hole Clearance (Gap=0.254mm) (All),(All)	0
Hole Size Constraint (Min=0.025mm) (Max=2.54mm) (All)	0
Height Constraint (Min=0mm) (Max=25.4mm) (Preferred=12.7mm) (All)	0
Width Constraint (Min=1mm) (Max=1mm) (Preferred=1mm) (All)	0
Power Plane Connect Rule(Relief Connect )(Expansion=0.508mm) (Conductor Width=0.254mm) (Air Gap=0.254mm) (Entries=4) (All)	0
Clearance Constraint (Gap=0.8mm) (All),(All)	0
Un-Routed Net Constraint ( (All) )	0
Short-Circuit Constraint (Allowed-No) (All),(All)	0
Total	0

Рисунок 2.13 – Результат перевірки друкованої плати відображально-керувальна частина на помилки

В результаті використання САПР отримано друковані плати для мікропроцесорного кодового замка, 3D модель друкованих плат зображені на рисунку 2.14 та рисунку 2.15, вигляди друкованих плат зображені в Додатку А.

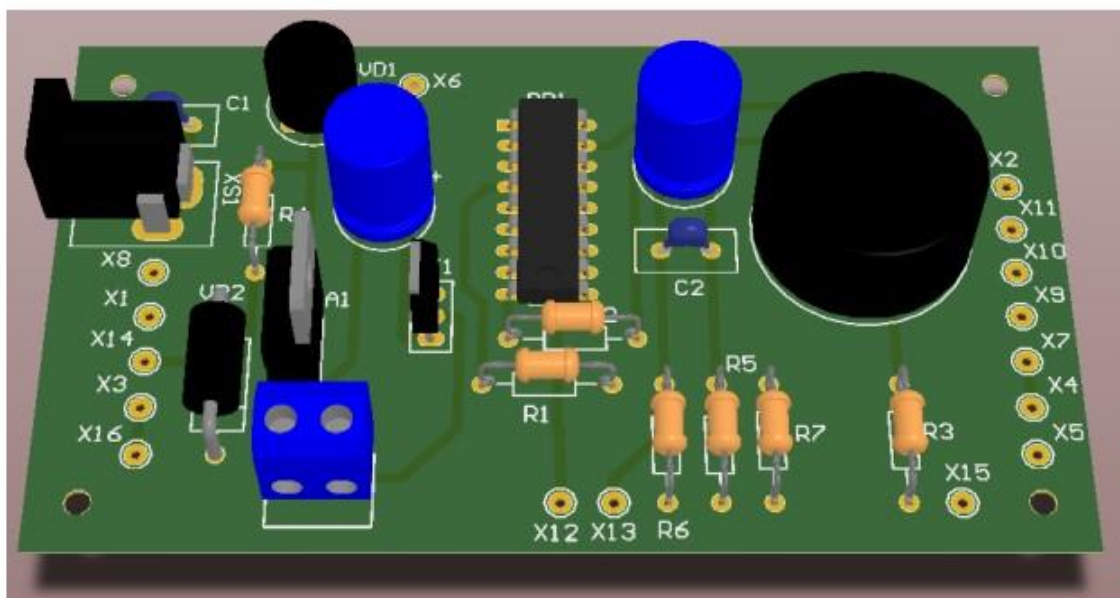


Рисунок 2.14 – 3D модель друкованої плати робоча частина



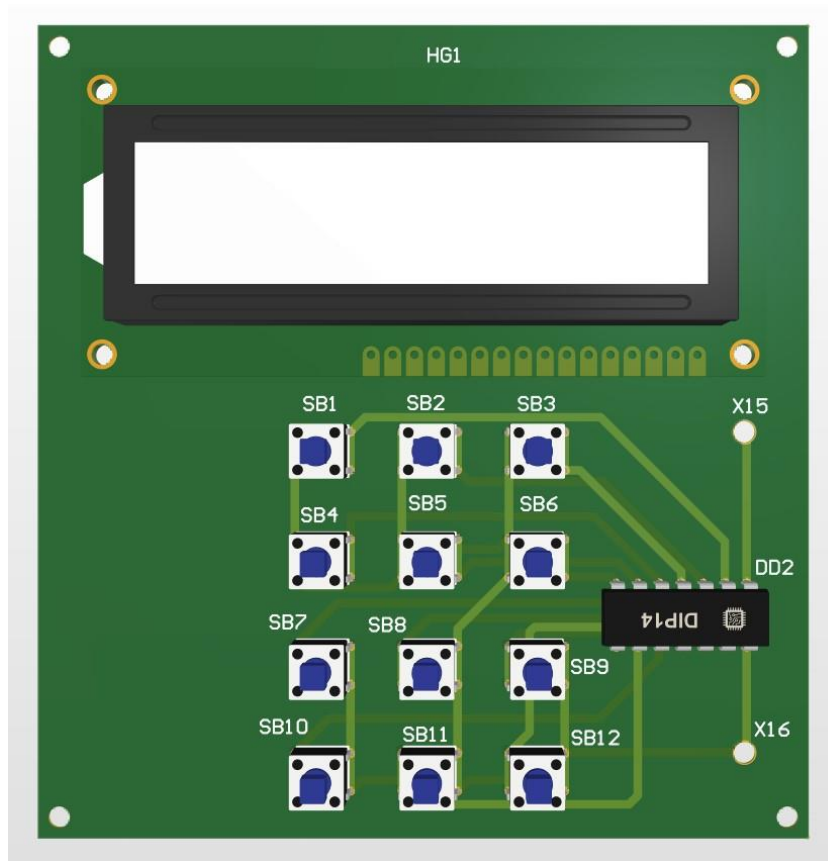


Рисунок 2.15 – 3D модель друкованої плати відображально-керувальна частина

### 2.3 Висновки до розділу 2

У процесі створення друкованої плати в середовищі Altium Designer було застосовано різноманітні інструменти та методи, що значно спростили та оптимізували процес розробки. Було використано створення файлу інтегрованої бібліотеки компонентів, створення електричної принципової схеми, трасуванні друкованих плат, налаштування основних параметрів друкованої плати, інтерактивного трасування.

В результаті перевірки друкованих плат на помилки (DRC) підтвердили високу якість проекту. Отримані друковані плати для мікропроцесорного кодового замка відповідали всім технічним вимогам. 3D моделі друкованих плат та вигляди кінцевих плат підтвердили правильність та надійність виконаного проекту.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			57

## 3 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

### 3.1 Оцінка ризиків при встановленні та експлуатації мікропроцесорних кодових замків

Встановлення та експлуатація мікропроцесорних кодових замків включає кілька етапів, кожен з яких може супроводжуватися певними ризиками. Оцінка цих ризиків дозволяє визначити та впровадити заходи для їх мінімізації, забезпечуючи таким чином безпеку працівників і користувачів.

Під час встановлення існують ризики, пов'язані з електробезпекою та можливим пошкодженням обладнання. Монтаж мікропроцесорних кодових замків вимагає роботи з електричними мережами, що може призвести до ураження електричним струмом через неправильне поводження з проводами або електричними компонентами. Для мінімізації цього ризику необхідно використовувати захисне обладнання, відключати живлення під час монтажу та навчати персонал правилам електробезпеки. Також можливе механічне пошкодження компонентів замка під час монтажу, що може призвести до його некоректної роботи або повної несправності. Для запобігання цьому слід акуратно поводитися з компонентами, дотримуватися інструкцій з монтажу та використовувати відповідні інструменти.

Під час експлуатації мікропроцесорних кодових замків існують ризики, пов'язані зі збоями в роботі замка, несанкціонованим доступом та відмовою електропостачання. Мікропроцесорні кодові замки можуть піддаватися програмним або апаратним збоям, що призведе до блокування доступу або втрати конфіденційності. Для мінімізації цього ризику необхідно регулярно проводити технічне обслуговування, оновлювати програмне забезпечення, використовувати якісні компоненти та робити резервні копії даних. Існує також ризик зламу коду або втручання в роботу замка з метою отримання несанкціонованого доступу до приміщення. Для запобігання цьому слід використовувати складні і унікальні коди

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			58

доступу, регулярно їх змінювати, впроваджувати додаткові заходи безпеки, такі як біометрична автентифікація або двофакторна аутентифікація. Втрата живлення може призвести до повної несправності замка, що унеможливить доступ до приміщення. Для мінімізації цього ризику необхідно використовувати резервні джерела живлення (акумулятори) та забезпечити можливість аварійного відкриття замка.

Ризики для користувачів включають недостатнє навчання користувачів та фізичні ушкодження. Некоректне використання замка через відсутність інструкцій або навчання може призвести до поломки або помилок в роботі замка. Для мінімізації цього ризику необхідно надавати детальні інструкції з експлуатації та проводити тренінги для користувачів. Неправильне встановлення замка може спричинити небезпеку фізичних ушкоджень для користувачів, наприклад, травми від гострих країв або важких компонентів. Для запобігання цьому слід перевіряти та сертифікувати встановлення, використовувати безпечні матеріали і конструкції.

Оцінка ризиків при встановленні та експлуатації мікропроцесорних кодових замків є важливим етапом для забезпечення безпеки як монтажників, так і кінцевих користувачів. Впровадження заходів щодо мінімізації цих ризиків сприятиме безперебійній і надійній роботі системи, захищаючи людей від можливих небезпек.

### 3.2 Вимоги до електробезпеки та пожежної безпеки при використанні мікропроцесорних кодових замків

Забезпечення електробезпеки та пожежної безпеки при використанні мікропроцесорних кодових замків є критично важливим для захисту користувачів і збереження майна. Дотримання цих вимог дозволяє мінімізувати ризики, пов'язані з електричними ураженнями та пожежами, що можуть виникнути через несправність або неправильну експлуатацію замків.

Електробезпека включає належну ізоляцію та заземлення електричних компонентів. Корпус замка має бути виготовлений з ізоляційних матеріалів або

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			59

заземлений, щоб уникнути прямого контакту користувачів з електричними частинами. Крім того, ізоляційні матеріали повинні бути стійкими до механічних пошкоджень, щоб зберігати свої властивості протягом тривалого часу. Усі мікропроцесорні кодові замки повинні відповідати міжнародним і національним стандартам електробезпеки, що гарантує їх сертифікація. Сертифікація виробу включає перевірку його на відповідність вимогам щодо безпеки, надійності та якості.

Використання захисних пристроїв, таких як автоматичні вимикачі та пристрої захисного відключення (ПЗВ), є необхідним для запобігання електричним ураженням у разі короткого замикання або перевантаження. Автоматичні вимикачі миттєво відключають живлення при виникненні перевантаження, тим самим захищаючи електричну систему від пошкоджень. Пристрої захисного відключення (ПЗВ) відключають електроживлення при виявленні витоку струму, що може стати причиною ураження електричним струмом людини.

Регулярне технічне обслуговування замків допомагає виявити та усунути потенційні проблеми до їх виникнення. Це включає перевірку стану ізоляції проводів, контактів та інших електричних компонентів. Ізоляція повинна бути без пошкоджень, а контакти – чистими та міцними. Регулярні огляди дозволяють своєчасно виявляти та замінювати зношені або пошкоджені елементи.

Персонал, який встановлює і обслуговує мікропроцесорні кодові замки, повинен мати відповідну кваліфікацію та знання з електробезпеки. Проведення регулярних тренінгів з техніки безпеки зменшує ризик електротравм. Важливо, щоб працівники знали, як безпечно працювати з електричними компонентами, як виявляти потенційні небезпеки та як правильно діяти у разі аварійної ситуації.

Пожежна безпека передбачає вибір вогнестійких або важкозаймистих матеріалів для всіх компонентів мікропроцесорних кодових замків, що зменшує ймовірність загоряння у разі короткого замикання або перегріву. Матеріали повинні витримувати високі температури без втрати своїх властивостей і не підтримувати

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			60

горіння. Важливо також, щоб при вигорянні матеріали не виділяли токсичних речовин, які можуть бути небезпечними для здоров'я людей.

Встановлення замків повинно проводитися з урахуванням пожежних норм і правил, уникаючи місць поблизу легкозаймистих матеріалів або в місцях з підвищеним ризиком пожежі. Замки слід розміщувати так, щоб у разі виникнення пожежі вони не сприяли її поширенню. Крім того, необхідно забезпечити легкий доступ до замків для обслуговування та евакуації у разі надзвичайної ситуації.

Використання системи раннього виявлення пожеж, такої як димові датчики, допомагає швидко реагувати на потенційні загоряння. Димові датчики повинні бути встановлені в місцях, де можлива поява диму або вогню, і інтегруватися з мікропроцесорними замками для автоматичного розблокування дверей у разі пожежної тривоги. Це забезпечує швидку евакуацію людей з будівлі, що є критично важливим для збереження їх життя та здоров'я.

