

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: <u>Розробка конструкції блоку живлення системи домашньої автоматики</u>

Виконав: студент (ка) IV курсу, групи ТР-402

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітня програма: «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Клос Денис Олегович
(прізвище та ініціали)

Керівник Івашук А.Д.
(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-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст
Галузь знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
Спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
Спеціалізація «Конструювання, виробництво та технічне обслуговування
радіотехнічних пристроїв».**

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

_____ Клос Денис Олегович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ Розробка конструкції блоку живлення системи домашньої автоматики _____

керівник кваліфікаційної роботи _____ Іващук Андрій Дмитрович _____
(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 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 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 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 Визначення собівартості спроектованого виробу.
 - 3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1 Система управління охорони праці.
 - 4.2 Мікроклімат виробничих приміщень та його параметри
- Висновки
- Перелік посилань
- Додатки

Додаткові вказівки:

Виконання проекту (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

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	20.04	
2	Збір і узагальнення інформації по проекту	13.05	
3	Написання першого розділу	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту	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	19.05	
9	Оформлення проекту	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист проекту	16.06	
12	Захист проекту		

7. Дата видачі завдання 20 квітня 2026 р.

Студент

_____ Клос Д.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ Івашук А.Д.
(підпис)

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 172.402.016.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Клас			Розробка конструкції блока живлення системи домашньої автоматики Послужальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Івашук					
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-402 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 Система управління охороною праці.....

4.2 Мікроклімат виробничих приміщень та його параметри.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Клос Д.О. Розробка конструкції блока живлення системи домашньої автоматики: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-професійний ступінь фаховий молодший бакалавр, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 125*85 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати не розтшовані елементи. Транзистори VT2-VT4 та діод VD3 на радіаторі. Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

Корпус виготовлений з металу який має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 158×132×56мм. Корпус даного пристрою виготовлений із металу. Верхня та нижня кришки мають П-подібну форму. До верхньої кришки кріпляться роз'єми за допомогою гайок та шайб. До нижньої кришки кріпиться друкована плата за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. Також на корпус кріпляться ніжки за допомогою шайб та гайок.

Ключові слова: напруга, потужність, автоматика, мікросхема, регулювання.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Klos D.O. Development of the design of the power supply unit for the home automation system: 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 board dimensions are minimal 125*85 mm. All the main elements are located on one side of the board, on the other side of the board there are no scattered elements. Transistors VT2-VT4 and diode VD3 on the radiator. The selected element base allows you to implement the functions built into the device, is inexpensive and affordable.

The case is made of metal which has good characteristics, beautiful appearance, and good design, dimensions 158×132×56mm. The case of this device is made of metal. The upper and lower covers have a U-shaped shape. Connectors are attached to the top cover using nuts and washers. The printed circuit board is attached to the bottom cover using four screws and washers. The legs are also attached to the case using washers and nuts.

Keywords: voltage, power, automation, microcircuit, regulation.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований виріб — блок живлення системи домашньої автоматики — призначений для забезпечення стабільного та гарантованого електроживлення пристроїв керування, контролю та безпеки в житлових приміщеннях.

Основним призначенням блоку є:

- перетворення та стабілізація вхідної напруги;
- формування стабільної напруги постійного струму (12 В) для живлення периферійного обладнання;
- забезпечення безперебійної роботи системи у разі зникнення або просідання мережевої напруги;
- захист обладнання від перенапруги, короткого замикання та глибокого розряду акумуляторів.

Блок живлення забезпечує автоматичне перемикання між мережею змінного струму та резервним живленням від акумуляторної батареї, що дозволяє підтримувати працездатність системи без втручання користувача. Конструкція виробу передбачає стабілізацію вихідної напруги незалежно від коливань вхідної напруги та ступеня заряду акумуляторів.

Областю застосування виробу є:

- системи охоронної та пожежної сигналізації;
- системи відеоспостереження (відеореєстратори, IP-камери);
- мережеве обладнання (роутери, комутатори);
- контролери розумного будинку;
- датчики руху, відкриття, температури та інші пристрої автоматизації;
- допоміжна низьковольтна автоматика в житлових і малих комерційних об'єктах.

Виріб може застосовуватися у приватних будинках, квартирах, офісах невеликої площі, технічних приміщеннях та інших об'єктах, де необхідна надійна робота систем автоматики в умовах нестабільного електропостачання.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдяки використанню резервного живлення та стабілізації вихідної напруги, розроблений блок живлення підвищує надійність функціонування системи домашньої автоматики, зменшує кількість окремих блоків живлення та знижує ризик аварійних ситуацій [1].

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення+12-14В;
2. Вихідна напруга стабілізована.....+12В;
3. Температура нормальної роботи.....-10.....+40°C;
4. Відносна вологість87%;
5. Основними вузлами пристрою є: підвищувальний перетворювач напруги до 13,8 В; імпульсний стабілізатор із вихідною напругою 12 В;
6. Струм споживання1А.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

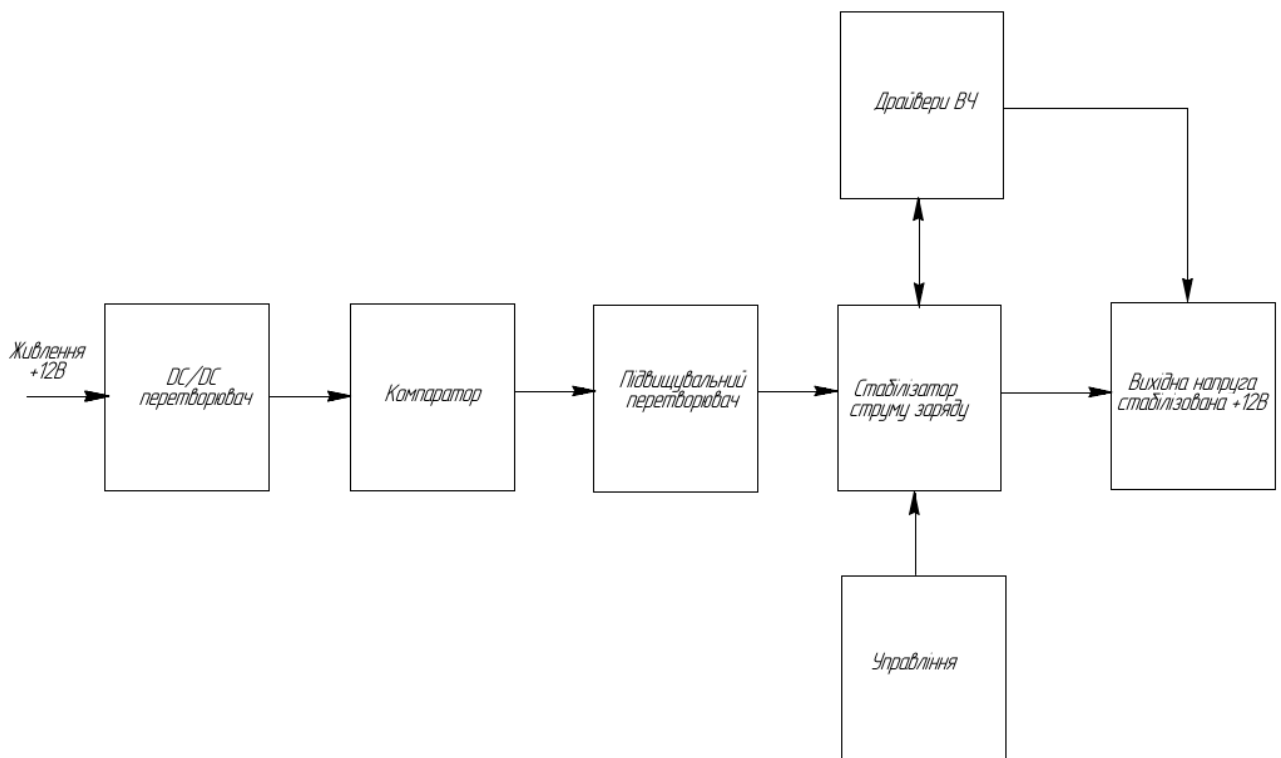


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

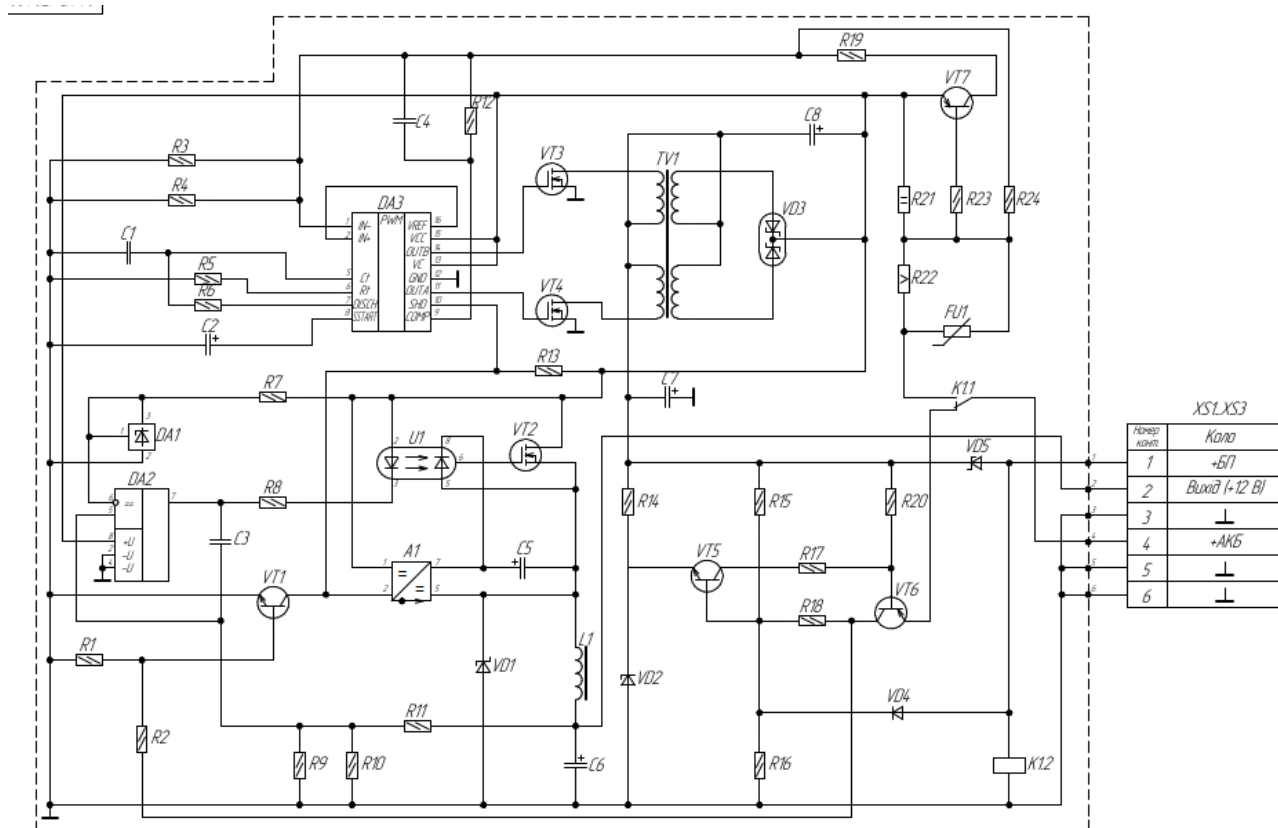


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Запропонований пристрій призначений для забезпечення безперебійного живлення обладнання систем домашньої автоматики та контролю в умовах нестабільної напруги. Використання промислових джерел безперебійного живлення (ДБЖ) для таких задач не завжди доцільне, оскільки більшість із них розраховані на короткочасну роботу в режимі інвертування, тоді як відключення електроенергії можуть тривати годинами, особливо під час аварійних ситуацій.

Підключення додаткових акумуляторів до ДБЖ не суттєво покращує ситуацію через невисокий коефіцієнт корисної дії системи, яка включає кілька зовнішніх блоків живлення різних пристроїв: відеореєстратора, камер, роутера, охоронної сигналізації та іншої автоматики. Більшість такого обладнання

працює від постійної напруги 12 В, тому логічніше жити його від єдиного джерела 12 В через окремі запобіжники. Це підвищує надійність системи завдяки відсутності додаткових блоків живлення, які потребують повторного перетворення напруги з 12 В. Крім того, велика кількість таких блоків живлення збільшує ризик загоряння у разі їх несправності.

Безпосереднє підключення пристроїв до акумуляторів також не завжди можливе, оскільки напруга свинцевих батарей у процесі роботи змінюється в межах 13,8–11 В, що може спричинити збої або некоректну роботу автоматики.

Розроблений пристрій забезпечує стабільну напругу 12 В для живлення периферійного обладнання при використанні потужного мережевого блока живлення з вихідною напругою 10–14 В або необслуговуваних свинцевих акумуляторів із напругою 10,8–13,8 В.

Основними вузлами пристрою є:

- підвищувальний перетворювач напруги до 13,8 В;
- імпульсний стабілізатор із вихідною напругою 12 В.

Підвищувальний перетворювач реалізований на мікросхемі DA3 з додатковими елементами, транзисторах VT3, VT4, трансформаторі TV1, діоді VD3 та конденсаторі C8. Він забезпечує додавання 0–4 В до напруги мережевого блока живлення або акумуляторної батареї. За наявності мережевої напруги цей вузол заряджає акумулятори до 13,8 В. Стабілізація струму заряду здійснюється за допомогою шунта R21 і транзистора VT7, який через резистор R19 регулює напругу підвищення.

У випадку глибокого розряду або несправності батареї, коли її напруга значно нижча за напругу блока живлення, перетворювач не здатний регулювати струм. У такій ситуації спрацьовує самовідновлюваний запобіжник FU1, а струм обмежується резистором R22. Після зниження струму до номінального значення (близько 1 А) система повертається до нормального режиму регулювання.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Імпульсний стабілізатор 12 В спочатку планувалося реалізувати на спеціалізованих мікросхемах до 5 А, однак їх ККД і надійність виявилися недостатніми при випробуваннях на коротке замикання. Тому стабілізатор виконано на N-канальному MOSFET-транзисторі VT2, який має малий опір відкритого каналу та витримує значні струми навантаження.

Імпульси керування формуються через оптрон U1, живлення якого забезпечує ізольований DC/DC-перетворювач A1. На компараторі DA2 реалізовано вузол порівняння опорної напруги 2,5 В (DA1) з вихідною напругою, поділеною резистивним дільником. Завдяки конденсатору C3 формуються короткі імпульси тривалістю близько 8 мкс, шпаруватість яких змінюється залежно від відхилення вихідної напруги. Через діод VD1 і дросель L1 енергія передається до вихідного конденсатора C6.

На транзисторах VT1, VT5, VT6 реалізований контроль напруги акумуляторів при відсутності мережі. Якщо напруга знижується до 10,8–11 В, система відключає перетворювач і стабілізатор, запобігаючи глибокому розряду батарей. Повторне включення можливе лише після підвищення напруги до 12,2 В. За наявності мережевої напруги живлення подається через діод VD4 безпосередньо з блока живлення, тому система працює незалежно від стану акумуляторів. Перемикання між живленням від мережі та акумуляторів здійснюється реле K1, яке автоматично забезпечує необхідну комутацію вузлів [1].

					26 КР 172.402.016.000.000 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 проектного виробу виконане з урахуванням вимог компактності, надійності, технологічності складання та зручності експлуатації. Основним конструктивним елементом пристрою є друкована плата розміром 125×85 мм, на якій розташовані всі електронні компоненти. Елементи встановлені на одній стороні плати, що спрощує процес монтажу, контролю якості та подальшого обслуговування виробу.

При компонуванні особлива увага приділена розміщенню силових елементів, які виділяють значну кількість тепла під час роботи. Транзистори VT2–VT4 та діод VD3 встановлені на радіаторі охолодження, що забезпечує ефективне відведення теплової енергії та підтримання допустимого температурного режиму. Роз'єми розташовані на передній панелі корпусу, що забезпечує зручність підключення зовнішніх пристроїв та джерел живлення.

Для розміщення електронного вузла використовується металевий корпус габаритними розмірами 158×132×56 мм. Метал як конструкційний матеріал обраний завдяки його високій механічній міцності, стійкості до механічних пошкоджень, добрим теплопровідним властивостям та здатності забезпечувати електромагнітне екранування внутрішніх електронних вузлів. Крім того, металевий корпус має тривалий термін експлуатації та забезпечує надійний захист виробу від зовнішніх впливів.

Друкована плата виготовляється зі склотекстоліту марки FR-4, який характеризується високою механічною міцністю, добрими електроізоляційними властивостями, вологостійкістю та стабільністю параметрів у широкому діапазоні температур. Провідний рисунок плати формується мідною фольгою, яка забезпечує низький електричний опір та високу надійність електричних з'єднань.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту друкованої плати від впливу навколишнього середовища застосовується захисна паяльна маска, яка запобігає окисненню провідників, знижує ймовірність утворення випадкових замикань та покращує технологічність монтажу. Контактні площадки покриваються шаром припою або захисним металевим покриттям, що підвищує їхню корозійну стійкість і покращує якість паяння.

