

Міністерство освіти і науки України

Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана
Пулюя»

(повне найменування вищого навчального закладу)
відділення телекомунікацій та електронних систем
(назва відділення)
циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
(повна назва циклової комісії)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка конструкції добового таймера з ШІМ каналомВиконав: студент (ка) II курсу, групи ТР-403скСпеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»Освітня програма: «Конструювання, виробництво та
технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Статкевич Р.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Крочак В.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

**Відокремлений структурний підрозділ
«Тернопільський фаховий коледж
Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»
Відділення телекомунікацій та електронних систем
Циклова комісія телекомунікацій та радіотехніки
Освітньо-професійний ступінь «фаховий молодший бакалавр»
Галузь знань 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»
Спеціальність 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»
Освітня програма «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ Ольга ВАСИЛИШИН
“27” квітня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Статкевич Роман Андрійович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _ Розробка конструкції добового таймера з ШІМ каналом _____

керівник кваліфікаційної роботи _____ Крочак Валентин Ігорович _____,
(прізвище, ім'я, по батькові)

КР затверджені наказом закладу фахової передвищої освіти від 27.02.2026 року №4/9-133.

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

1.3. Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

2.1.1. Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покрить.

2.1.2. Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3. Опис і обґрунтування вибору елементної бази.

2.1.4. Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.

- 2.1.5. Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу.
- 2.1.6. Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності)
- 2.1.7. Розрахунок надійності проектного виробу.
- 2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.
- 2.2. Технологічна частина
 - 2.2.1. Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.
 - 2.2.2. Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.
 - 2.2.3. Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів.
 - 2.2.4. Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
 - 3.2 Розрахунок собівартості продукції.
 - 3.3. Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1. Основні заходи по запобіганню травматизму та професійних захворювань.
 - 4.2. Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

Виконання кваліфікаційної роботи (з виготовленням макета, стенда, приладу і т.д.)

без виготовлення макета

- 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 - Аркуш №1 Схема електрична принципова
 - Аркуш №2 Схема електрична структурна або функціональна (при необхідності)
 - Аркуш №3 Креслення плати друкованої
 - Аркуш №4 Складальне креслення друкованого вузла
 - Аркуш №5 Складальне креслення виробу
 - Аркуш №6 Креслення деталі (елемент корпусу, радіатор, тримач, планка і т.д.) при необхідності
 - Аркуш №7 Таблиця ТЕП

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	Оксана КУЩАК		
Охорона праці	Генадій ГОРЯЧИК		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

<u>№ з/п</u>	<u>Назва етапів кваліфікаційної роботи</u>	<u>Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи</u>	<u>Примітка</u>
1	Отримання і аналіз технічного завдання	27.04	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	13.05	
3	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	29.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	25.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

Студент

_____ (підпис)

Статкевич Р.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Крочак В.І.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою.....

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....

2.2 Технологічна частина.....

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Статкевич			Розробка конструкції додвога таймера з ШІМ каналам Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Крочак					
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-403 м. Тернопіль	
Н. Контр.		Задорожний					
Затверд.							

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....

2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....

4.1 Основні заходи по запобіганню травматизму та професійних захворювань.....

4.2 Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Статкевич Р.А. Розробка конструкції добовий таймер з ШІМ каналом: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 125*100мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати кнопки SB1-SB4 та індикатор HG1. У приладі немає елементів, котрі виділяють велику кількість тепла.

Корпус даного пристрою виготовлений із пластмаси, має розміри 158*178*60мм. Верхня та нижня кришки мають форму типу “корито”. До верхньої кришки кріпиться друкована плата на котрій розміщенні основні елементи схеми, за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. У місці з’єднань двох кришок кріпиться гніздо живлення. Верхня кришка має отвори під кнопки та накладки під кнопки, а також місце для скла під індикатор. Нижня кришка та ніжки, кріпляться до верхньої кришки за допомогою гвинтів.

Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

Ключові слова: добовий таймер, ШІМ, мікроконтроллер, управління .

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Statkevich R.A. Design development of a daily timer with a PWM channel: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and radio engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the dimensions of the board are minimal 125*100mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side of the board are the SB1-SB4 buttons and the HG1 indicator. The device does not have elements that emit a large amount of heat.

The case of this device is made of plastic, has dimensions of 158*178*60mm. The upper and lower covers have a “trough” shape. A printed circuit board is attached to the upper cover, on which the main elements of the circuit are located, using four screws and washers. A power socket is attached at the junction of the two covers. The top cover has holes for buttons and button pads, as well as a place for glass for the indicator. The bottom cover and legs are attached to the top cover with screws.

The selected element base allows you to implement the functions built into the device, is inexpensive and accessible.

Keywords: daily timer, PWM, microcontroller, control.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований добовий таймер із ШІМ-каналом призначений для автоматичного керування електричними навантаженнями відповідно до заданого розкладу протягом доби. Пристрій дозволяє вмикати та вимикати підключені пристрої у визначений час, а також плавно регулювати потужність навантаження за допомогою широтно-імпульсної модуляції.

Таймер забезпечує високу точність відліку часу завдяки використанню годинника реального часу та дозволяє зберігати налаштування навіть у разі зникнення живлення. Це робить його надійним і зручним у використанні в різних сферах автоматизації.

Область застосування пристрою включає:

- системи освітлення (у тому числі з плавним вмиканням і вимиканням);
- тепличні господарства та інкубатори;
- побутову автоматику;
- керування вентиляцією, обігрівачами та іншими електроприладами;
- навчальні та експериментальні установки.

Таймер має три незалежні канали керування, кожен із яких може працювати за трьома окремими часовими програмами. Робота пристрою організована у добовому режимі з інтервалом часу від 00:00 до 23:59, при цьому мінімальний крок встановлення часу становить 1 хвилину.

Інформація про стан каналів та поточний час відображається на РК-дисплеї. Годинник реального часу може виводитися у двох форматах: стандартному або у вигляді великих символів. Стан каналів позначається цифрами 1, 2, 3: якщо канал активний — відповідна цифра відображається, якщо вимкнений — замість неї показується прочерк.

Особливістю пристрою є наявність першого каналу з функцією широтно-імпульсної модуляції. Цей канал призначений для керування освітленням. При повній потужності відображається значення 100%, а після завершення заданого

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інтервалу заповнення імпульсів поступово зменшується від 99% до 0%. Тривалість такого плавного зменшення можна встановити в меню в межах від 10 до 60 хвилин, що дозволяє реалізувати ефект поступового згасання світла.

Керування таймером здійснюється за допомогою чотирьох кнопок. При відсутності дій протягом 20 секунд підсвічування дисплея автоматично вимикається. Меню має стандартну структуру:

- кнопка Кн3 — вхід у меню та переміщення вперед;
- кнопка Кн2 — переміщення назад;
- кнопки Кн1 і Кн2 — зміна значень параметрів (збільшення/зменшення).

При утриманні кнопок швидкість зміни значень зростає. Активний параметр виділяється миготливими дужками. У головному режимі можна змінювати формат відображення екрану.

Принцип встановлення часу роботи таймера базується на заданнях моментів увімкнення (ON) та вимкнення (OFF). Наприклад, режим ON 00:01 — OFF 00:01 означає роботу протягом однієї хвилини (з 00:01 до 00:02). Для вимкнення таймера необхідно задати значення, при якому різниця між ON і OFF є від'ємною (наприклад, ON 00:01 — OFF 00:00). Також стан таймера визначається регістром написів: якщо ON відображається великими літерами, а off — малими, таймер активний; у протилежному випадку — вимкнений [1].

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

- Напруга живлення приладу.....+12В;
2. Температура роботи.....-15.....+40°C;
3. Відносна вологість88%;
4. Струм споживання0,1А;
5. Інтервал установлення часувід 00:00 до 23:59;
6. Мінімальний крок встановлення часу становить 1 хвилину.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

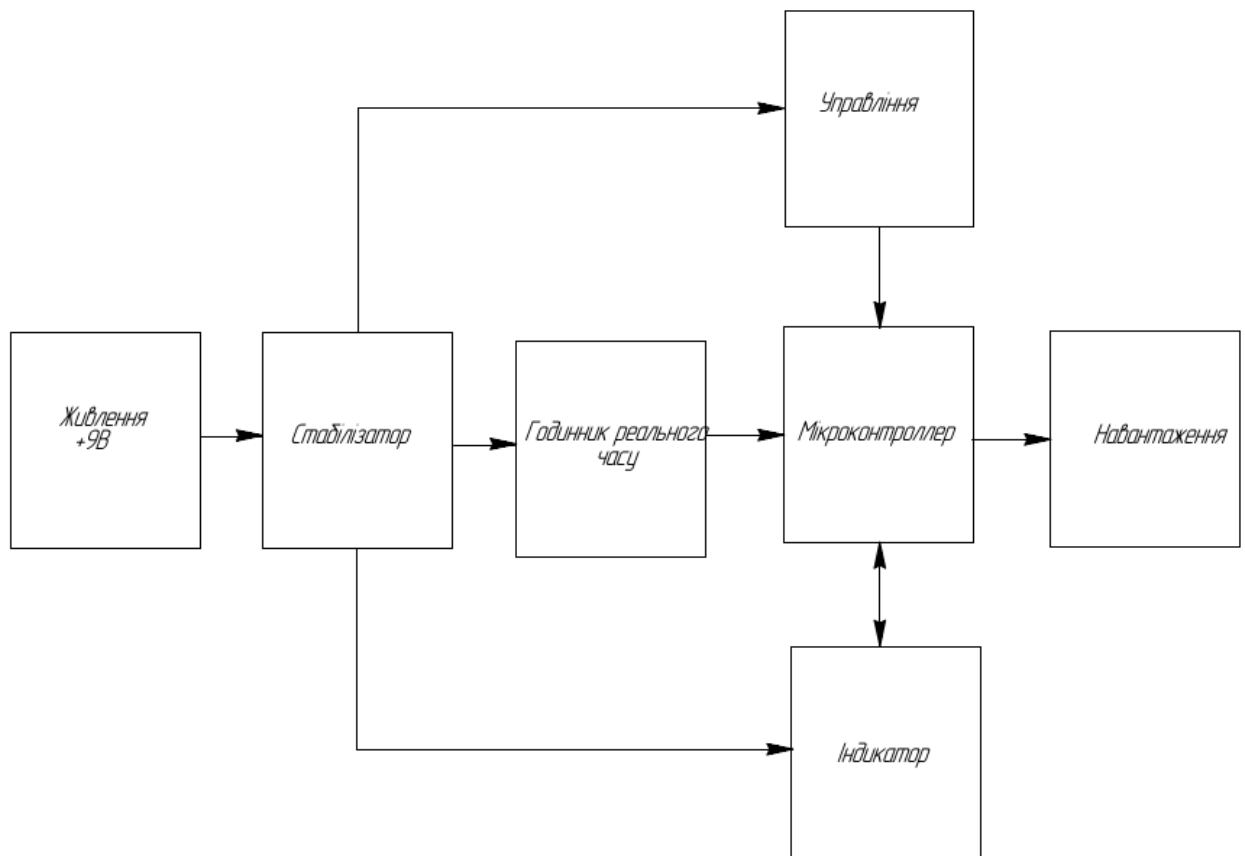


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

- Живлення +9 В Первинне джерело постійної напруги, яке забезпечує роботу всіх вузлів системи.

- Стабілізатор Формує стабільну напругу живлення для цифрових та аналогових блоків, усуваючи пульсації та коливання.
- Годинник реального часу Відповідає за точне відлічування добових інтервалів, зберігає інформацію про час навіть при короткочасних відключеннях живлення.
- Мікроконтролер Центральний керуючий блок, який отримує дані від годинника реального часу, формує алгоритм роботи таймера та генерує сигнали ШІМ.
- ШІМ канал Реалізує широтно-імпульсну модуляцію для керування навантаженням. Дозволяє плавно регулювати потужність або яскравість, залежно від типу виконавчого елемента.
- Управління Включає кнопки чи інтерфейс користувача для налаштування часу, режимів роботи та параметрів ШІМ.
- Навантаження Виконавчий елемент (наприклад, лампа, двигун чи інший пристрій), який отримує керуючі сигнали від ШІМ каналу.
- Індикатор Відображає поточний час, режим роботи та параметри ШІМ, забезпечуючи зручність контролю для користувача.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

Робота добового таймера базується на взаємодії мікроконтролера, модуля реального часу, елементів керування та виконавчих пристроїв.

Центральним елементом системи є мікроконтролер АТМega8, який виконує обробку всіх даних, керує логікою роботи таймера, опитує кнопки, формує сигнали керування та забезпечує взаємодію з іншими компонентами пристрою.

Відлік поточного часу здійснюється за допомогою мікросхеми годинника реального часу DS1307. Для забезпечення високої точності роботи годинника використовується кварцевий резонатор HC-49S з частотою 32,768 кГц.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мікросхема DS1307 працює незалежно від мікроконтролера та зберігає поточний час навіть при відсутності основного живлення (за наявності резервного джерела). Обмін даними між ATmega8 та DS1307 відбувається по інтерфейсу I²C.

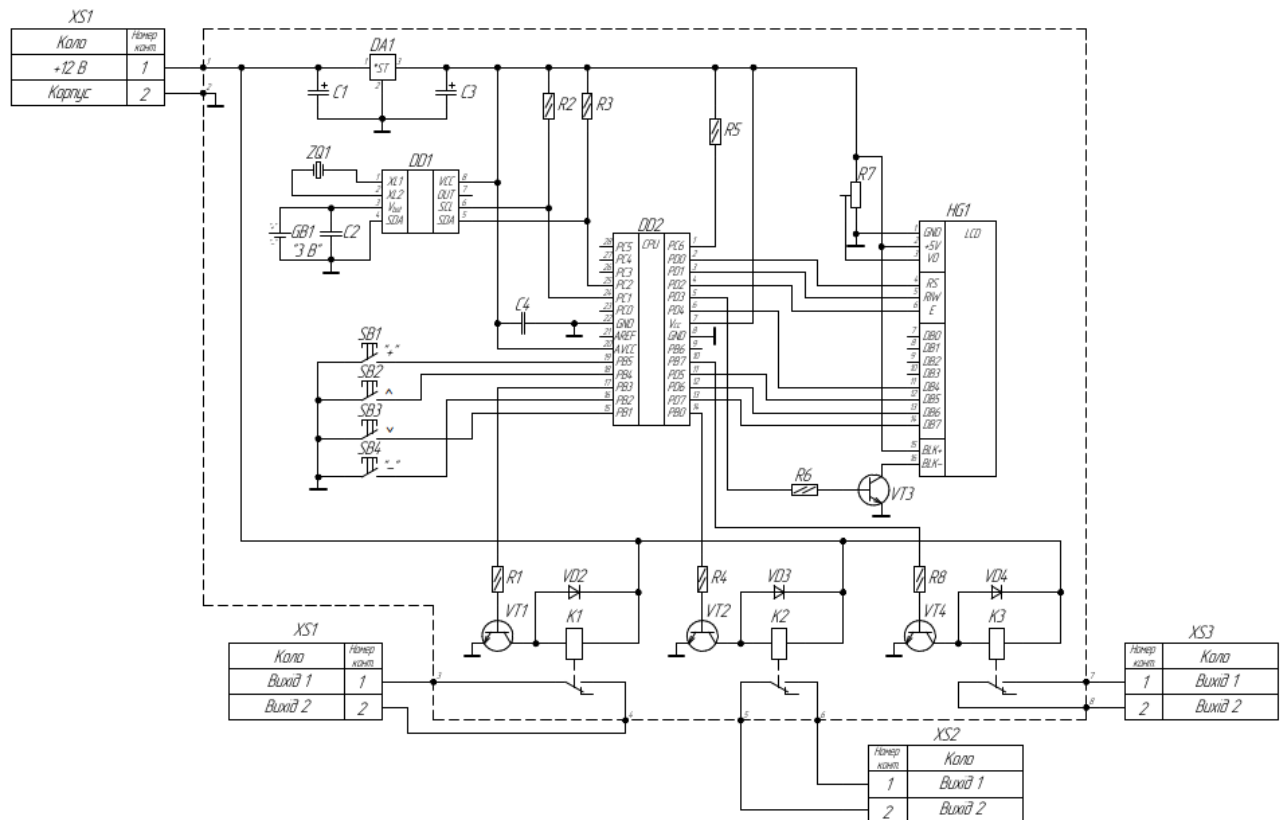


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Відображення інформації здійснюється на РК-дисплеї типу SDCB2004BWE-R07 з підтримкою кирилиці. На екрані виводяться поточний час, стан каналів, режими роботи та параметри налаштувань. Керування дисплеєм реалізується мікроконтролером через паралельний інтерфейс.

Живлення електронної частини пристрою забезпечується стабілізатором напруги L7805ABV, який формує стабільну напругу 5 В для мікроконтролера, годинника реального часу та інших логічних елементів.

Керування пристроєм здійснюється за допомогою тактових кнопок KLS7-TS6601-13.0-180, сигнали з яких обробляються мікроконтролером. Кнопки

використовуються для навігації по меню, встановлення параметрів і зміни режимів роботи.

Комутація навантаження виконується за допомогою реле NRP 07-C-12D. Мікроконтролер формує керуючий сигнал, який через узгоджувальний каскад (транзистор або драйвер) подається на котушку реле. При спрацюванні реле відбувається замикання або розмикання контактів, що дозволяє керувати зовнішніми електроприладами.

Принцип роботи таймера полягає в наступному: користувач задає часові інтервали вмикання та вимикання для кожного каналу. Мікроконтролер постійно зчитує поточний час із DS1307 і порівнює його із заданими значеннями. При співпадині умов формується сигнал на відповідний вихід, який активує реле або ШІМ-канал.

Для каналу з широтно-імпульсною модуляцією мікроконтролер генерує сигнал із змінною скважністю, що дозволяє плавно змінювати потужність навантаження (наприклад, освітлення). Це забезпечує ефект поступового вмикання або вимикання.

Таким чином, пристрій забезпечує автоматичне керування навантаженнями за заданим графіком із можливістю точного налаштування параметрів і відображення інформації для користувача [1].

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів.

Компонування виробу виконано з урахуванням вимог компактності, зручності монтажу, обслуговування та експлуатації. Основним конструктивним елементом є друкована плата розмірами 125×100 мм, на якій розміщені основні електронні компоненти. Більшість елементів змонтовано на одному боці плати, що спрощує процес складання та контролю якості монтажу. Кнопки керування SB1–SB4 та індикатор HG1 розташовані на протилежному боці плати таким чином, щоб забезпечити їх виведення на лицьову панель корпусу.

Друкована плата закріплена на верхній кришці корпусу за допомогою чотирьох гвинтів і шайб. Гніздо живлення встановлено в місці з'єднання верхньої та нижньої кришок корпусу, що забезпечує зручність підключення зовнішнього джерела живлення. У верхній кришці передбачені отвори для кнопок керування та вікно для індикатора. Нижня кришка виконує захисну функцію та разом із ніжками забезпечує стійке розміщення виробу на робочій поверхні.

Для виготовлення корпусу обрано пластмасу, оскільки вона має достатню механічну міцність, невелику масу, високі електроізоляційні властивості та стійкість до впливу навколишнього середовища. Застосування пластмасового корпусу дозволяє знизити вартість виробу та підвищити безпеку його експлуатації завдяки відсутності струмопровідних зовнішніх поверхонь.

Друкована плата виготовляється зі склотекстоліту, який характеризується високою механічною міцністю, хорошими діелектричними властивостями та стійкістю до температурних впливів під час паяння. Струмопровідні доріжки виконані з мідної фольги.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту мідних провідників від окиснення та покращення паяльних властивостей передбачено нанесення захисного покриття. Поверхня друкованої плати покривається паяльною маскою, яка запобігає утворенню випадкових перемичок під час монтажу та захищає провідники від механічних пошкоджень. На лицьовій стороні корпусу використовується прозоре захисне скло або пластик для індикатора, що забезпечує його захист від пилу та механічних впливів.