У випадку пожежі необхідно забезпечити можливість швидкої евакуації, тому мікропроцесорні кодові замки повинні мати функцію аварійного відкриття, яка дозволяє розблокувати двері без введення коду. Це особливо важливо в громадських будівлях і на підприємствах, де велика кількість людей може потребувати швидкого виходу з приміщення. Аварійне відкриття повинно бути доступним і зрозумілим для всіх користувачів, включаючи тих, хто може не знати, як користуватися замком.

Регулярні перевірки та технічне обслуговування замків допомагають виявити і усунути потенційні небезпеки. Особливу увагу слід приділяти перевірці стану електропроводки і контакторів на предмет перегріву та інших дефектів. Перегріті контакти можуть стати причиною пожежі, тому їх стан необхідно регулярно контролювати і при необхідності замінювати. Важливо також перевіряти роботу всіх захисних систем і пристроїв, щоб вони завжди були готові до дії.

Користувачі мікропроцесорних кодових замків повинні бути проінформовані про правила пожежної безпеки та дії у разі виникнення пожежі. Це включає інструктажі з евакуації та використання систем аварійного відкриття. Інформація повинна бути доступною і зрозумілою для всіх, включаючи розміщення на видних

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			61

місцях плакатів з планами евакуації і правилами поведінки під час пожежі. Проведення регулярних навчальних тренувань допоможе підготувати людей до можливих надзвичайних ситуацій і зменшити паніку у разі їх виникнення.

Забезпечення вимог до електробезпеки та пожежної безпеки при використанні мікропроцесорних кодових замків є необхідною умовою для надійної і безпечної експлуатації цих систем. Дотримання цих вимог допоможе запобігти нещасним випадкам і зберегти життя та здоров'я людей. Системний підхід до безпеки, включаючи вибір якісних матеріалів, дотримання стандартів, регулярне обслуговування і навчання персоналу, є запорукою ефективного функціонування мікропроцесорних кодових замків і забезпечення високого рівня захисту.

### 3.3 Висновки до розділу 3

У даному розділі було детально проаналізовано ключові аспекти безпеки життєдіяльності та охорони праці при встановленні та експлуатації мікропроцесорних кодових замків. Важливим етапом для забезпечення безпеки як монтажників, так і кінцевих користувачів є оцінка ризиків, що дозволяє визначити потенційні небезпеки та впровадити заходи для їх мінімізації. Було розглянуто оцінка ризиків при встановленні та експлуатації та вимоги до електробезпеки та пожежної безпеки.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			62

## Висновки

Під час виконання в кваліфікаційної роботи було розроблено мікропроцесорний кодовий замок. Дана конструкція виробу є простою і зрозумілою. Даний пристрій застосовується для обмеженого доступу до приміщень, сейфів, шаф, тумбочок. Під час виконання кваліфікаційної роботи було спроектовано та описано аналіз технічного завдання, розробку структурної схеми мікропроцесорного кодового замка, проектування і розрахунок вузлів електричної принципової схеми мікропроцесорного кодового замка, вибір і обґрунтування компонентної бази, компоновка друкованого вузла мікропроцесорного кодового замка, вибір САПР, використання САПР при проєктуванні друкованого вузла, оцінку ризиків при встановленні та експлуатації мікропроцесорних кодових замків, вимоги до електробезпеки та пожежної безпеки при використанні мікропроцесорних кодових замків. Використано поширену елементну базу. Конструкція є технологічною. При проєктуванні конструкції використано САПР: Altium Designer.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			63

## Список використаних джерел

1. PIC16F627A/628A/648A Data Sheet Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40044G.pdf> (дата звернення: 14.03.2024). Назва з екрану.
2. Piezoelectric Sound Components [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.arduino.cc/documents/datasheets/PIEZOPKM22EPPH4001-BO.pdf> (дата звернення: 25.03.2024). Назва з екрану.
3. Positive voltage regulator ICs [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/178.pdf> (дата звернення: 14.03.2016). Назва з екрану.
4. IRLR024NPbF IRLU024NPbF [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.infineon.com/dgdl/irlr024npbf.pdf?fileId=5546d462533600a4015356694f7f265d> (дата звернення: 02.04.2024). Назва з екрану.
5. DMR16 Datasheet (PDF) - Dubilier [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/845627/DUBILIER/DMR16.html> (дата звернення: 02.04.2024). Назва з екрану.
6. Aluminum Electrolytic Capacitors [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: [https://biakom.com/pdf/Panasonic\\_ECE.pdf](https://biakom.com/pdf/Panasonic_ECE.pdf) (дата звернення: 04.04.2024). Назва з екрану.
7. Ceramic Singlelayer DC Disc Capacitors [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eu.mouser.com/datasheet/2/427/sseries-1762239.pdf> (дата звернення: 07.04.2024). Назва з екрану.
8. 2W005 – 2W10 2.0A BRIDGE RECTIFIER [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/datasheet-2w10.pdf> (дата звернення: 12.04.2024). Назва з екрану.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			64



9. 1N5400, 1N5401, 1N5402, 1N5403, 1N5404, 1N5405, 1N5406, 1N5407, 1N5408 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.vishay.com/docs/88516/1n5400.pdf> (дата звернення: 12.04.2024). Назва з екрану.

10. Dragon city industries limitrd [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://static.chipdip.ru/lib/507/DOC001507919.pdf> (дата звернення: 13.04.2024). Назва з екрану.

11. DG301 - 5.0 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu/Document/72ad9f371bb0c16572574ac47903b3a1/DG301-5.0.pdf> (дата звернення: 14.04.2024). Назва з екрану.

12. RC1602D [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: [https://www.raystar-optronics.com/upload\\_files/monochrome-lcd-module/16x2-character-lcd-display/RC1602D-datasheet.pdf](https://www.raystar-optronics.com/upload_files/monochrome-lcd-module/16x2-character-lcd-display/RC1602D-datasheet.pdf) (дата звернення: 14.04.2024). Назва з екрану.

13. 3E actuators [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://seltok.com/upload/iblock/fc2/fc2d5ecfbfb2d87e40384ce593235d08.pdf> (дата звернення: 16.03.2024). Назва з екрану.

14. PIC16(L)F18325/18345 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/MCU08/Product Documents/DataSheets/PIC16-L-F18325-18345-Microcontroller-Data-Sheet-DS40001795.pdf> (дата звернення: 14.03.2024). Назва з екрану.

15. Yale Assure Lock® SL with Yale home [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.yalehome.com/au/en/products/smart-products/smart-locks/assure-lock-series/yale-assure-lock-sl> (дата звернення: 16.06.2024). Назва з екрану.

16. August Wi-Fi Smart Lock [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://august.com/products/august-wifi-smart-lock> (дата звернення: 16.06.2024). Назва з екрану.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			65

17. Schlage Encode™ Smart WiFi Deadbolt [електронний ресурс] – Режим доступу: [URL:https://www.schlage.com/en/home/smart-locks/encode.html](https://www.schlage.com/en/home/smart-locks/encode.html) (дата звернення: 16.06.2024). Назва з екрану.

18. Deadbolts [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.kwikset.com/products/detail/halo-touchscreen-wi-fi-enabled-smart-lock?variant=939-wifi-tscr-15> (дата звернення: 16.06.2024). Назва з екрану.

19. 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.

20. 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.

21. Хвостівська Л.В., Дедів І.Ю., Ісаєнко Д.В. Генерування радіосигналів для тестування програмного забезпечення комп'ютерних радіосистем. Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей VIII міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. Тернопіль : ТНТУ, 2019. С. 108-109.

22. Hvostivska, L., Oksukhivska, H., Hvostivskyu, M., Shadrina, H. (2019) Імітаційне моделювання добового пульсового сигналу для задачі верифікації алгоритмів роботи систем довготривалого моніторингу, Вісник НТУУ "КПІ"; Серія Радіотехніка, Радіоапаратобудування, (77), pp 66-73.

23. Mathematical modelling of daily computer network traffic. Khvostivskyu, M., Osukhivska, H., Khvostivska, L., Lobur T., Velychko D, Lupenko, S., Novorushchenko, T. 1st International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			66

Problems, ITTAP 2021, Ternopil. 16 November 2021 до 18 November 2021. CEUR Workshop Proceedings. Том 3039, P.107-111.

24. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни “Системи автоматизованого проектування радіоелектронних засобів” для студентів спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка / Уклад.: Л.В.Хвостівська. Тернопіль: ТНТУ, 2022. 63 с.

25. Дунець В.Л., Дедів І.Ю., Хвостівський М.О. Методичні рекомендації з оформлення кваліфікаційних робіт бакалавра за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка». Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021, 72 с.

26. 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.

27. Liliya Khvostivska, Mykola Khvostivskyu, 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.

28. 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.

29. 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.

30. Яворський Б. І. Математичні основи радіоелектроніки. Частина І. Тернопіль: ТПІ імені Івана Пулюя. 1996. 184 с.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			67

31. Микитишин А. Г., Митник М. М., Стухляк П. Д. Телекомунікаційні системи та мережі. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017. 384 с.

32. Драган Я. П., Сікора Л. С., Яворський Б. І. Основи сучасної теорії стохастичних сигналів: енергетична концепція, математичний апарат, фізичне тлумачення. Львів: ЕБТЕС, 1999. 132 с.


33. 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.

					<b>ГОВ 2.899.001 ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.			68

ДОДАТКИ

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:  
**«Мікропроцесорний кодовий замок»**

Узгоджено:

Керівник роботи

Хвостівська Л.В. 

“ 05 ” 06 2024р.

“ВИКОНАВЕЦЬ”

Студент групи РАС-41

Городиловський О.В. 

“ 05 ” 06 2024р.

Тернопіль, 2024

# 1 НАЗВА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ Й ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ

1.1 Назва: “Мікропроцесорний кодовий замок”

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

## 2 ВИКОНАВЕЦЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

2.1. Студент Городиловський Олександр Віталійович групи РАс-41, кафедри радіотехнічних систем, Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

## 3 МЕТА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Метою кваліфікаційної роботи є проектування приладу, що включає в себе:

- розробка схемотехнічного рішення розроблювального приладу;
- вибір компонентної бази розроблювального приладу;
- розрахунок і вибір компонентів для оптимальної роботи приладу;
- проектування друкованого вузла та друкованої плати приладу.

## 4 ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

4.1. Основні параметри

4.1.1 Діапазон робочих температур – 25 °С до +70 °С;

4.1.2 Вологість 30-80 %;

4.1.3 Тиск 560-860 мм. рт. ст.;

4.1.4 Напруга живлення блоку керування замка – 12 В;

4.1.5 Виконавчий механізм – електромагніт;

4.1.6 Напруга живлення виконавчого механізму – 12 В;

4.1.7 Метод введення – кнопки;

4.1.8 Індикація – символний LCD;

## 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 приладу;
- електрична принципова схема приладу;
- друкована плата приладу;

## 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	
2	Аналіз технічного завдання, підбір бібліографічних матеріалів, необхідних для виконання роботи	
3	Розробка структурної схеми приладу	
4	Розробка схеми електричної принципової	
5	Розрахунок основних вузлів у схемі приладу	
6	Вибір компонентної бази приладу	
7	Компоновка друкованого вузла	
8	Створення допоміжної документації	
9	Розділ безпеки життєдіяльності, основи охорони	
10	Нормоконтроль	
11	Перевірка на антиплагіат	
12	Попередній захист роботи	
13	Захист роботи	

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.