Зовнішні поверхні металевого корпусу мають лакофарбове або порошкове покриття, яке забезпечує додатковий захист від корозії, механічних пошкоджень та негативного впливу навколишнього середовища. Таке покриття покращує зовнішній вигляд виробу та збільшує термін його експлуатації.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Корпус даного пристрою виготовлений із металу. Верхня та нижня кришки мають П-подібну форму. До верхньої кришки кріпляться роз'єми за допомогою гайок та шайб. До нижньої кришки кріпиться друкована плата за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. Також на корпус кріпляться ніжки за допомогою шайб та гайок.

Друкована плата двостороння, виготовляється комбінованим методом. Габаритні розміри друкованої плати 125мм*85мм. Всі елементи друкованої плати знаходяться на одній стороні. Транзистори VT2-VT4 та діод VD3 на радіаторі. Для друкованого вузла виконаємо наступні вимоги компоновання: забезпечимо оптимальну щільність розташування компонентів, виключимо помітні паразитні електричні взаємозв'язки, що впливають на технічні характеристики виробу. Взаєморозміщення елементів виробу забезпечує технологічність складання і регулювання конструкції.

Технічне обґрунтування конструкції проектного виробу з урахуванням технологічності базується на виборі таких конструктивних рішень, які забезпечують простоту виготовлення, економічність та відповідність встановленим стандартам.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Габаритні розміри друкованої плати визначаються насамперед обраною технологією її виготовлення. При цьому перевага надається економічно доцільним розмірам із обмеженим набором типорозмірів, що сприяє стандартизації інструментів, оснащення та виробничих процесів. Виконання плати у простій прямокутній формі без додаткових вирізів і пазів дозволяє знизити витрати матеріалу та уникнути ускладнення технології обробки. Відомо, що будь-які відхилення від прямокутної форми призводять до перевитрат сировини та збільшення собівартості виробу.

Розміри друкованої плати відповідають вимогам, згідно з яким рекомендоване співвідношення сторін знаходиться в межах від 1:1 до 2:1, а максимальна ширина не повинна перевищувати 500 мм. Товщина плати також нормується і, залежно від умов експлуатації та міцності конструкції, може становити 0,8; 1; 1,5; 2; 2,5 або 3 мм. Дотримання цих параметрів забезпечує уніфікацію виробу та його сумісність із типовими технологічними процесами.

Виводи після встановлення загинаються під кутом приблизно 60° , обрізаються в межах контактних площадок і закріплюються методом пайки «хвилею припою». Такий спосіб монтажу дозволяє досягти високої щільності розміщення компонентів, підвищує надійність електричних з'єднань та забезпечує достатню механічну міцність конструкції [30].

При розміщенні елементів на друкованій платі враховано низку важливих факторів. Зокрема, забезпечено ефективне відведення тепла від елементів, що нагріваються, шляхом організації природної конвекції повітря. Напівпровідникові прилади та інтегральні мікросхеми розташовані на достатній відстані від потужних джерел тепла, а також від елементів, що створюють сильні електромагнітні поля. Транзистори VT2-VT4, діоди VD3 розташовані на радіаторі. Крім того, конструкція передбачає зручний доступ до елементів, які підлягають налаштуванню чи заміні в процесі експлуатації.

Крок встановлення інтегральних мікросхем визначається з урахуванням необхідної щільності компонування, теплових режимів роботи, типу корпусів і

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

складності електричної схеми. Як правило, рекомендоване значення кроку становить близько 2,5 мм. Водночас мінімальні зазори між корпусами елементів повинні бути не менше 1,5 мм, що дозволяє уникнути небажаного теплового та електричного впливу між компонентами.

Інтегральні мікросхеми зі штировими виводами розміщують з одного боку друкованої плати, оскільки їх монтаж здійснюється через наскрізні отвори, а виводи виходять на протилежний бік. Після пайки такі елементи надійно фіксуються на платі та здатні витримувати значні механічні навантаження без пошкодження.

Компонування радіоелектронної апаратури є важливим етапом проектування, під час якого визначаються форма, габаритні розміри виробу та взаємне розташування його складових частин — вузлів, блоків і окремих елементів. Від якості компонування значною мірою залежать технічні характеристики пристрою, його технологічність, надійність, зручність експлуатації та зовнішній вигляд. Раціонально виконане компонування дозволяє досягти оптимального поєднання цих показників і забезпечує ефективне функціонування виробу в заданих умовах [19].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C2, C5-C8
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	"Jamicon"
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.2.1
Номінальна напруга	25В
Номінальна ємність	4,7....2200 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат,%	0,14

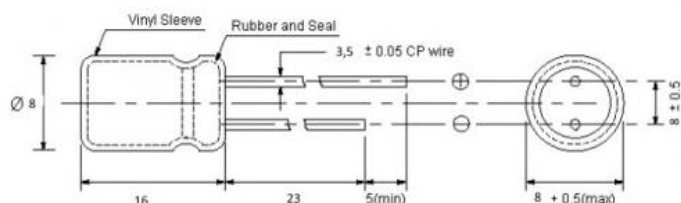


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1...R24
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, габаритні розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.2
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,125 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

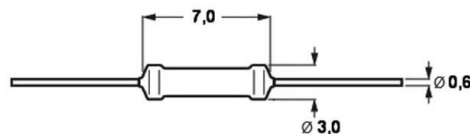


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3- Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1,C3, C4
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	"Murata"
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.3
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%;
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ
група ТКЄ	H20

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ

Арк.

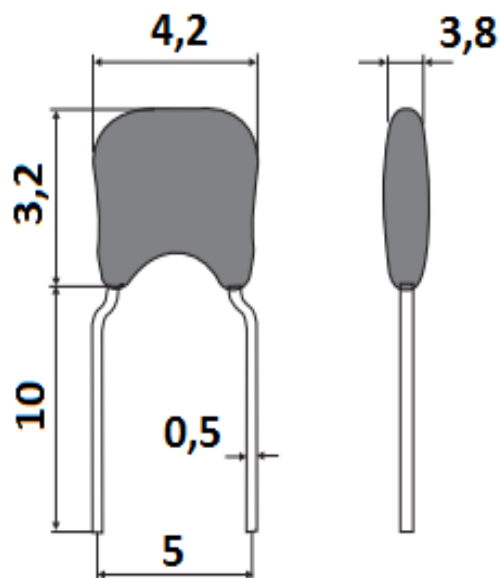


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4- Діод 1N4148 "Diotec" [5]

Позиційне позначення	VD4
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diotec"
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

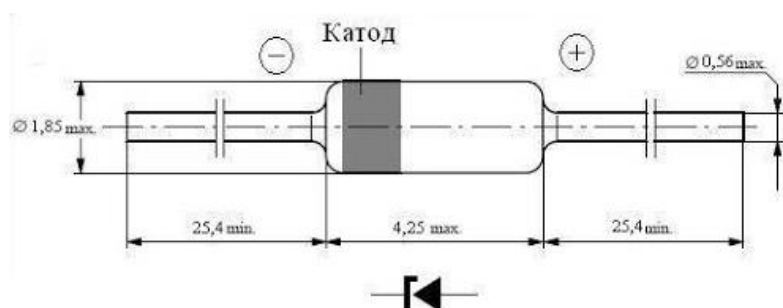


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.5 – Дросель FWDRI1415B [6]

Позиційне позначення	L1-L3
Назва компонента	Дросель FWDRI1415B
Виробник	"Epcos"
Критерії вибору	Номінал індуктивності, робоча напруга, струм
Параметри та характеристики	
Індуктивність	1мГн, 10мГн
Допуск	±10 %
Максимальний струм	≈ 0.95 А
Опір обмотки (RDC)	до 1.2 Ω
Частота вимірювання	1 кГц
Тип сердечника	феритовий

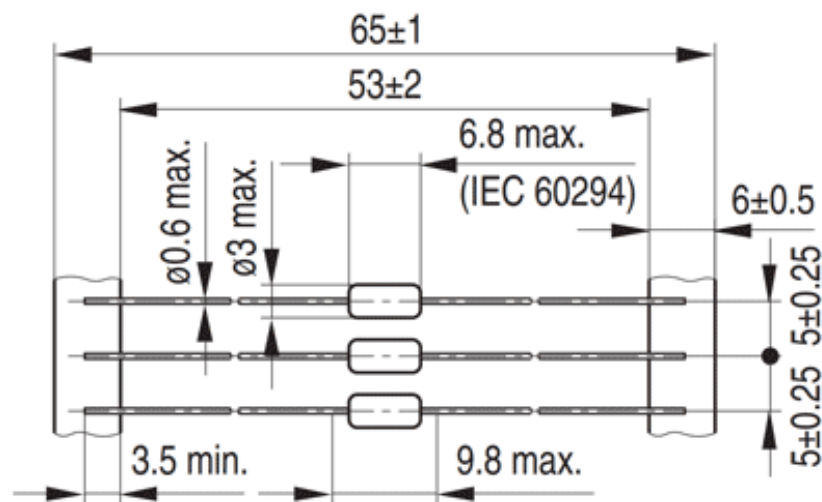


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри дросель FWDRI1415B

Таблиця 2.6 - Діод SBL1060CT "ISC" [7]

Позиційне позначення	VD3
Назва компонента	Діод SBL1060CT
Виробник	"ISC"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм
Параметри та характеристики	
Максимальний прямий струм (IF)	10 А (сумарний)
Максимальна зворотна напруга (VRRM)	60 В
Пряме падіння напруги (VF)	~0.65 В при IF = 5 А
Зворотний струм (IR)	1 мА при VR = 60 В, Tj = 25 °C
Робоча температура переходу (Tj)	-55...+150 °C
Корпус	ТО-220АВ
Розсіювана потужність (Pd)	до 5 Вт
Тип	Шоткі-бар'єрний випрямляч

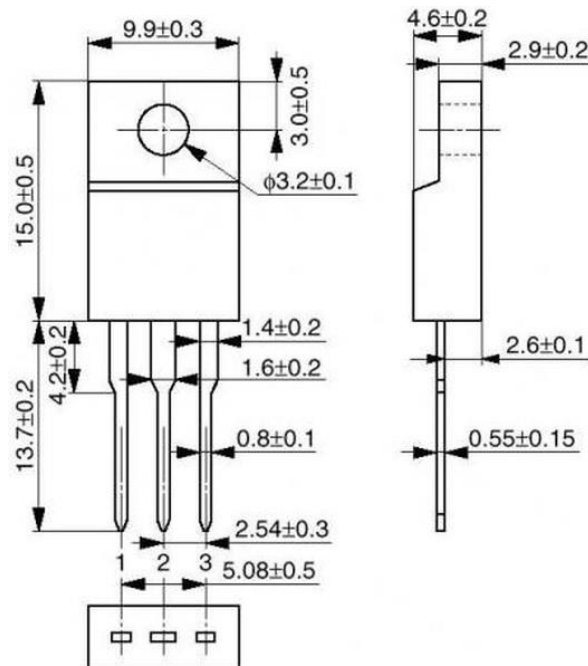


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри діод SBL1060CT "ISC"

Таблиця 2.7 - Запобіжник RB300-30-0,25A-250B "ECE" [8]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник RB300-30-3A-250B
Виробник	"ECE"
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання
Параметри конструкції	див.рис.2.7
Параметри та характеристики	
Матеріал	кераміка
Номінальна напруга, В	240
Номінальний робочий струм, А	0,25
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, С	-60 ... 100

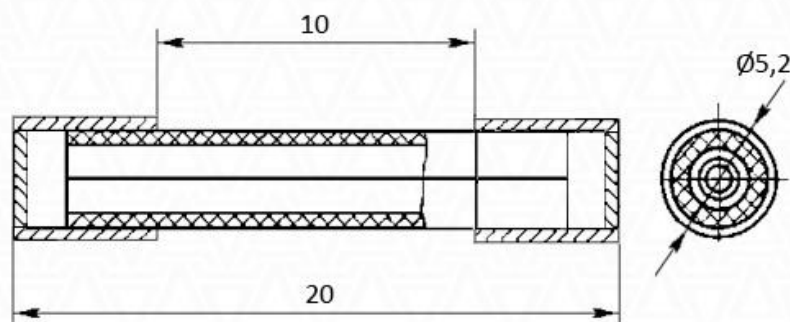


Рисунок 2.7 - Габаритні розміри запобіжника RB300-30-3A-250B

Таблиця 2.8 - Реле G5LE1412DC "Omron" [9]

Позиційне позначення	K1
Назва компонента	Реле G5LE1412DC
Виробник	"Omron"
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 (АС). 10 А при 250 В змінного струму (АС) або 28 В постійного струму (DC).).

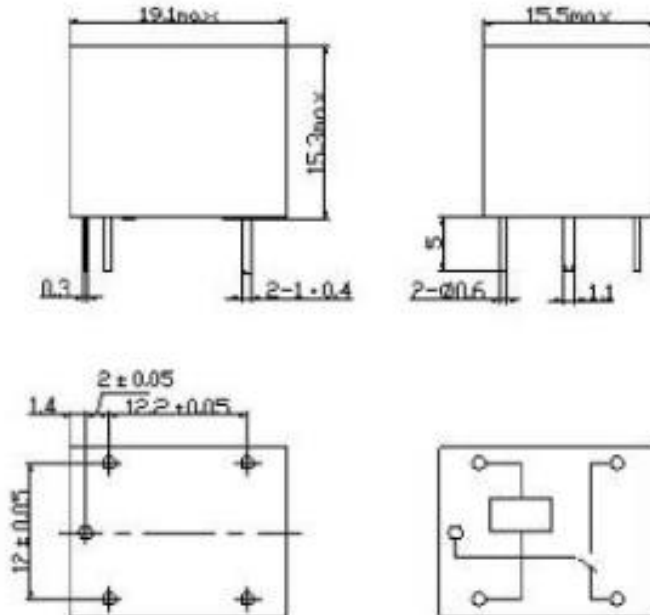


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри реле G5LE1412DC "Omron"

Таблиця 2.9- Трансформатор В78386-Р1116-А [10]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор В78386-Р1116-А
Виробник	Ерсоs
Критерії вибору	Вихідна напруга, вихідний струм, габаритні розміри
Параметри конструкції	див. рисунок 2.9
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	40В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	$\pm 5\%$

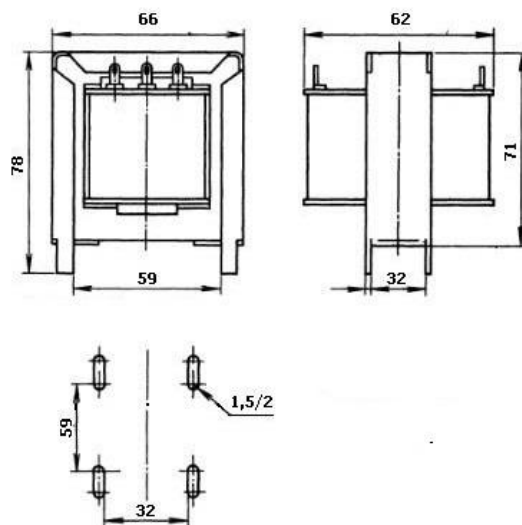


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри трансформатора В78386-Р1116-А

Таблиця 2.10 - Транзистор 2N2222А "Fairchild" [11]

Позиційне позначення	VT1, VT5
Назва компонента	Транзистор 2N2222А
Виробник	"Fairchild"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер	80 В
Максимальна напруга колектор-база	100 В
Розсіювана потужність	0.8 Вт
Коефіцієнт підсилення	від 40 до 160
Гранична частота	від 100 до 200 МГц.
Корпус	ТО-92

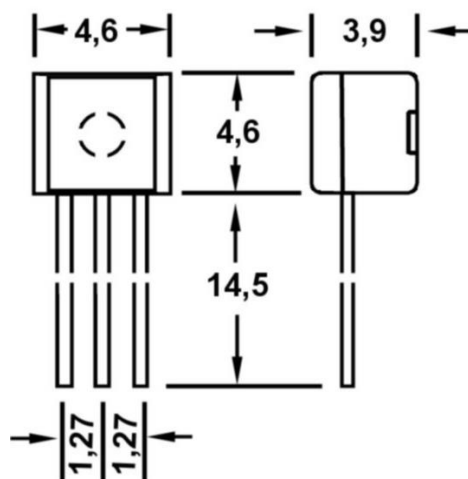


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри транзистора 2N2222A "Fairchild"

Таблиця 2.11 - Транзистор IRFZ34N "Microchip"[12]

Позиційне позначення	VT2-VT4
Назва компонента	Транзистор IRFZ34N
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип каналу	N-канал
Максимальна напруга стік-витік	55 В.
Максимальний струм стоку	26 А
Опір у відкритому стані	дуже низький, лише 0.04 Ом
Розсіювана потужність	до 68 Вт
Заряд затвора	34 нКл
Робоча температура	від -55°C до +175°C.
Корпус	TO-220AB