Обрані конструкційні матеріали та покриття забезпечують необхідну механічну міцність, електричну безпеку, довговічність і надійність роботи виробу при мінімальних витратах на виготовлення.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Конструкція пристрою обрана з урахуванням вимог компактності, зручності експлуатації, технологічності виготовлення та надійності роботи. Елементи електричної схеми на друкованій платі розташовані досить компактно, що дозволило мінімізувати її габаритні розміри до 125×100 мм. Більшість компонентів встановлено на одній стороні друкованої плати, що спрощує монтаж та обслуговування пристрою. На протилежному боці розміщені лише кнопки керування SB1–SB4 та індикатор HG1, що забезпечує зручне розташування органів керування і відображення інформації на передній панелі.

Оскільки в схемі відсутні елементи з високим тепловиділенням, застосування спеціальних засобів охолодження не потрібне. Це дозволяє спростити конструкцію та зменшити її вартість.

Для розміщення вузлів пристрою обрано пластмасовий корпус розмірами 158×178×60 мм. Використання пластмаси забезпечує малу масу виробу, достатню механічну міцність та електроізоляційні властивості. Верхня і нижня частини корпусу виконані у формі «корита», що спрощує складання конструкції та забезпечує зручний доступ до внутрішніх елементів під час монтажу й ремонту.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Друкована плата кріпиться до верхньої кришки за допомогою чотирьох гвинтів і шайб, що гарантує її надійну фіксацію. У місці з'єднання двох кришок встановлено гніздо живлення, що забезпечує зручність підключення пристрою до джерела живлення. У верхній кришці передбачені отвори для кнопок керування та місце для встановлення захисного скла індикатора. Нижня кришка і ніжки кріпляться до верхньої частини корпусу гвинтами, що забезпечує жорсткість конструкції та стійкість пристрою під час експлуатації.

Таким чином, обрана конструкція забезпечує компактність, простоту складання, надійність роботи та зручність використання пристрою. Інтегральні мікросхеми у приладі орієнтовані таким чином, що їх довша сторона розташована вздовж напрямку повітряних потоків, що забезпечує ефективніше охолодження та стабільні умови роботи [16].

Габаритні розміри друкованої плати обрано з урахуванням технології виготовлення та економічної доцільності. Плата виконана простої прямокутної форми без складних конструктивних елементів, що дозволило зменшити витрати матеріалів і спростити виробництво. Її параметри відповідають вимогам стандартів щодо співвідношення сторін і товщини, що забезпечує сумісність із типовими технологічними процесами.

Монтаж електрорадіоелементів у приладі виконано із застосуванням компонентів зі штировими виводами. Вони встановлені у наскрізні отвори друкованої плати з подальшим загинанням виводів, обрізанням у межах контактних площадок і паянням методом «хвилі припою». Такий підхід забезпечив високу щільність монтажу, надійність електричних з'єднань і можливість розміщення більшої кількості елементів на обмеженій площі плати.

Таким чином, у розробленому добовому таймері з ШІМ каналом усі вимоги до розміщення електрорадіоелементів та компоновання друкованої плати реалізовано в повному обсязі, що забезпечило високу технологічність виготовлення, надійність та ефективність роботи пристрою.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C1, C3
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Ємність, струм, габарити
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	16 В
Номінальна ємність	100, 470 мкФ
Допуск ємності	$\pm 20\%$
Розмір	13 x 13 x 20 мм
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат	0,14%

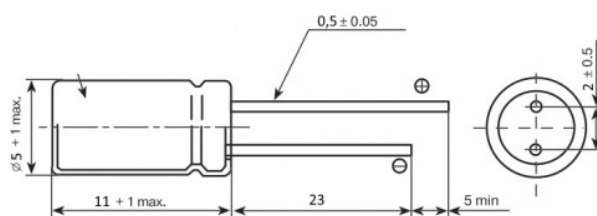


Рисунок 2.1 - Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2 - Резисторів MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R6 ,R8
Назва компонента	резисторів MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, напруга, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	$\pm 10\%$
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

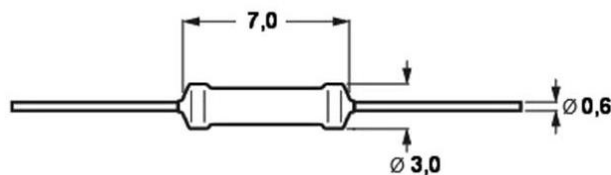


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри резисторів MFP "Yageo"

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C2, C4
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Напруга, струм, відповідність схемі
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%;
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
відносна вологість	до 98%
група ТКЄ	H20
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
діапазон тиску	6,6-2942гПа

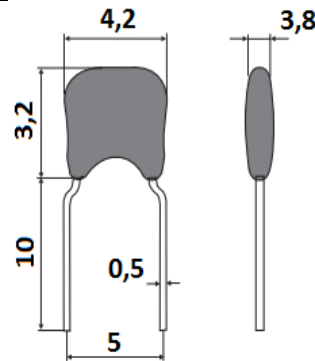


Рисунок 2.3 - Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4 - Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [5]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема L7805ABV
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, корпус
Параметри та характеристики	
Корпус	TO 220
Максимальний вихідний струм	до 1.5 А
Максимальна вхідна напруга, В	40
Діапазон вхідної напруги	від 7 В до 35 В.
Точність вихідної напруги	±2%
Робоча температура	від -40°C до +125°C
Струм власного споживання	близько 4.3 мА

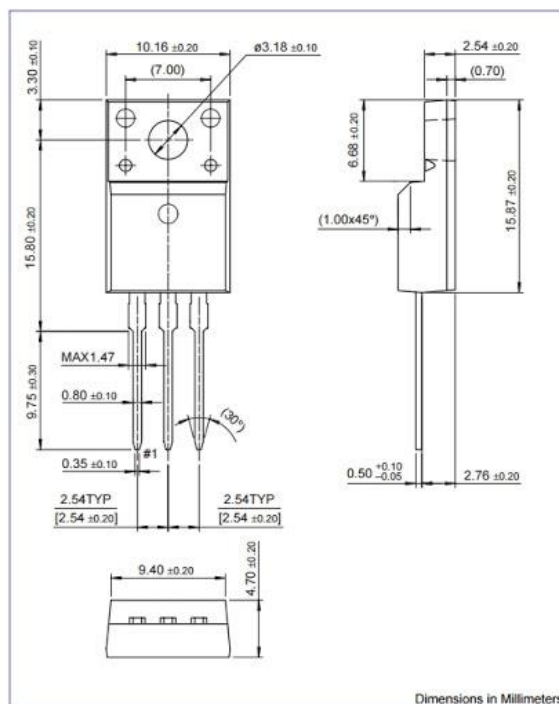


Рисунок 2.4 –Габаритні розміри стабілізатора 78L05

Таблиця 2.5 - Резистор 3329Н-1 "Bourns" [6]

Позиційне позначення	R7
Назва компонента	Резистор 3329Н-1 "Bourns"
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис. 2.5
Параметри та характеристики	
номінальний опір	5 кОм
номінальне відхилення, %	10
максимальне постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
інтервал робочих температур	-55 ... + 125
ударостійкість	390m / s ² , 4000 циклів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ

Арк.

Таблиця 2.7 - Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [8]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема ATmega8-16PU
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-28
Ядро	8-бітне AVR RISC.
Flash (прошивка)	8 КБ
SRAM	1 КБ
Тактова частота	від 0 до 16 МГц
Робоча напруга	від 4.5 В до 5.5 В

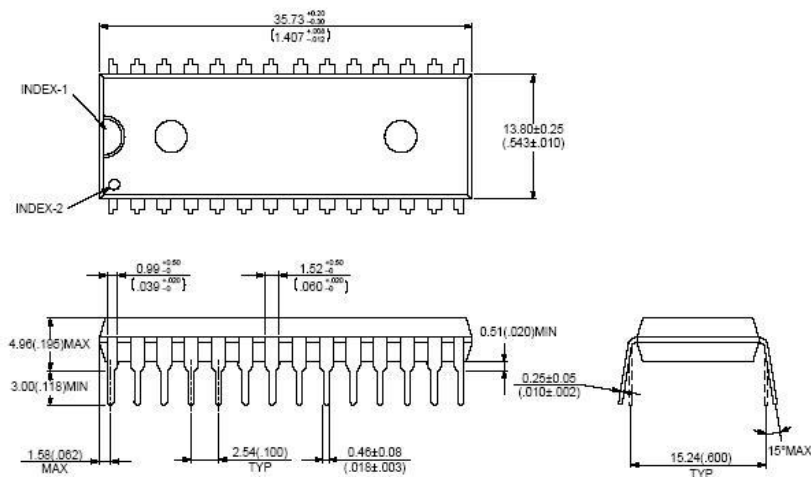
28-pin plastic DIP
(DIP-28P-M05)

Рисунок 2.7 - Зовнішній вигляд мікросхеми ATmega8-16PU

Таблиця 2.8 - Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda" [9]

Позиційне позначення	HG1
Назва компонента	Дисплей SDCB2004BWE-R07
Виробник	"Sinda"
Критерії вибору	Вхідна та вихідна напруги, струм, принцип роботи
Параметри та характеристики	
Формат виводу	20 символів × 4 рядки
Тип індикатора	STN (Super-Twisted Nematic)
Підсвітка	Світлодіодна (LED)
Напруга живлення	Типово 5 В
Колірна схема	Білі символи на синьому фоні
Підтримка шрифтів	Латиниця та кириличні символи

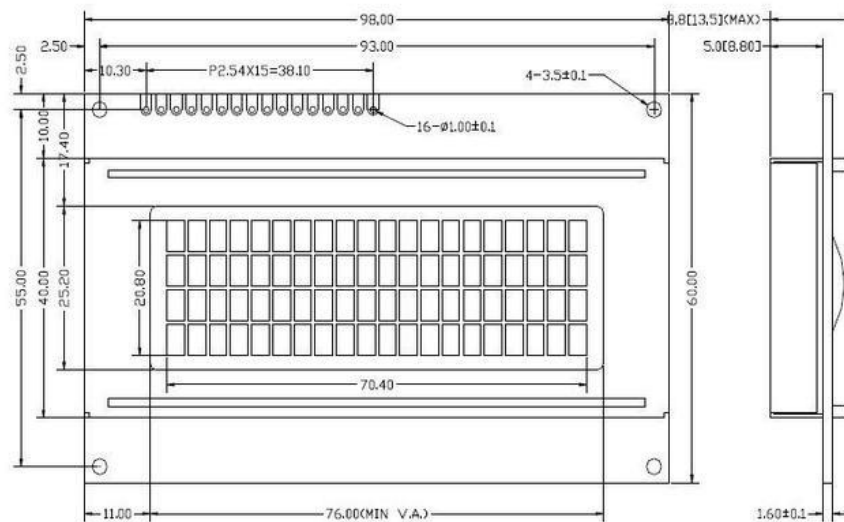


Рисунок 2.8 - Зовнішній вигляд дисплей SDCB2004BWE-R07

Таблиця 2.9 - Мікросхема "DS1307N" [10]

Позиційне позначення	DD2
Назва компонента	Мікросхема DS1307N
Виробник	"DS1307N"
Критерії виробу	Струм та вхідна напруга, параметри, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Інтерфейс: I2C	I2C (двопровідний).
Напруга живлення (VCC)	від 4.5 В до 5.5 В.
Струм споживання (в режимі батарейки)	наднизький, менше 500 нА.
Пам'ять	56 байт енергонезалежної SRAM
Корпус	DIP-8

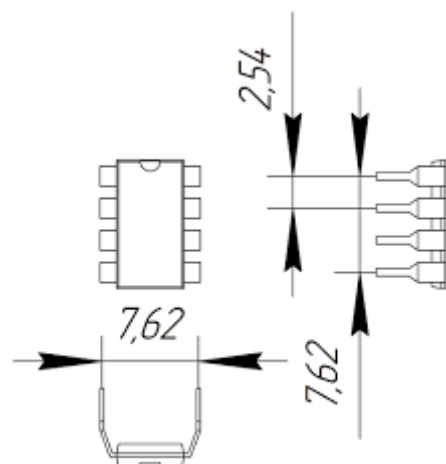


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри мікросхеми "DS1307N"

Таблиця 2.10 - Транзистор BC639A "LGE" [11]

Позиційне позначення	VT2-VT4
Назва компонента	Транзистор BC639A
Виробник	"LGE"
Критерії вибору	Тип, структура, струм, напруга, підсилення
Параметри та характеристики	
Структура	pnp
Макс. напр. к-е при заданому струмі до і розімкнутої ланцюга б. (Uкео макс), В	45
Максимально допустимий струм до (Iк макс.)	0.1
Статичний коефіцієнт передачі струму h21е хв	200 ... 450
Гранична частота коефіцієнта передачі струму fгр.МГц	150
Максимальна потужність, що розсіюється, Вт	0.5
Корпус	to-92
Вага, г	0.3

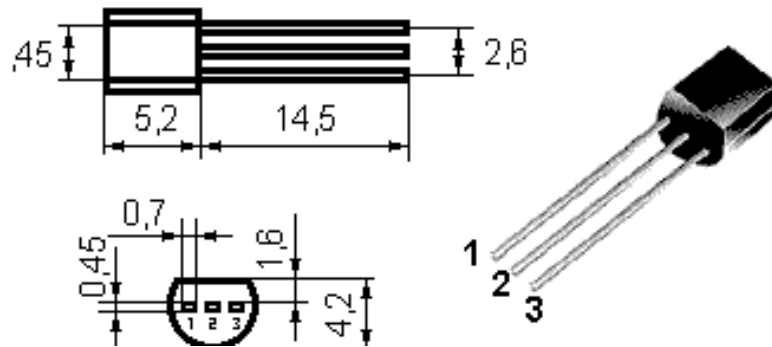


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри транзистора BC639A

Таблиця 2.11 - Діод 1N4148 "Diodec" [12]

Позиційне позначення	VD1-VD3
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diodec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

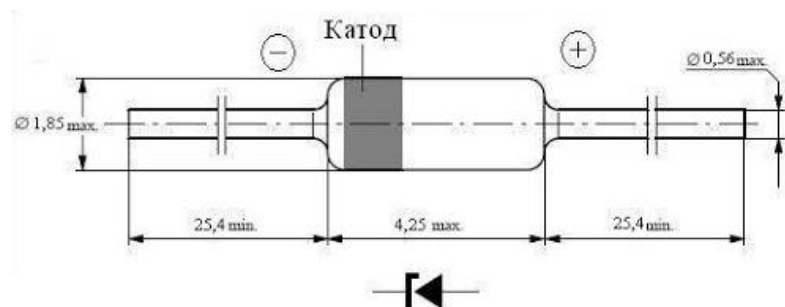


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.12 - Реле NRP-07-C-12D "NCR" [13]

Позиційне позначення	K1...K3
Назва компонента	Реле NRP-07-C-12D
Виробник	"NCR"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга котушки	12 В
Опір котушки	близько 400 Ом
Потужність котушки	~360 мВт
Механічний ресурс	10 000 000 циклів.
Розміри	19.0 × 15.5 × 15.8 мм.
Максимальний струм комутації	12 А при 125 В змінного струму (AC). 10 А при 250 В змінного струму (AC) або 28 В постійного струму (DC).).

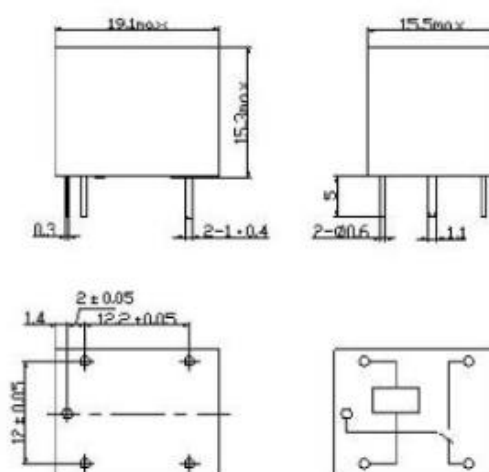


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри реле NRP-07-C-12D "NCR"

Таблиця 2.13 - Кварцевий резонатор HC-49S 32768 МГц "KDS" [14]

Позиційне позначення	ZQ1
Назва компонента	Кварцевий резонатор HC-49S 32768 МГц
Виробник	"KDS"
Критерії вибору	Тактова частота, розміри, вхідна напруга
Параметри конструкції	див. рисунок 2.13
Параметри та характеристики	
Резонансна частота, Гц	32768 МГц
Точність настройки dF/Fx	10^{-6} 30
Температурний коефіцієнт, Ктх	10^{-30}
Робоча температура, С	- 20 ... +70
Довжина корпусу L., мм	13.5
Діаметр (ширина) корпусу, D (W), мм	11.5

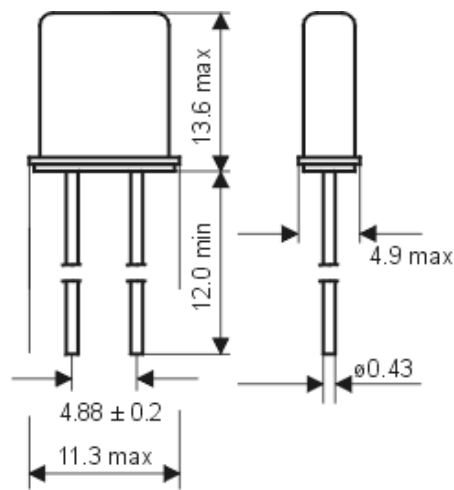


Рисунок 2.13 - Габаритні розміри кварцового резонатора HC-49S

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Для розрахунку стабілізаторів напруги на ІМС (див.рис.2.14), як правило, необхідні наступні початкові дані: номінальне значення вихідної напруги $U_{\text{СТ ВИХ НОМ}}$; граничні значення вихідної напруги $U_{\text{СТ ВИХ min}}$, $U_{\text{СТ ВИХ max}}$; мінімальний і максимальний струми навантаження $I_{\text{Н min}}$, $I_{\text{Н max}}$; температурна нестабільність напруги вхідної α_U ; нестабільність вихідної напруги $K_{\text{НСТУ}}$ або коефіцієнт пульсацій вихідної напруги $K_{\text{П}}$; коефіцієнт стабілізації напруги $K_{\text{СТУ}}$; внутрішній опір стабілізатора $R_{\text{СТ ВИХ}}$; температурний коефіцієнт γ .

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

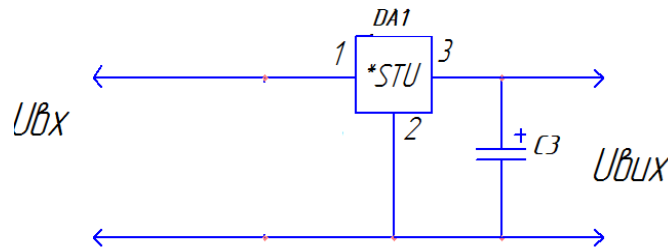


Рисунок 2.14 –Схема стабілізатора і конденсатора

Вибір ІМС виконується за заданими $U_{ст\ вих}$, $I_{ст\ вих\ max}$, $K_{СТУ}$, γ , $R_{ст\ вих}$ із табл. 2.14. Бажано віддавати перевагу тим ІМС, які працюють з меншою кількістю зовнішніх елементів. При цьому повинні виконуватися наступні умови

$$U_{ІМС\ вих} \geq U_{ст\ вих}$$

$$I_{ІМС\ вих\ max} \geq I_{H\ max}$$

$$K_{ІМС\ СТУ} \geq K_{СТУ}$$

Таблиця 2.14 - Параметри стабілізаторів

Тип ІМС	$U_{ст\ вих}$, В (min... max)	$U_{ст\ вих}$, В (min... max)	$K_{нст}$, % В не більше за	$K_{нст}$, % А не більше за	$K_{ст\ ст}$, дБ на 1кГц не більше за	α_U , % °С не більше за	$I_{ст\ вих}$, А (max)	$P_{ст\ роз}$, Вт без радіатора/ з радіатором	$I_{ст\ сп}$, мА	$U_{ст\ под}$, В не більше за
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
K142EH1A	9...20	3...12	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1B	9...20	3...12	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH1Г	9...20	3...12	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2A	20...40	12...30	0,5	0,5	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,2	0,2	-	0,01	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2B	20...40	12...30	0,8	2,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
K142EH2Г	20...40	12...30	0,8	1,0	-	0,05	0,15	0,7/0,8	4	4
KT42EH3	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	3
K142EH4	9...45	3...30	0,05	0,25	-	0,01	1	1,4/4	10	4
K142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	3	1,2/10	10	2,5
K142EH5B	7,5...15	4,9...5,1	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
K142EH5Г	8,5...15	5,88...6,12	0,05	1	70	0,02	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5A	7,5...15	4,9...5,1	0,05	2	60	0,03	-	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	8,5...15	5,88...6,12	0,05	2	60	0,03	3	1,2/10	10	2,5
KP142EH5B	7,5...15	4,82...5,18	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH5Г	8,5...15	5,8...6,2	0,05	2	60	0,03	2	1,2/10	10	2,5
KP142EH6A	-...40	14,7...15,3	0,0015	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
KP142EH6B	-...40	14,7...15,3	0,005	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6B	-...40	14,7...15,3	0,0025	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
K142EH6Г	-...40	14,7...15,3	0,0075	0,3	30	0,02	0,2	1,4/5	7,5	2,5
142EH8A	11,5...35	8,73...9,27	0,05	0,67	40	0,02	1,5	-/9	10	2,5
142EH8B	11,5...35	11,64...12,36	-	-	-	-	-	-	-	-

Було обрано стабілізатор "L7805ABV "ST Microelectronics"", який має параметри такі як в КР142ЕН5А (див.табл.2.14).