# ДОДАТОК А

## Друковані плати розроблені в САПР Altium Designer

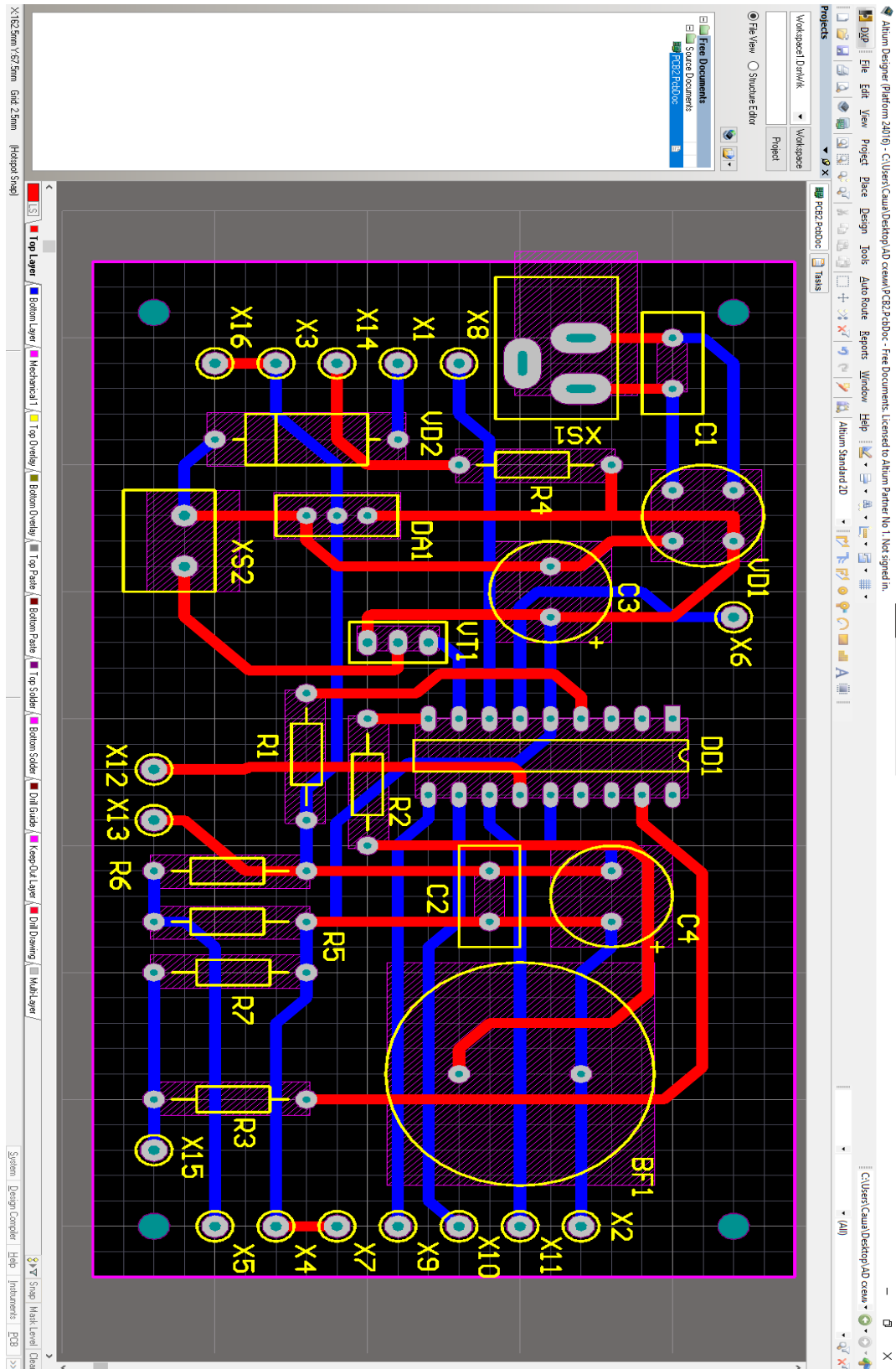


Рисунок А1 - друкована плата робоча частина, усі шари

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

ГОВ 2.899.003

Арк.

1

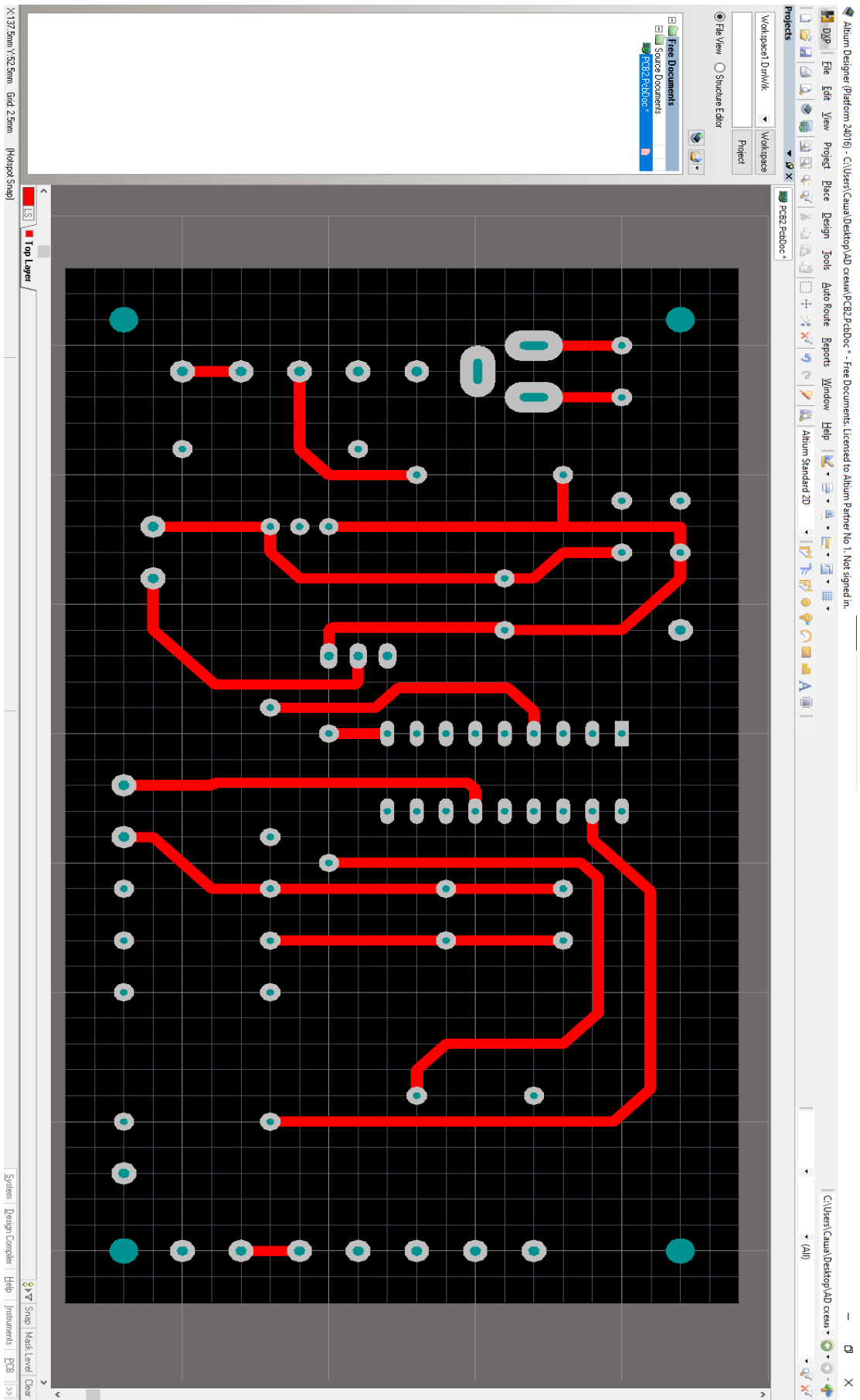


Рисунок А2 - друкована плата робоча частина, шар Top

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

ГОВ 2.899.003

Арк.