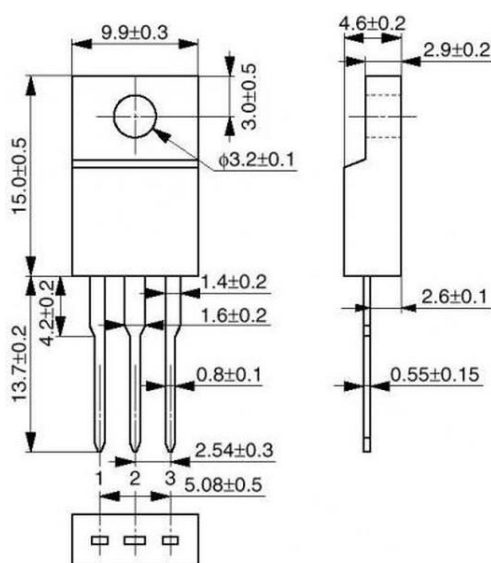


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри транзистора IRFZ34N "Microchip"

Таблиця 2.12 - Транзистор KSP2907ATA "ON Semiconductor" [13]

Позиційне позначення	VT6
Назва компонента	Транзистор KSP2907ATA
Виробник	"ON Semiconductor"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності:	PNP
Максимальна напруга колектор-емітер	60 В
Максимальний струм колектора	600 мА
Коефіцієнт підсилення	від 100 до 300
Розсіювана потужність	625 мВт
Гранична частота	мін. 200 МГц
Напруга насичення колектор-емітер	макс. 0.4 В
Корпус	TO-92

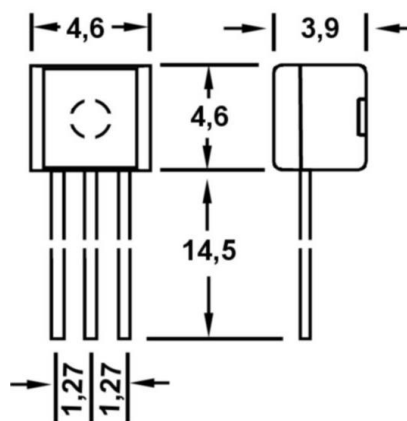


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри транзистора 2N2222A "Fairchild"

Таблиця 2.13 - Оптопара TLP250F "Toshiba" [14]

Позиційне позначення	U1
Назва компонента	Оптопара TLP250F
Виробник	"Toshiba"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-8
Робоча температура	від -20°C до +85°C
Струм спрацьовування світлодіода	мін. 5 мА
Швидкість перемикання	макс. 0.5 мкс
Напруга ізоляції	2500 Vrms
Напруга живлення вихідної частини	від 10 В до 35 В
Максимальний вихідний струм	±1.5 А

8-pin plastic DIP
(DIP-8P-M01)

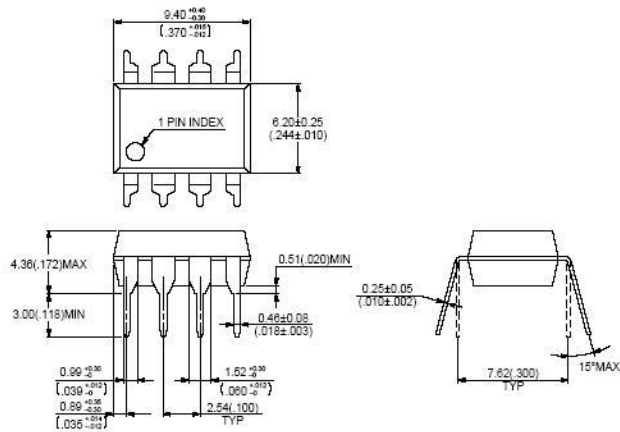


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри оптопар TLP250F "Toshiba"

Таблиця 2.14 - Мікросхема SG3525AN "ST Microelectronics" [15]

Позиційне позначення	DA3
Назва компонента	Мікросхема SG3525AN
Виробник	"ST Microelectronics"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	від 8 В до 35 В
Вихідний струм (піковий): д	о ± 500 м
Діапазон частот	від 100 Гц до 400 кГц
Вбудоване опорне джерело напруги	5.1 В
Корпус	DIP-16
Тип виходу	ДВОТАКТНИЙ

16-pin plastic DIP
(DIP-16P-M03)

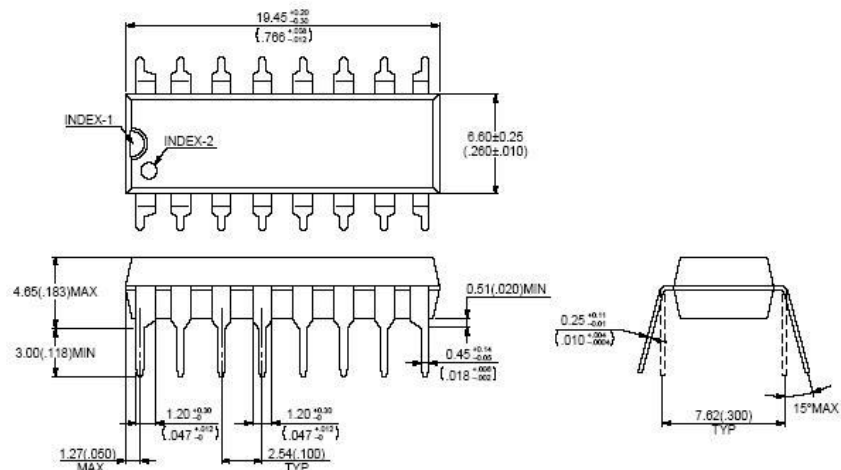


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри мікросхема SG3525AN

Таблиця 2.15 - Мікросхема LM393AP [16]

Позиційне позначення	DA2
Назва компонента	Мікросхема LM393AP
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	Вхідна напруга, струм вхідний, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Напруга живлення	Однополярна: від 2 В до 36 В Двополярна: від ± 1 В до ± 18 В
Струм споживання	дуже низький, близько 0.4 мА
Напруга зміщення (Offset Voltage)	типово 1.0 мВ
Час відгуку (Response Time)	близько 1.3 мкс
Максимальний вихідний струм	до 20 мА
Робоча температура	від 0°C до +70°C

8-pin plastic DIP
(DIP-8P-M01)

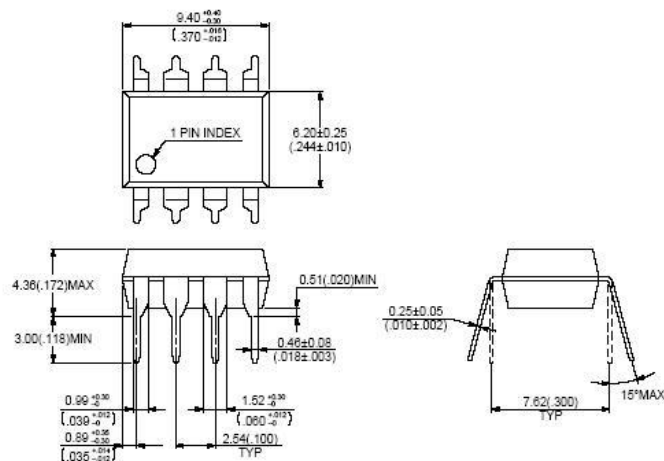


Рисунок 2.15 – Габаритні розміри мікросхема LM393AP

Таблиця 2.16 - Мікросхема TL431A "UMW" [17]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема TL431A
Виробник	"UMW"
Критерії вибору	Вхідна напруга, струм вхідний, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Вихідна напруга	регулюється від 2.495 В до 36 В
Точність опорної напруги	$\pm 1\%$
Робочий струм	від 1 мА до 100 мА
Динамічний опір	типово 0.2 Ом
Робоча температура	від -40°C до +125°C
Корпус: найчастіше	TO-92

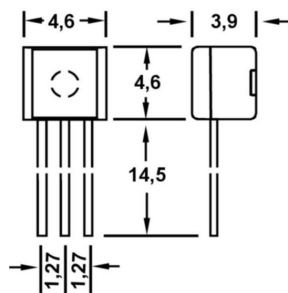


Рисунок 2.16 – Габаритні розміри мікросхеми TL431A "UMW"

Таблиця 2.17 - Роз'єм DS1330-01-4 "Connfly" [18]

Позиційне позначення	XS1-XS3
Назва компонента	Роз'єм DS1330-01-4
Виробник	"Connfly"
Критерії вибору	Вхідна напруга, струм вхідний, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Корпус	Панельний/модульний
Робоча температура	-40...+85 °C
Кількість контактів	1 pin
Робоча напруга	250 В
Максимальний струм навантаження	10 А
Матеріал корпусу	Пластик



Рисунок 2.17 – Габаритні розміри роз'ємів DS1330-01-4 "Connfly"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова транзисторного ключа зображена на рисунку 2.18 [34].

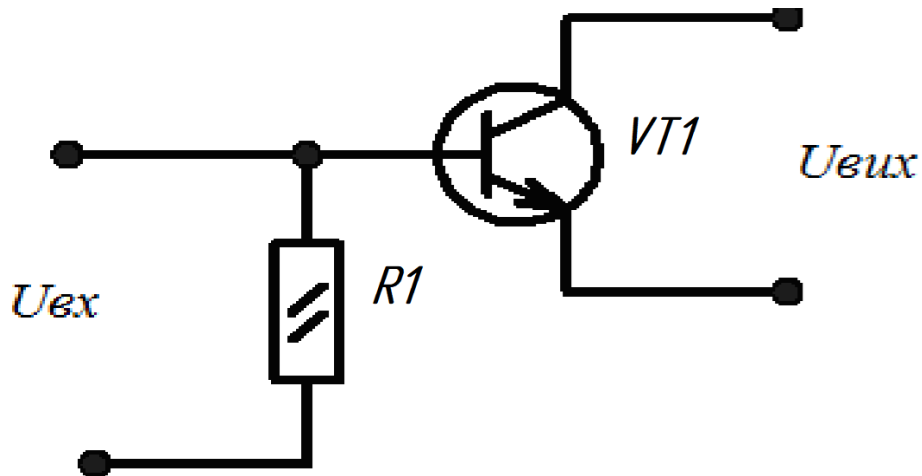


Рисунок 2.18 - Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$$U_{\text{ж}}=25\text{В};$$

$$R_{\text{н}}=1,5 \text{ кОм};$$

$$U_{\text{у}}=\pm 12\text{В};$$

Транзистор 2N2222A виробник фірми "Fairchild".

$$h_{21\text{e}}=60;$$

$$U_{\text{бo}}=0,6\text{В};$$

$$R_{\text{нас}}=0,1\text{Ом};$$

$$r_{\text{б}}=1,5\text{кОм};$$

$$I_{\text{кo}}=0,1\text{А};$$

$$I_{\text{кoзв}}=25\text{мА};$$

$$R_{\text{бe}}=10 \text{ Ом}.$$

1. Знайдемо параметри вхідного кола транзистора, яке забезпечує ввімкнений стан транзистора:

$$I_{\text{к.нас.}} = \frac{U_{\text{жс}}}{R_{\text{н}}}, \quad (2.1)$$

де: $R_{\text{н}}$ – опір навантаження;

$U_{\text{п}}$ – напруга живлення;

$$I_{\text{к.нас.}} = \frac{25\text{В}}{1000\text{Ом}} = 0,025(\text{А})$$

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

$$R_y = \frac{U_y - (U_{\phi 0} + 0,2 \cdot r_{\phi})}{I_{к.нас.}}, \quad (2.2)$$

де: U_y – напруга управління транзистором;

$I_{к.нас.}$ – струм, який споживає транзистор;

$$R_y = \frac{12 - (0,6 + 0,2 \cdot 1,5)}{0,025A} = 430(\text{Ом})$$

2. Знайдемо параметри вхідного кола, яке забезпечує режим закривання:

$$R_y = \frac{U_y}{I_{ко}} \quad (2.3)$$

$$R_y = \frac{12}{0,1 \cdot 10^{-4}} = 1(\text{кОм})$$

Вибираємо за стандартизованим рядом E24 резистор типу MFP-0,125-1к Ом виробник фірми «Yageo» – 0,125Вт з опором 1 кОм.

Схема електрична принципова RC-фільтра зображена на рисунку 2.17.

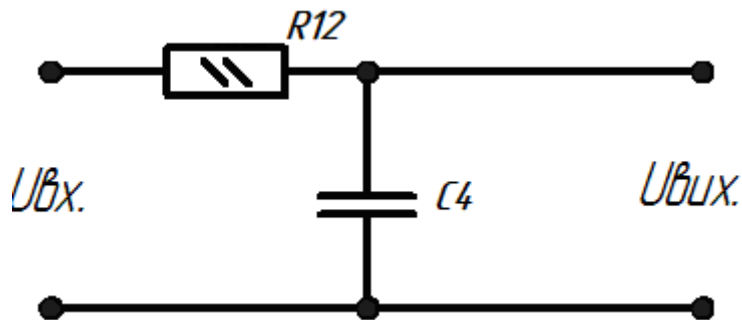


Рисунок 2.19 - Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$$C = 100\text{нФ}$$

$$F_c = 10\text{кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR}, \quad (2.4)$$

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C – ємність конденсатора;

R – опір резистора;

Оскільки частота зрізу нам відомо, вона становить 10кГц, то розрахуємо тільки опір резистора.

3. Розрахунок опору резистора:

$$R = \frac{1}{2\pi C f_c}, \quad (2.5)$$

де f_c – частота зрізу, становить 10кГц.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 10} = 330 \text{ кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 330 кОм та потужністю розсіювання 0,125 Вт. MFP-0,125-330 кОм $\pm 10\%$ "Yageo"

$$R12 = 330 \text{ кОм}$$

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва я вибираю комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [21].

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} \cdot t} = \frac{1 \text{ А}}{48 \frac{\text{А}}{\text{мм}^2} \cdot 0,035 \text{ м}} = 0,6 \text{ мм} \quad (2.6)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 1 \text{ А}$;

$i_{\text{доп}}$ – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.,

$$j_{\text{доп}} = 48 \text{ А/мм}^2, t - \text{товщина провідника, } 35 \text{ мкм} = 0,035 \text{ м}$$

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 1 \text{А} * 0,5 \text{м}}{0,9 \text{В} * 0,035 \text{м}} = 0,4 \text{мм} \quad (2.7)$$

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

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

$U_{\text{дон}} = 2 \text{ В}$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальні значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.8)$$

де: d_E – максимальний діаметр виводу встановленого ЕРЕ (діаметр вивода ЕРЕ.)

$\Delta d_{н.в.}$ – 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, індуктивності;

$d_{E2} = 1$, 0- для реле К1, транзисторів VT2-VT4, діода VD3, трансформатора TV1.

$$d = d_{E1} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,7 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,1 \text{ мм}$$

$$d = d_{E2} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 0,9 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,3 \text{ мм}$$

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.9)$$

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.10)$$

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.11)$$

де: Δd - допуск на отвір.

$$d_{max1} = 1,1 + 0,1 + 0,1 = 1,3 \text{ мм}$$

$$d_{max2} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,5 \text{ мм}$$

$$d_{max3} = 1,3 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

$$D_{1min1} = 2 \left(0,06 + \frac{1,3}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,72 \text{ мм}$$

$$D_{1min2} = 2 \left(0,06 + \frac{1,5}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 2,92 \text{ мм}$$

$$D_{1min3} = 2 \left(0,06 + \frac{1,7}{2} + 0,25 + 0,4 \right) = 3,12 \text{ мм}$$

$$D_{min1} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,8 \text{ мм}$$

$$D_{min2} = 2,92 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3 \text{ мм}$$

$$D_{min3} = 3,12 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 3,2 \text{ мм}$$

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.12)$$

$$D_{max1} = 2,82 + 0,02 = 2,82 \text{ мм}$$

$$D_{max2} = 3 + 0,02 = 3,02 \text{ мм}$$

$$D_{max3} = 3,2 + 0,02 = 3,22 \text{ мм}$$

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1.5h\phi + 0,03 \quad (2.13)$$

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

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta_p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta_1 \right) \right] \quad (2.14)$$

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

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

$$S_{1\min 3} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,41 \text{ мм}$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_p) \quad (2.15)$$

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

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

$$S_{2\min 3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,4) = -1,52 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta_1) \quad (2.16)$$

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

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

$$S_{3\min 3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,82 \text{ мм}$$

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.

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Оцінка теплових режимів роботи проектного виробу проведена з метою визначення можливості його надійного функціонування в заданих

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умовах експлуатації та забезпечення допустимих температурних режимів електронних компонентів.

Основними джерелами тепловиділення в пристрої є силові транзистори VT2–VT4 та діод VD3, через які протікають найбільші струми. У процесі роботи частина електричної енергії перетворюється в теплову, що призводить до нагрівання елементів та внутрішнього простору корпусу. Для зниження температури зазначені компоненти встановлені на радіаторі, який забезпечує ефективне відведення тепла в навколишнє середовище.