Незалежно від типу обраної ІМС визначаємо наступні параметри

$$U_{CT\ BX\ min} \equiv U_{CT\ ВИХ\ max} + U_{CT\ ПД} \quad (2.1)$$

$$U_{CT\ BX\ min} \equiv 5,1 + 2,5 = 7,6\ В$$

$$U_{CT\ BX} \equiv \frac{U_{CT\ BX\ min}}{1 - \alpha_-} \quad (2.2)$$

$$U_{CT\ BX} \equiv \frac{7,6}{1 - 0,03} = \frac{7,6}{0,997} = 7,62\ В$$

$$U_{CT\ BX\ max} \equiv U_{CT\ BX} (1 + \alpha_{(+)}) \quad (2.3)$$

$$U_{CT\ BX\ max} \equiv 7,62(1 + 0,03) = 7,62 + 1,03 = 8,65\ В$$

де $\alpha(+)$, $\alpha(-)$ – найбільше позитивне та негативне відносне змінювання вхідної напруги.

Можливі граничні значення ККД

$$\eta_{max} \equiv \frac{U_{CT\ BX\ max}}{U_{CT\ BX\ min}} \quad (2.4)$$

$$\eta_{max} \equiv \frac{8,65}{7,6} = 1,14$$

$$\eta_{min} \equiv \frac{U_{CT\ BX\ min}}{U_{CT\ BX\ max}} \quad (2.5)$$

$$\eta_{min} \equiv \frac{7,6}{8,65} = 0,89$$

Передбачається, що струм споживаний стабілізатором є малим

$$I_{CT\ ВИХ} \equiv I_{CT\ BX} \cdot$$

Визначення ємності конденсатора за формулою:

$$C_0 = \frac{H}{rK_{I\ 0}} \quad (2.6)$$

де C_0 – ємність, мкФ;

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт пульсацій $K_{п0}=0,03 \%$;

r – опір, Ом.

H -коефіцієнт, що визначається за графіком 2.12.

$$C_0 = \frac{3}{10 \cdot 0,03} = 100 (\text{мкФ})$$

Розраховуємо робочу напругу:

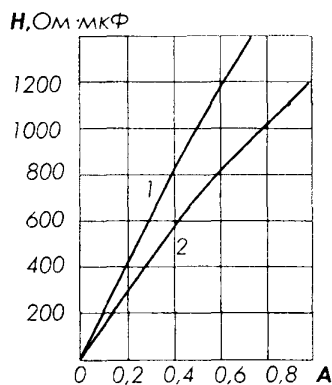


Рисунок 2.15– Графік для визначення коефіцієнта H :

$$U_{роб} = \sqrt{2} U_{2x} \quad (2.7)$$

$$U_{роб} = 1,4 \cdot 10 = 14 (В)$$

Вибираємо тип конденсатора з довідника за параметрами $C_{0 \text{ ном}}$ і $U_{роб}$.

Вибираємо електролітичний конденсатор типу ЕСАР-16 В-100 мкФ 20% "Ерсос" номінальною ємністю 100 мкФ та на робочу напругу 16 В.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [22].

Визначаємо мінімальну ширину друкованого провідника, мм., по постійному струму для кіл живлення і заземлення [13]:

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{дон}} * t} = \frac{0,5 \text{ А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} * 0,035 \text{ м}} = 0,3 \text{ мм} \quad (2.8)$$

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $I_{\max}$ - допустима густина струму, який протікає в провідниках.

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max}=0,5\text{А}$;

$I_{\text{доп}}$ – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.1, $j_{\text{доп}} = 48\text{А/мм}^2$, t – товщина провідника, $35\text{мкм}=0,035\text{м}$

Визначаємо мінімальну ширину провідника, мм., виходячи з допустимого падіння напруги на ньому:

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом.мм}^2}{\text{м}} * 0,5\text{А} * 0,4\text{м}}{0,5\text{В} * 0,035\text{м}} = 0,2\text{мм} \quad (2.9)$$

де: $\rho = 0,0175 \text{ Ом} * \text{мм}^2 / \text{м}$ – питомий об'ємний опір,

$L = 0,5\text{м}$ – довжина провідника,

$U_{\text{доп}} = 0,9\text{В}$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r \quad (2.10)$$

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.) $\Delta d_{\text{н.в.}}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

r – різниця між мінімальним діаметром отвору і максимальним діаметром вивода ЕРЕ, її вибирають в межах 0,1...0,4мм. Розрахункові значення d зводяться до нормалізованого ряду отворів: 1,1; 1,3; 1,5 мм.

$d_{E1} = 0,8$ -для мікросхем, конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів;

$d_{E2} = 1,0$ - для кнопок SB1-SB4, реле K1-K3, мікросхеми DA1, батарейки GB1, індикатора HG1.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 0,8 + |\pm 0,1| + 0,2 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r = 1,0 + |\pm 0,1| + 0,2 = 1,3 \text{ мм}$$

Приймаємо такі стандартні діаметри отворів; 1,1; 1,3; 1,5.

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.11)$$

де: $h\phi$ – товщина фольги; $D_{1\min}$ – мінімальний ефективний діаметр площадки;

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.12)$$

де: b_m – відстань від краю просвердленого отвору до краю контактної площадки;

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

δ_d і δ_p - допуски на розташування отворів і контактних площадок;

$$\delta_d = 0,25 \text{ мм, } \delta_p = 0,4 \text{ мм.}$$

$d_{\max}$ - максимальний діаметр просвердленого отвору, мм:

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.13)$$

де: Δd - допуск на отвір.

$$d_{\max 1} = 1,1 + 0,1 + 0,1 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d_{\max 2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{1\min 2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,8 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.14)$$

$$D_{\max 1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

Визначаємо ширину провідників. Мінімальна ширина провідників для ДДП і зовнішніх шарів БДП, які виготовлені комбінованим методом:

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.15)$$

де $b_{1\min}$ - мінімальна ефективна ширина провідника, мм. $b_{1\min} = 0,15$ мм для плат 4- го класу точності.

$$b_{\min} = 0,15 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 0,23 \text{ мм}$$

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (2.16)$$

$$S_{1\min 1} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1\min 2} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_p) \quad (2.17)$$

$$S_{2\min 1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,4) = -1,12 \text{ мм}$$

$$S_{2\min 2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,4) = -1,32 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.18)$$

$$S_{3\min 1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42 \text{ мм}$$

$$S_{3\min 2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,05) = -0,62 \text{ мм}$$

У зв'язку із тим, що в розрахунку виходять від'ємні значення, то необхідно контактні площадки робити овальними для резисторів, конденсаторів електролітичних і керамічних, мікросхем, діодів, транзисторів, кнопок, кварцового резонатора.

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Під час роботи електронного пристрою частина споживаної електричної енергії перетворюється на теплову, що призводить до нагрівання елементів та внутрішнього об'єму корпусу. Тому при проектуванні виробу необхідно оцінити його тепловий режим та забезпечити допустимі умови експлуатації електронних компонентів.

Аналіз принципової схеми показав, що у складі пристрою відсутні потужні елементи, які виділяють значну кількість тепла. Основними джерелами тепловиділення є мікросхеми, індикатор, резистори та інші радіоелементи, потужність розсіювання яких є незначною. Сумарна потужність тепловиділення

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

не перевищує допустимих значень для виробів даного класу.

Корпус пристрою має розміри 158×178×60 мм, що забезпечує достатній внутрішній об'єм для природної циркуляції повітря. Друкована плата займає лише частину внутрішнього простору корпусу, тому тепло, що виділяється елементами, рівномірно розподіляється всередині виробу та відводиться через поверхню корпусу в навколишнє середовище.

Оскільки тепловиділення елементів є незначним, використання спеціальних засобів охолодження (радіаторів, вентиляторів або вентиляційних отворів) не потрібне. Робоча температура компонентів не перевищує допустимих значень, установлених технічними характеристиками виробників.

Таким чином, тепловий режим роботи виробу є сприятливим. Конструкція корпусу та розташування елементів забезпечують ефективне відведення тепла шляхом природної конвекції та теплопередачі через поверхні корпусу. Це гарантує надійну роботу пристрою та стабільність його параметрів протягом усього терміну експлуатації.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки відмови та відновлення працездатності є випадковими подіями в тому змісті, що місце та час їх виникнення неможливо прогнозувати точно, надійність кількісно оцінюється імовірнісними характеристиками.

Імовірність безвідмовної роботи (ІБР) елементу $p(t)$ або системи $p_c(t)$ – це імовірність того, що в межах заданого напрацювання t при визначених умовах експлуатації не виникне жодної відмови.

Інтенсивність відмов $\lambda(t)$ – умовна щільність імовірності виникнення відмов пристрою, що визначається для певного моменту часу при умові, що до цього моменту відмови не виникали.

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [17]:

Таблиця 2.15 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	3	1	0,03	0,09
2	Діоди	3	0,35	0,7	0,735
3	Індикатори	1	1	20	20
4	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	1,92
5	Конденсатори керамічні	2	0,1	1,4	0,28
6	Резистори постійні	7	0,42	0,8	2,352
7	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
8	Пайки	135	1	0,02	2,7
9	Кнопка	4	1	0,5	2,0
10	Резистор підстроювальний	1	0,42	5	2,1
11	Роз'єм	2	1	0,05	0,1
12	Транзистори	4	0,35	4	5,6
13	Резонатор кварцевий	1	1	0,2	0,2
14	Батареї	1	1	30	30
15	Реле	3	1	2,2	6,6

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 7.0377×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 14209.2 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999296$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.992987$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.932042$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.494717$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.000878$

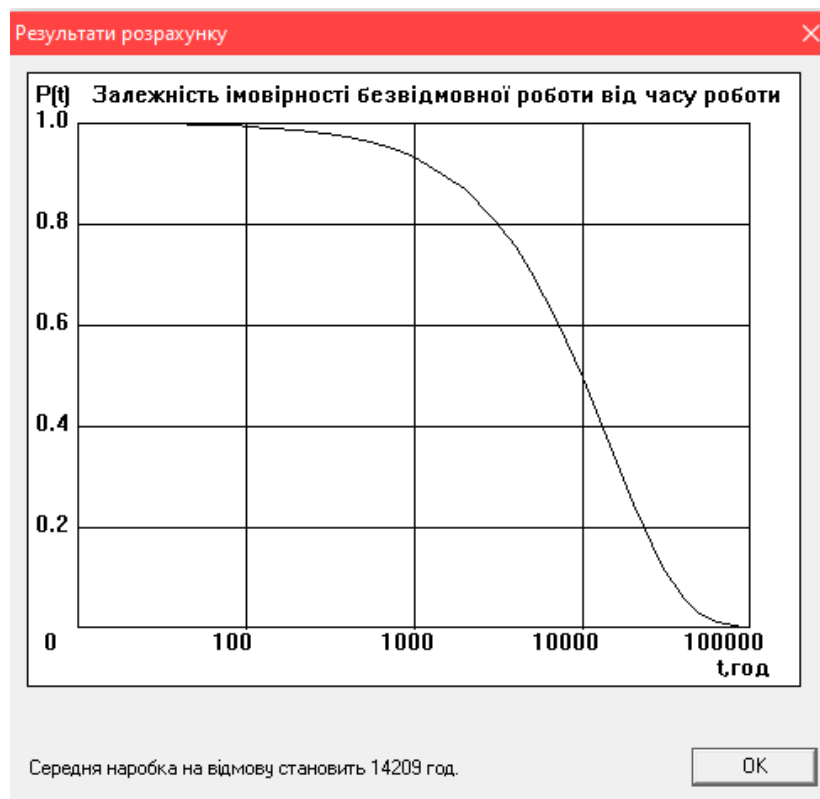


Рисунок 2.16 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 14209 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності:

Розроблена конструкція виробу відповідає вимогам функціональності, надійності, технологічності та економічності. При проектуванні особливу увагу було приділено зменшенню габаритних розмірів пристрою, спрощенню його складання та зниженню витрат на виготовлення.

Основою конструкції є друкована плата розмірами 125×100 мм, на якій компактно розміщені всі основні електронні компоненти. Використання друкованого монтажу дозволяє зменшити кількість з'єднувальних проводів, підвищити надійність роботи пристрою та знизити трудомісткість складання. Розташування більшості елементів на одному боці плати спрощує монтажні роботи та контроль якості виготовлення.

Для розміщення вузлів пристрою використано пластмасовий корпус розмірами 158×178×60 мм. Застосування пластмаси як конструкційного матеріалу забезпечує низьку собівартість виробу, малу масу, достатню механічну міцність та високі електроізоляційні властивості. Корпус має просту форму, що сприяє зменшенню витрат на його виготовлення та складання.

Конструкція виробу передбачає використання стандартних кріпильних елементів (гвинтів, шайб, ніжок), які є доступними та недорогими. Це дозволяє знизити витрати на комплектування та полегшує ремонт і технічне обслуговування пристрою.

Відсутність елементів із великим тепловиділенням дає можливість відмовитися від застосування додаткових засобів охолодження, таких як радіатори чи вентилятори. Завдяки цьому зменшується матеріаломісткість конструкції, знижується енергоспоживання та підвищується надійність виробу.

З економічної точки зору конструкція є доцільною, оскільки використовує поширені матеріали та стандартні комплектувальні вироби, що

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечує невисоку собівартість виготовлення. Простота конструкції сприяє скороченню часу складання та зменшенню виробничих витрат.

Таким чином, розроблена конструкція виробу є технічно обґрунтованою та економічно ефективною. Вона забезпечує необхідні експлуатаційні характеристики, високу надійність, технологічність виготовлення та мінімальні витрати на виробництво й обслуговування.

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 12В, а струм споживання 0,1А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=0,1*12= 1,2 \text{ (Вт)} \quad (2.19)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Складання і монтаж проектного виробу являють собою комплекс технологічних операцій, спрямованих на забезпечення правильної роботи пристрою, його надійності та довговічності. Процес виготовлення виробу включає монтаж електронних компонентів на друкованій платі, складання механічних вузлів, установлення плати в корпус та проведення контрольних випробувань.

Основним конструктивним вузлом виробу є друкована плата розмірами 125×100 мм, на якій розміщено електронні компоненти схеми. Монтаж елементів здійснюється відповідно до складального креслення та монтажної схеми. Перед початком монтажу проводиться вхідний контроль друкованої плати та комплектуючих виробів на відсутність механічних пошкоджень і відповідність технічній документації.

Монтаж радіоелементів виконується послідовно, починаючи з елементів найменших розмірів. Спочатку встановлюються резистори, діоди та перемички,

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

після чого монтуються конденсатори, мікросхеми, роз'єми та інші компоненти. Елементи закріплюються на друкованій платі та припаюються до контактних площадок методом ручного або механізованого паяння із застосуванням припою та флюсу. Після завершення монтажу здійснюється візуальний контроль якості паяних з'єднань.

Кнопки керування SB1–SB4 та індикатор HG1 встановлюються відповідно до конструкції виробу таким чином, щоб забезпечити їх правильне розташування відносно отворів у верхній кришці корпусу. Після завершення монтажу елементів друкована плата очищується від залишків флюсу та піддається електричному контролю.

Наступним етапом є механічне складання виробу. Друкована плата встановлюється у верхню кришку корпусу та закріплюється за допомогою чотирьох гвинтів і шайб. У передбачене конструкцією місце встановлюється гніздо живлення. У вікно індикатора монтується захисне прозоре скло або пластикова вставка.

Після монтажу внутрішніх вузлів виконується складання корпусу. Нижня кришка приєднується до верхньої за допомогою гвинтових з'єднань. До нижньої частини корпусу кріпляться опорні ніжки, які забезпечують стійке розташування виробу на робочій поверхні та запобігають механічним пошкодженням корпусу.

Після завершення складання проводяться електричні та функціональні випробування виробу. Перевіряється правильність підключення живлення, працездатність кнопок керування, робота індикатора та відповідність параметрів пристрою вимогам технічної документації. У разі успішного проходження контролю виріб вважається придатним до експлуатації.

Таким чином, процес складання і монтажу проектного виробу є технологічно нескладним, не потребує спеціального обладнання та забезпечує високу якість і надійність готового пристрою.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.

Технологічність конструкції проектного виробу визначається сукупністю властивостей, що забезпечують простоту виготовлення, складання, монтажу, контролю та ремонту при мінімальних витратах часу і матеріалів. Розроблена конструкція електронного пристрою відповідає основним вимогам технологічності та є зручною для серійного або дрібносерійного виробництва.

Основним вузлом виробу є друкована плата, на якій розміщені всі електронні компоненти. Використання одностороннього монтажу більшості елементів дозволяє спростити процес пайки, зменшити кількість перемичок та знизити ймовірність монтажних помилок. Компактне компонування елементів забезпечує зменшення габаритів плати (125×100 мм), що позитивно впливає на матеріаломісткість та вартість виробу.

Конструкція передбачає застосування стандартних, широко доступних радіоелементів та типових кріпильних деталей (гвинтів, шайб, ніжок), що підвищує технологічність та знижує собівартість виробництва. Відсутність елементів з великим тепловиділенням спрощує конструкцію та виключає необхідність застосування додаткових систем охолодження.

Корпус виробу виготовляється з пластмаси методом лиття або пресування, що є технологічно доцільним для серійного виробництва. Проста геометрична форма корпусу («корито») забезпечує легкість виготовлення, складання та обробки. Кріплення друкованої плати здійснюється за допомогою стандартних гвинтових з'єднань, що дозволяє легко виконувати монтаж і демонтаж при ремонті.

Органи керування (кнопки SB1–SB4) та індикатор HG1 розташовані безпосередньо на друкованій платі та виведені на лицьову панель корпусу, що зменшує кількість додаткових з'єднань і спрощує складання виробу.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виконання монтажу та складання проектного виробу використовується стандартний набір ручного монтажного інструменту. До основних інструментів належать:

- паяльник електричний малої та середньої потужності (20–60 Вт) для монтажу радіоелементів;
- припій та флюс для забезпечення якісного електричного з'єднання;
- пінцети для встановлення дрібних компонентів на друковану плату;
- кусачки (бокорізи) для обрізання виводів елементів;
- викрутки хрестові та плоскі для складання корпусу та кріпильних з'єднань;
- мультиметр для контролю електричних параметрів та перевірки правильності монтажу.

Як технологічна оснастка можуть використовуватись допоміжні пристосування, такі як:

- монтажні плати або тримачі для фіксації друкованої плати під час пайки;
- лупа або мікроскоп для контролю якості паяних з'єднань;
- антистатичний браслет для захисту чутливих елементів від електростатичних розрядів;
- пристрій для очищення плати від залишків флюсу (ізопропіловий спирт, щітки). Для механічного складання корпусу застосовуються стандартні слюсарні інструменти, а саме викрутки та, за потреби, невеликі ключі для гвинтових з'єднань. Контроль якості складання здійснюється візуально та за допомогою вимірювальних приладів.