2

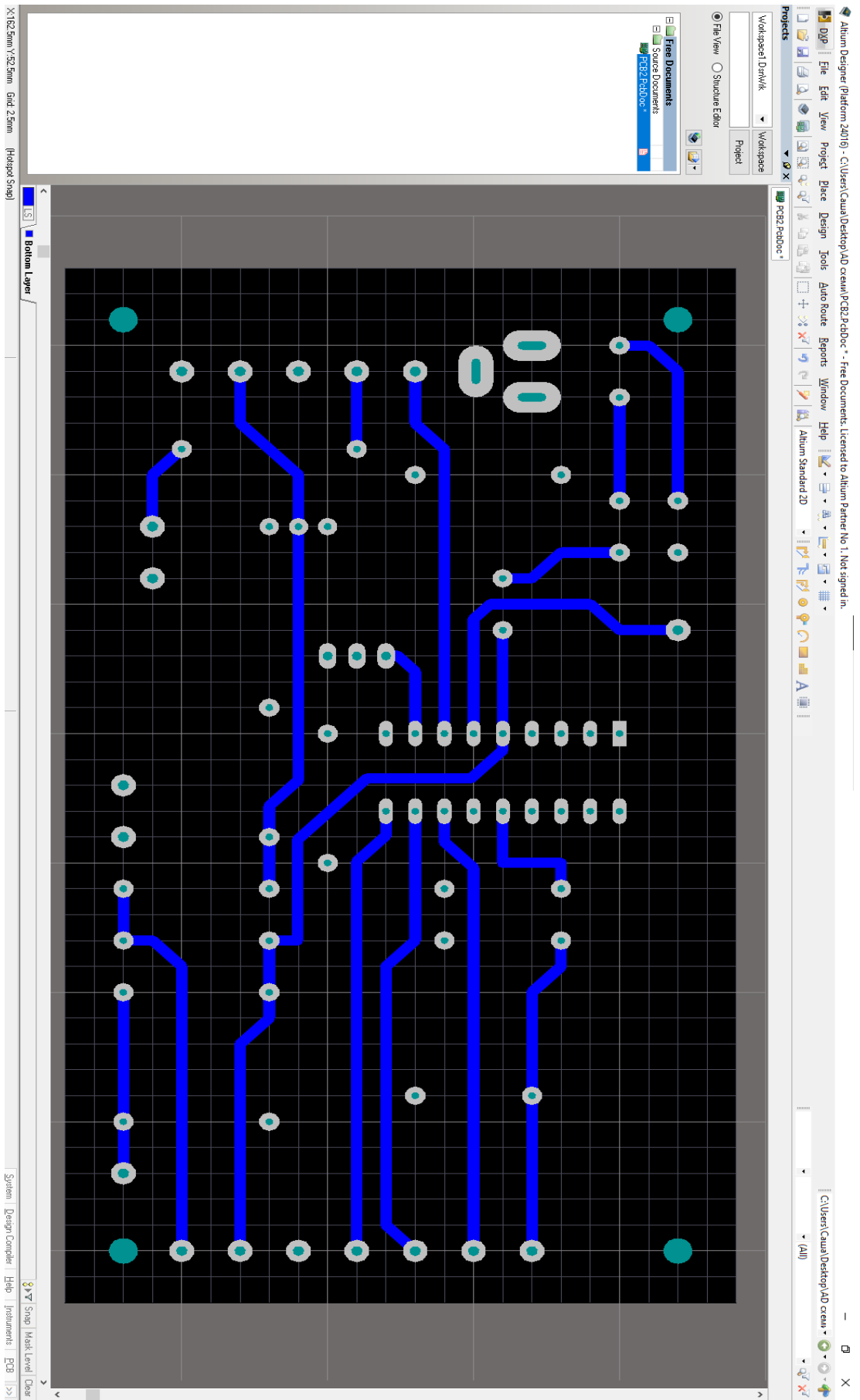


Рисунок А3 - друкована плата робоча частина, шар Bottom

					ГОВ 2.899.003	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		3

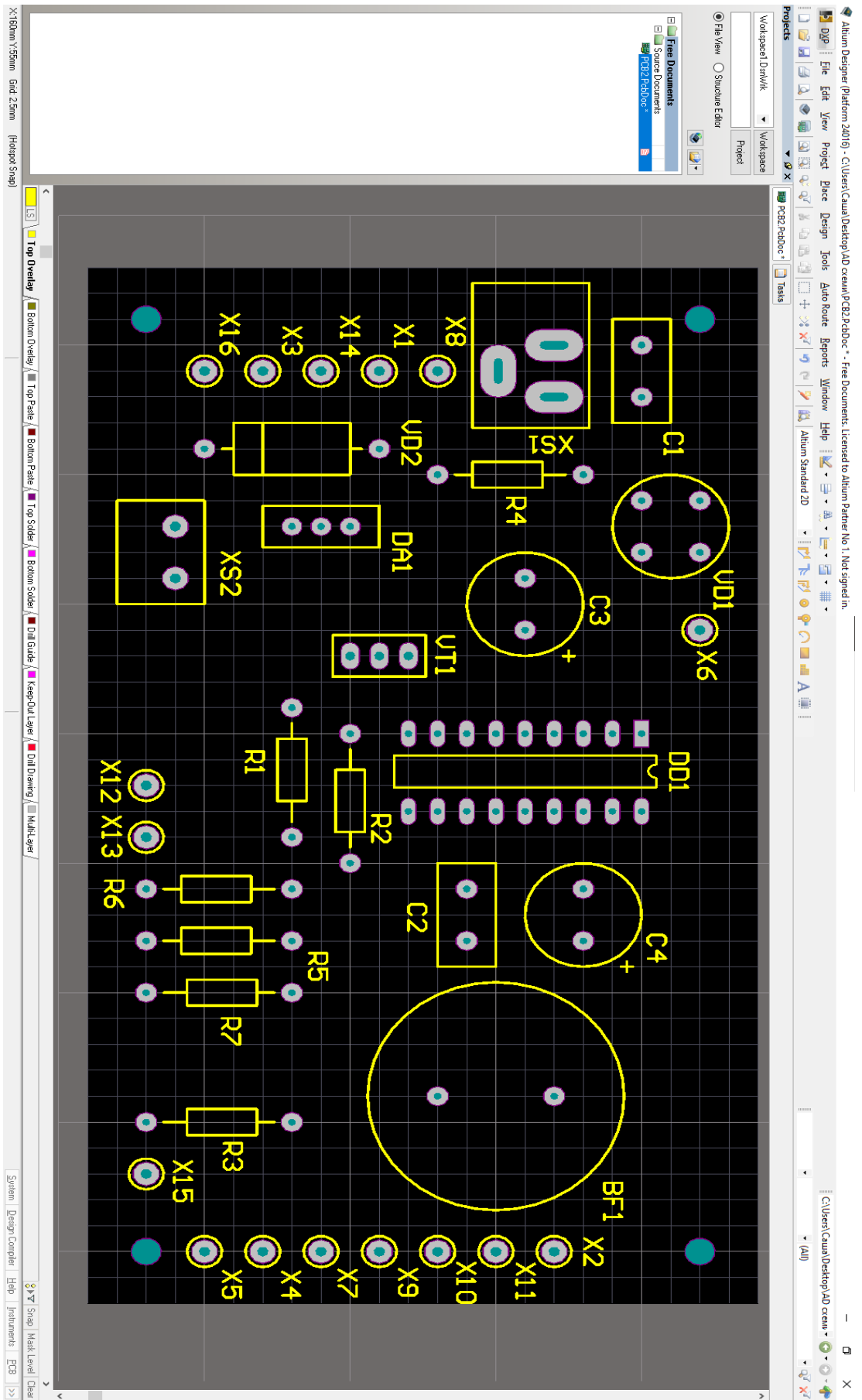


Рисунок А4 - друкована плата робоча частина, шар Overlay

ГОВ 2.899.003					Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата	4

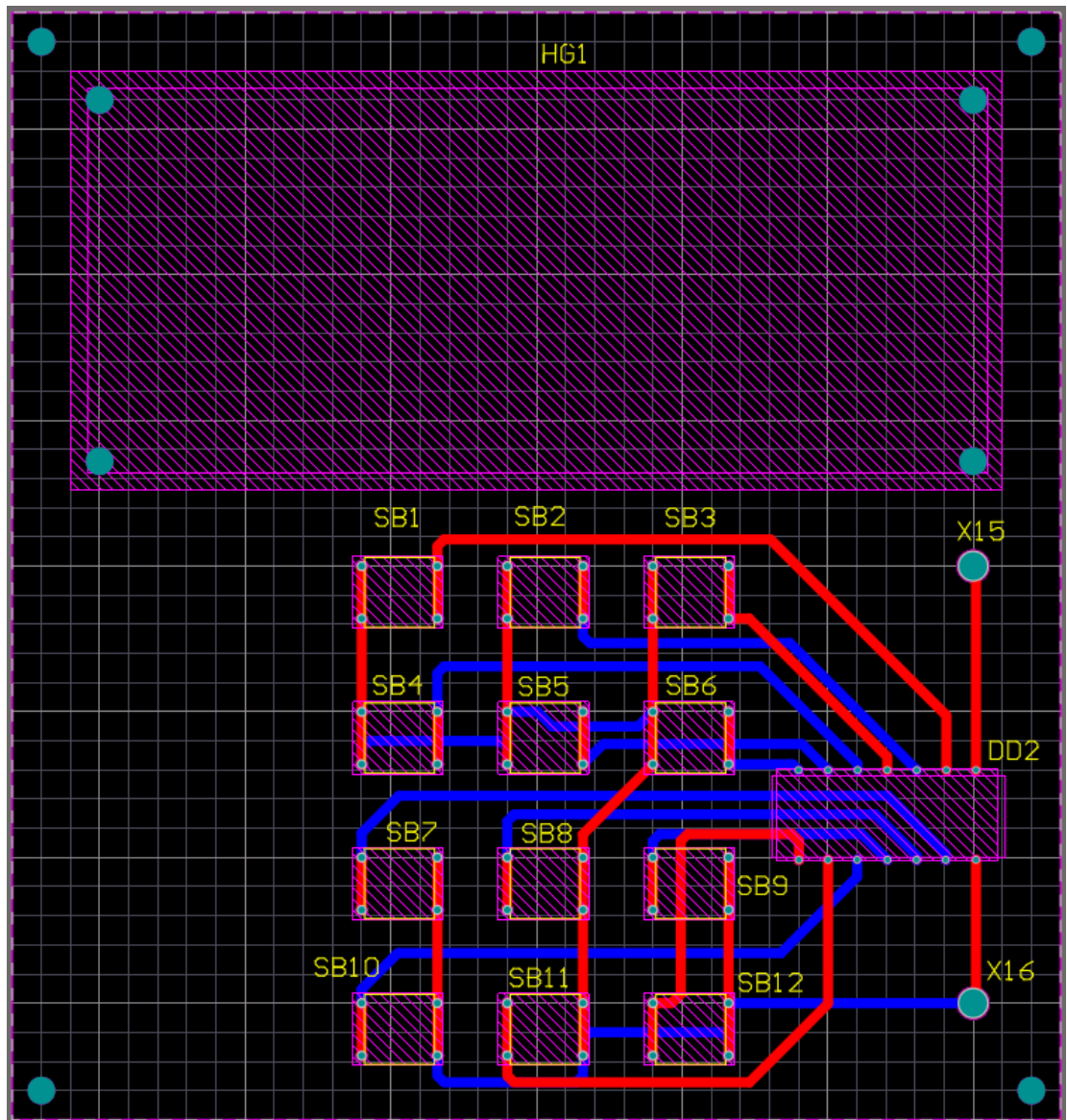


Рисунок А5 - друкована плата відображально-курувальна частина, усі шари

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

ГОВ 2.899.004

Арк.

1

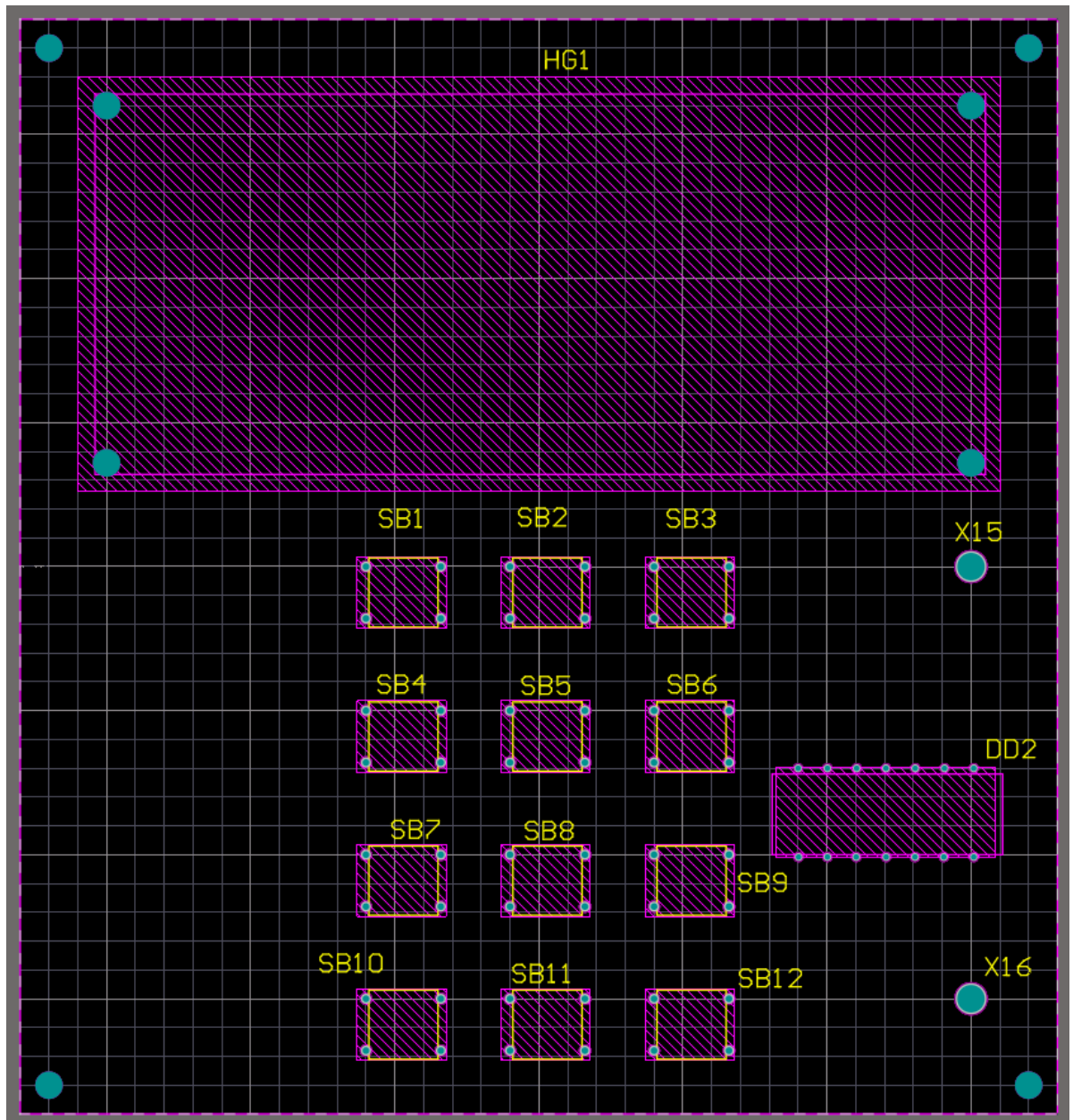


Рисунок А6 - друкована плата відображально-курувальна частина, шар Overlay

Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата

ГОВ 2.899.004

Арк.