Конструкція виробу передбачає використання металевого корпусу, який додатково виконує функцію тепловідведення. Завдяки високій теплопровідності металу тепло рівномірно розподіляється по поверхні корпусу та передається навколишньому повітрю шляхом природної конвекції. Наявність достатнього внутрішнього об'єму корпусу забезпечує циркуляцію повітря та запобігає локальному перегріванню окремих вузлів.

Елементна база пристрою обрана з урахуванням допустимих температур експлуатації. Використані електронні компоненти зберігають працездатність у широкому діапазоні температур і мають необхідний запас за максимально допустимою температурою переходу. Друкована плата виготовлена зі склотекстоліту FR-4, який характеризується стабільними електричними та механічними властивостями при підвищених температурах.

Завдяки застосуванню радіатора охолодження, металевого корпусу та раціональному компонуванню елементів забезпечується допустимий тепловий режим роботи пристрою. Температура найбільш навантажених елементів не перевищує гранично допустимих значень, установлених виробниками компонентів. Це гарантує надійне функціонування виробу, стабільність його параметрів та необхідний термін служби.

Таким чином, аналіз теплових режимів показує, що конструкція проєктованого виробу забезпечує ефективне відведення тепла від силових елементів і не потребує застосування примусової системи охолодження,

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оскільки природне охолодження є достатнім для підтримання нормального температурного режиму роботи.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

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 припадає 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. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [20]:

Таблиця 2.18 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав}} \text{ від} * 1e-06$
1	Мікросхеми	3	1	0,03	0,09
2	Діоди	5	0,35	0,7	1,225
3	Конденсатори електролітичні	5	0,4	2,4	4,8
4	Конденсатори керамічні	3	0,1	1,4	0,42
5	Резистори постійні	24	0,42	0,8	8,064
6	Оптопара	1	1	0,03	0,03
7	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	156	1	0,02	3,12
10	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
11	Дросель	1	0,1	1	0,1
12	Роз'єм	3	1	0,05	0,15
13	Транзистори	7	0,35	4	9,8
14	Реле	1	1	2,2	2,2

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 3.0809×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 32458.1 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999692$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.996924$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.969661$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.734849$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.045918$

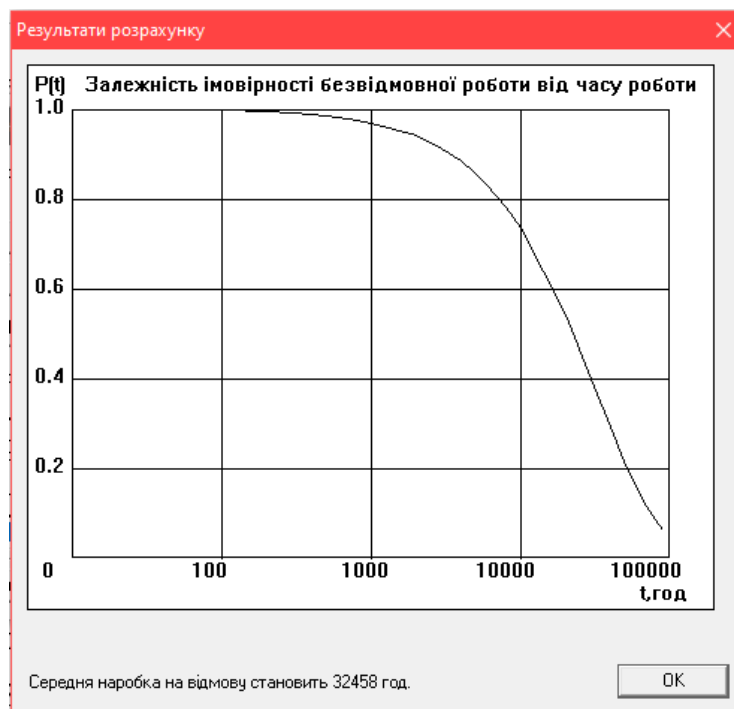


Рисунок 2.20 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 32458 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Техніко-економічний аналіз проектного виробу проведений з метою оцінки його конструктивних рішень, технологічності виготовлення, надійності та економічної доцільності виробництва.

Конструкція пристрою побудована на основі сучасної елементної бази та двосторонньої друкованої плати розміром 125×85 мм. Компактне розташування елементів дозволило зменшити габаритні розміри виробу та скоротити витрати матеріалів на виготовлення друкованої плати й корпусу. Усі електронні компоненти розміщені на одній стороні плати, що спрощує монтажні роботи, підвищує технологічність складання та знижує трудомісткість виробництва.

Для забезпечення надійної роботи силові транзистори та випрямний діод встановлені на радіаторі охолодження. Таке рішення дозволяє підтримувати допустимий тепловий режим без використання додаткових вентиляторів або інших систем примусового охолодження, що сприяє підвищенню надійності виробу та зменшенню витрат на його виготовлення і експлуатацію.

Застосування металевого корпусу забезпечує високу механічну міцність конструкції, ефективний захист електронних компонентів від зовнішніх впливів та додаткове відведення тепла. Корпус має просту конструкцію, що складається з верхньої та нижньої П-подібних кришок, завдяки чому зменшується складність виготовлення та спрощується процес складання виробу.

При виборі елементної бази перевага надана доступним і поширеним компонентам, які мають прийнятну вартість та достатні технічні характеристики. Це дозволяє знизити собівартість виробу без погіршення його функціональних можливостей і надійності. Крім того, використання стандартних електронних компонентів полегшує ремонт та технічне обслуговування пристрою в процесі експлуатації.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція виробу характеризується високою технологічністю, оскільки передбачає використання типових технологічних операцій монтажу, паяння та складання. Відсутність складних механічних вузлів і спеціалізованих деталей сприяє зменшенню виробничих витрат та скороченню часу виготовлення.

Проведений техніко-економічний аналіз показує, що розроблена конструкція є економічно обґрунтованою, забезпечує необхідні технічні характеристики, надійність і зручність експлуатації при відносно невисокій собівартості виготовлення. Обрані конструктивні рішення дозволяють рекомендувати виріб до серійного виробництва та практичного використання.

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу

Проектований пристрій виконаний на двосторонній друкованій платі розміром 125×85 мм. Завдяки раціональному компонуванню елементної бази забезпечено компактне розміщення радіоелементів, що дозволило мінімізувати габаритні розміри плати. Усі електронні компоненти встановлюються на одній стороні друкованої плати, тоді як друга сторона використовується лише для формування провідників та міжшарових з'єднань.

Для забезпечення необхідного теплового режиму роботи силові транзистори VT2–VT4 та діод VD3 монтуються на радіаторі охолодження. Таке конструктивне рішення сприяє ефективному відведенню тепла та підвищує надійність функціонування пристрою в процесі експлуатації. Застосована елементна база характеризується доступністю, невисокою вартістю та повністю забезпечує реалізацію всіх функціональних можливостей розробленого виробу.

Корпус пристрою має габаритні розміри 158×132×56 мм та виготовлений із металу, що забезпечує високу механічну міцність конструкції, захист

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

внутрішніх елементів від зовнішніх впливів і покращене відведення тепла. Конструкція корпусу складається з верхньої та нижньої кришок П-подібної форми, що забезпечують зручність складання та технічного обслуговування виробу.

На верхній кришці корпусу встановлюються зовнішні роз'єми, які фіксуються за допомогою гайок і шайб. Друкована плата монтується до нижньої кришки корпусу за допомогою чотирьох гвинтів із шайбами, що забезпечує її надійне кріплення та стійкість до механічних навантажень. Для забезпечення стійкого розташування пристрою на робочій поверхні до корпусу додатково кріпляться опорні ніжки за допомогою гайок і шайб.

Складання виробу виконується шляхом послідовного монтажу елементів на друковану плату, встановлення радіаторів охолодження, монтажу плати в корпус, закріплення роз'ємів та інших механічних елементів конструкції. Після завершення складання проводиться контроль правильності монтажу та перевірка працездатності пристрою.

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

Технологічність конструкції виробу визначається сукупністю властивостей, які забезпечують можливість його виготовлення, складання, контролю та ремонту з мінімальними витратами праці, часу і матеріальних ресурсів при дотриманні встановлених вимог до якості.

Конструкція проектного виробу характеризується високим рівнем технологічності. Це досягається завдяки використанню стандартної елементної бази, простій конструкції друкованої плати та застосуванню типових конструктивних рішень. Усі електронні компоненти розташовані на одній стороні друкованої плати, що значно спрощує процес монтажу, паяння та контролю якості виконаних робіт. Компактне компонування елементів

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечує раціональне використання площі плати та зменшує матеріаломісткість конструкції.

Конструкція корпусу також є технологічною, оскільки складається з невеликої кількості деталей і не потребує виконання складних механічних операцій під час складання. Кріплення друкованої плати, роз'ємів та допоміжних елементів здійснюється за допомогою стандартних різьбових з'єднань, що забезпечує простоту монтажу та можливість багаторазового розбирання виробу під час ремонту або технічного обслуговування.

Для виготовлення та складання виробу використовуються стандартні інструменти й технологічна оснастка. Монтаж електронних компонентів на друковану плату виконується за допомогою електричного паяльника або паяльної станції з регулюванням температури. Для формування та обрізання виводів компонентів застосовуються бокорізи, круглогубці та пінцети. Контроль якості монтажу проводиться за допомогою збільшувальних приладів та вимірювального обладнання.

Під час механічного складання використовуються викрутки, гайкові ключі та інший стандартний слюсарно-монтажний інструмент. Для закріплення друкованої плати в корпусі та встановлення роз'ємів застосовуються стандартні гвинти, гайки та шайби. Спеціальна технологічна оснастка для складання виробу не потрібна, що додатково знижує витрати на підготовку виробництва.

Для електричного контролю та налагодження пристрою використовуються мультиметр, лабораторне джерело живлення, осцилограф та інші контрольно-вимірювальні прилади залежно від особливостей роботи виробу. Використання стандартного обладнання забезпечує зручність проведення перевірок та скорочує витрати на організацію виробництва.

Таким чином, конструкція проектного виробу відповідає вимогам технологічності, характеризується простотою виготовлення і складання, не потребує застосування складної спеціальної оснастки та дозволяє організувати виробництво з мінімальними витратами матеріальних і трудових ресурсів.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Друкована плата розробленого виробу виконана у двошаровому виконанні, що дає змогу значно підвищити щільність компонування елементів і забезпечити більш раціональне трасування електричних з'єднань. Завдяки такій структурі зменшується загальна площа плати, а також скорочується довжина провідників, що позитивно впливає на електричні параметри пристрою, зокрема знижує рівень паразитних ємностей та індуктивностей.

Виробництво плати базується на комбінованій технології, яка поєднує субтрактивний метод формування провідного рисунка з операціями металізації отворів. Це дозволяє отримати точну топологію провідників і забезпечити стабільні електричні зв'язки між шарами конструкції.

Початковим етапом виготовлення є підготовка основи, як якої використовується склотекстоліт FR-4. Даний матеріал характеризується високими діелектричними показниками, достатньою механічною міцністю та стійкістю до температурних впливів, що робить його придатним для використання в електронних пристроях різного призначення, включаючи силову електроніку. На обидві сторони основи нанесено мідне покриття товщиною 35 мкм, яке слугує провідним шаром для формування електричної схеми.

Формування провідного рисунка виконується за допомогою фотолітографічного процесу. Спочатку на поверхню плати наноситься світлочутливий шар, після чого здійснюється його експонування через фотошаблон із подальшим проявленням. Наступним кроком є хімічне травлення міді, у результаті якого видаляються зайві ділянки металу і формується задана конфігурація провідників. Для двосторонніх плат особливе значення має точне суміщення обох шарів, що досягається за рахунок базових технологічних отворів і міток суміщення.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після цього виконується свердління монтажних і перехідних отворів. Перехідні з'єднання (віа) забезпечують електричний контакт між шарами плати. Далі здійснюється металізація стінок отворів, яка формує суцільний провідний шар і гарантує надійність електричного та механічного з'єднання.

Завершальна стадія включає нанесення захисної паяльної маски, що запобігає окисненню провідників і виключає можливість випадкових коротких замикань. Також виконується маркування елементів. Для покращення якості пайки контактні майданчики можуть покриватися фінішним шаром, наприклад лудінням або HASL-покриттям.

Як основний конструкційний матеріал використовується FR-4, що забезпечує стабільність електричних характеристик, міцність конструкції та термостійкість. Провідники виконані з міді товщиною 35 мкм, яка є стандартом у виробництві друкованих плат і гарантує достатню провідність струму.

До допоміжних матеріалів відносяться фоторезисти для формування захисного рисунка, а також хімічні реагенти для травлення міді, такі як персульфат амонію або хлорид заліза. Під час монтажу застосовуються припої та флюси, що забезпечують якісне змочування та надійність паяних з'єднань.

Додатковий захист плати забезпечується паяльною маскою та лакофарбовими покриттями, які підвищують стійкість до вологи, корозії та механічних впливів. Вибрані матеріали та технологічні рішення в сукупності забезпечують високу технологічність виготовлення, надійність роботи та стабільність електричних характеристик друкованої плати.

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 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт використання мікросхеми Квик.імс визначається за формулою:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{3}{3+52} = 0,1 \quad (2.17)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{155}{155} = 1 \quad (2.18)$$

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:

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{52}{52} = 1 \quad (2.19)$$

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:

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{50}{52} = 0,03 \quad (2.20)$$

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

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

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОП.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{52}{52} = 0 \quad (2.21)$$

					26 КР 172.402.016.000.000 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:

$$K_{BCT.P} = 1 - \frac{H_{BCT.P}}{H_{EPE}} = 1 - \frac{11}{52} = 0,8 \quad (2.22)$$

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

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

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.23)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,1*1 + 1*1 + 1*0,75 + 0,03*0,5 + 0*0,310 + 0,8*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,55 \quad (2.24)$$

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.25)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,55}{0,5} = 1,1 \geq 1.$

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

					26 КР 172.402.016.000.000 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 нижню частину корпусу;
- кріплення друкованого вузла до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення гнізд на верхню кришку;
- кріплення ніжок до нижньої кришки за допомогою гвинтів, гайок та шайб;
- фіксація кришок за допомогою гвинтів.

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 172.402.016.000.000 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 –1200грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1500 \times 80 = 120000 \text{ (грн.)}$$

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 80м²).

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 120000 + 60000 = 180000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 120000 \cdot 0,5 = 60000 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.402.016.000.000 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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 60000 \times 0,02 \times 1,1 = 1320 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 60000 \times 0,03 \times 1,1 = 1980 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\Pi = 180000 + 1320 + 1980 = 183300 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{3300 \times 25}{100} = 825 \text{ (грн.)}$$

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 172.402.016.000.000 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	1320	330,00
	Виробничий та господарський інвентар	1980	495
	Всього:	3300	825

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 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 825 \times 1,04 = 858 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

$K_{тр}$ — коефіцієнт, що враховує транспортні витрати на доставку матеріалів до підприємства (для розрахунку приймається в розмірі 4 % від вартості матеріалів: $K_{тр}=1.04$). 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	1	75	75
2	Кришка нижня	1	100	100
3	Кришка верхня	1	100	100
4	Мікросхема	3	30	90
5	Конденсатори електролітичні	5	10	50
6	Конденсатори постійні	3	1	3
7	Резистори постійні	24	0,5	12
8	Трансформатор	1	100	100
9	Запобіжник	1	20	20
10	Діоди	5	5	25
11	Роз'єм	3	30	90
12	Дросель	1	20	20
13	Транзистори	7	20	140
				825

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 ($B_{o.з.пл.}$):

					26 КР 172.402.016.000.000 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:

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

$$P_{\text{від}} = \frac{31}{60} \times 220 = 113,67 (\text{грн})$$

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

$C_{\text{г}}$ – 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, (Сг),грн/год
1	Пайка	13	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	31		

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:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 113,67 \times 0,11 = 12,50 (\text{грн})$$

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 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (113,67 + 12,50) = 27,76(\text{грн})$$

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:

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{86}{100} \times (113,67 + 12,50) = 108,76 (\text{грн.})$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 86%);

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:

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{190}{100} \times (113,67 + 12,50) = 239,72 (\text{грн.})$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 190%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 858,00 + (113,67 + 12,50 + 27,76) + 108,76 + 239,72 = 1360,41 (\text{грн.})$$

					26 КР 172.402.016.000.000 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	858
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	113,67
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,50
4	Відрахування на соціальні заходи	27,76
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	108,76
6	Загальновиробничі витрати	239,72
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1360,41
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	1011,93
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	348,48

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

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

$$Ц_{одпр} = 1360,41 \times \frac{100 + 34}{100} = 1822,95 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 34%);

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:

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

$$\Pi_p = (1822,95 - 1360,41) \times 2700 = 1248858 \text{ (грн.)},$$

					26 КР 172.402.016.000.000 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:

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

$$\text{ЧП} = 1248858 - 1248858 \times \frac{18}{100} = 1024063,56 \text{ (грн.)}$$

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

Π_p - ставка податку на прибуток, % (приймається відповідно до чинного законодавства – 18%).