2.2.3 Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів

Виготовлення двосторонньої друкованої плати базується на хімічному способі формування провідного рисунка шляхом вибіркового видалення зайвих

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ділянок мідної фольги з обох сторін діелектричної основи. Такий підхід дозволяє отримати точну топологію провідників, що повністю відповідає електричній схемі пристрою.

Як конструкційний матеріал використовується мідноламінований склотекстоліт типу FR-4. Даний матеріал характеризується високою механічною міцністю, стабільністю геометричних розмірів, добрими електроізоляційними властивостями та стійкістю до температурних впливів під час пайки. Наявність двостороннього мідного покриття дає можливість реалізувати провідники на двох шарах плати, що суттєво підвищує щільність компонування елементів і дозволяє зменшити габаритні розміри виробу.

Провідний шар виконується з мідної фольги товщиною приблизно 18–35 мкм, яка наноситься на обидві сторони основи в заводських умовах методом гарячого ламінування. Мідь забезпечує низький електричний опір провідників, добру адгезію та достатню механічну міцність при монтажі та експлуатації.

Формування топології друкованої плати здійснюється із застосуванням фоторезистивної технології. На попередньо підготовлену поверхню наноситься шар фоторезисту (рідкого або плівкового типу), який виконує функцію захисного покриття. У промислових умовах для забезпечення високої точності найчастіше застосовується фотолітографічний метод, що передбачає використання фотошаблонів для верхнього та нижнього шарів плати.

Технологічний процес починається з підготовки поверхні плати, яка включає механічне очищення від оксидів і забруднень, а також знежирення. Це забезпечує якісне зчеплення фоторезисту з мідною поверхнею. Після цього на обидві сторони плати наноситься фоторезист, виконується його сушіння та подальше експонування через фотошаблони, що містять зображення провідного рисунка.

Наступним етапом є проявлення, під час якого видаляються незасвічені (або засвічені — залежно від типу фоторезисту) ділянки, в результаті чого формується захисна маска майбутніх провідників. Далі виконується операція

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

травлення, при якій незахищена мідь видаляється у хімічному розчині (наприклад, хлорне залізо або персульфат амонію). У результаті на обох сторонах плати утворюється система провідних доріжок відповідно до електричної схеми пристрою.

Для електричного з'єднання провідників між верхнім і нижнім шарами використовуються перехідні отвори (via). У промислових умовах вони виконуються методом металізації отворів, що забезпечує надійний електричний контакт між шарами. У спрощених технологічних варіантах можуть застосовуватися дотові перемички або паяння виводів компонентів.

Після завершення травлення фоторезист видаляється, а плата проходить етап очищення та сушіння. Для підвищення корозійної стійкості та покращення паяльних властивостей застосовуються фінішні покриття. Найпоширенішими є лудіння контактних майданчиків, нанесення паяльної маски, а також промислові покриття типу HASL або ENIG (нікель-золото), які забезпечують високу надійність та довговічність провідного шару.

До основних матеріалів, що використовуються у процесі виготовлення, належать: склотекстоліт FR-4 як діелектрична основа, мідна фольга як провідний шар, фоторезист як захисне покриття та хімічні розчини для травлення. Додатково застосовуються допоміжні матеріали: знежирювачі (ізопропіловий спирт, ацетон), промивна вода, абразивні матеріали для підготовки поверхні, а також матеріали фінішної обробки (лак, паяльна маска, припій).

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

При кількісній оцінці технологічності розраховується комплексний показник технологічності K , який враховує усереднене значення часткових показників з урахуванням коефіцієнтів, які характеризують їх значимість при розрахунку.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт використання мікросхеми Квик.імс визначається за формулою:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{5}{5 + 32} = 0,14 \quad (2.20)$$

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу К_{А.М} виробу визначається за формулою:

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{111}{135} = 0,82 \quad (2.21)$$

де Н_{А.М} – загальна кількість монтажних з'єднань, які здійснюються або можуть здійснюватись автоматизованим способом, тобто наявні механізми для виконання монтажних з'єднань.

Н_М – загальна кількість монтажних з'єднань.

Коефіцієнт амортизації і механізації підготовки ЕРЕ до монтажу К_{М.П.ЕРЕ} визначається за формулою:

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{27}{32} = 0,84 \quad (2.22)$$

де Н_{М.П.ЕРЕ} кількість ЕРЕ, підготовка до яких до монтажу здійснюється або може здійснюватися механізованим або автоматизованим методом, тобто наявні механізми, обладнання чи оснастки для виконання цих операцій. До числа вказаних ЕРЕ входять і такі, що не потребують спеціальної підготовки до монтажу.

Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів К_{ПОВТ.ЕРЕ} визначається за формулою:

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{26}{32} = 0,2 \quad (2.23)$$

де Н_{ЕРЕ} – загальна кількість ЕРЕ у виробі.

Коефіцієнт застосовності електрорадіоелементів К_{ЗАСТ.ЕРЕ} визначається за формулою:

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{10}{32} = 0,7 \quad (2.24)$$

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{T.OP.EPE}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

$N_{T.EPE}$ – загальна кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{BCT.P}$ визначається за формулою:

$$K_{BCT.P} = 1 - \frac{H_{BCT.P}}{H_{EPE}} = 1 - \frac{32}{32} = 0 \quad (2.25)$$

де $N_{BCT.P}$ кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт прогресивності Формоутворення K_{ϕ} деталей визначається за формулою:

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.26)$$

де D_{np} – кількість деталей, заготовки або самі деталі отримані прогресивним методом формоутворення.

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,14*1 + 0,82*1 + 0,84*0,75 + 0,2*0,5 + 0,7*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,52 \quad (2.27)$$

Оцінка рівня технологічності виробу визначається з відношення розрахованого комплексного показника K до комплексного нормативного показника K_n , який відображає реальний існуючий рівень технологічності на підприємствах по випуску РЕА. Для нашого виробу $K_n = 0,5$.

Відношення K/K_n повинно задовольняти умову:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.28)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,52}{0,5} = 1,05 \geq 1.$

З відношення бачимо що дана умова виконується, отже виріб вважається технологічним.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу

Маршрутно-операційна технологія складання включає в себе наступні кроки:

- установка друкованого вузла у верхню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до верхньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення гнізд та накладок під кнопку;
- кріплення роз'ємів за допомогою гвинтів, гайок та шайб;
- кріплення скла під індикатор;
- фіксація кришок за допомогою чотирьох гвинтів та ніжок;

Маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла включає в себе наступні кроки:

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;
- захист контактних площадок, які не підлягають автоматизованій пайці, латексом;
- сушка;
- формування виводів ЕРЕ;
- лудження виводів ЕРЕ;
- встановлення ЕРЕ;
- автоматизована пайка хвилею припою;
- рихтування;
- регулювання;
- лакування;
- технічний контроль [21].

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

Для реалізації проектних рішень необхідно визначити обсяг інвестицій для їх здійснення. Обсяг інвестицій складається з вартості основних фондів за групами та витрат, пов'язаних з їх придбанням і вводом в експлуатацію.

1) Вартість будівель визначається, виходячи із орендної плати за них (приймається середня величина оренди виробничих приміщень в даному регіоні на час написання дипломного проекту; приймається –1000грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

$$V_{\text{буд}} = C_{\text{буд}} \times S_{\text{буд}}, \quad (3.1)$$

$$V_{\text{буд}} = 1200 \times 125 = 150000 \text{ (грн.)}$$

де $V_{\text{буд}}$ - вартість будівлі, грн.;

$C_{\text{буд}}$ – орендна плата за 1м² будівлі, грн./м²;

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 125м²).

Будівлі орендуються разом із обладнанням, тому їх вартість слід збільшити на 40-60%, тобто :

$$V_{\text{буд}\Sigma} = V_{\text{буд}} + V_{\text{обл}}, \quad (3.2)$$

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 150000 + 75000 = 225000 \text{ (грн.)}$$

де $V_{\text{буд}\Sigma}$ - вартість оренди будівель включно з вартістю обладнання;

$V_{\text{обл}}$ – вартість обладнання.

При цьому вартість обладнання складає:

$$V_{\text{обл}} = V_{\text{буд}} \cdot K_o, \quad (3.3)$$

$$V_{\text{обл}} = 150000 \cdot 0,5 = 75000 \text{ (грн.)}$$

де K_o – коефіцієнт, що враховує вартість обладнання ($K_o=0,5$).

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Вартість інструментів та приладів ($V_{\text{інстр}}$) складає 2% від вартості обладнання. При цьому витрати на їх доставку приймають в розмірі 10% від їх вартості. Таким чином, вартість інструментів та приладів розраховується за формулою:

$$V_{\text{інстр}} = V_{\text{обл}} \times 0,02 \times 1,1, \quad (3.4)$$

$$V_{\text{інстр}} = 75000 \times 0,02 \times 1,1 = 1650 \text{ (грн.)}$$

3) Вартість виробничого та господарського інвентарю ($V_{\text{інв}}$) складає 3% від вартості обладнання. При цьому витрати на його доставку приймають в розмірі 10% від його вартості. Таким чином, вартість інвентарю розраховується за формулою:

$$V_{\text{інв}} = V_{\text{обл}} \times 0,03 \times 1,1, \quad (3.5)$$

$$V_{\text{інв}} = 75000 \times 0,03 \times 1,1 = 2475 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

$$\Pi = V_{\text{буд}\Sigma} + V_{\text{інстр}} + V_{\text{інв}} \quad (3.6)$$

$$\Pi = 225000 + 1650 + 2475 = 229125 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

$$A = \frac{S_{\text{бал}} \times H_a}{100}, \quad (3.7)$$

$$A = \frac{3300 \times 25}{100} = 1031,25 \text{ (грн.)}$$

де $S_{\text{бал}}$ - балансова вартість основних фондів, грн. (для розрахунку приймають величину вартості основних фондів, що розрахована за формулами 3.4– 3.5 в тому випадку, коли будівлі орендують разом з обладнанням);

H_a - норма амортизації, % (величина норми амортизації встановлюється у відсотках до вартості кожної з груп основних фондів і становить: для будівель – 5%, обладнання – 20%, інструментів та приладів – 25%, інвентарю – 25%).

Результати розрахунку річної суми амортизаційних відрахувань слід звести в табл. 3.1

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1650	412,5
	Виробничий та господарський інвентар	2475	618,75
	Всього:	3300	1031,25

3.2 Розрахунок собівартості продукції

Собівартість продукції як економічна категорія є грошовим виразом витрат на її виробництво та реалізацію. При розрахунку собівартості всі витрати групуються за калькуляційними статтями. При цьому перелік статей калькуляції повинен відповідати переліку, прийнятому на конкретному підприємстві. В загальному вигляді калькуляція собівартості продукції включає такі статті витрат:

1. Сировина і матеріали.
2. Енергія технологічна.
3. Заробітна плата виробничих робітників (основна і додаткова).
4. Відрахування на соціальні заходи.
5. Утримання та експлуатація машин і механізмів.
6. Загальновиробничі витрати.

Виробнича собівартість

7. Адміністративні витрати.
8. Витрати на збут.
9. Інші операційні витрати.

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) Витрати матеріалів (покупних виробів) на одиницю продукції визначають за формулою:

$$B_M = \sum_{i=1}^m (H_{Mi} \times C_{Mi}) \times K_{Tr} \quad (3.8)$$

$$B_M = 940 \times 1,04 = 977,6 \text{ (грн.)}$$

де т — кількість видів матеріалів, які використовують для виробництва одиниці продукції;

H_{Mi} — норма витрат і-го виду матеріалу (покупних виробів) на виробництво одиниці продукції, натур. од.;

C_{Mi} — ціна придбання і-го виду матеріалу (покупних виробів), грн. од.;

K_{Tr} - коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів: $K_{Tr}=1.04$). Розрахунки слід звести в табл.3.2

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	2	75	75
2	Кришка нижня	1	80	80
3	Кришка верхня	1	80	80
4	Мікросхема	3	100	300
5	Конденсатори електролітичні	2	10	20
6	Конденсатори постійні	2	1	2
7	Резистори постійні	6	0,5	3
8	Дисплей	1	200	200
9	Резистор змінний	1	10	10
10	Кнопка	4	10	40
11	Роз'єм	4	10	40
12	Діод	3	5	15
13	Транзистор	4	5	20
14	Реле	3	25	75
				940

2) Вартість технологічної енергії враховується при розрахунку витрат на утримання та експлуатацію машин і механізмів згідно статистичних даних базового підприємства (див. п.6).

3) Витрати на основну заробітну плату виробничих працівників ($B_{o.z.pl.}$):

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для розрахунку заробітної плати працівників визначають відрядну розцінку за кожну операцію (одиницю роботи чи продукції), виконану працівником, за формулою:

$$P_{\text{від}} = \frac{\sum_{i=1}^m T_{\text{шт},i}}{60} \times C_r, \quad (3.9)$$

$$P_{\text{від}} = \frac{32}{60} \times 220 = 117,33(\text{грн})$$

де $t_{\text{шт}, i}$ – час виконання однієї операції (одиниці роботи чи продукції);

C_r – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. додаток А).

Розрахунок витрат на основну заробітну плату основних робітників слід звести в табл.3.3

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}, \text{хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, (С _г),грн/год
1	Пайка	14	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	32		

4) Витрати на додаткову заробітну плату працівників ($B_{\text{дод.з.пл.}}$):

приймаються в розмірі 11% від основної заробітної плати виробничих працівників і розраховують за формулою:

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = P_{\text{від}} \times 0.11 \quad (3.10)$$

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 117,33 \times 0,11 = 12,91 (\text{грн})$$

5) Сума відрахувань на соціальні заходи ($C_{\text{в.с.з.}}$) визначається за встановленими законодавством нормами у відсотках від витрат на основну й додаткову заробітну плату:

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{\alpha}{100} \times (P_{\text{від}} + B_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (3.11)$$

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (117,33 + 12,91) = 28,65 \text{ (грн)}$$

де α - відсоток відрахувань на соціальні заходи (приймають 22%);

6) Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів є комплексними, оскільки охоплюють витрати, що безпосередньо необхідні для експлуатації обладнання; амортизаційні відрахування на відтворення машин і механізмів, тощо. Оскільки такі витрати неможливо обчислити безпосередньо на одиницю продукції, їх розподіляють за вибраною базою розподілу. Найчастіше за таку базу беруть заробітну плату виробничих працівників.

Витрати на утримання та експлуатацію машин і механізмів розраховуються за формулою:

$$V_{\text{уео}} = \frac{\alpha_{\text{уео}}}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (3.12)$$

$$V_{\text{уео}} = \frac{35}{100} \times (117,33 + 12,91) = 45,58 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 35%);

7) Витрати за статтею “ Загальновиробничі витрати ” також комплексні. Загальновиробничі витрати охоплюють витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування в межах виробництва, а також витрати на заробітну плату з відрахуванням на соціальні заходи управлінських працівників, спеціалістів, обслуговуючого персоналу, охорону праці, тощо. Вказані витрати розраховують за формулою:

$$V_{\text{зв}} = \frac{\alpha_{\text{зв}}}{100} \times (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}}) \quad (3.13)$$

$$V_{\text{зв}} = \frac{184}{100} \times (117,33 + 12,91) = 239,64 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 184%).

7. Разом виробнича собівартість ($S_{\text{вир}}$) визначається як сума витрат за пунктами 1-6.

$$S_{\text{вир}} = V_{\text{м}} + (P_{\text{від}} + V_{\text{дод.з.пл.}} + C_{\text{в.с.з.}}) + V_{\text{уео}} + V_{\text{зв}} \quad (3.14)$$

$$S_{\text{вир}} = 977,6 + (117,33 + 12,91 + 28,65) + 45,58 + 239,64 = 1421,71 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підставі розрахованих вище даних складають калькуляцію собівартості одиниці продукції (однієї деталі) та запланованого випуску. Калькуляція собівартості представлена в табл. 3.4

Таблиця 3.4- Калькуляція собівартості

№ з/п	Найменування статей витрат	Величина витрат, грн.
1	2	3
1	Витрати матеріалів	977,6
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	117,33
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,91
4	Відрахування на соціальні заходи	28,65
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	45,58
6	Загальновиробничі витрати	239,64
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1421,71
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	1136,46
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	285,22

8. Ціна одиниці продукції(одного виробу) розраховується за формулою:

$$Ц_{одпр} = S_{пов} \times \frac{100 + \alpha_{пр}}{100} \quad (3.15)$$

$$Ц_{одпр} = 1421,71 \times \frac{100 + 29}{100} = 1834,01 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 29%);

3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень

Розрахунок економічної ефективності інвестиційного проекту проводиться за наступними критеріями:

1) Річний прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$П_r = (Ц_{одпр} - S_{пов.}) \times N_r, \quad (3.16)$$

$$П_r = (1834,01 - 1421,71) \times 1300 = 535990 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Π_p - річний прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\Pi_{одпр}$ - ціна одиниці продукції, грн.;

$S_{пов}$ - собівартість одиниці продукції, грн.;

N_p - річна виробнича програма (план виробництва), од.

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

$$\text{ЧП} = \Pi_p - \Pi_p \times \frac{\Pi_{п}}{100}, \quad (3.17)$$

$$\text{ЧП} = 535990 - 535990 \times \frac{18}{100} = 439511,8 \text{ (грн.)}$$

де ЧП - чистий прибуток від реалізації проекту, грн.;

$\Pi_{п}$ - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

$$S_{повq} = S_{пов} \times N_p \quad (3.18)$$

$$S_{повq} = 1421,71 \times 1300 = 1848223 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

$$P_{п} = \frac{\text{ЧП}}{S_{повq}} \times 100\% \quad (3.19)$$

$$P_{п} = \frac{439511,8}{1848223} \times 100\% = 23,78 \%$$

де $P_{п}$ - рентабельність продукції, %;

$S_{повq}$ - собівартість всього виробництва, грн.

Повернення інвестованого капіталу оцінюється на основі показника грошового потоку від інвестицій.

5) Сума чистих грошових надходжень від інвестицій розраховується за формулою:

$$\Gamma\Pi = \text{ЧП}_t + A_t, \quad (3.20)$$

$$\Gamma\Pi = 439511,8 + 1031,25 = 440543,05 \text{ (грн.)},$$

де $\Gamma\Pi_t$ - сума чистих грошових надходжень у t-му році, грн.;

A_t - величина амортизаційних відрахувань у t-му році, грн.

6) Загальний абсолютний ефект від реалізації інвестицій характеризує чиста теперішня (дисконтована) вартість проекту, яка розраховується

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

$$\text{ЧТВ} = \text{ТВ} - \text{ПІ} \quad (3.21)$$

$$\text{ЧТВ} = 364085,17 - 229125 = 134960,17 \text{ (грн.)}$$

де ЧТВ - чиста теперішня вартість проекту, грн.;

ТВ - теперішня вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту, грн.

Теперішню вартість майбутніх грошових потоків від інвестиційного проекту обчислюють за формулою:

$$\text{ТВ} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{ГП}_t}{(1+r)^t} \quad (3.22)$$

$$\text{ТВ} = \frac{440543,05}{(1 + 0,1)^1} = 364085,17 \text{ (грн.)}$$

де ГП_t- грошовий потік, який очікується у t-му році від реалізації проекту, грн.;

$\frac{1}{(1+r)^t}$ - коефіцієнт коригування майбутніх сум грошових потоків (дисконтний множник);

r - норматив приведення різночасових витрат (ставка дисконту) у вигляді десяткового дробу (r = 0,1-0,2);

n - кількість років інвестування, t = 1,2, ... ,n (приймається з розрахунку виконання умови ТВ>ПІ).

Якщо чиста теперішня вартість перевищує нуль, проект має бути схвалений як прибутковий, якщо ж вона має від'ємну величину або дорівнює нулю, то проект слід відхилити, оскільки його реалізація призведе до збитків або не принесе підприємству додаткового доходу на вкладений капітал.