2

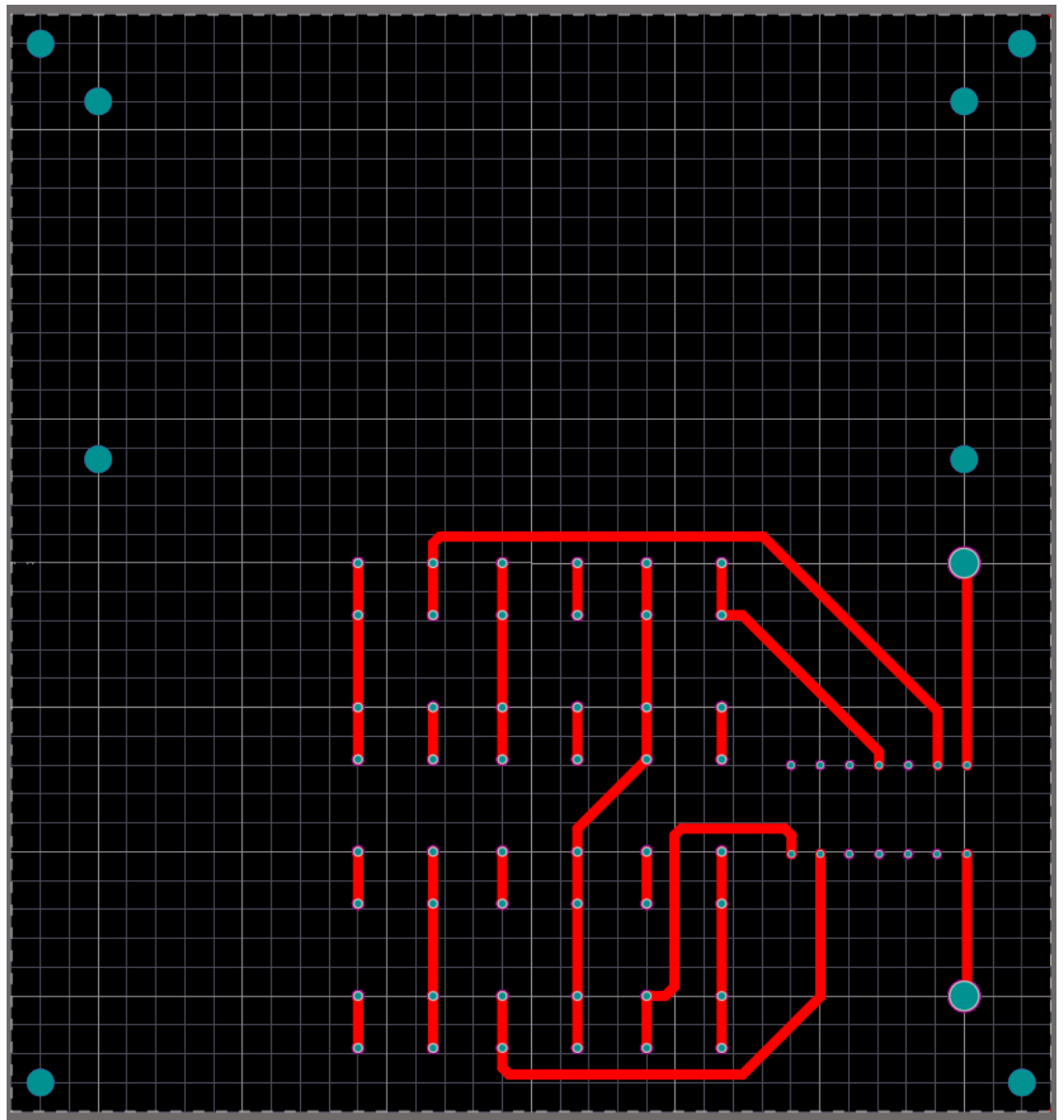


Рисунок А7 - друкована плата відображально-курувальна частина, шар

Тор

					ГОВ 2.899.004	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		3

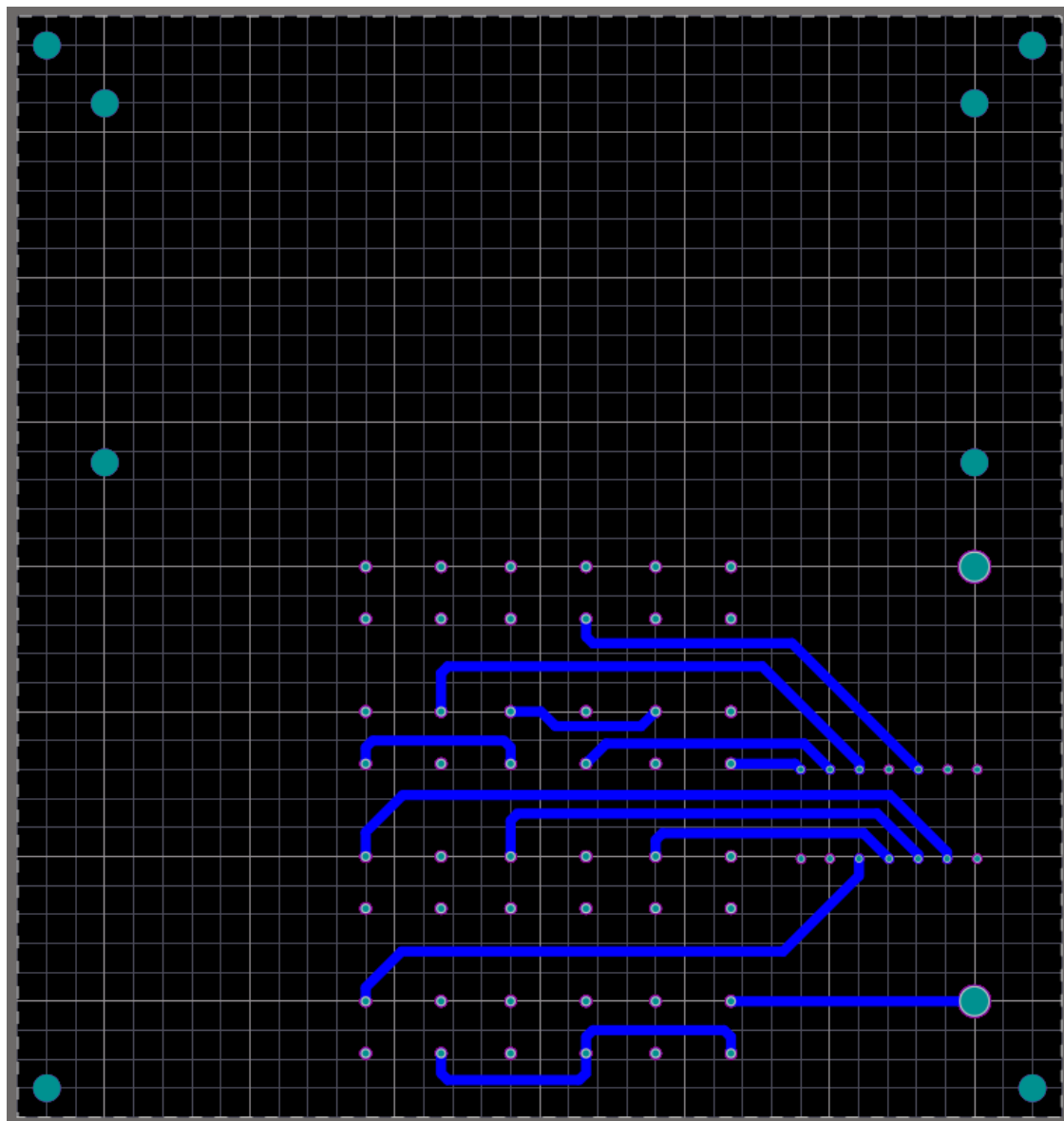


Рисунок А8 - друкована плата відображально-курувальна частина, шар Bottom

					ГОВ 2.899.004	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підп.	Дата		4



Поз. позн.	Найменування	Кіл.	Примітка
BF1	П'єзокерамічний випромінювач звуку РКМ22ЕРР-40 "КЕПО"	1	
	<i>Конденсатори</i>		
C1, C2	0.1 мкФ "SR PASSIVES"	2	
C3	Електролітичний конденсатор 470 мкФ 25 В "SR PASSIVES"	1	
C4	Електролітичний конденсатор 100 мкФ 10 В "SR PASSIVES"	1	
	<i>Мікроконтролер</i>		
DA1	L7805AB "STMicroelectronics"	1	
DD1	PIC16F628A "MCRCH"	1	
DD2	PIC16LF18325 "MCRCH"	1	
GB1	Батарея живлення "Duracell" 12 В	1	
HG1	LCD-дисплей WH1602D-PGH-CT "winstar"	1	
	<i>Резистори</i>	1	
R1, R6	10 кОм "SR PASSIVES"	2	
R2	240 Ом "SR PASSIVES"	1	
R3	470 Ом "SR PASSIVES"	1	
R4	10 Ом 0.5 Вт "SR PASSIVES"	1	
R5	1.3 кОм "SR PASSIVES"	1	
R7	4.7 кОм "SR PASSIVES"	1	
SB1-SB12	Кнопка SWT-20-7 "Jiangsu Jianli Electronic..."	12	

<b>ГОВ 2.899.001 ПЕЗ</b>				
Зм. Аркцш	№ докум.	Підп.	Дата	
Разроб.	Городилобський О.			
Перев.	Хвостівська ЛВ.			
Н.контр.				
Затв.				
Мікропроцесорний кодовий замок Перелік елементів				Літ. Аркцш Аркцшів
				1 2
				ТНТУ, зр. РАС-41

<i>Поз. позн.</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кіл.</i>	<i>Примітка</i>
	<i>Діоди</i>		
<i>VD1</i>	<i>2W10 "SEP"</i>	<i>1</i>	
<i>VD2</i>	<i>1N5403 "CDI"</i>	<i>1</i>	
<i>VT1</i>	<i>Транзистор IRLU024N "IR"</i>	<i>1</i>	
	<i>Роз'єми</i>		
<i>XS1</i>	<i>DS-261B "DCI"</i>	<i>1</i>	
<i>XS2</i>	<i>DG301-5.0 "Degson"</i>	<i>1</i>	

<i>Зм.</i>	<i>Архш.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>
------------	--------------	-----------------	--------------	-------------

*ГОВ 2.899.001 ПЕЗ*

*Арк.*  
**2**

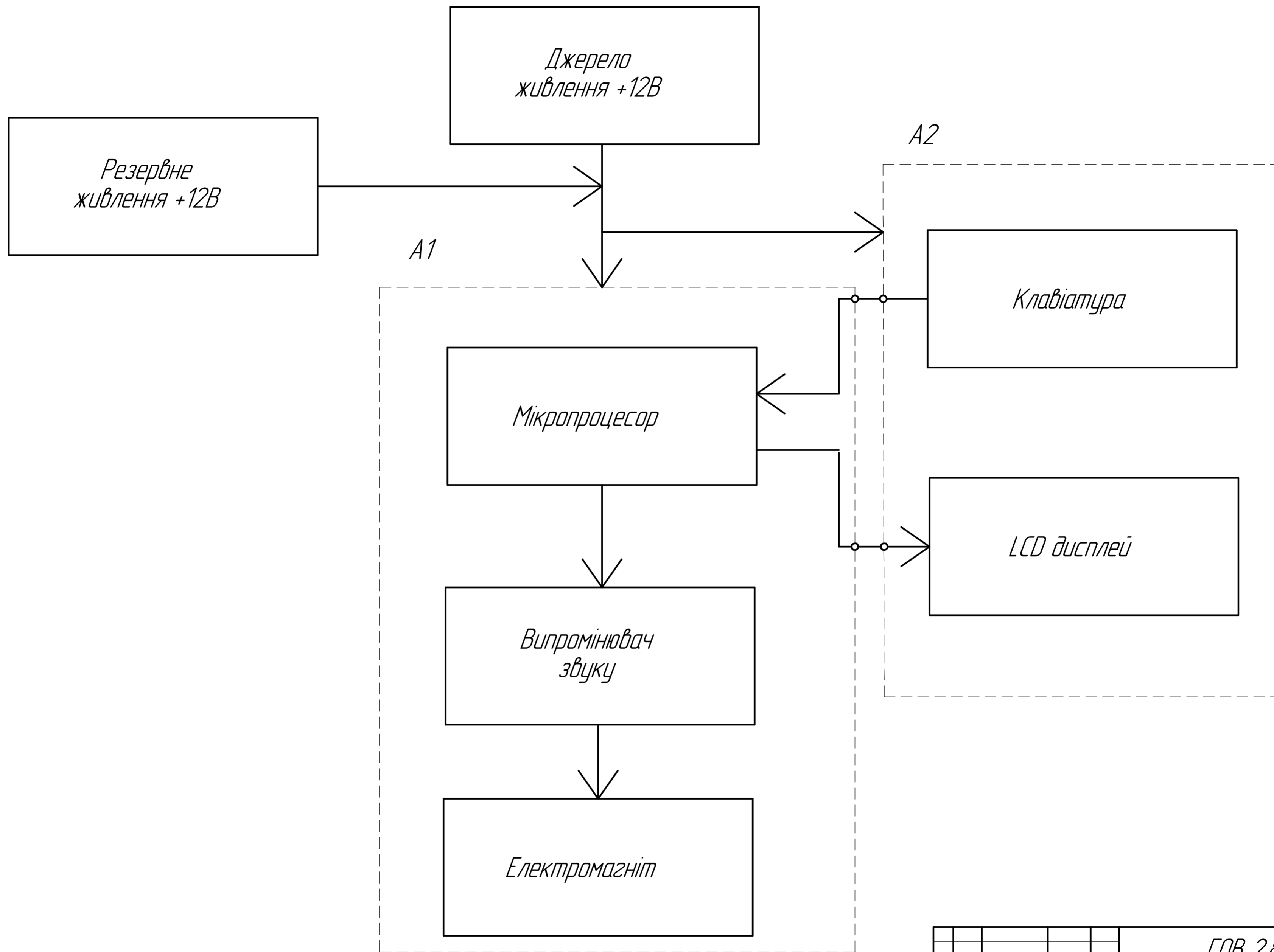
Формат	Зона	Поз.	Познака	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
			ГОВ 2.899.001 ЕЗ	Схема електрична принципова		
			ГОВ 2.899.001 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
		1	ГОВ 2.899.003	Плата друкована	1	
				Інші вироби		
				П'єзокерамічний випромінювач звуку		
		10		РКМ22ЕРР-40 "КЕПО"	1	BF1
				Конденсатори		
				"SR PASSIVES"		
		11		50В-0.1мкФ±10%	2	С1, С2
		12		10В-100мкФ±10%	1	С4
		13		25В-470мкФ±10%	1	С3
				Мікроконтролери		
		14		L7805AB "STMicroelectronics"	1	DA1
		15		PIC16F628A "MCRCH"	1	DD1

<b>ГОВ 2.899.005</b>				
Зм. Аркцш	№ докум.	Підп.	Дата	
Разроб.	Городиловський О.			
Перев.	Хвостівська Л.В.			
Н.контр.				
Утв.				
<b>Робоча частина</b>			Літ.	Аркцш
<b>Специфікація</b>				Аркцшів
<b>ТНТУ, зр. РАС-41</b>			1	2