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1360,41 \times 2700 = 3673107 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_p = \frac{1024063,56}{3673107} \times 100\% = 27,88 \%$$

де R_p - 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:

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

$$\Gamma\Pi = 1024063,56 + 825 = 1024888,56 \text{ (грн.)},$$

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 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 240311,51 - 183300 = 57011,51 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{1024888,56}{(1 + 0,1)^1} = 931716,87 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{931716,87}{183300} = 5,08$$

					26 КР 172.402.016.000.000 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:

$$Ток_{диск} = \frac{ІІ}{ІІ_{диск}} \quad (3.24)$$

$$Ток_{диск.} = \frac{183300}{931716,87} = 0,2р$$

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

$$ІІ_{диск} = \frac{ТВ}{t}, \quad (3.25)$$

$$ІІ_{диск} = \frac{931716,87}{1} = 931716,87 \text{ (грн.)}$$

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.	2700
2	Собівартість виробу	грн./од.	1360,41
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1822,95
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	183300
5	Чистий прибуток	грн.	1024063,56
6	Рентабельність виробу	%	27,88
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	57011,51
9	Індекс прибутковості	-	5,08
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,2

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Система управління охороною праці.

З метою створення безпечних і нешкідливих умов праці у кожному структурному підрозділі та на кожному робочому місці керівник підприємства (власник) повинен створити систему управління охороною праці і забезпечити її ефективне функціонування.

Система управління охороною праці (СУОП) є складовою частиною управління підприємствами, яка включає прогнозування і планування, організацію роботи, координацію і регулювання, активацію і стимулювання, контроль, облік і аналіз.

Управління охороною праці – це підготовка, прийняття і реалізація рішень щодо здійснення організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, направлених на забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності людини у процесі роботи. В СУОП наявні об'єкти і органи управління, що виконують визначені функції та завдання. Об'єктом управління є дієздатність функціональних служб і структурних підрозділів щодо забезпечення безпеки праці на робочих місцях, ділянках, в підрозділах і на об'єкті господарювання.

Управління охороною праці на підприємстві здійснює його керівник (власник); у цехах, службах і на ділянках – керівники відповідних підрозділів і служб. Для цього розробляється і затверджується Положення про систему управління охороною праці на підприємстві. Управління охороною праці дає можливість вирішувати такі основні задачі:

- навчання працівників безпеці праці і пропаганда досягнень охорони праці;
- забезпечення безпеки виробничого обладнання, виробничих процесів, а також будівель і споруд;
- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- забезпечення оптимальних умов праці та відпочинку працівників;
- організація лікувально-профілактичного і санітарно-побутового обслуговування працівників;
- професійний відбір працівників за окремими спеціальностями.

Організаційно-методична робота управління охороною праці, підготовкою управлінських рішень і контроль за їх реалізацією здійснюється службою охорони праці, яка підпорядкована безпосередньо керівнику підприємства. На підприємствах виробничої сфери з кількістю працівників до 50 чоловік, невиробничої сфери – до 100 чоловік функції цієї служби можуть виконувати люди із відповідною професійною підготовкою за сумісництвом.

Служба охорони праці керується в своїй роботі розробленим і затвердженим Положенням про службу охорони праці підприємства (закладу чи організації). Спеціалісти з охорони праці мають право:

- видавати керівникам структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписи щодо усунення недоліків;
- отримувати від них необхідні відомості, документацію і роз'яснення з питань охорони праці;
- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли навчання, інструктаж, перевірку знань і не мають допуску до відповідних робіт;
- припиняти роботу виробництв, ділянок, машин, механізмів, обладнання у випадку порушень, які створюють загрозу для життя чи здоров'я працівників;
- направляти керівнику підприємства приписи про притягнення до відповідальності посадових осіб та інших працівників, які порушують вимоги охорони праці.

На кожному підприємстві для забезпечення ефективного функціонування СУОП за участю служб охорони праці:

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробляються перспективні і поточні плани щодо створення безпечних і нешкідливих умов праці, комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці і виробничої санітарії, а також положення, інструкції та інші нормативні акти про охорону праці, які діють в межах підприємства;

- проводиться паспортизація цехів, діляниць, робочих місць на відповідність їх вимогам охорони праці і атестація робочих місць за умовами праці, складається розділ «Охорона праці» колективного договору;

- проводиться навчання, інструктаж і перевірка знань з питань охорони праці;

- організується проходження попереднього і періодичних медичних оглядів працівників певних категорій, а також забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, лікувально-профілактичним харчуванням, молоком чи рівноцінними харчовими продуктами, мийними засобами.

З метою залучення представників власника і трудового колективу до співробітництва у справах управління охороною праці на підприємстві з кількістю працівників 50 і більше чоловік створюється комісія з питань охорони праці підприємства. Трудовий колектив на загальних зборах (конференції) затверджує Положення про комісію з питань охорони праці підприємства.

Від власника у склад цієї комісії включаються працівник служби охорони праці, спеціалісти виробничої, юридичної та інших служб; від трудового колективу – працівники основних професій, уповноважений з питань охорони праці, представник профспілкової організації.

Основні завдання комісії такі:

- захист законних прав та інтересів працівників в області охорони праці;
- підготовка рекомендацій власнику і працівникам з профілактики виробничого травматизму і професійних захворювань;

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- узгодження позицій сторін у вирішенні практичних питань охорони праці;

- вироблення пропозицій щодо включення в колективний договір окремих питань з охорони праці і використання засобів охорони праці.

Для практичного вирішення питань забезпечення безпеки праці на підприємстві створюються постійно діюча комісія з питань атестації робочих місць за умовами праці та комісія з вводу в експлуатацію об'єктів виробничого або соціального призначення, відремонтованого чи модифікованого обладнання. В управлінні охороною праці і здійсненні громадського контролю за дотриманням законодавства з охорони праці беруть участь уповноважені трудових колективів з питань охорони праці. Їх діяльність регламентується Положенням про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці, яке затверджується на загальних зборах (конференції) трудового колективу підприємства. Уповноважені з питань охорони праці беруть участь у:

- розробці розділу «Охорона праці» в колективному договорі і комплексних заходів щодо досягнення встановлених нормативів з охорони праці;

- роботі постійно діючої комісії з атестації робочих місць за умовами праці;

- розслідуванні нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві (якщо потерпілий не є членом профспілки);

- вирішенні спірних питань, заяв та скарг, що пов'язані із забезпеченням безпеки праці.

Обов'язки власника й уповноважених ним посадових осіб щодо безпеки праці визначені законом України «Про охорону праці», виконання їх забезпечує ефективне вирішення завдань управління охороною праці на підприємстві.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закон передбачає також обов'язок кожного працівника виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці. Працівники повинні співпрацювати з власником в організації безпечних і нешкідливих умов праці, дотримуватись передбачених колективним договором (угодою) обов'язків з охорони праці, знати і виконувати правила поведінки з машинами, механізмами та іншими засобами виробництва, вміти користуватися засобами індивідуального і колективного захисту, проходити у встановленому порядку медичні огляди.

На підприємстві для управління охороною праці необхідно мати такі документи:

- Положення про систему управління охороною праці на підприємстві;
- Положення про службу охорони праці на підприємстві;
- Положення про комісію з питань охорони праці підприємства;
- Положення про роботу уповноважених трудових колективів з питань охорони праці;
- Положення про навчання, інструктажі і перевірку знань працівників з питань охорони праці;
- Положення про організацію та проведення інструктажів і спеціального навчання (пожежно-технічного мінімуму) з питань пожежної безпеки;
- Наказ про порядок атестації робочих місць на їх відповідність нормативним актам про охорону праці;
- Положення про організацію попереднього (при прийомі на роботу) та періодичного (впродовж трудової діяльності) медичних оглядів працівників певних професій;
- Положення про санітарну лабораторію підприємства;
- Інструкції з охорони праці для працівників за професіями і видами робіт;
- Інструкції про порядок організації і проведення зварювальних та інших вогневих робіт на підприємстві;

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Загальнооб'єктові і цехові інструкції щодо заходів пожежної безпеки;
- Перелік робіт з підвищеною небезпекою, для проведення яких необхідне спеціальне навчання і щорічна перевірка знань з охорони праці;
- Перелік посадових осіб підприємства, які зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці;
- Наказ про організацію видачі безкоштовно працівникам визначених категорій лікувально-профілактичного харчування (для підприємств, де є виробництва з особливо шкідливими умовами праці);
- Наказ про організацію видачі безкоштовно молока чи інших рівноцінних харчових продуктів працівникам підприємства, зайнятих на роботах зі шкідливими умовами праці;
- Наказ про порядок забезпечення працівників підприємства спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту, організацію належного зберігання й утримання цих засобів.

Державне управління охороною праці в Україні забезпечує Кабінет міністрів України, Держгірпромнагляд, міністерства та інші центральні органи державної виконавчої влади, місцеві державні адміністрації, місцеві Ради народних депутатів.

В об'єднаннях підприємств, у апараті обласних, міських і районних органів державної виконавчої влади створюються служби охорони праці для вирішення відповідних питань у межах їх компетенції.

4.2 Мікроклімат виробничих приміщень та його параметри.

Мікроклімат виробничих приміщень - це умови внутрішнього середовища у виробничому приміщенні, що впливають на тепловий обмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання та випаровування вологи і діють на людину у процесі праці, на його робочому місці, у робочій зоні.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоче місце - територія постійного або тимчасового знаходження людини у процесі праці. Постійне робоче місце - це, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше двох годин безперервно. Непостійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться менше 50 % робочого часу або менше двох годин безперервно. Робоча зона – це простір, в якому знаходяться робочі місця постійного або тимчасового перебування працівників.

Параметри мікроклімату:

- 1) температура повітря T , $^{\circ}\text{C}$;
- 2) відносна вологість, %;
- 3) швидкість руху повітря V , м/с;
- 4) інтенсивність теплового(інфрачервоного) опромінення;
- 5) температура поверхонь устаткування.

Значні коливання параметрів мікроклімату можуть привести до порушення терморегуляції організму (здатності організму утримувати постійну температуру), загальної слабкості та інших негативних проявів. За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичні умови поділяються на оптимальні та допустимі. Нормування параметрів мікроклімату здійснюється у відповідності до вимогам «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» (ДСН 3.3.6.042-99), якими встановлені норми оптимальних та допустимих параметрів мікроклімату виробничих приміщень.

Оптимальні –найбільш сприятливі, комфортні – це такі параметри мікроклімату, які при тривалому, систематичному впливі на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму без напруги і порушення системи терморегуляції. Такі умови створюють відчуття теплового комфорту і забезпечують умови для високого рівня працездатності.

Допустимі - це такі параметри мікроклімату, які при тривалому, систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах біологічної адаптації. При цьому не виникають ушкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися відчуття дискомфорту та зниження працездатності.

Параметри мікроклімату нормуються для постійних та непостійних місць в залежності від наступних факторів: 1) періоду року; 2) категорії важкості робіт за фізичним навантаженням. Розрізняють такі: теплий (середньодобова температура навколишнього повітря становить більше +10 оС та холодний (середньодобова температура навколишнього повітря становить менше +10 °С) періоди року.

Оптимальні умови мікроклімату встановлюються для постійних робочих місць. За таких умов показники температури повітря в робочій зоні по висоті та по горизонталі, а також протягом робочої зміни не повинні виходити за межі нормованих величин оптимальної температури для даної категорії робіт. Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), технологічного обладнання, зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, конструкцій, що огорожують, не повинна виходити більш ніж на 2 °С за межі оптимальних величин температури повітря для даної категорії робіт. Під час виконання робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням, необхідно забезпечувати оптимальні умови мікроклімату (температура повітря 22-24 °С, відносна вологість 60-40 %, швидкість руху повітря не більш 0,1 м/сек.). Допустимі величини мікрокліматичних умов встановлюються у випадках, коли на робочих місцях не можна забезпечити оптимальні величини мікроклімату за технологічними вимогами виробництва або технічною недосяжністю. Величини показників, які характеризують допустимі мікрокліматичні умови, встановлюються для постійних і непостійних робочих місць.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсоляція

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

від зашкелених огорожень не повинна перевищувати 35,0 Вт/м² - при опроміненні 50% та більше поверхні тіла, 70 Вт/м² - при величині опромінюваної поверхні від 25 до 50 %, та 100 Вт/м² - при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла працюючого.

У разі наявності відкритих джерел випромінювання (нагрітий метал, скло, відкрите полум'я) допускається інтенсивність опромінення до 140,0 Вт/м². Величина опромінюваної площі не повинна перевищувати 25 % поверхні тіла працюючого при обов'язковому використанні індивідуальних засобів захисту (спецодяг, окуляри, щитки).

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Блок живлення системи домашньої автоматики». 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 125×85мм 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. Корпус має такі розміри 82x158x56, що дає змогу легко розмістити його в будь-якому зручному місці.

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.

Було виготовлено п'ять креслень для розробки пристрою: електрична структурна, електрична принципова схема, друкована плата, друкований вузол, складальне креслення виробу. Для оформлення креслень була використана програма графічного моделювання КОМПАС-3D.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Блок живлення системи домашньої автоматики [електронний ресурс] – Режим доступу <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).
2. Конденсатор ЕСАР [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html> (дата звернення 1.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod.ua. (дата звернення 3.02.2026).
4. Конденсатор NPO [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ippart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.ua. www.vprl.ua. (дата звернення 1.02.2026).
5. Діод 1N4148 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
6. Дросель FWDRI1415B [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
7. Діод SBL1060CT "ISC" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacyn-zahodischodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html> (дата звернення 4.02.2026).
8. Запобіжник RB300-30-0,25A-250B "ECE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red> (дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Реле G5LE1412DC "Omron" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).
10. Трансформатор B78386-P1116-A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).
11. Транзистор 2N2222A "Fairchild" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.ua. www.vprl.ua. (дата звернення 1.02.2026).
12. Транзистор IRFZ34N "Microchip"[[електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
13. Транзистор KSP2907ATA "ON Semiconductor" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
14. Оптопара TLP250F "Toshiba" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).
15. Мікросхема SG3525AN "ST Microelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).
16. Мікросхема LM393AP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).
17. Мікросхема TL431A "UMW" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.ua. www.vprl.ua. (дата звернення 1.02.2026).
18. Роз'єм DS1330-01-4 "Connfly"[електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

20. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguua.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057> (дата звернення 4.02.2026).

21. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018

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

23. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

24. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

25. Васишин О.З., Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей типових корпусів РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

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

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

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

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

29. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання графічної частини комплексного курсового проекту для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2020

30. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Основи конструювання та технології виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

31. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Технологія виробництва РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017

32. 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.

33. Ємельянов 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.

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

35. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ4OS4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ.*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0Z1M3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2026).

36. Магро В. І., Рябчій В. Д., Гусев 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.