Іншою характеристикою інвестиційного проекту є індекс прибутковості інвестицій, який порівнює теперішню вартість майбутніх грошових потоків з початковими інвестиціями:

$$\text{ІП} = \frac{\text{ТВ}}{\text{ПІ}} \quad (3.23)$$

$$\text{ІП} = \frac{364085,17}{229125} = 1,59$$

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

Проект, який має індекс прибутковості більший за одиницю, схвалюється як прибутковий, а якщо цей індекс менший за одиницю - відхиляється.

Дисконтований термін окупності інвестицій(Ток_{диск}) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{\text{ІІ}}{\text{ГП}_{\text{диск}}} \quad (3.24)$$

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{229125}{364085,17} = 0,63\text{р}$$

де ГП_{диск} - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{\text{ТВ}}{t}, \quad (3.25)$$

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{364085,17}{1} = 364085,17 \quad (\text{грн.})$$

де t- кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

Таблиця 3.5 - Показники оцінки економічної ефективності використання елементів виробничо-ресурсного потенціалу

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1300
2	Собівартість виробу	грн./од.	1421,71
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1834,01
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	439511,8
6	Рентабельність виробу	%	26,24
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	134960,17
9	Індекс прибутковості	-	1,59
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,63

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Основні заходи по запобіганню травматизму та професійних захворювань.

Заходи щодо попередження травматизму та захворювання працівників на виробництві поділяються на: технічні; санітарно-виробничі; медико-профілактичні; організаційні.

До технічних заходів належать:

- модернізація технологічного, підйомно-транспортного обладнання;
- перепланування розміщення обладнання;
- впровадження автоматичного та дистанційного керування виробничим обладнанням.

Санітарно-виробничі заходи включають:

- придбання або виготовлення пристроїв, які захищають працівників від дії електромагнітних випромінювань, пилу, газів, шуму тощо;
- влаштування нових і реконструкцію діючих вентиляційних систем, систем опалення, кондиціонування;
- реконструкцію та переобладнання душових, гардеробних тощо.

До медико-профілактичних заходів відносяться:

- придбання молока, засобів миття та знешкодження шкідливих впливів;
- організація профілактичних медичних оглядів;
- організація лікувально-профілактичного харчування.

До організаційних заходів належать:

- проведення навчання та інструктаж з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки. Застосування комп'ютерних методів прикладного й інструментального забезпечення значно підвищує якість навчального процесу, використовуючи необхідну інформацію з ресурсів мережі Internet, правові системи «Ліга» та ін.;

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- робота з професійного відбору;
- здійснення контролю за дотриманням працівниками вимог інструкцій з охорони праці.

Статистика свідчить про те, що більшість усіх нещасних випадків соціально зумовлені або є наслідком психофізіологічних якостей і особистісних особливостей персоналу, який здійснює трудову діяльність, а причиною травматизму виступають небезпечні дії працівників. При цьому людський фактор у безпеці праці стає переважно визначальним.

Соціальні та особистісні фактори впливу на охорону праці охоплюють широке коло питань, форм і методів роботи. Врахування індивідуальних особистісних відмінностей має велике значення для формування трудових колективів (бригад, змін). Розуміння закономірностей взаємодії людей, ролі особистісних якостей і відмінностей дає можливість створювати трудові колективи з урахуванням здатності кожного працівника розв'язувати суперечності та їх загострення, уникати конфліктів, гармонізувати життя і спілкування на роботі, формувати сприятливий психологічний клімат, виробити в колективі єдину установку на додержання заходів безпеки.

Саме у формуванні у працівників правильних працезахоронних поглядів, переконань та психологічних установок, у руйнуванні помилкових стереотипів поведінки шляхом впливу на якості особистості закладено резерв зниження рівня травматизму.

Успішна профілактика виробничого травматизму та професійно! захворюваності можлива лише за умови ретельного вивчення причин їх виникнення. Для полегшення цього завдання прийнято поділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на наступні основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, психофізіологічні.

Організаційні причини: відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів щодо охорони праці;

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням.

Технічні причини: несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисних загороджень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

Санітарно-гігієнічні причини: підвищений (вище ГДК) вміст в повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни.

Психофізіологічні причини: помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; монотонність праці; хворобливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі.

Основні заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму і професійної захворюваності поділяються на технічні та організаційні.

До технічних заходів належать заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки.

Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих факторів. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря; теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

устаткування; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації; установлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування.

Заходи з техніки безпеки передбачають систему організаційних та технічних заходів та засобів, що запобігають дії на працюючих небезпечних виробничих факторів. До них належать: розроблення та впровадження безпечного устаткування; механізація та автоматизація технологічних процесів; використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокуючих засобів; правильне та зручне розташування органів керування устаткуванням; розроблення та впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та керування технологічними процесами, принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів.

До організаційних заходів належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації і пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів та випробувань транспортних та вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском.

4.2 Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату.

Створення оптимальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях є складною задачею, вирішити яку можна наступними заходами та засобами:

Удосконалення технологічних процесів та устаткування. Впровадження нових технологій та обладнання, які не пов'язані з необхідністю проведення

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робіт в умовах інтенсивного нагріву дасть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення.

Наприклад, заміна гарячого способу обробки металу — холодним, нагрів полум'ям — індуктивним, горнових печей — тунельними.

Раціональне розміщення технологічного устаткування. Основні джерела теплоти бажано розміщувати безпосередньо під аераційним ліхтарем, біля зовнішніх стін будівлі і в один ряд на такій відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не перехрещувались на робочих місцях. Для охолодження гарячих виробів необхідно передбачити окремі приміщення. Найкращим рішенням є розміщення тепловипромінюючого обладнання в ізольованих приміщеннях або на відкритих ділянках.

Автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами. Цей захід дозволяє в багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі фактори (наприклад автоматизоване завантаження печей в металургії, управління розливом сталі).

Раціональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря. Вони є найбільш розповсюдженими способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях. Так зване повітряне та водоповітряне душення широко використовується у боротьбі з перегріванням робітників в гарячих цехах.

Забезпечити нормальні теплові умови в холодний період року в надтогабаритних та полегшених промислових будівлях дуже важко і економічно недоцільно. Найбільш раціональним варіантом в цьому випадку є застосування променистого нагрівання постійних робочих місць та окремих ділянок. Захист від протягів досягається шляхом щільного закривання вікон, дверей та інших отворів, а також влаштуванням повітряних і повітряно-теплових завіс на дверях і воротах.

Раціоналізація режимів праці та відпочинку досягається скороченням тривалості робочої зміни, введенням додаткових перерв, створенням умов для

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективного відпочинку в приміщеннях з нормальними метеорологічними умовами. Якщо організувати окреме приміщення важко, то в гарячих цехах створюють зони відпочинку — охолоджувальні альтанки, де засобами вентиляції забезпечують нормальні температурні умови.

Для робітників, що працюють на відкритому повітрі зимою, обладнують приміщення для зігрівання, в яких температуру підтримують дещо вищою за комфортну.

Застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів В якості теплоізоляційних матеріалів широко використовуються: азбест, азбоцемент, мінеральна вата, склотканина, керамзит, пінопласт.

На виробництві застосовують також захисні екрани для відгородження джерел теплового випромінювання від робочих місць. За принципом захисту щодо дії тепла екрани бувають відбиваючі, поглинаючі, відвідні та комбіновані. Хороший захист від теплового випромінювання здійснюють водяні завіси, що широко використовуються в металургії.

Використання засобів індивідуального захисту. Важливе значення для профілактики перегрівання мають індивідуальні засоби захисту. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний покрій. Для роботи в екстремальних умовах застосовуються спеціальні костюми з підвищеною теплосвітловіддачею. Для захисту голови від випромінювання застосовують дюралеві, фіброві каски, повстяні капелюхи; для захисту очей — окуляри — темні або з прозорим шаром металу, маски з відкидним екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів — плащів та гумових чобіт.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Добовий таймер з ШІМ каналом». Проведено вибір елементної бази на основі сучасних і поширених радіоелементів.

При проектуванні друкованого вузла була використана система автоматичного проектування Altium Designer, за допомогою якої було здійснено встановлення елементів і трасування друкованих провідників на друкованій платі приладу. В результаті отримано двосторонню друковану плату мінімальних розмірів 125×100мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить не складна, конструкція корпусу виробу є також не складною.

Проведено розрахунок друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

В технологічній частині проекту була проведена кількісна і якісна оцінка технологічності. Розроблена конструкція даного пристрою являється технологічною і з деякими доробками може впроваджуватися у виробництво. Розроблена маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла і виробу.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Добовий таймер з ШІМ каналом [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.joyta/4334-avtomaticheskij-poliv-rastenij-v-teplice-i-sadovom-uchastke-svoimi-rukami/> (дата звернення 10.02.2026).
2. Конденсатор типу ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007> (дата звернення 15.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/> (дата звернення 15.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/> (дата звернення 15.02.2026).
5. Мікросхема L7805ABV "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html (дата звернення 15.02.2026).
6. Резистор 3329H-1 "Bourns" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://car-led.org/ua/p31490203-chervonij-semisegmentnij-led.html> (дата звернення 15.02.2026).
7. Кнопка тактова KLS7-TS6601-13.0-180 "KLS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/cls7-ts6601-13.0-180> (дата звернення 15.02.2026).
8. Мікросхема ATmega8-16PU "Microchip" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://hardelectronics./diod-1n4148.html> (дата звернення 15.02.2026).
9. Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://electronoff.ua/good/transistor-bc556b-pnp-65v-0-1a-korpus-to-92.php> (дата звернення 15.02.2026).

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Мікросхема "DS1307N" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2026).
11. Транзистор BC639A "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/b37979-g5102/kondensatory-keramicheskie-tht-50v/>(дата звернення 15.02.2026).
12. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:<https://www.tme.eu//details/mfp-25brd52-47k/rezistory-metallizirovannye-tht-0-4vt/yageo/>(дата звернення 15.02.2026).
13. Реле NRP-07-C-12D "NCR" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/kx-26-32-768-khz-kvarczevyj-rezonator_2404.html(дата звернення 15.02.2026).
14. Кварцевий резонатор HC-49S 32768 МГц "KDS"[електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/b41828a6225m007>(дата звернення 15.02.2026).
15. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016
16. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
17. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>
18. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020
19. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

20. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

21. Васишин О.З. Методичні вказівки для розробки маршрутно-операційної технології складання та монтажу вузлів РЕА для спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

22. Васишин О.З. Конспект лекцій "Поверхневий монтаж" для спеціальності 172 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

23. Програма для розробки схем "Altium Designer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

24. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022

25. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022

26. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2021

27. Програма для розробки корпусу "Компас 3D" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

28. Програма для розробки схем "Altium Designer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>

29. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2022

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

30. Василюшин О.З. Методичні вказівки до виконання комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020

31. Гуржій А. М. Основи автоматики та робототехніки: Навчальний посібник / А. М. Гуржій, А. Т. Нельга, В. М. Співак, О. С. Ітякін:–Дніпро: «Гарант СВ», 2021.- 243с.

32. Смелянов В.В. Конспект лекцій з дисципліни “Системи мобільного зв’язку”, частина 2 – “Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої” для студентів усіх форм навчання спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка. – Харків, Харківський національний університет радіоелектроніки, 2018. – 74 с.

33. Денисюк В.О., Цирульник С.М. Мікропроцесорні системи управління: навч. посіб. Вінн. нац. аграр. ун-т. Вінниця: ТВОРИ, 2021. 204 с.

34. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jaJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0ZlM3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

35. Магпо В. І., Рябчий В. Д., Гусєв О. Ю. Вимірювання сигналів у радіотехніці: навч. посіб. Міністерство освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро: НТУ «ДП», 2018. 191 с.

36. Пістун Є. П., Стасюк І. Д. Основи автоматики та автоматизації : навчальний посібник. Друге видання, змінене і доповнене. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. 332 с.

37. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі пристрої систем автоматизації: навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 220 с.

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

38. Дипломне проектування

URL:

<https://eguru1.tk.te.ua/course/view.php?id=390>

					26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

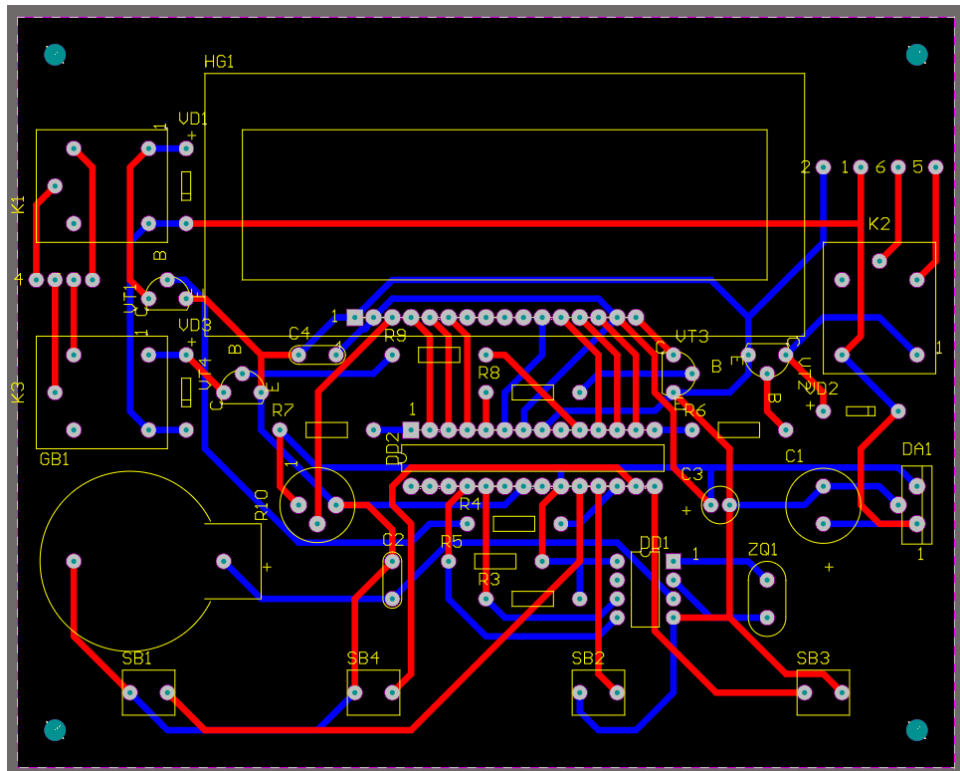


Рисунок А.1 – Друкована плата

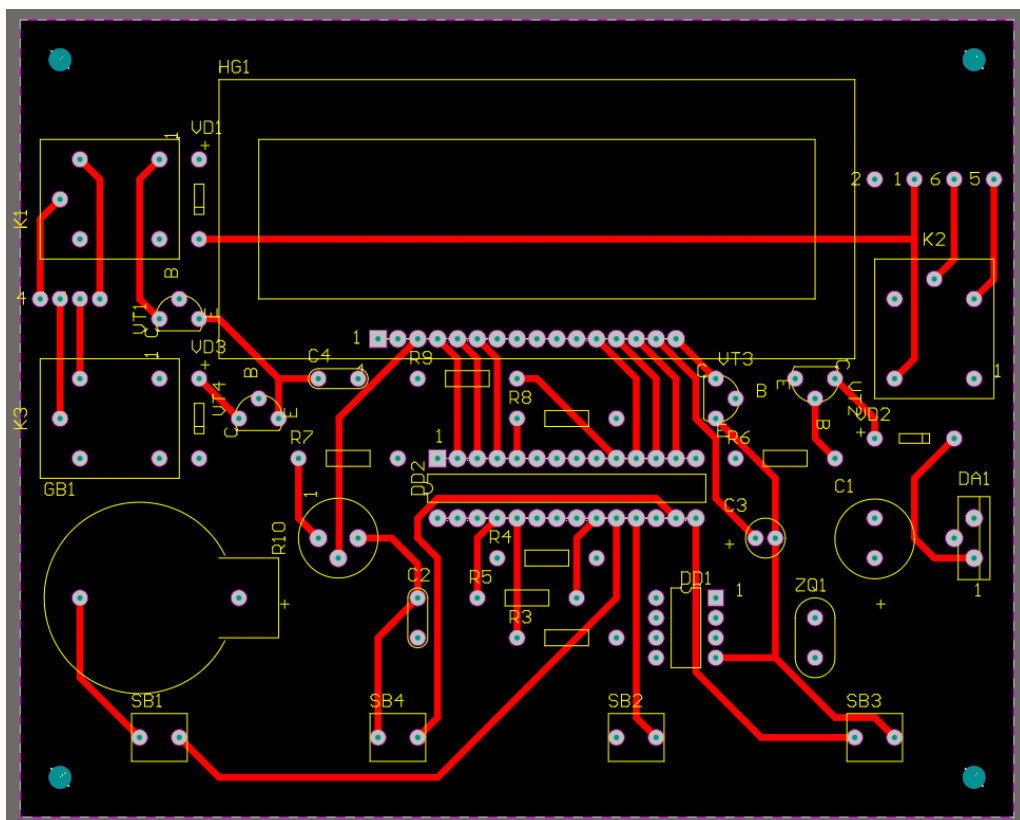


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Тор

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ

Арк.