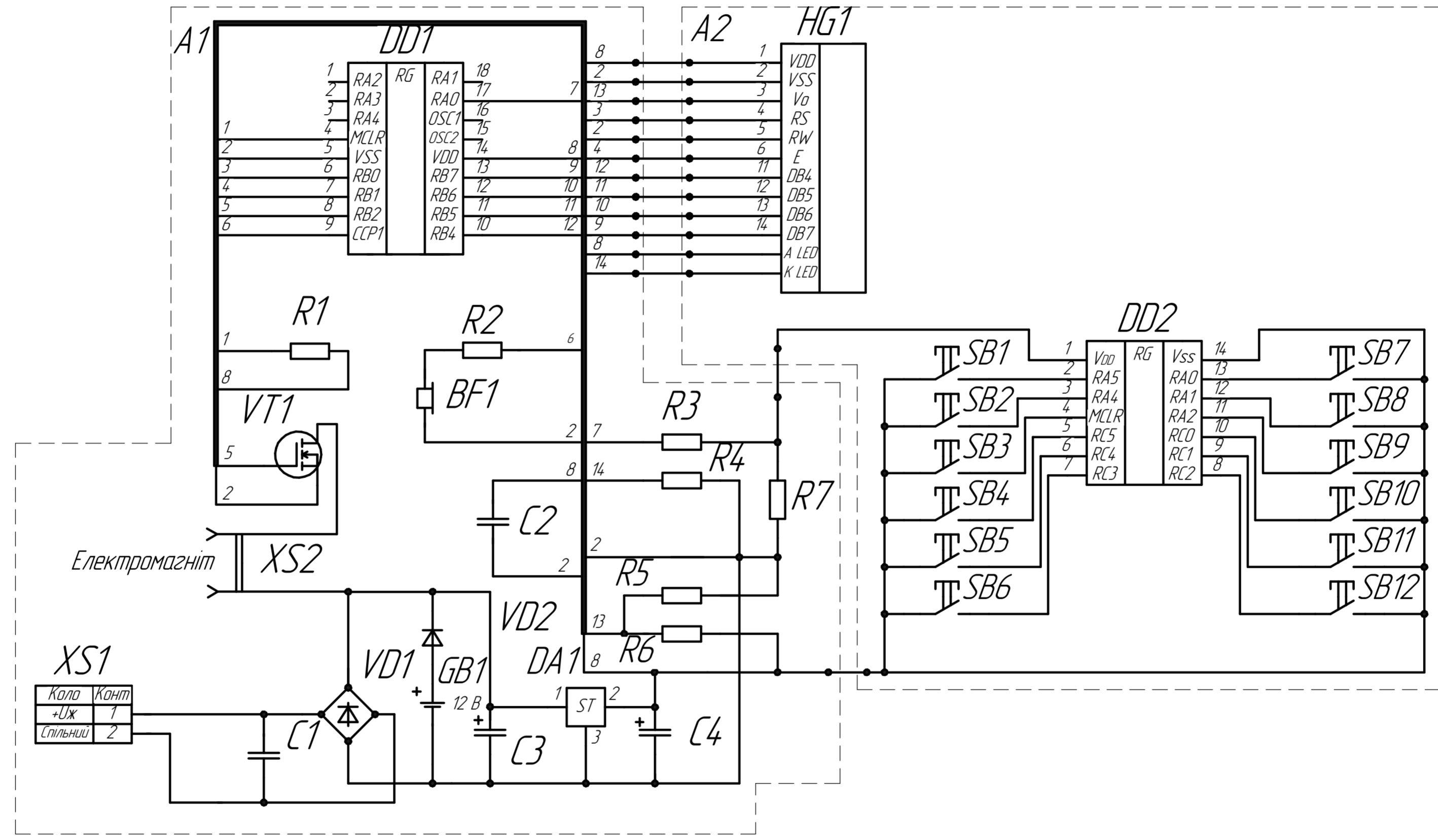
Формат	Зона	Поз.	Позначка	Найменування	Кіл.	Примітка
				Резистори		
				"SR PASSIVES"		
		16		0.5 Вт-10 Ом±5%	1	R4
		17		0.5 Вт-240 Ом±5%	1	R2
		18		0.5 Вт-470 Ом±5%	1	R3
		19		0.5 Вт-1.3 кОм±5%	1	R5
		20		0.5 Вт-4.7 кОм±5%	1	R7
		21		0.5 Вт-10 кОм±5%	2	R1, R6
				Діоди		
		22		2W10 "SEP"	1	VD1
		23		1N5403 "CDI"	1	VD2
				Транзистор		
		24		IRLU024N "IR"	1	VT1
				Роз'єми		
		25		DS-261B "DCI"	1	XS1
		26		DG301-5.0 "Degson"	1	XS2

Формат	Зона	Поз.	Познака	Найменування	Кіл.	Примітка
				Документація		
			ГОВ 2.899.001 ЕЗ	Схема електрично принципова		
			ГОВ 2.899.002 СК	Складальне креслення		
				Деталі		
		2	ГОВ 2.899.004	Плата друкована	1	
				Інші вироби		
				LCD-дисплей		
		27		WH1602D-PGH-CT "winstar"	1	HG1
				Кнопки		
		28		SWT-20-7 "Jiangsu Jianli Electronic..."	12	SB1-SB12
				Мікроконтролер		
		29		PIC16LF18325 "MCRCH"	1	DD2

<b>ГОВ 2.899.006</b>				
Зм. Аркцш	№ докум.	Підп.	Дата	
Разроб.	Городиловський О.В.			
Перев.	Хвостівська Л.В.			
Н.контр.				
Утв.				
Відображально-керувальна частина специфікація				Літ. Аркцш Аркцшів 1 1
				ТНТУ, зр. РАС-41

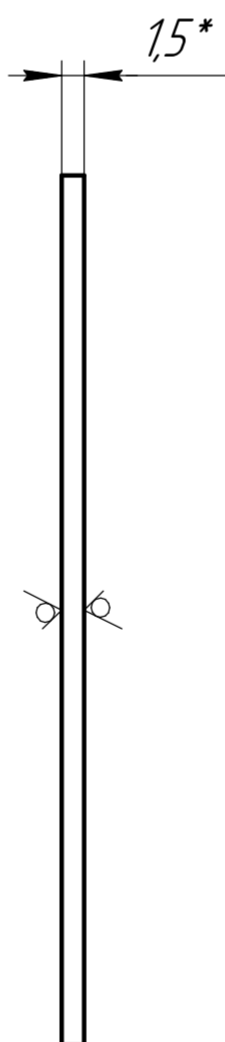
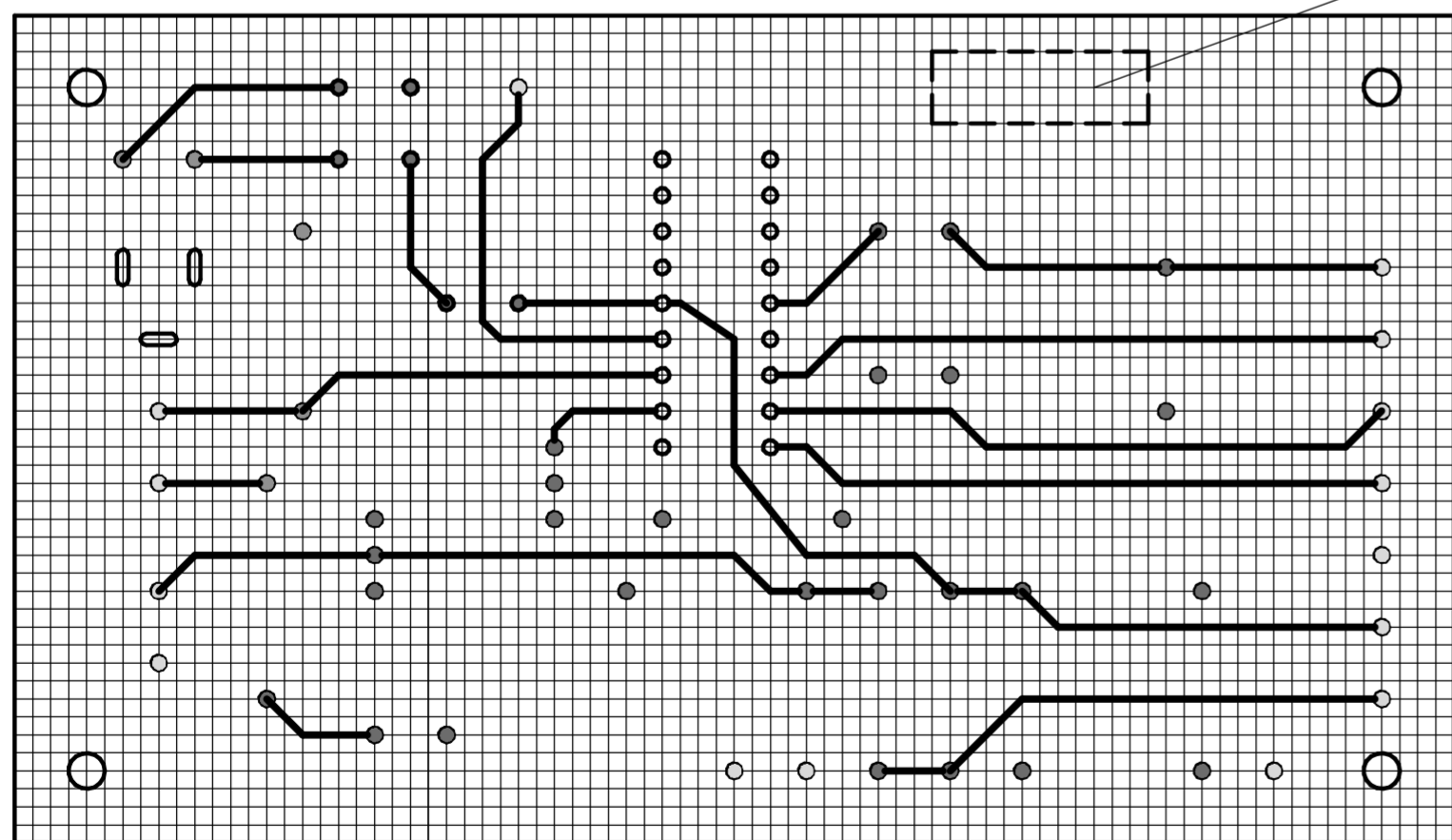
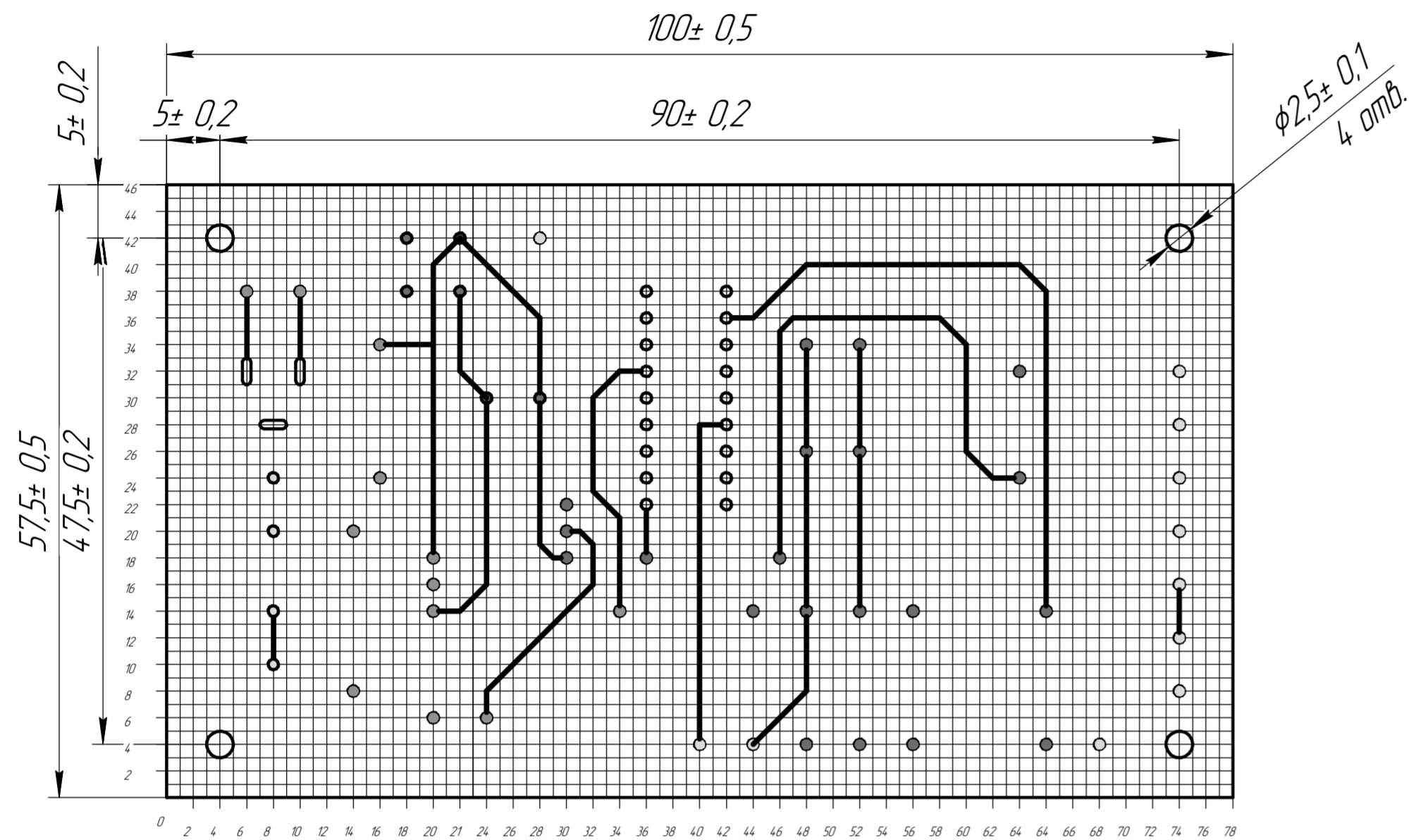


					<b>ГОВ 2.899.001 Е1</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Мікропроцесорний кодовий замок <b>Схема структурна</b>	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.		Городиловський О.В.						1:1
Перев.		Хвостівська Л.В.				Аркциш	Аркцишів	1
Т.контр.								
Реценз.								
Н.контр.		Марценюк А.С.			<b>ТНТУ, гр. РАС-41</b>			
Затв.		Динець В.Л.						