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

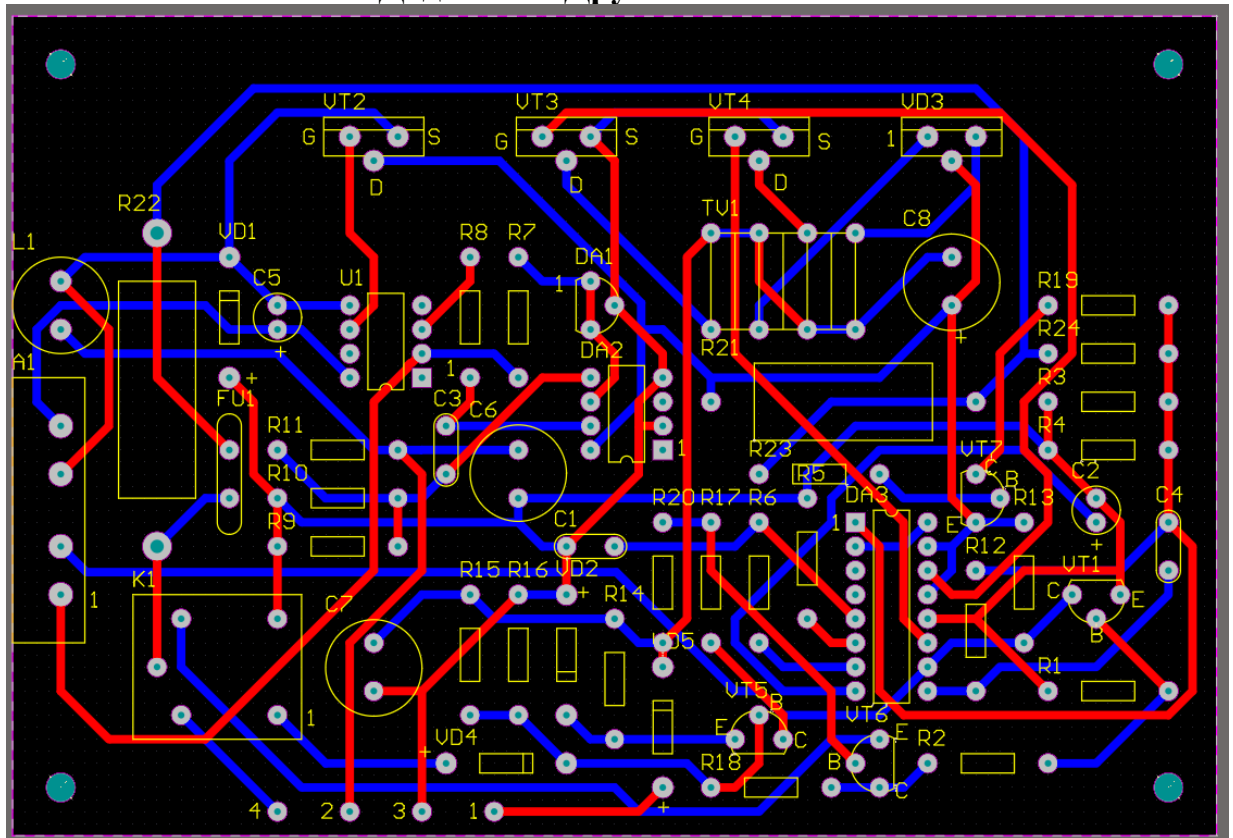


Рисунок А.1 – Друкована плата

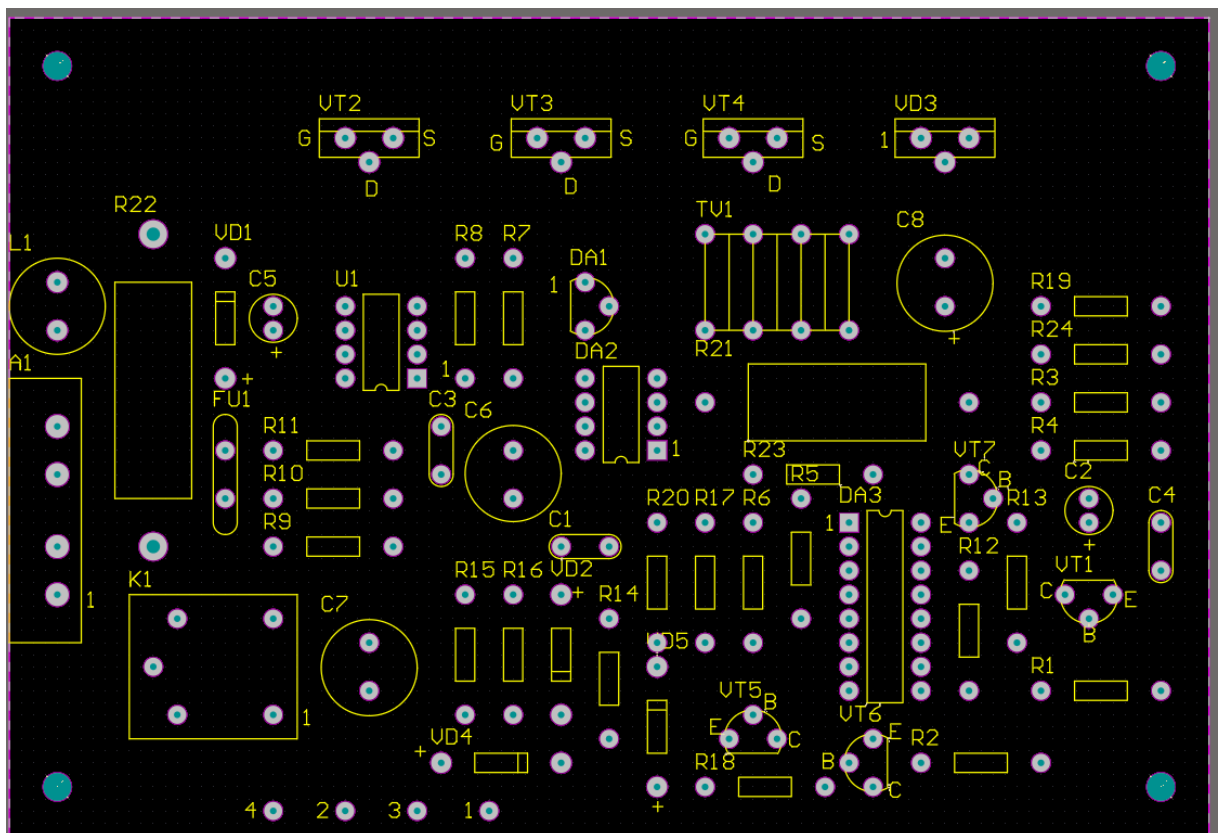


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ

Арк.

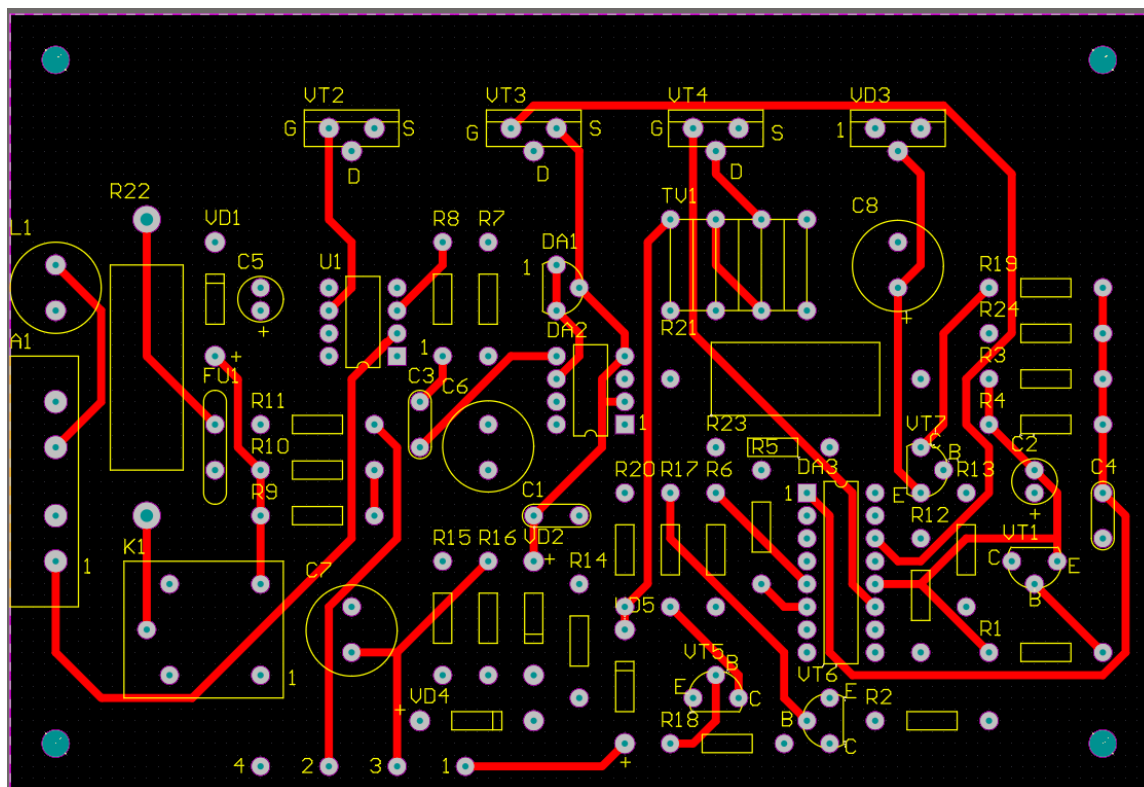


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Тор

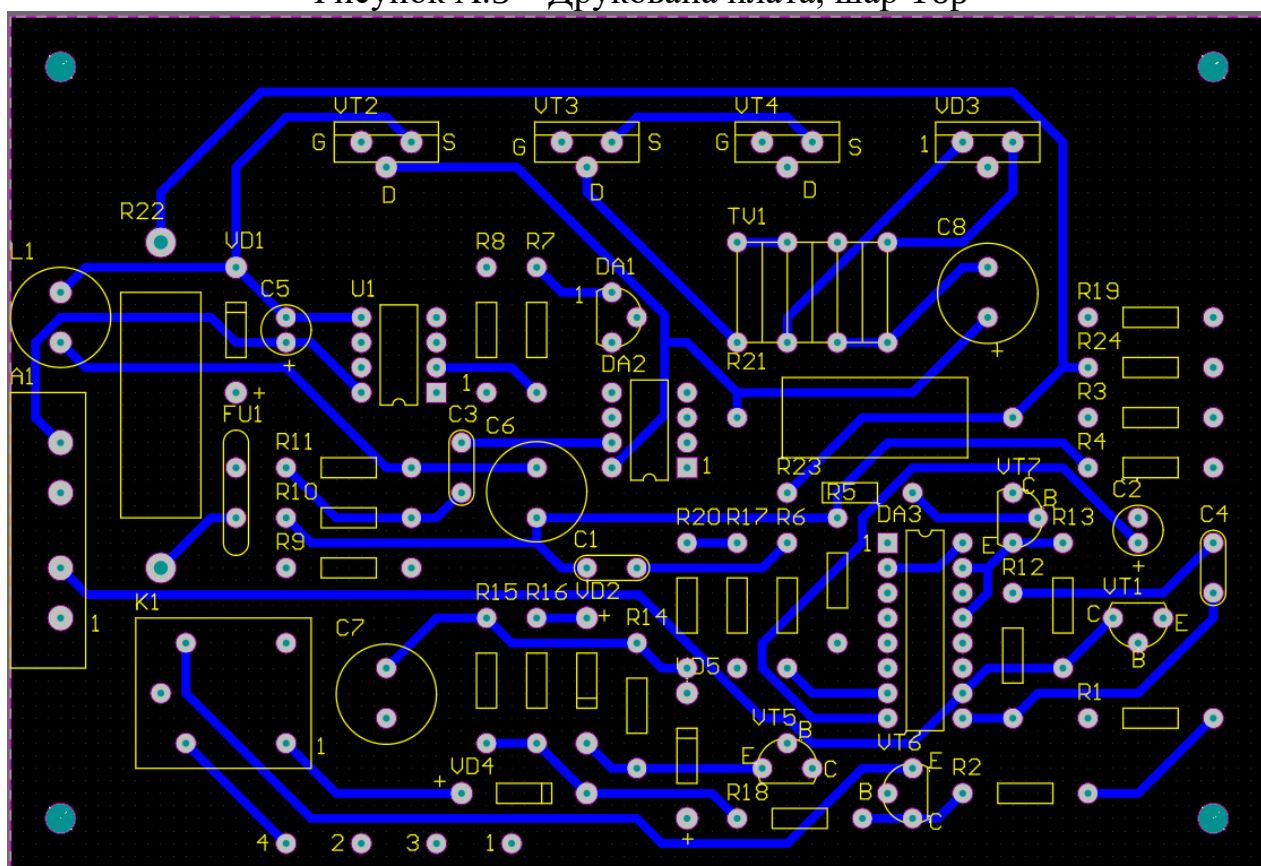


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Botton

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

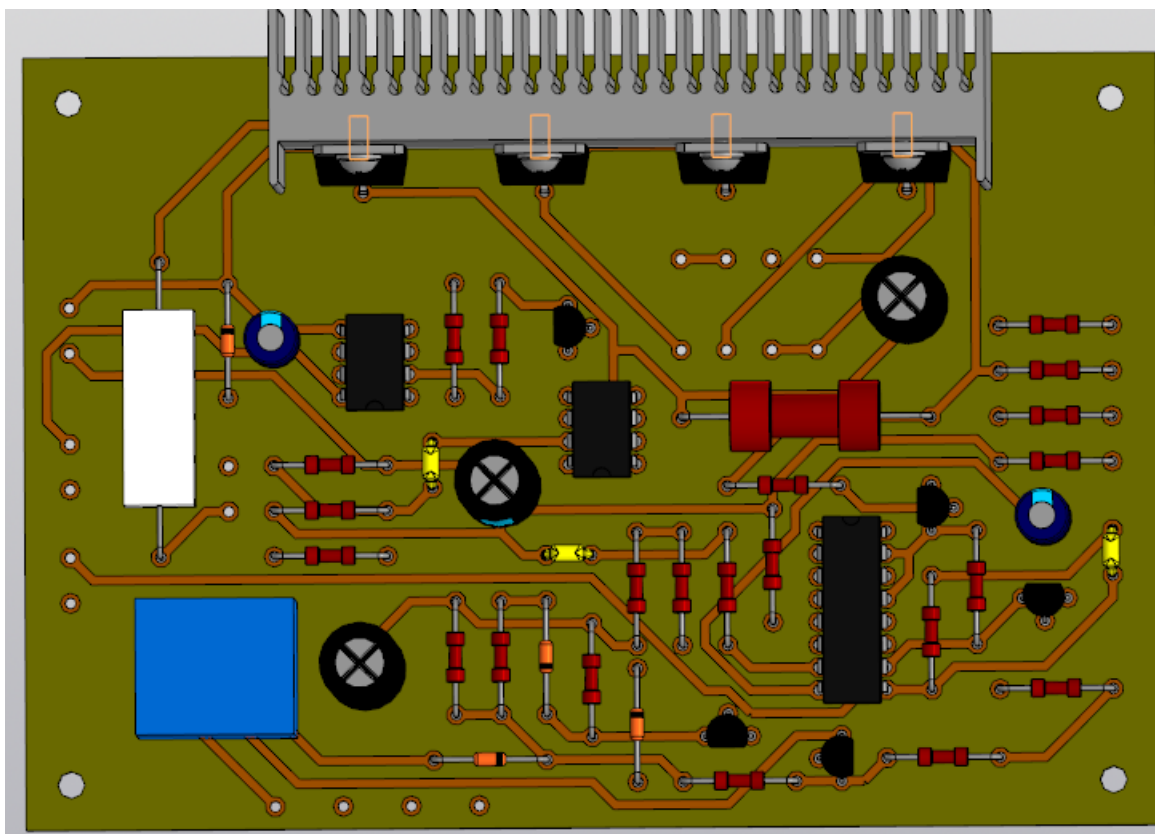


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

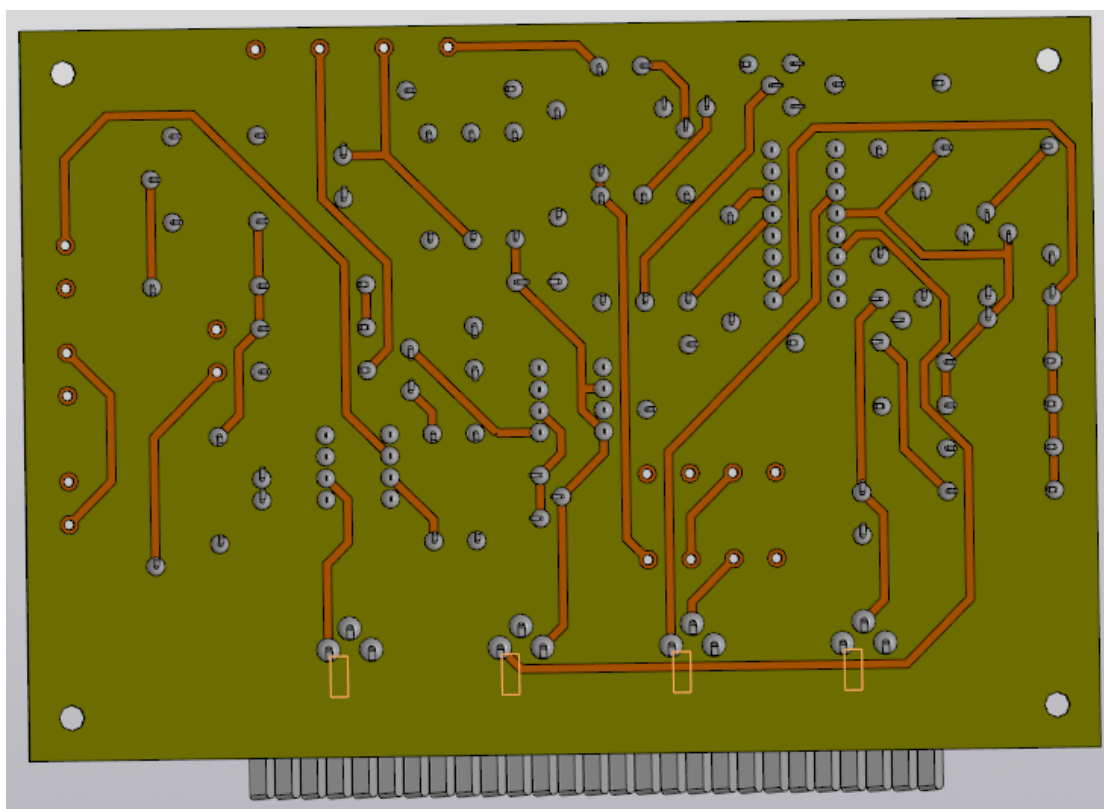


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ

Арк.