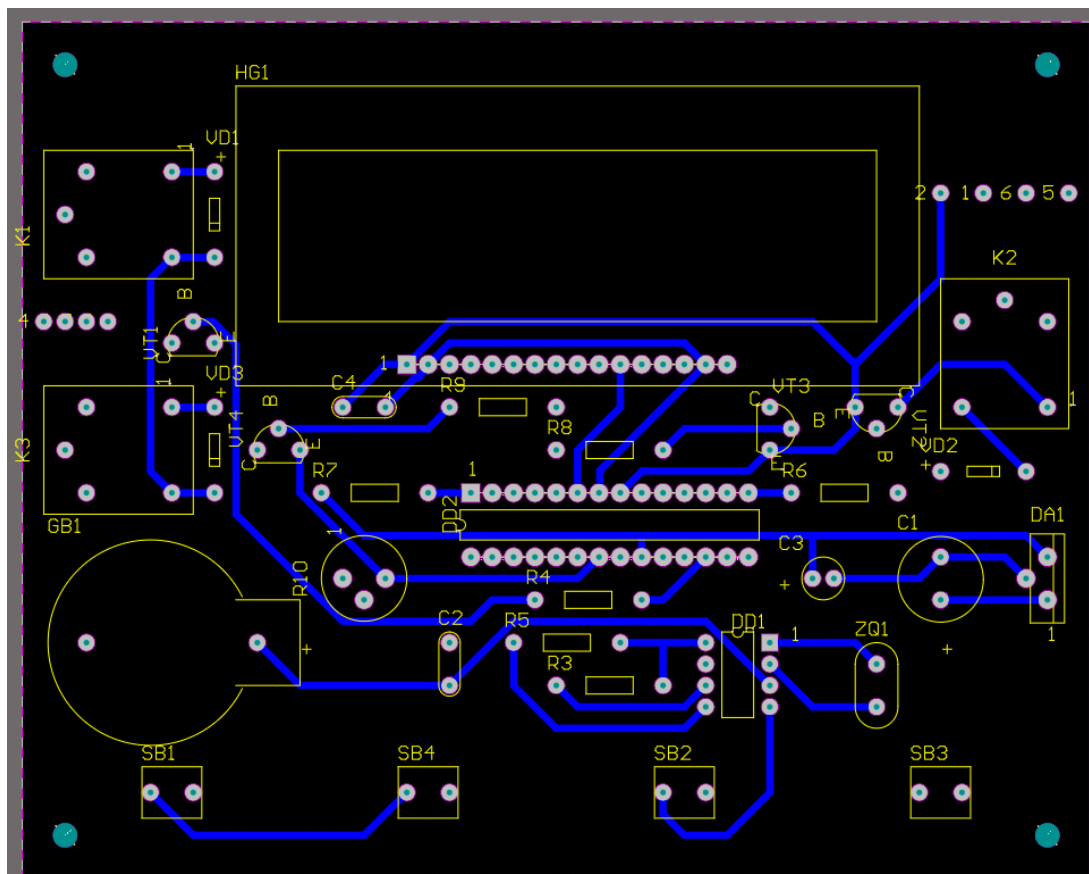


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

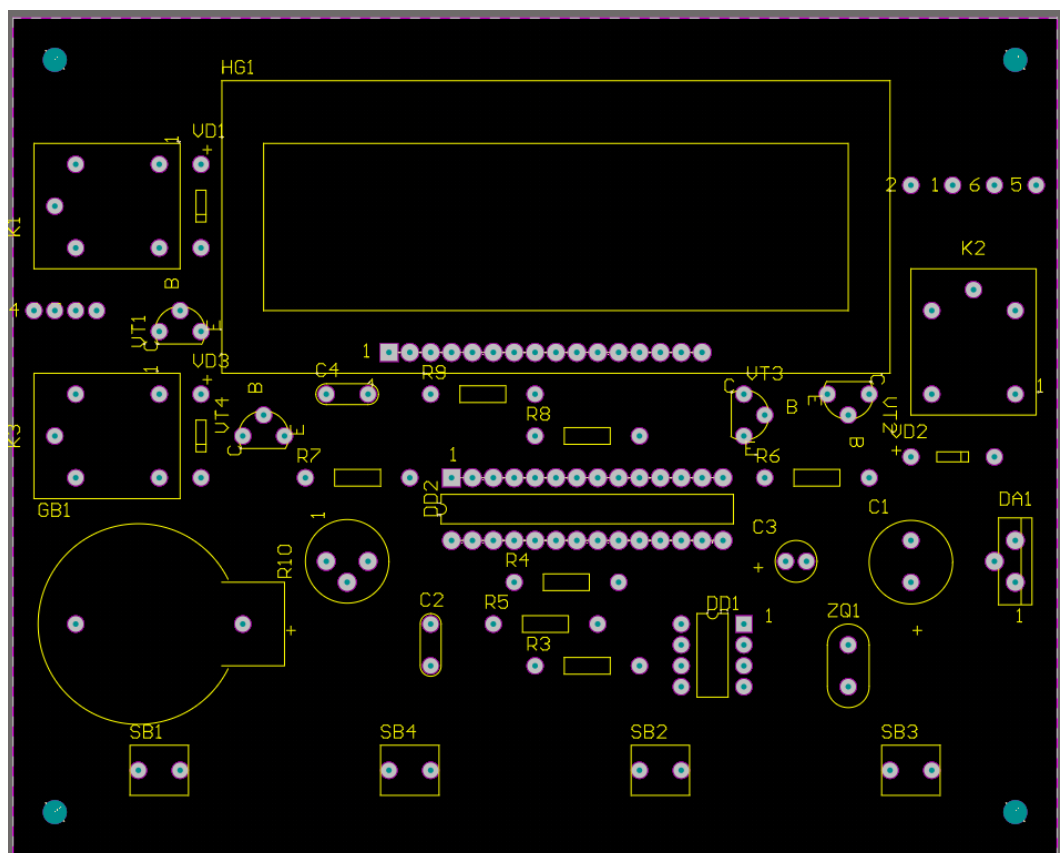
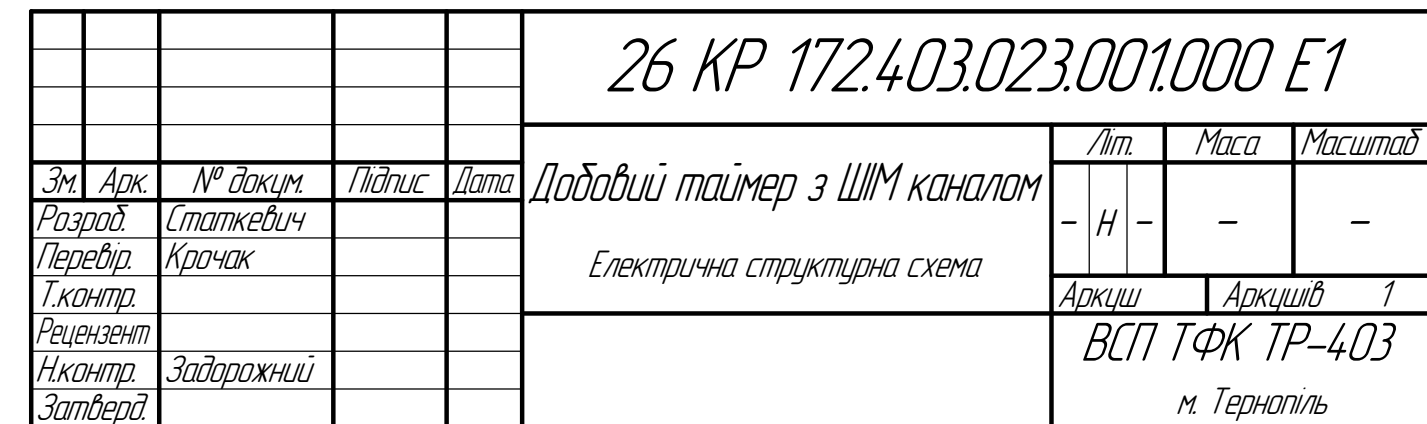


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.023.000.000 ПЗ

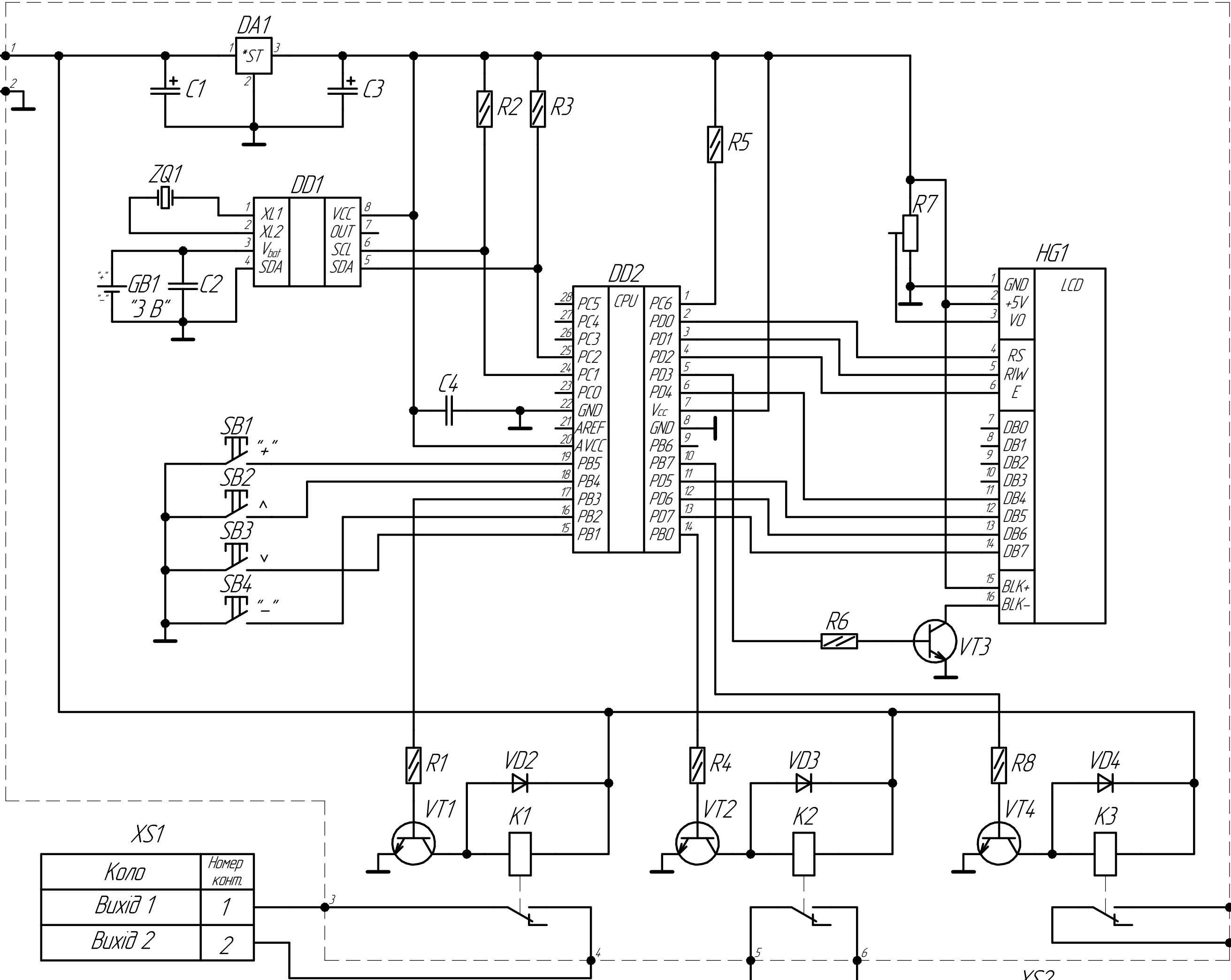
Арк.



Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка	
			Конденсатори			
		C1	ECAP-16 B-470 мкФ ±20% "Jamicon"	1		
		C2	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1		
		C3	ECAP-16 B-100 мкФ ±20% "Jamicon"	1		
		C4	NPO-100 нФ ±5% "Murata"	1		
			Мікросхеми			
		DA1	L7805ABV "ST Microelectronics"	1		
		DD1	DS1307N "DS1307N"	1		
		DD2	ATmega8-16PU "Microchip"	1		
		GB1	Батерея CR1025 3 В "Camelion"	1		
		HG1	Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda"	1		
		K1...K3	Реле NRP-07-C-12D "NCR"	3		
			Резистори			
		R1	MFP-0,125-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1		
		R2, R3	MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	2		
		R4	MFP-0,125-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1		
		R5	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1		
		R6	MFP-0,125-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1		
		R7	3329H-1-5 кОм "Bourns"	1		
		R8	MFP-0,125-6,8 кОм ±10% "Yageo"	1		
			26 КР 172.403.023.001.000 ПЕЗ			
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	
		Разроб.	Статкевич			
		Перевір.	Крочак			
		Нконтр.	Задорожний			
		Затверд.				
		Додовий таймер з ШІМ каналом			Літ.	
		Перелік елементів			Аркуш	
					Аркушів	
					1	
					2	
					ВСП ТФК ТР-403	
					м. Тернопіль	

26 КР 172.403.023.001.000 ЕЗ

XS1	
Коло	Номер конт.
+12 В	1
Корпус	2

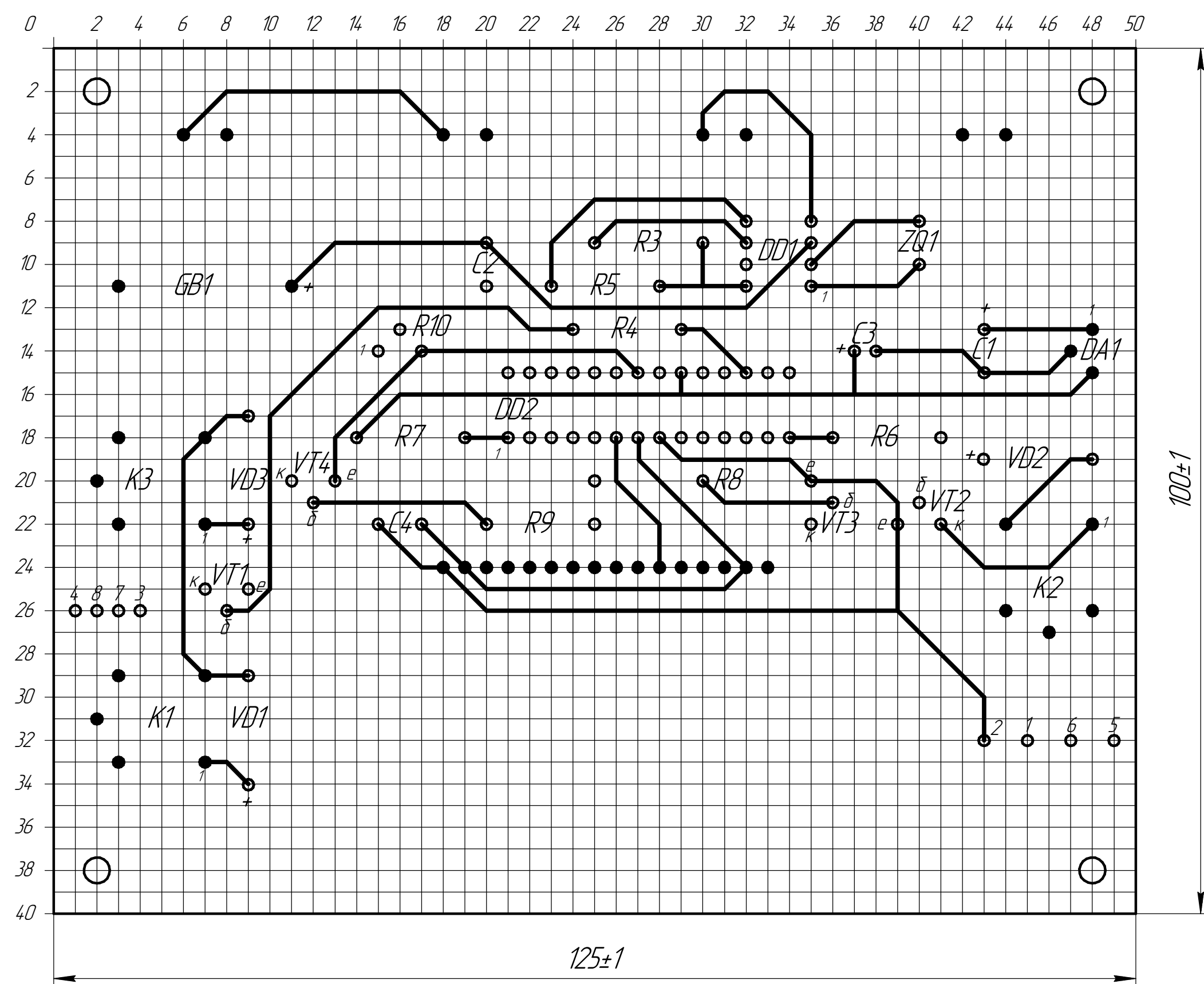


XS1	
Коло	Номер конт.
Вихід 1	1
Вихід 2	2

XS3	
Номер конт.	Коло
1	Вихід 1
2	Вихід 2

XS2	
Номер конт.	Коло
1	Вихід 1
2	Вихід 2

					26 КР 172.403.023.001.000 ЕЗ									
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Додатковий таймер з ШІМ каналом	Лит.		Маса		Масштаб				
Розроб.	Статкевич					Н			-		-			
Перевір.	Крочак					Аркш		Аркшів 1						
Т.контр.						ВСП ТФК ТР-403								
Н.контр.	Задорожний					м. Тернопіль								
Затверд.														