Коло	Конт
+Уж	1
Спільний	2

					ГОВ 2.899.001 ЕЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Мікропроцесорний кодовий замок Схема електрична принципова	Лит.	Маса	Масштаб
Разр.	Городицький О.В.						-	-
Перев.	Хвостівська Л.В.					Аркцв	Аркцш	1
Т.контр.						ТНТУ, гр. РАС-41		
Реценз.								
Н.контр.	Марценюк А.С.							
Затв.	Дінець В.І.							



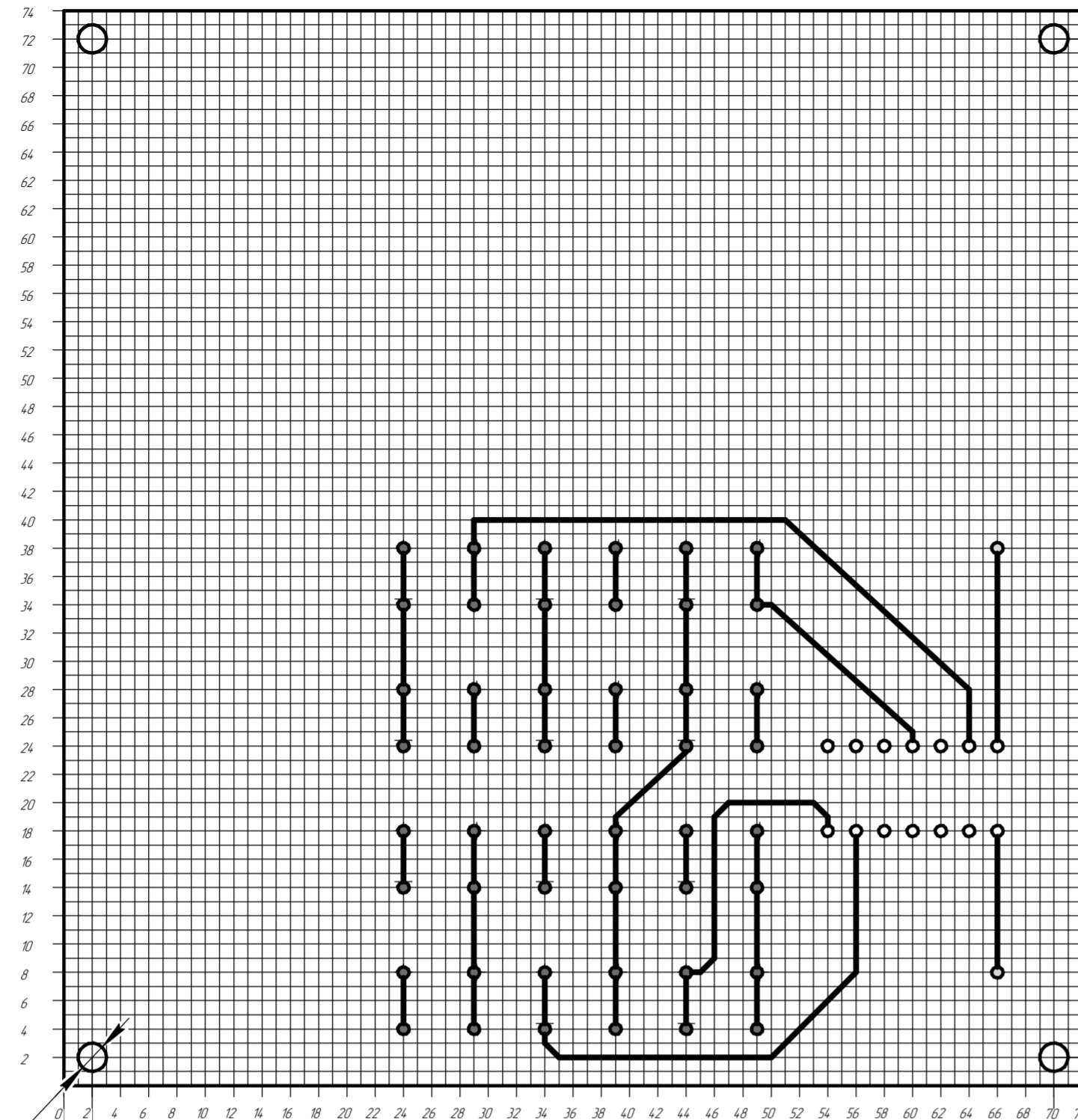
Таблиця отворів

Позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	К-ть отворів
○	0,8	1	металіз.	22
●	0,9	1,1	металіз.	21
○	1,1	1,3	металіз.	26
⊖	0,8	1x2,7	металіз.	3

- \* Розміри для довідок;
- Плата повинна відповідати класу точності 3.
- Крок координатної сітки 1,25 мм.
- Плату виготовляти хімічним методом.
- Параметри отворів див. у Таблицю отворів.
- Ширина друкованих провідників 1 мм.
- Мінімальна відстань між друкованими провідниками 1 мм.
- Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 біла 29-02-889-88 шрифтом 2.5 ПР. 41.
- Контактні площадки покрити припоєм ПОС-61.

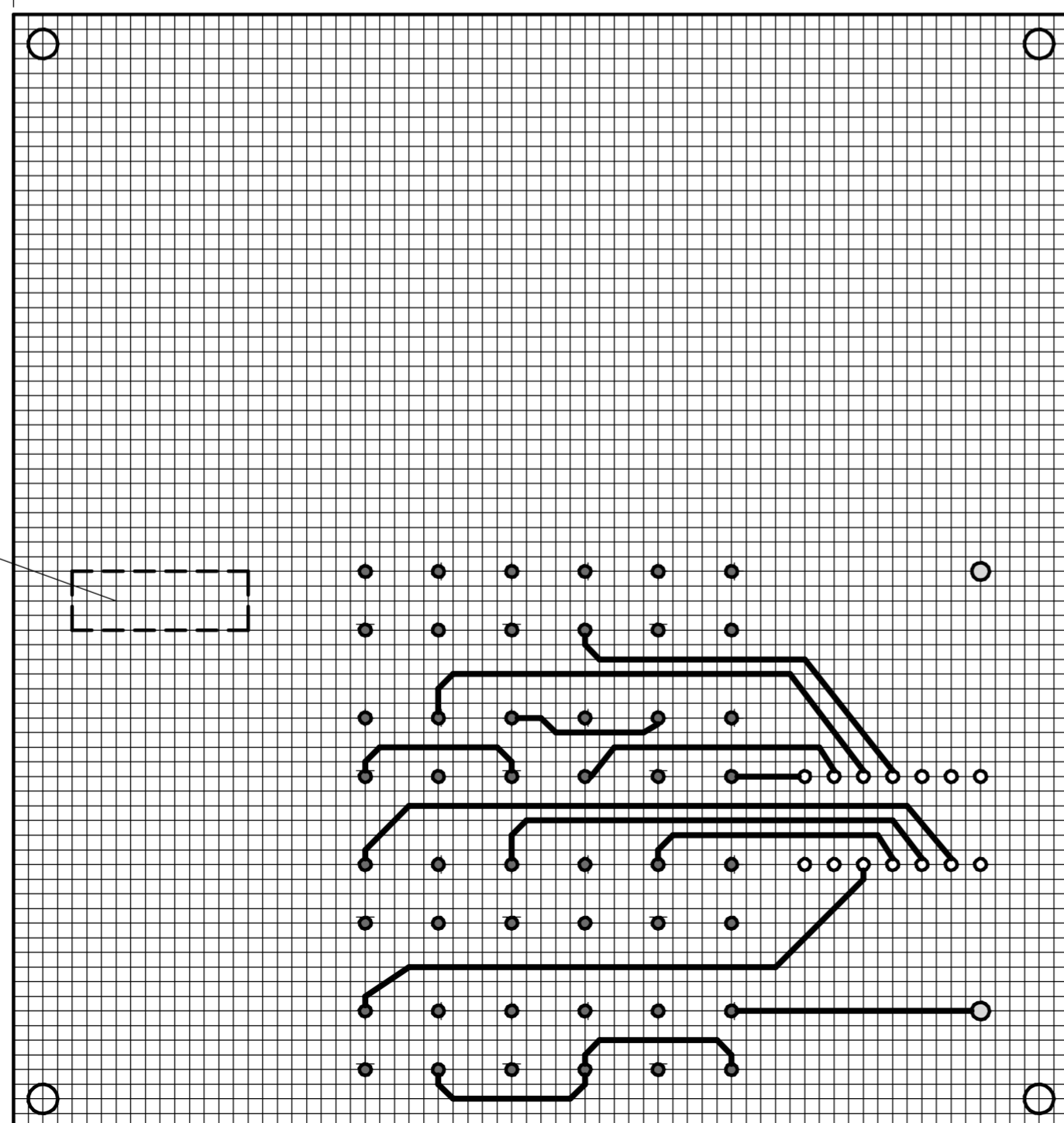
ГОВ 2.899.002					Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Мікропроцесорний кодовий замок А1		
Разраб.	Городиловський О.В.				Плата друкована		
Перев.	Хвостівська Л.В.				Аркцш	Аркцшів	1
Т.контр.					ТНТУ, гр. РАС-41		
Реценз.							
Н.контр.	Марценюк А.С.						
Затв.	Динець В.Л.						





$\phi 2.5 \pm 0.1$   
4 отв.

п. 8



Таблиця отворів

Позначення отвору	Діаметр отвору	Діаметр конт. площадки	Наявність металізації	К-ть отворів
	0,8	1	металіз.	14
	0,7	0,9	металіз.	48
	1,1	1,3	металіз.	2

- \* Розміри для довідок;
- Плата повинна відповідати класу точності 3.
- Крок координатної сітки 1.25 мм.
- Плату виготовляти хімічним методом.
- Параметри отворів див. у Таблицю отворів.
- Ширина друкованих провідників 1 мм.
- Мінімальна відстань між друкованими провідниками 1 мм.
- Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 діла 29-02-889-88 шрифтом 2.5 ПР. 41.
- Контактні площадки покрити припоєм ПОС-61.

ГОВ 2.899.004					Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підп.	Дата	Мікропроцесорний кодовий замок А2		
Разроб.	Городиловський О.				Плата друкована		
Перев.	Хвостівська Л.В.				Арцш	Арцшів	1
Т.контр.					ТНТУ, гр. РАС-41		
Реценз.							
Н.контр.	Марценюк А.С.						
Затв.	Динець В.Л.						