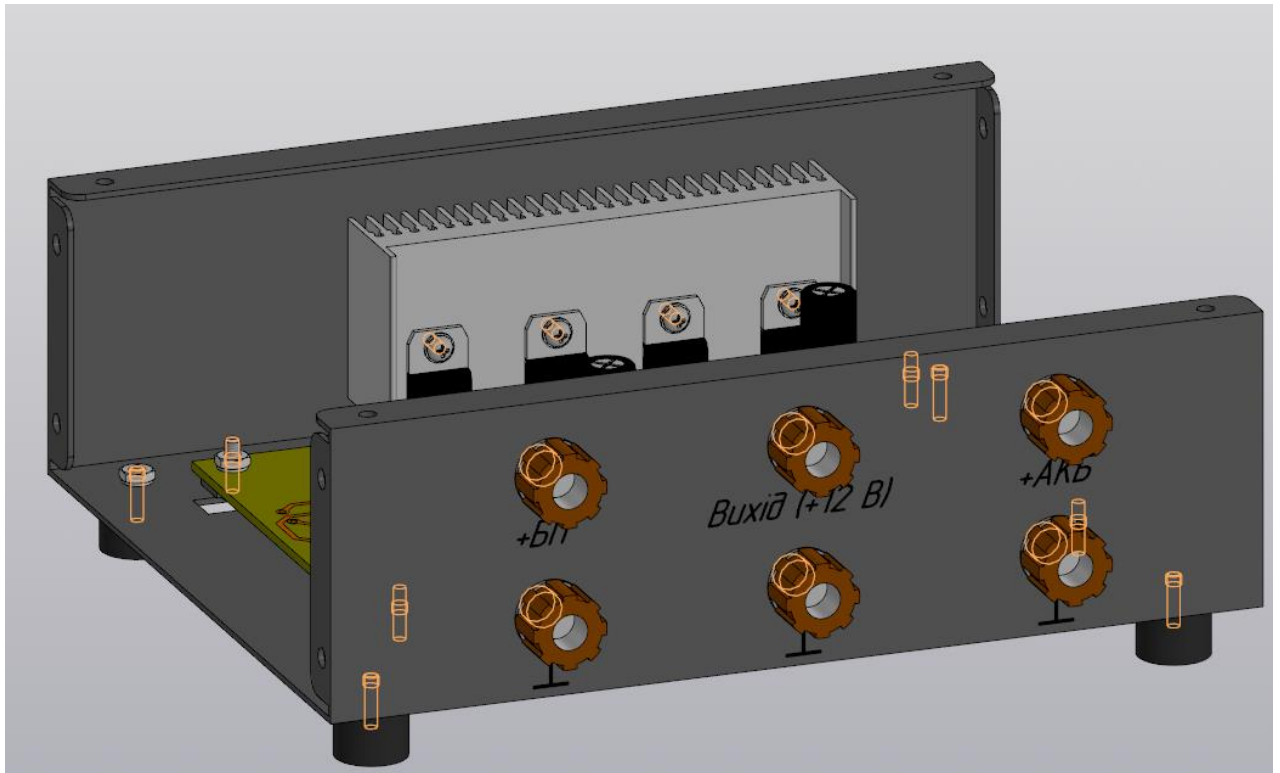


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

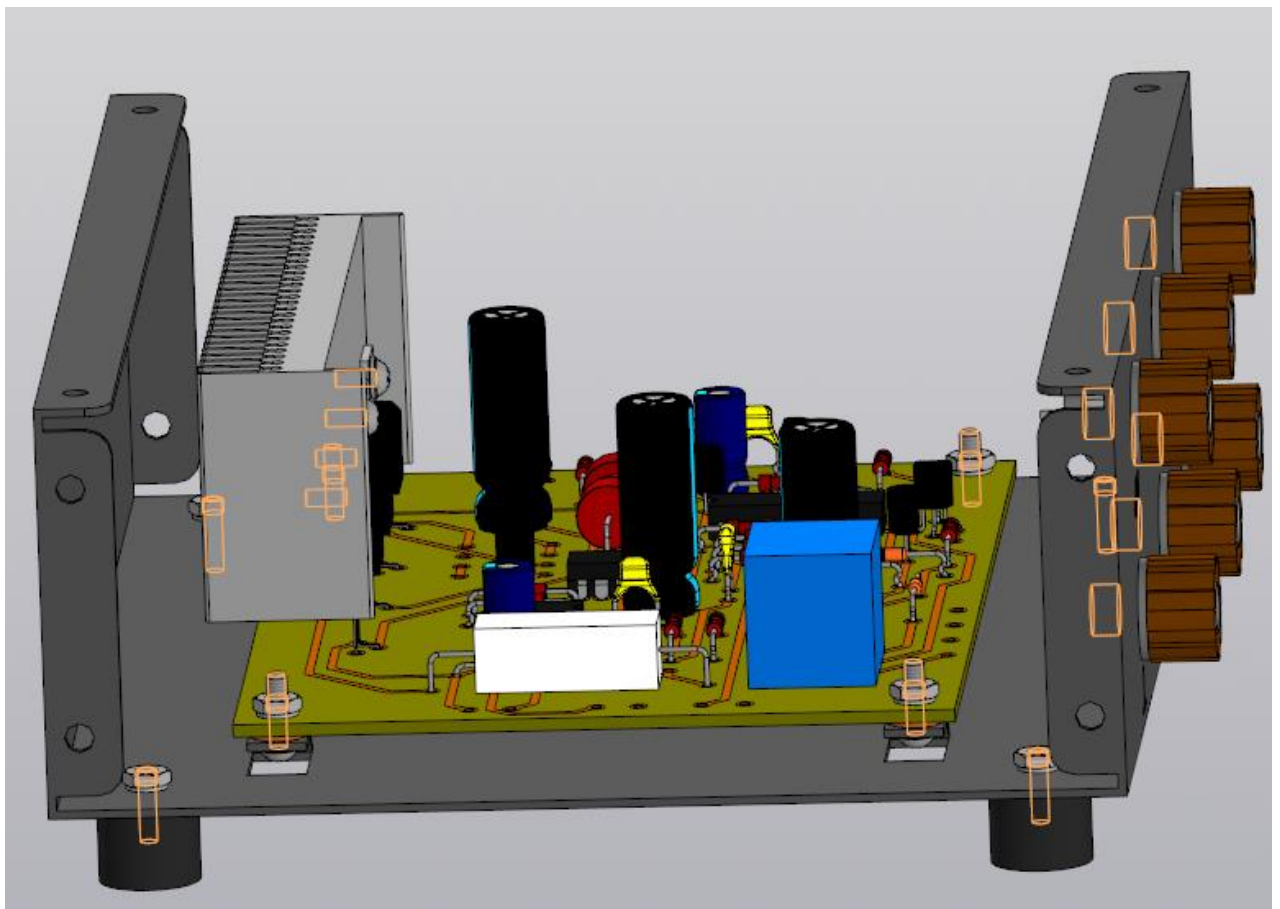


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, нижня кришка збоку

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

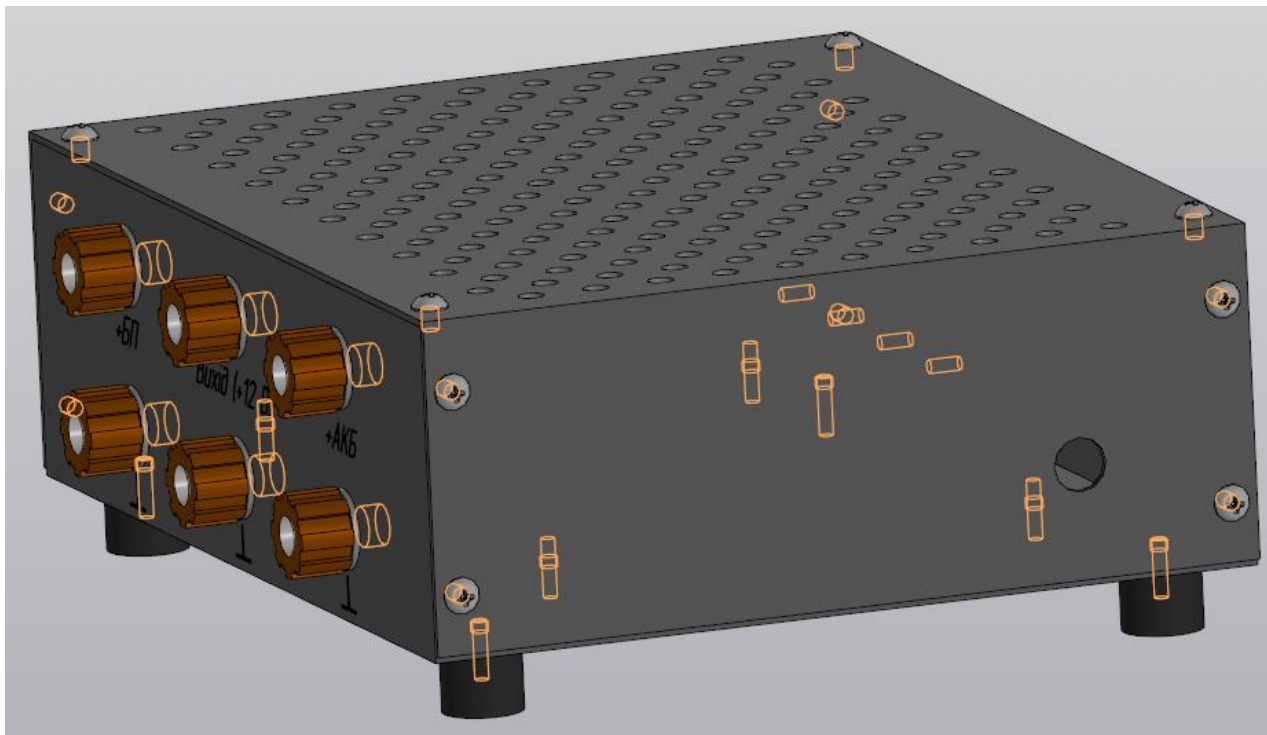


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

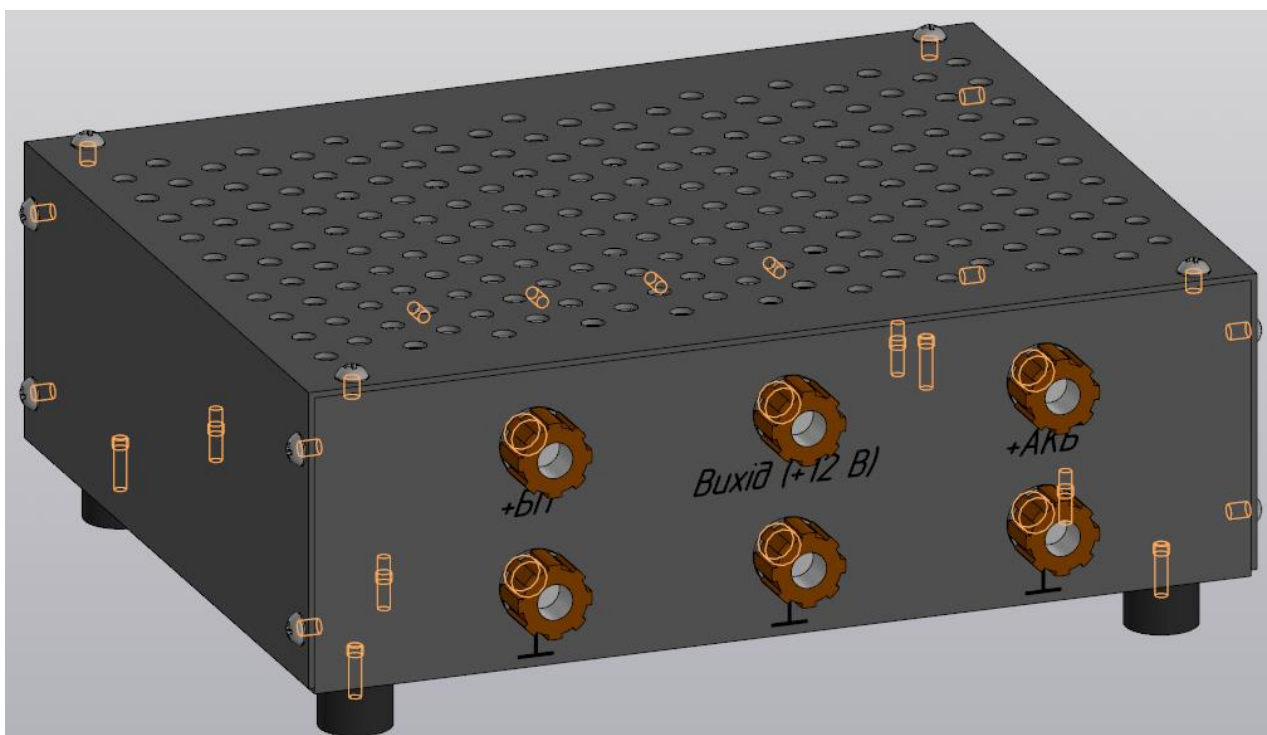
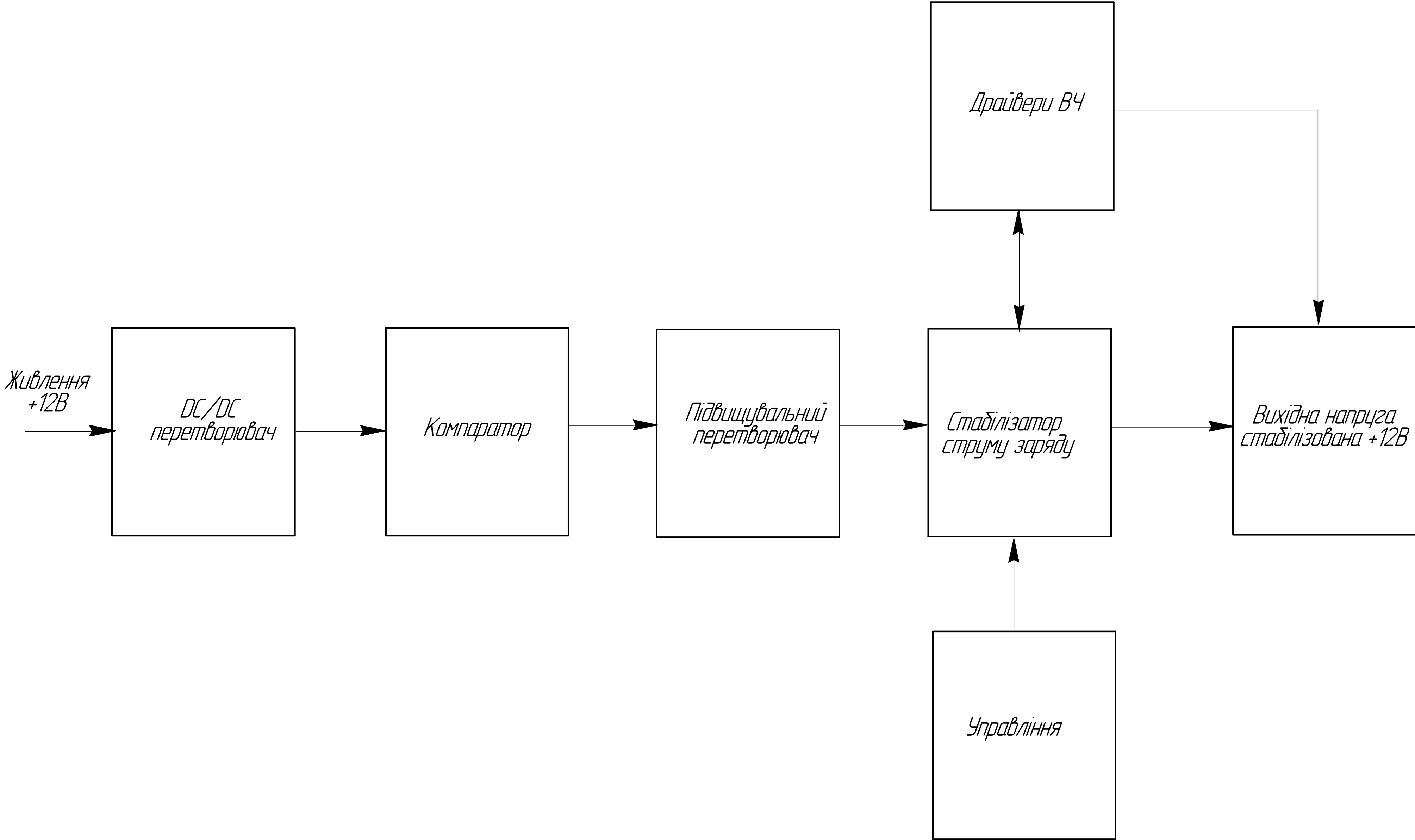


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.402.016.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

26 КР 172.402.016.001.000 Е1



Поз. познач.		Найменування	Кіл.	Примітка			
Перш. викорис.	A1	Перетворювач напруги IB1515LS-1WR3 "JETEKPS"	1				
		Конденсатори					
	C1	NPO-1 нФ ±5% "Murata"	1				
	C2	ECAP-25 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	1				
	C3	NPO-100 нФ ±5% "Murata"	1				
	C4	NPO-100 нФ ±5% "Murata"	1				
	C5	ECAP-25 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	1				
	C6, C7	ECAP-25 В-2200 мкФ ±20% "Jamicon"	2				
Додат. №	C8	ECAP-6,3 В-3300 мкФ ±20% "Jamicon"	1				
		Мікросхеми					
	DA1	TL431A "UMW"	1				
	DA2	LM393AP "Texas Instruments"	1				
	DA3	SG3525AN "ST Microelectronics"	1				
	FU1	Запобіжник RB300-30-3A-250В "ECE"	1				
	K1	Реле G5LE14 12DC "Omron"	1				
	L1	Дросель FWDRI14 15В-42 мкГн ±10% "Ferriwo"	1				
Зам. інв. №		Резистори					
	R1	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	1				
	R2	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1				
	26 КР 172.402.016.001.000 ПЕЗ						
	Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
	Розроб.	Клас					
	Перевір.	Іващук					
	Н.контр.	Задорожний					
Інв. № ориг.	Затверд.						
	Блок живлення системи домашньої автоматики				Літ.	Аркцш	Аркцшів
	Перелік елементів				Н	1	3
					ВСП ТФК ТР-402 м. Тернопіль		

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
R3	MFP-0,125-82 кОм ±10% "Yageo"	1	
R4	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R5	MFP-0,125-15 кОм ±10% "Yageo"	1	
R6	MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	1	
R7	MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"	1	
R8	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R9	MFP-0,125-130 кОм ±10% "Yageo"	1	
R10	MFP-0,125-13 кОм ±10% "Yageo"	1	
R11	MFP-0,125-47 кОм ±10% "Yageo"	1	
R12	MFP-0,125-330 кОм ±10% "Yageo"	1	
R13	MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"	1	
R14	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R15	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R16	MFP-0,125-36 кОм ±10% "Yageo"	1	
R17	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
R18	MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"	1	
R19	MFP-0,125-5,1 кОм ±10% "Yageo"	1	
R20	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1	
R21	MFP-2-470 Ом ±10% "Yageo"	1	
R22	MFP-5-3,9 кОм ±10% "Yageo"	1	
R23	MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	1	
R24	MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"	1	
TV1	Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"	1	
U1	Онпонара TLP250F "Toshiba"	1	
	Діоди		
VD1	MBR745-E3/45 "Vishay"	1	
VD2	BZX55C8V2 "LGE"	1	
VD3	SBL1060CT "ISC"	1	

Підпис і дата

Інв. № докл.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № орг.