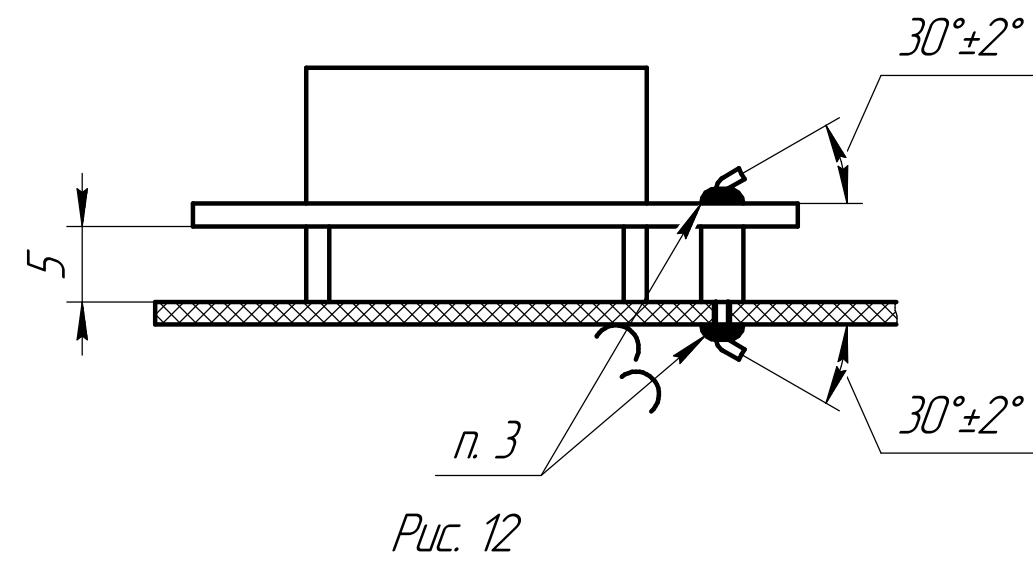
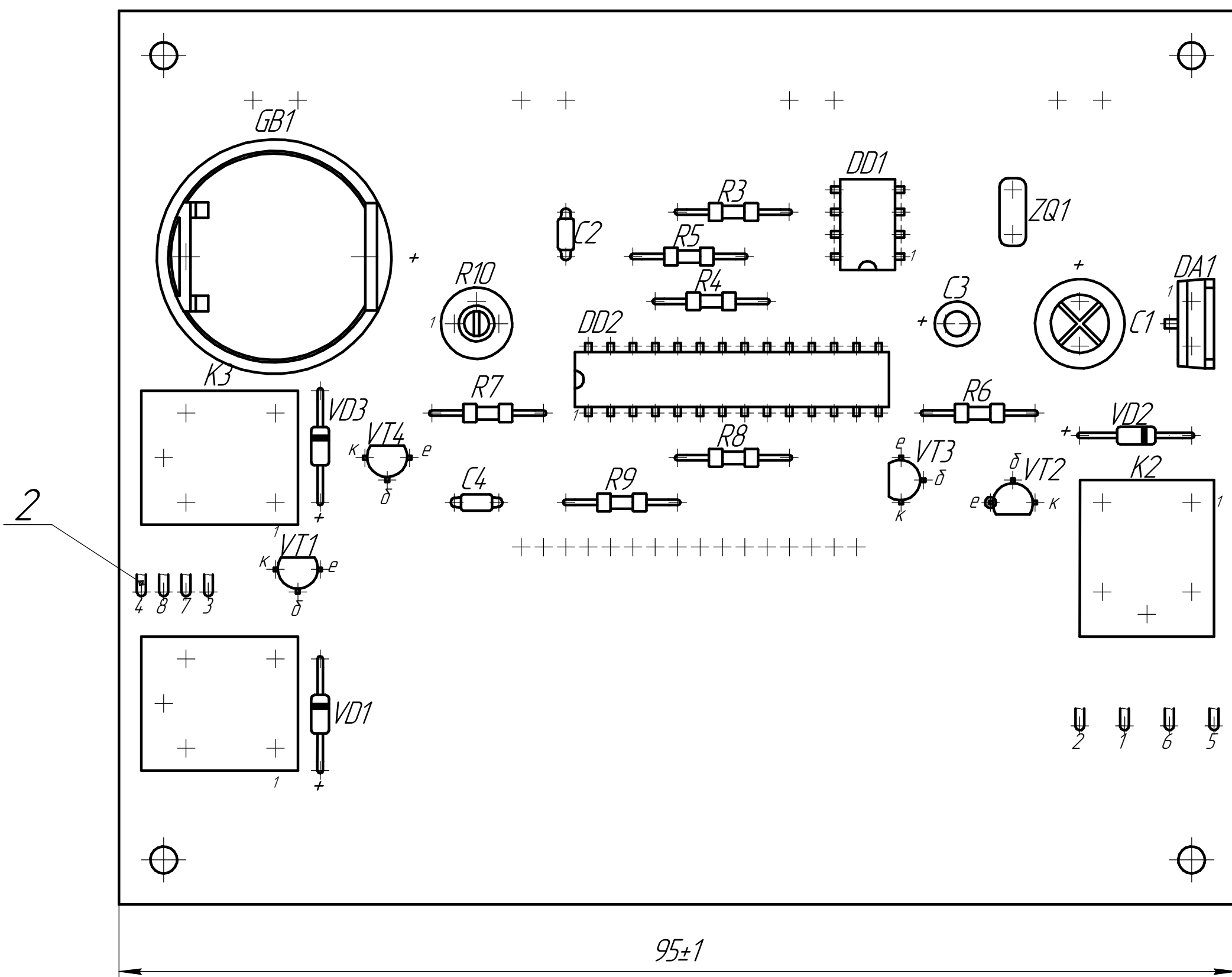
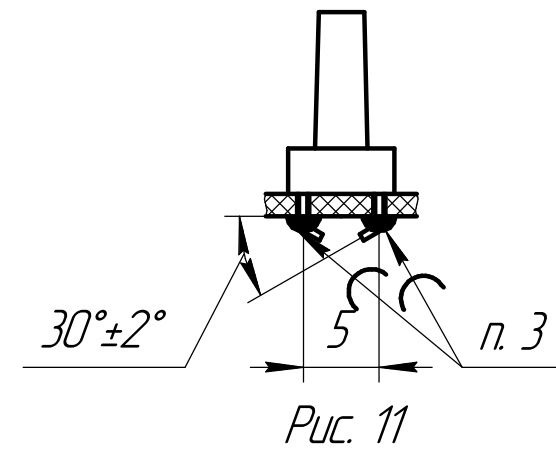
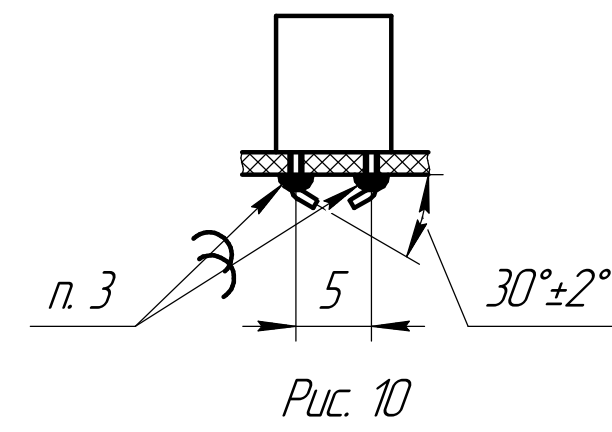
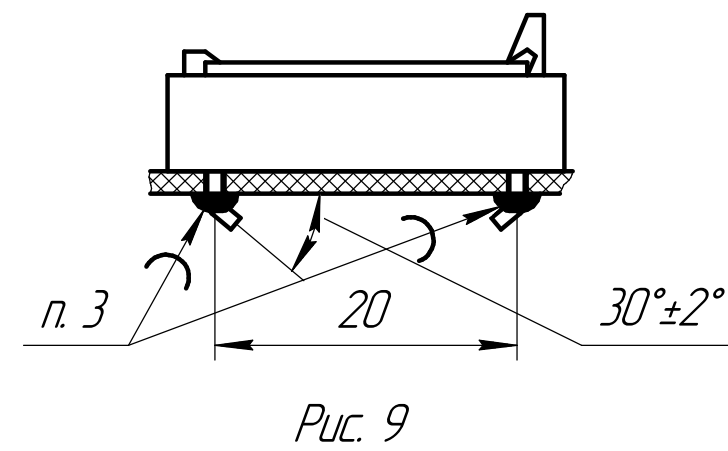
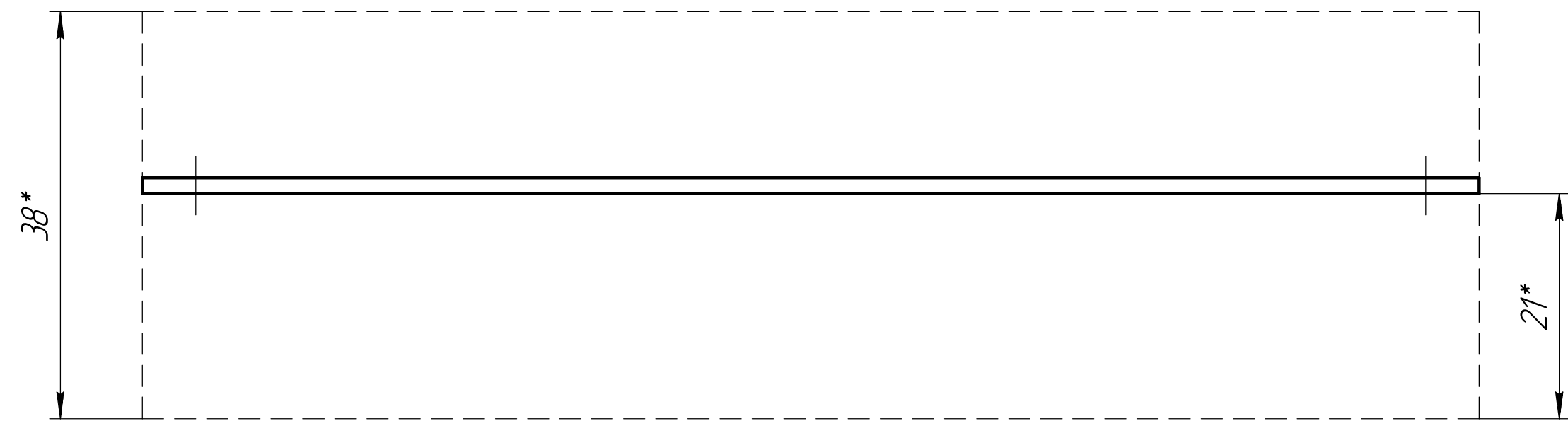
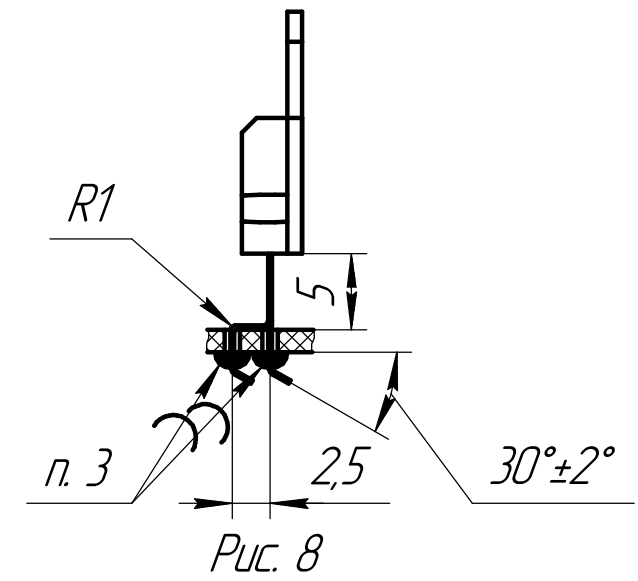
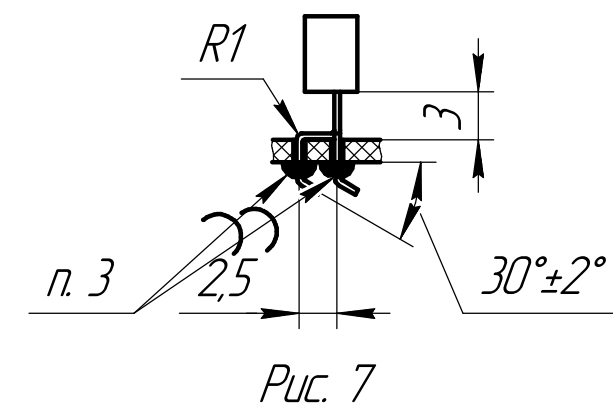
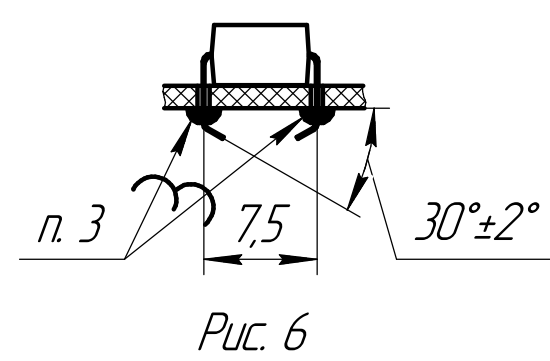
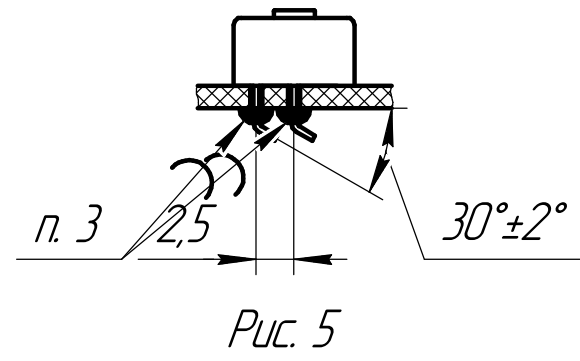
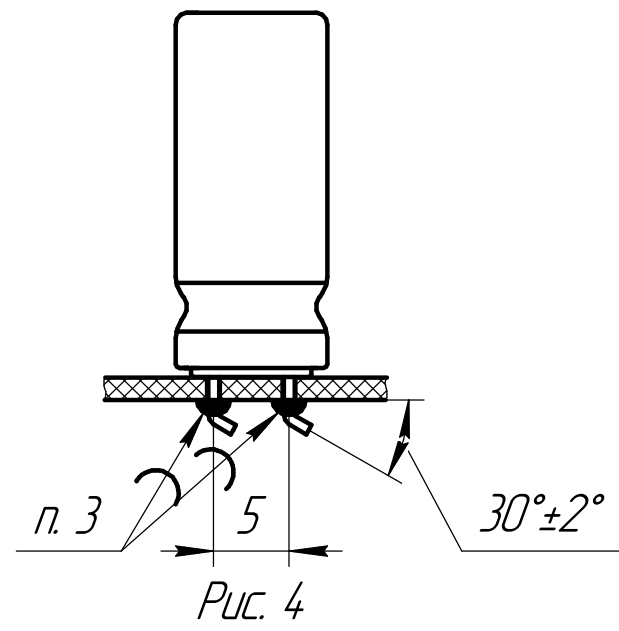
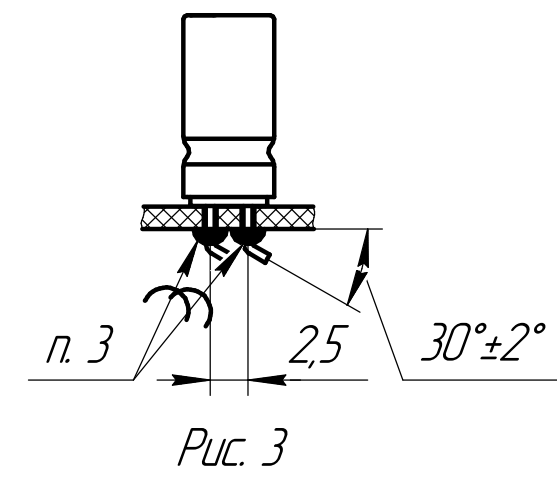
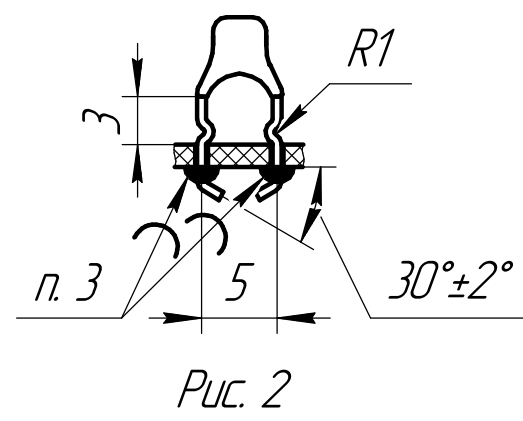
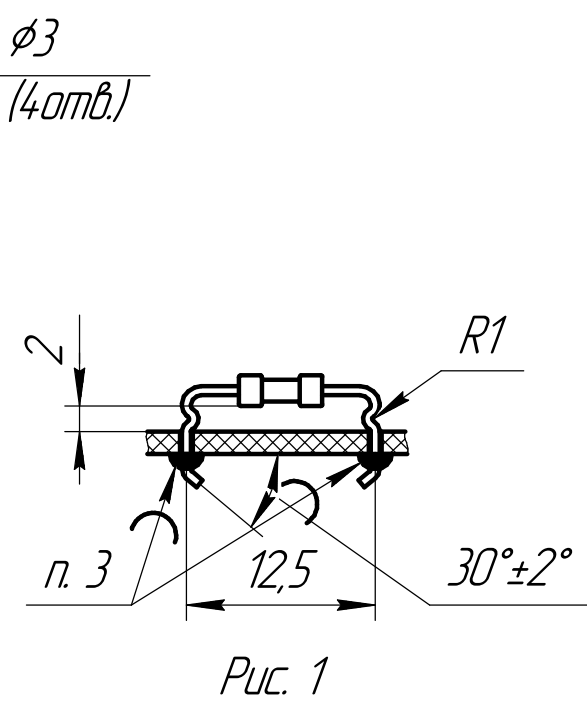
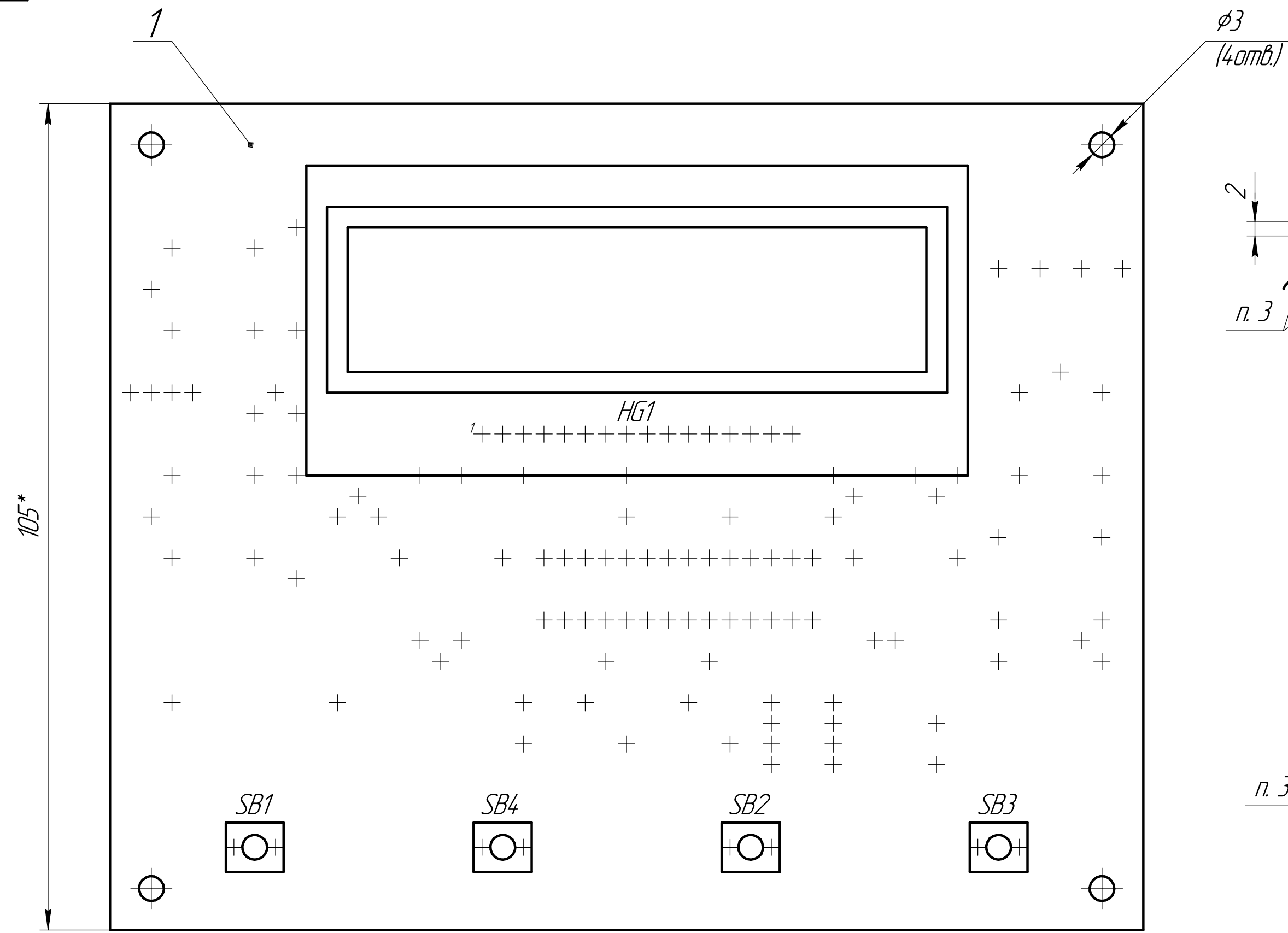


Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних плащадок	Кількість отворів	Примітка
	0,8	Є	2,0	90	
	1,0	Є	2,2	45	

1. Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
2. *Розмір для довідок.
3. Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
4. Крок координатної сітки 2,5 мм.
5. Плату виготовити виготовленим методом.
6. Параметри отворів дивись в таблиці.
7. Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
8. Мінімальна відстань між провідниками не менше 1 мм.
9. Контактні площадки покрити складом "Розе" ТУ 6-09-4.065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
10. Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
11. Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

				26 КР 172.403.023.001.001							
Эм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Плата друкована				Лист	Маса	Масштаб ⁵	
Розроб.	Статкевич							Н		0,03	2:1
Перевір.	Крочак							Аркши		Аркши 7	
Т.контр.				СФ2-35-15КП ГОСТ 10316-78				ВСП ПФК ТР-403			
Н.контр.	Задорожний							м. Тернопіль			
Затверд.				Копіював				Формат А1			

26 КР 172.403.023.001.000 СК



- *Разміри для довідок.
- Установку і формування елементів провадити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1, R6, R8, VD1, VD3-на рис. 1; C2, C4-на рис. 2; C3-на рис. 3; C1-на рис. 4; R7-на рис. 5; DD1, DD2-на рис. 6; VT1, VT3-на рис. 7; DA1-на рис. 8; GB1-на рис. 9; ZQ1-на рис. 10; SB1, SB4-на рис. 11; HG1-на рис. 12.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна БМ, біла, ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО, О10, О07. Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друковані провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

26 КР 172.403.023.001.000 СК					Лит		
Вузол друкований					Н	0,06	21
Складальне креслення					Аркши	Аркши	1
					ВСП ТФК ТР-403		
					м. Тернопіль		
					Формат А1		

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.403.023.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.403.023.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.403.023.001.000 СК	Вузол друкований	1			
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № додл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.023.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.403.023.001.002	Перемичка	8		
								Інші вироби		
								Конденсатори		
					3		NPO-100 нФ ±5% "Murata"	1	С4	
					4		NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	1	С2	
					5		ECAP-16 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С1	
Інв. № ориг.	Затверд.		6		ECAP-16 В-470 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С3			
					Мікросхеми					
			8		АТmega8-16PU "Microchip"	1	DD2			
			9		DS1307N "DS1307N"	1	DD1			
			10		L7805ABV "ST Microelectronics"	1	DA1			
			11		Батерея CR1025 3 В "Camelion"	1	GB1			
			12		Дисплей SDCB2004BWE-R07 "Sinda"	1	HG1			
			14		Реле NRP-07-C-12D "NCR"	3	K1...K3			
26 КР 172.403.023.001.000										
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розрод.	Статкевич				Вузол друкований					
Перевір.	Крочак									
Н.контр.	Задорожний									
Затверд.					Літ. Аркуш Аркушів					
					н 1 2					
					ВСП ТФК ТР-403					
					м. Тернопіль					

Інв. № дриг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дриг.	Підпис і дата

$$\frac{A_{PK}}{2}$$

[illegible]

[illegible]