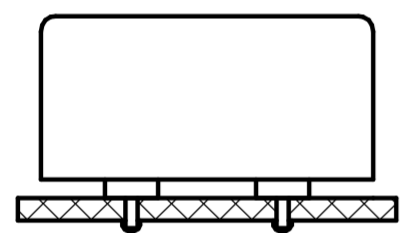
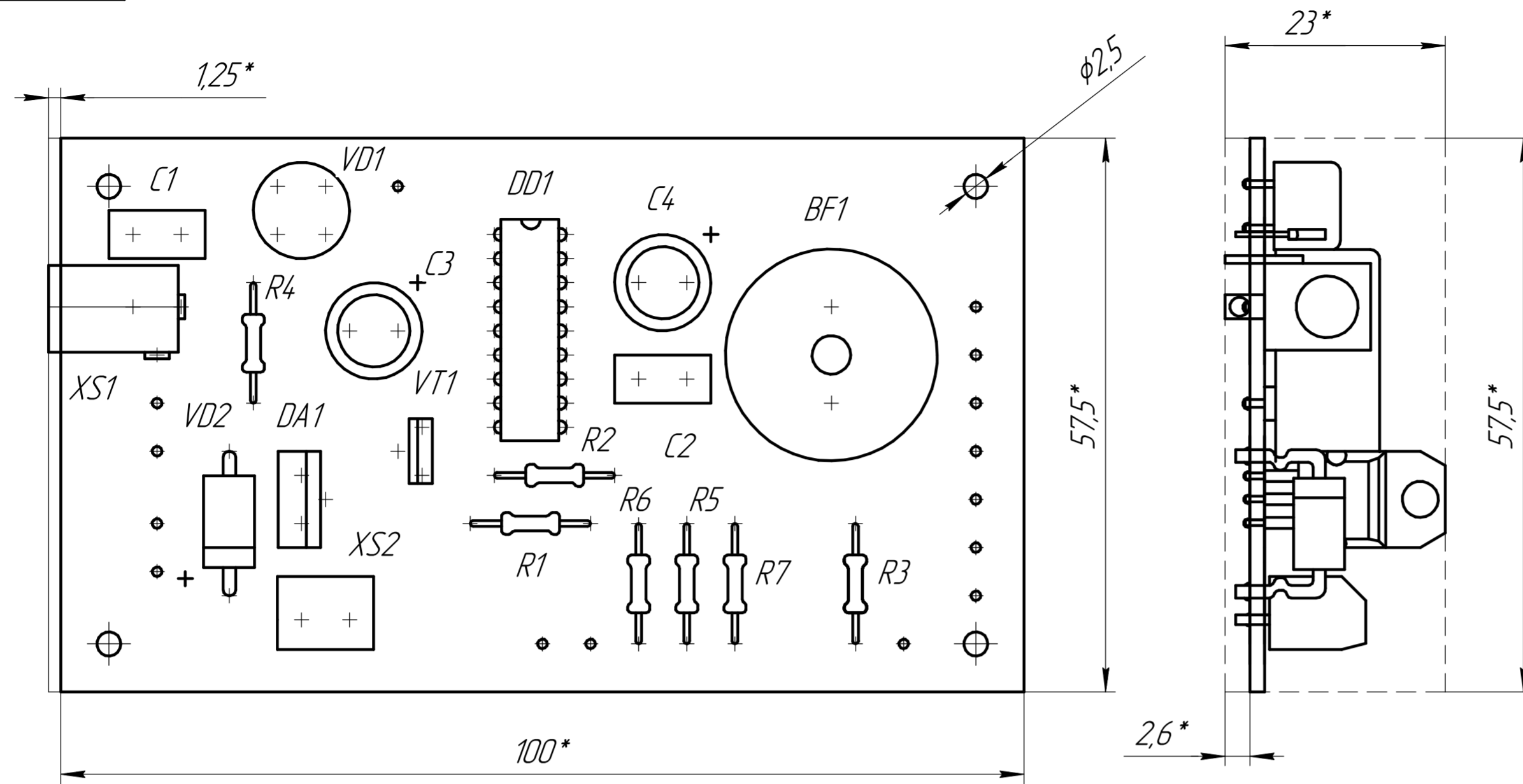


Рис. 1

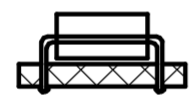


Рис. 2

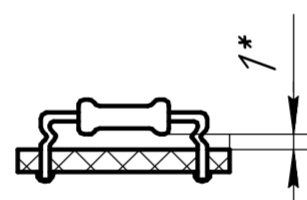


Рис. 3

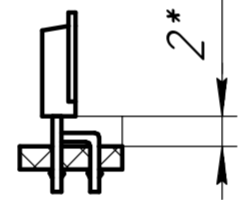


Рис. 4

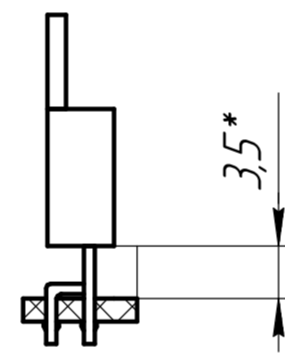


Рис. 5

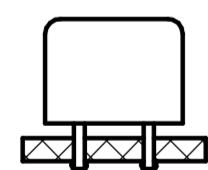


Рис. 6

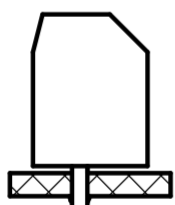


Рис. 7

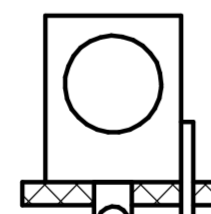


Рис. 8

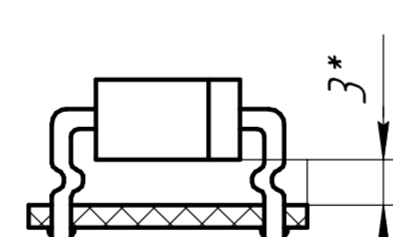


Рис. 9

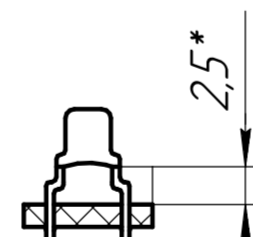
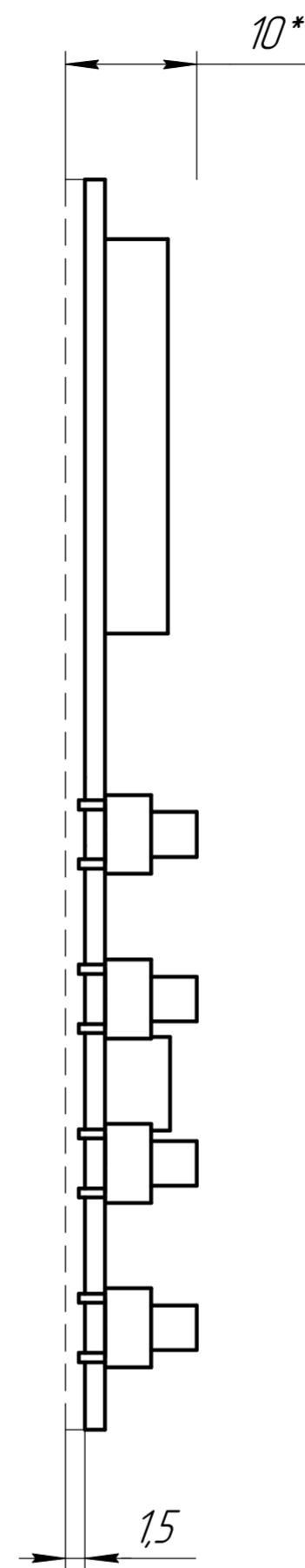
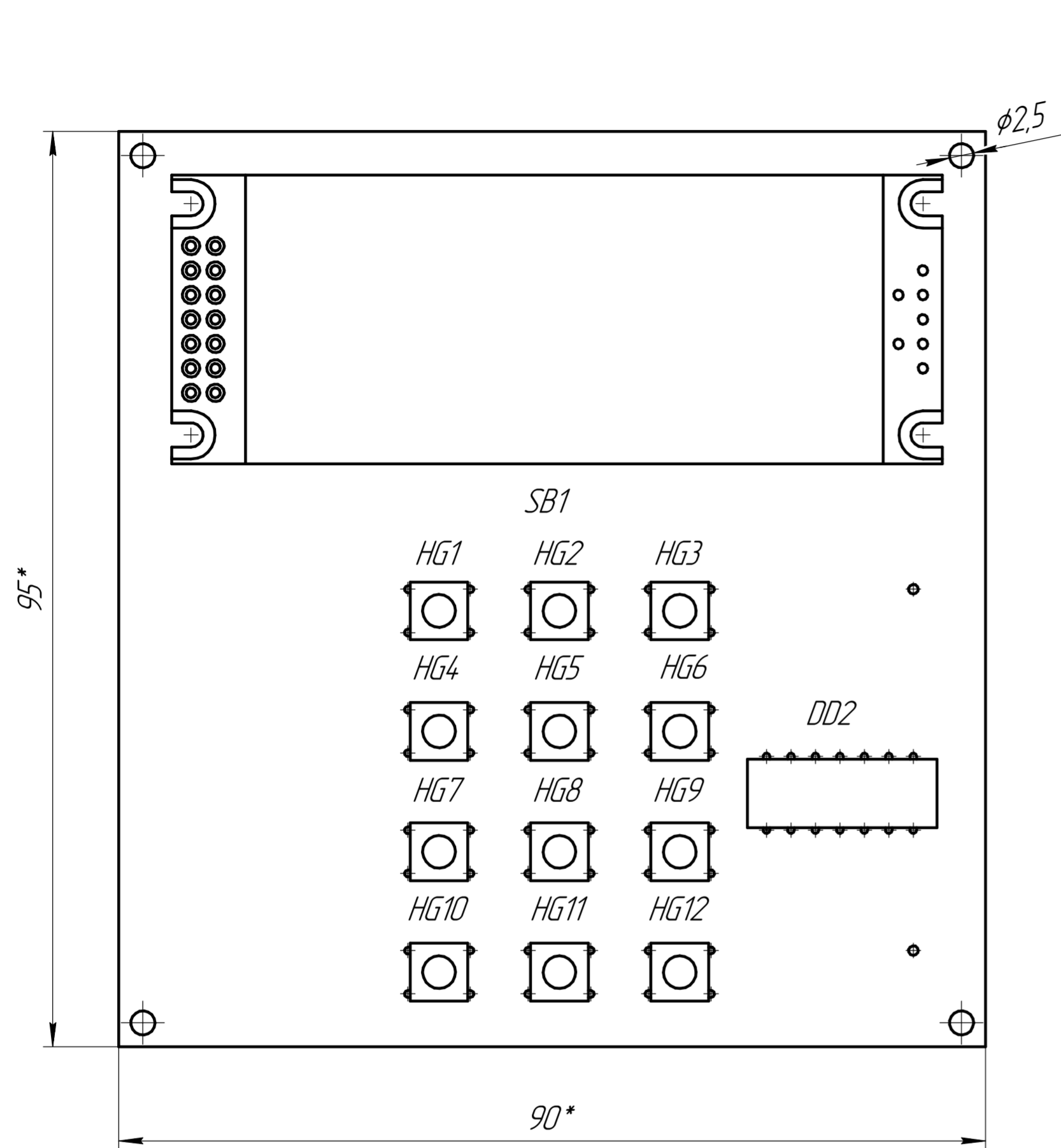


Рис. 10

1. \* Розміри для довідок
2. Установку і формування елементів проводити з кроком 2,5 мм.  
Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1)  
BF1 – на рис.1; DD1 – на рис.2; R1-R7 – на рис.3;  
VT1 – на рис.4; DA1 – рис.5; VD1 – рис.6;  
XS2 – рис.7; XS1 – рис.8; VD2 – рис.9;  
C1-C2 – рис.10;
3. Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76
4. Заводський номер позначення елементів маркувати фарбою БМ діла ТЧ029-02-859-76. Шрифт 2,5 по НО 010. 007. Місця розміщення маркування показані умовно.
5. Лакувати лаком АКА-113.
6. Позначення елементів показані умовно.
7. Друковані провідники умовно не показані.
8. Інші вимоги по ОСТ4.ГО.005.051

ГОВ 2.899.001 СК						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Мікропроцесорний кодовий замок А1	Лит.
Разроб.	Городиловський О.В.				Складальне креслення	Масса
Перев.	Хвостівська Л.В.					0,35
Т.контр.						Масштаб
Реценз.						2:1
Н.контр.	Марценюк А.С.					Аркцш
Затв.	Динець В.Л.					Аркцшів
						1
						ТНТУ, гр. РАС-41



1. \* Розміри для довідок
2. Установку і формування елементів проводити з кроком 2.5 мм.
3. Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76
4. Заводський номер позначення елементів маркувати фарбою БМ діла ТУ029-02-859-76. Шрифт 2.5 по НО 010. 007. Місця розміщення маркування показані умовно.
5. Лакувати лаком АКА-113.
6. Позначення елементів показані умовно.
7. Друковані провідники умовно не показані.
8. Інші вимоги по ОСТ4.ГО.005.051

ГОВ 2.899.002 СК								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Мікропроцесорний кодовий замок А2 Складальне креслення	Лит.	Маса	Масштаб
Разраб.	Городиловський ОВ						0,3	2:1
Перев.	Хвостівська ЛВ				Арцш	Аркшів	1	
Т.контр.								
Реценз.								
Н.контр.	Марценюк А.С.							
Затв.	Динець В.І.							