Дубл																
Замість																
Підпис																
														Аркуш 3		
											26 КР 172.403.023.03.000			26 КР 172.403.023.03.00		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документа							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр		
01																
02																
03	403		023	035	403023035 Залудження										0,21	
04		Тігель РД424231														
05		Лудити виводи ЕРЕ згідно ТТП532685 (103шт)														
06		Пінцет		РТ 235641												
07		Припой ПОС-61			ГОСТ 21931-76							180	100	0,31		
08		Флюс АГІ-120			ГОСТ 32142-86							120	100	0,52		
09		Спиртобензинова суміш			ГОСТ 443-76							120	100	0,52		
10																
11	403		023	040	403023040 Установка ЕРЕ										0,02	
12		Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком			координатної сітки 2,5мм											
13		1.Установити конденсатори поз.3(С4) поз.4(С2) згідно рис.2 поз.5(С1) згідно рис.3 поз.6(С3)згідно рис.4 згідно карти ескізів по ТТП304325														
14		2. Установити мікросхеми поз. 10(DA1), згідно рис.8 поз.8(DD2),поз.9(DD1) згідно рис.6 .згідно карти ескізів по ТТП237658														
15		3. Установити резистори поз.16(R2,R3) поз.17(R1,R4,R6,R8) поз.18(R5) діод поз.22(VD1-VD3) згідно рис.1 поз.19(R7) згідно рис. 5 згідно карти ескізів														
16		4. Установити реле поз. 14(К1-К3) згідно варіанту а, транзистори поз.24(VT1- VT4) згідно рис.7 .згідно карти ескізів по ТТП237658														
17		5. Установити кварц поз. 26(ZQ1) згідно рис.10, батарею поз.11 (GB1) згідно рис.9 .згідно карти ескізів по ТТП237658														
18		Кусачки РТ 145532														

Дубл															
Замість															
Підпис															
															Аркуш 4
											26 КР 172.403.023.03.000			26 КР 172.403.023.03.00	
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу						
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код					СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01		Пінцет РТ 265641													
К 02	1	Плата друкована			26 КР 172.403.023.001.001							796	100	100	
03	3	Конденсатори			NPO-100 нФ ±5%				"Murata"			796	100	100	
04	4	Конденсатори			NPO-0,1 мкФ ±5%				"Murata"			796	100	100	
05	5	Конденсатори			ECAP-16 В-100 мкФ ±20%				"Jamicon"			796	100	100	
06	6	Конденсатори			ECAP-16 В-470 мкФ ±20%				"Jamicon"			796	100	100	
07	8	Мікросхема			ATmega8-16PU				"Microchip"			796	100	100	
08	9	Мікросхема			DS1307N				"DS1307N"			796	100	100	
09	10	Мікросхема			L7805ABV				"ST Microelectronics"			796	100	100	
10	11	Батерея			CR1025 3 В				"Camelion"			796	100	100	
11	14	Реле			NRP-07-C-12D				"NCR"			796	100	300	
12	16	Резистори			MFP-0,125-4,7кОм ± 10%				"Yageo"			796	100	200	
13	17	Резистори			MFP-0,125-6,8кОм ± 10%				"Yageo"			796	100	400	
14	18	Резистори			MFP-0,125-10кОм ± 10%				"Yageo"			796	100	100	
15	19	Резистори			3329H-1-5 кОм				"Bourns"			796	100	100	
16	22	Діод			1N4148				"Diotec"			796	100	300	
17	24	Транзистор			BC639A				"LGE"			796	100	400	
18	26	Кварцевий резонатор HC-49S 32768 МГц			"KDS"							796	100	100	

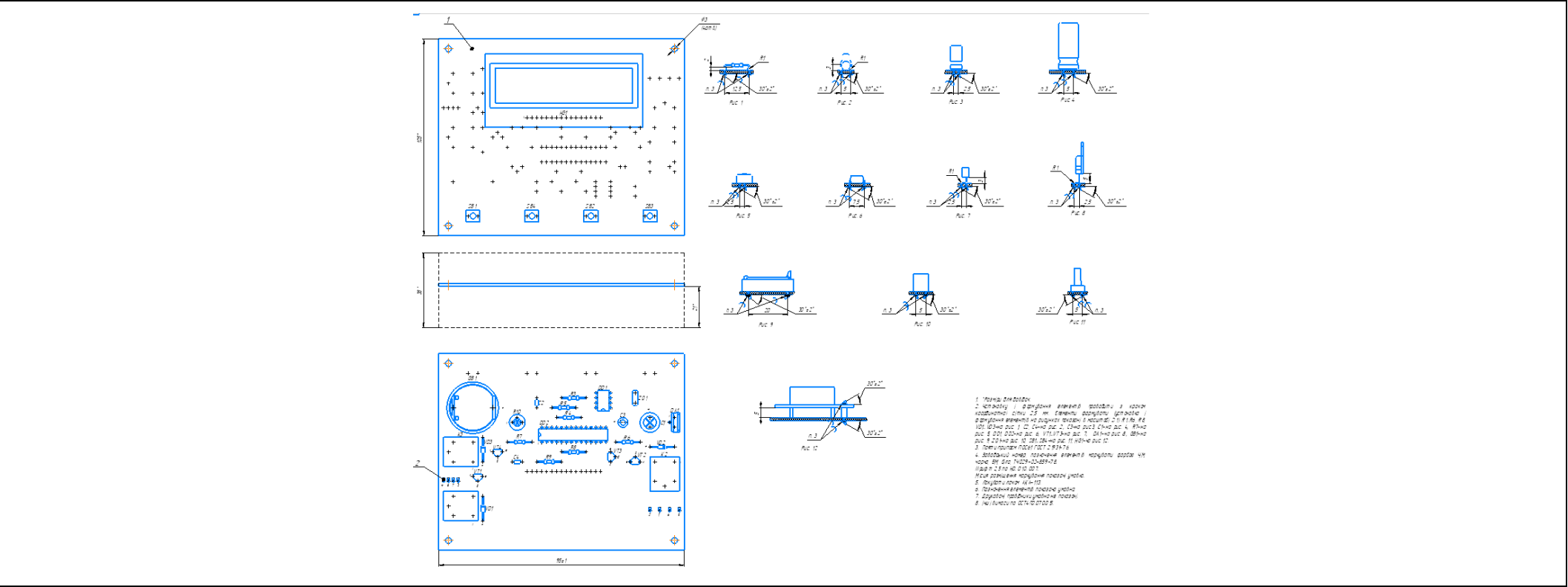
[illegible]

[illegible]

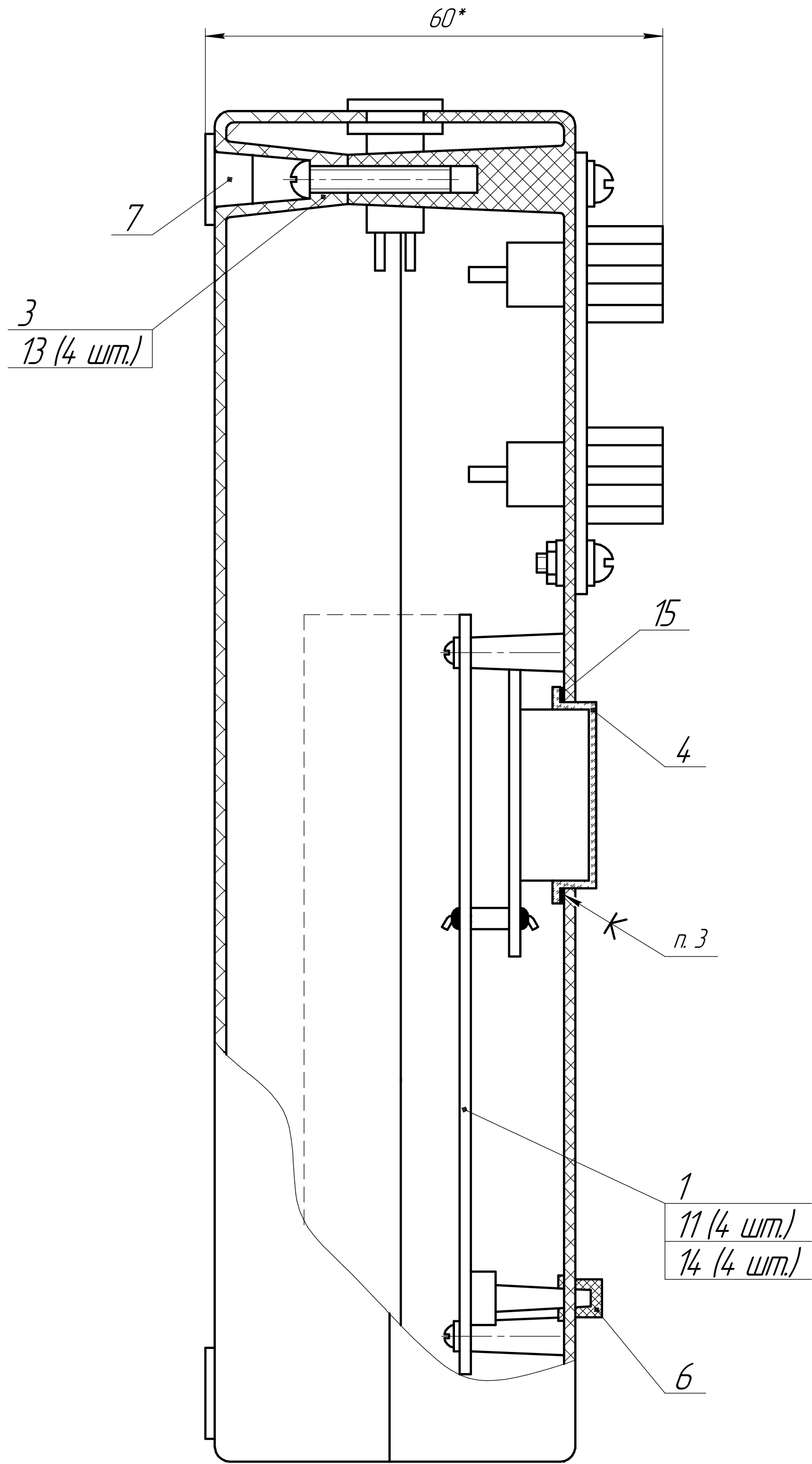
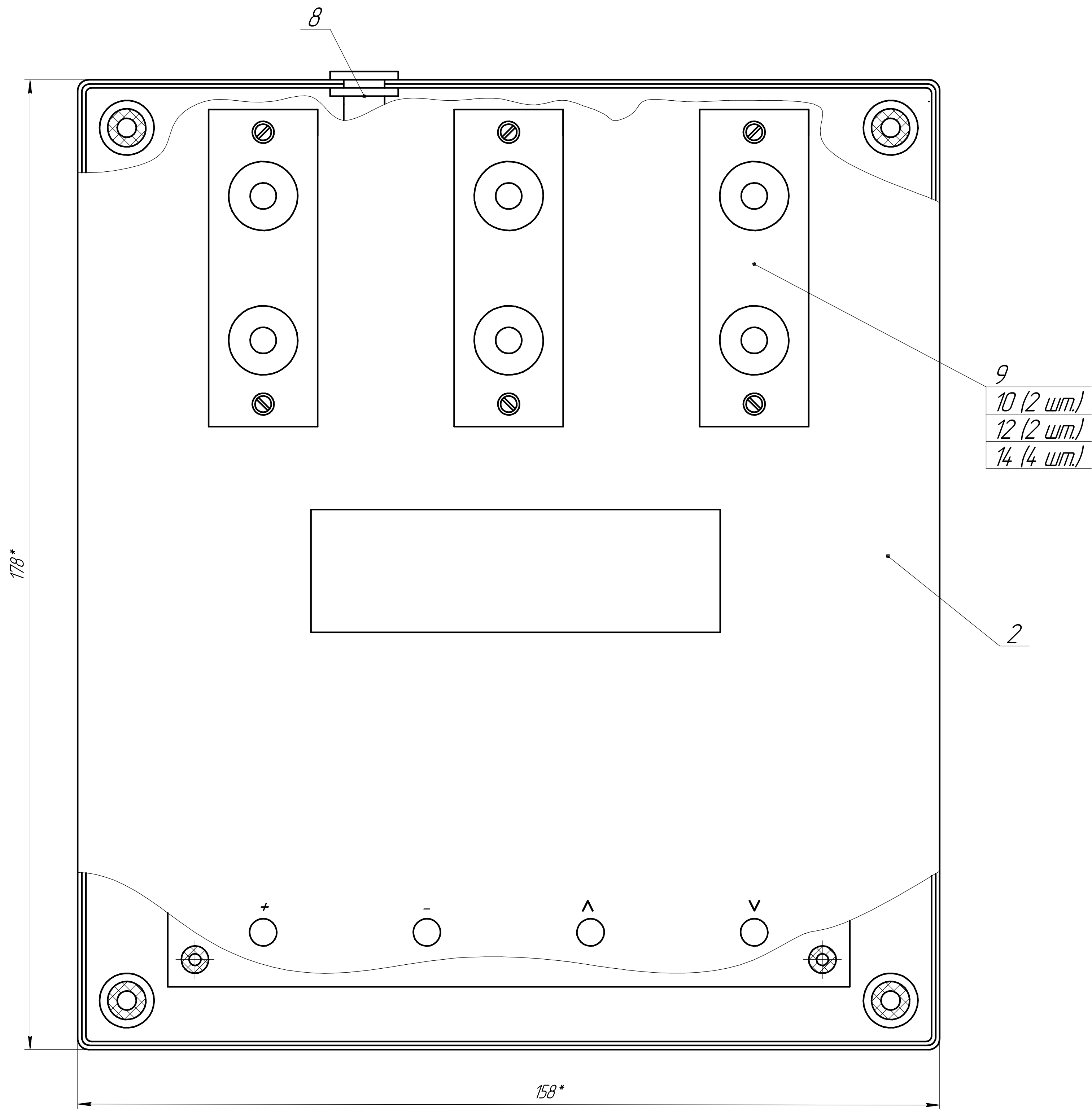
Дубл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 7	Аркуш 7		
Розробив	Статкевич			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.023.03.000		26 КР 172.403.023.03.00		
Перевірів	Крочак								
Нормував				Вузол друкований					
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

A	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції	Позначення документа										
Б	Код, назва обладнання					СМ.	Прф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР



26 КР 172.403.023.004.000 СК



1. * Размеры для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.403.023.001000 ЕЗ припоем припоем ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Клеїти клеєм MAPEI ADESILEX G19.
4. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО070.015.

					26 КР 172.403.023.004.000 СК				
Зм. Арк. Розроб. Перевір. Т.контр.	№ докум. Статкевич Крочак	Підпис	Дата	Додатковий таймер з ШІМ каналом		Лит	Маса	Масштаб	
				Складальне креслення		Н	0,3	2:1	
						Архшв		Архшв	1
						ВСП ТФК ТР-403			
Н.контр. Затверд.	Задорожний		м. Тернопіль						

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.403.023.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.403.023.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.432.023.004.000 СК	Складальне креслення	1			
						Складальні одиниці				
Підпис і дата	Інв. № дубл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.023.001.000 СК	Вузол друкований	1		
							Деталі			
				БК	2	26 КР 172.403.023.004.001	Верхня кришка	1		
				БК	3	26 КР 172.403.023.004.002	Нижня кришка	1		
				БК	4	26 КР 172.403.023.004.003	Скло для індикатора	1		
				БК	6	26 КР 172.403.023.004.004	Накладка для кнопки	4		
				БК	7	26 КР 172.403.023.004.005	Ніжка	4		
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дубл.	Підпис і дата						
26 КР 172.403.023.004.000										
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розрод.	Статкевич									
Перевір.	Крочак									
Н.контр.	Задорожний									
Затверд.										
Додовий таймер з ШІМ каналом					Літ.	Аркцш	Аркцшів			
					Н	1	2			
					ВСП ТФК ТР-403					
					м. Тернопіль					

[illegible]

Дубл.																						
Замість																						
Підпис																						
														Аркушів 4		Аркуш 1						
Розробив		Статкевич							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.403.023.001 СК					26 КР 172.403.023.001					
Перевірів		Крочак							Додовий таймер з ШІМ каналом										Н			
Нормував																						
Затвердив																						
Н. контр.		Задорожний																				
А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції					Позначення документу												
Б					Код, назва обладнання					СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ		
К-М					Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР			
01					Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																	
A 02	403		023	005	403.023.01 Комплектування															0,005		
0 03					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (50шт)																	
04																						
A 05	403		023	010	403.023.02 Слюсарно-складальна															0,005		
Б 06					Пневмоверт РТ 532964																	
0 07					Складання проводити по ТТП 231587(14шт)																	
08					1. Кріпити друкований вузол поз.1 до верхньої кришки поз. 2 гвинтами поз.11 (4шт) через шайбу поз.14(4шт)згідно карти ескізів по ТТП																	
09					2. Кріпити скло під індикатор поз.4(1шт) накладку під кнопки поз.6(4шт) на верхню кришку поз. 2 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																	
10					3. Кріпити роз'єм поз.8(XS1) між кришкою верхнею поз.2 та кришкою нижньою поз.3 згідно карти ескізів по ТТП 12838374																	
11					4. Кріпити роз'єм поз.9(XS2..XS4) гайкою поз.10 (6шт) гвинтом поз.13(6шт) через шайби поз.14(12шт) згідно карти ескізів по ТТП 12838374																	
К 12	1				Вузол друкований					26 КР 172.403.023.001.000 СК								796	100	100		
13	2				Кришка верхня					26 КР 172.403.023.004.001								796	100	100		
14	3				Кришка нижня					26 КР 172.403.023.004.002								796	100	100		

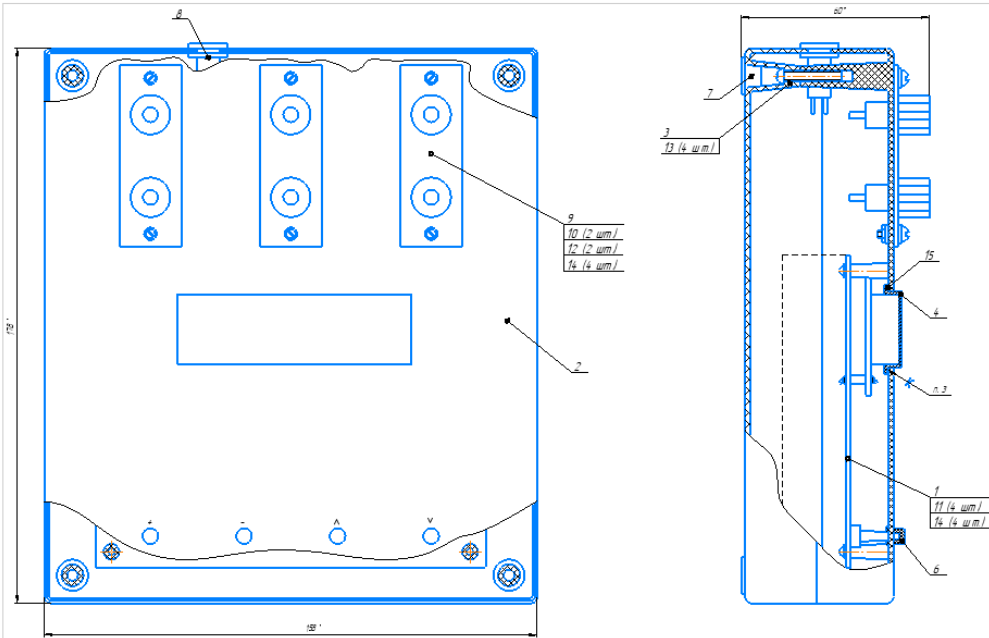
[illegible]

[illegible]

Дубл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 4	Аркуш 4	
Розробив	Статкевич			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.023.001 СК		26 КР 172.403.023.001	
Перевішив	Крочак			Додовий таймер з ШІМ каналом			Н	
Нормував								
Затвердив								
Н. контр.	Задорожний							

А	Цех	Діл	РМ	Опер	Код, назва операції	Позначення документу										
Б	Код, назва обладнання					СМ.	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
К-М	Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу					Позначення, код						СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР



1 - Рівень ШІМ каналу
 2 - Електронний компонент згідно з 26 КР 172.403.023.001 СК
 3 - Контр. класифікація ГОСТ 2.31-76
 4 - Інші технічні дані згідно з 26 КР 172.403.023.001 СК

Техніко – економічні показники добовий таймер з ШІМ каналом

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+12В	1	Річний обсяг виробництва	1300шт.
2	Струм споживання	100мА	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125 грн
3	Габаритні розміри	158*178 *60 мм	3	Чистий прибуток	439511,8 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1421,71 грн
5	Допустима вологість повітря	88%	5	Ціна одиниці виробу	1834,01 грн.
6	Інтервал установленн часу	від 00:00 до 23:59	6	Рентабельність виробу	26,24 %
7	Температура роботи	-1...+40°C	7	Термін окупності	0,63р
8			8	Індекс продуктивності	1,59