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

26 КР 172.402.016.001.000 ПЕЗ

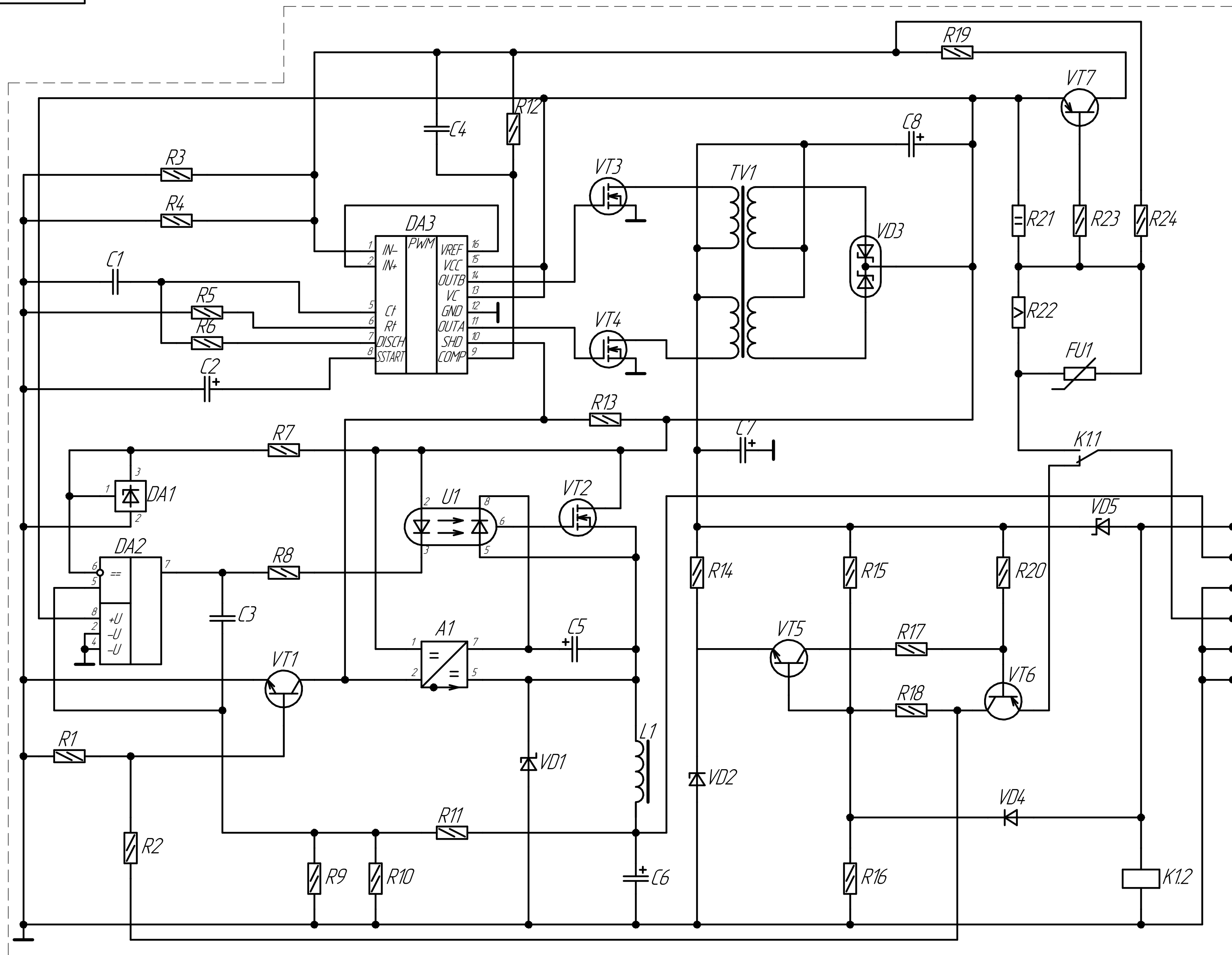
Арк. 2

Інв. № орг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дитини	Підпис і дата

Копіював

Формат А4

26 КР 172.402.016.001.000 Е3



Номер конт.	Коло
1	+БП
2	Вихід (+12 В)
3	⊥
4	+АКБ
5	⊥
6	⊥

26 КР 172.402.016.001.000 Е3						Блок живлення системи домашньої автоматизації			Лист	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Н		-	-		
Разроб.	Клас	Іващук				Архив	Архив	1			
Перевір.	Іващук					ВСП ТФК ТР-402					
І.контр.	Задорожний					м. Тернопіль					
Затверд.						Формат А2					

Перш. використ.

Додат. №

Підпис і дата

Інв. № змін.

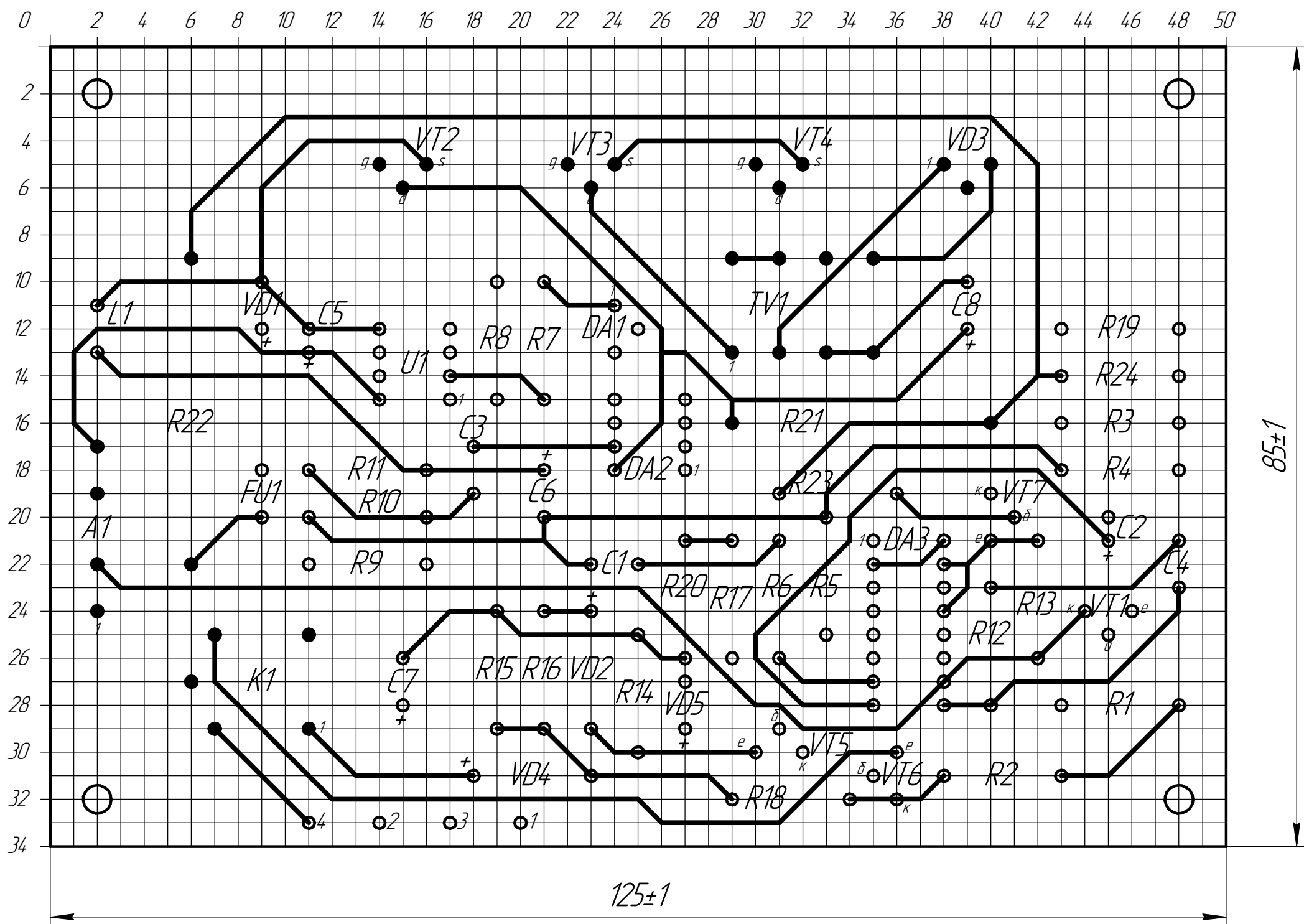
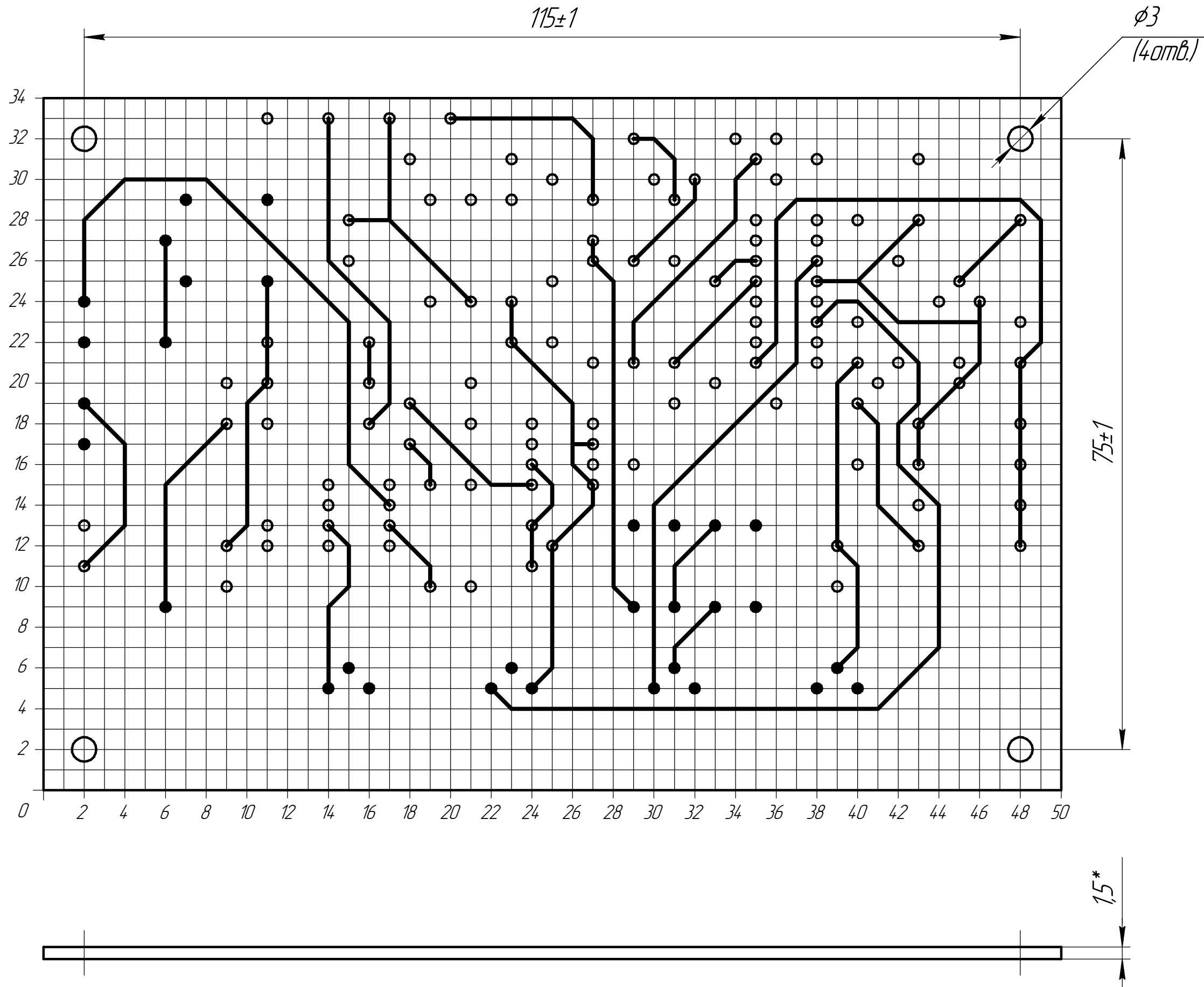
Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № змін.

Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⊕	0,8	Є	2,0	123	
⬤	1,0	Є	2,2	33	

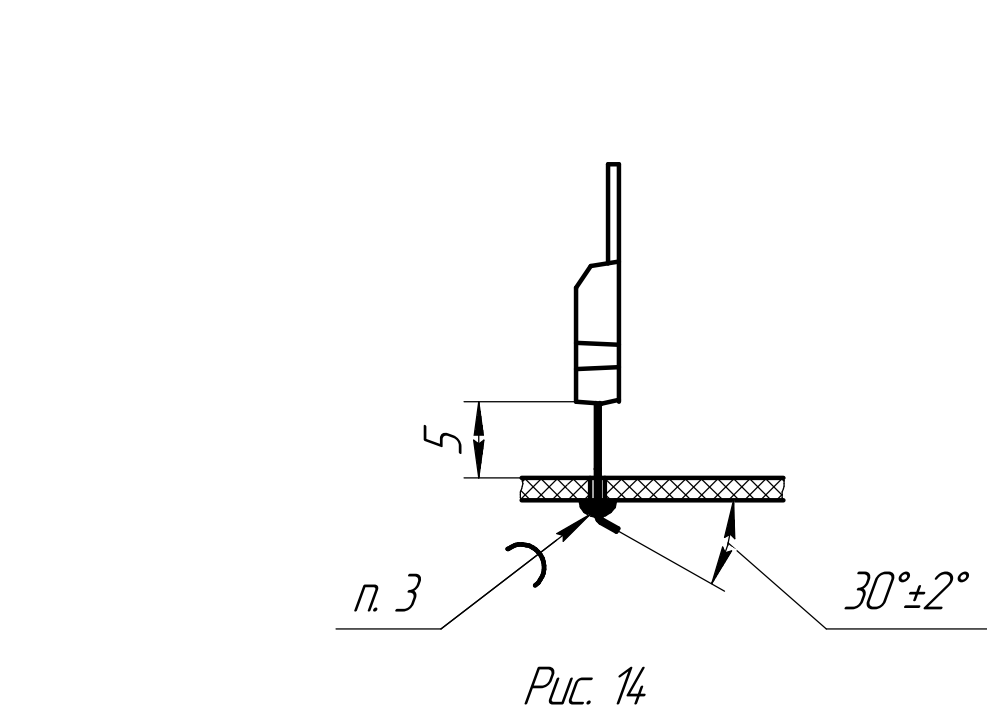
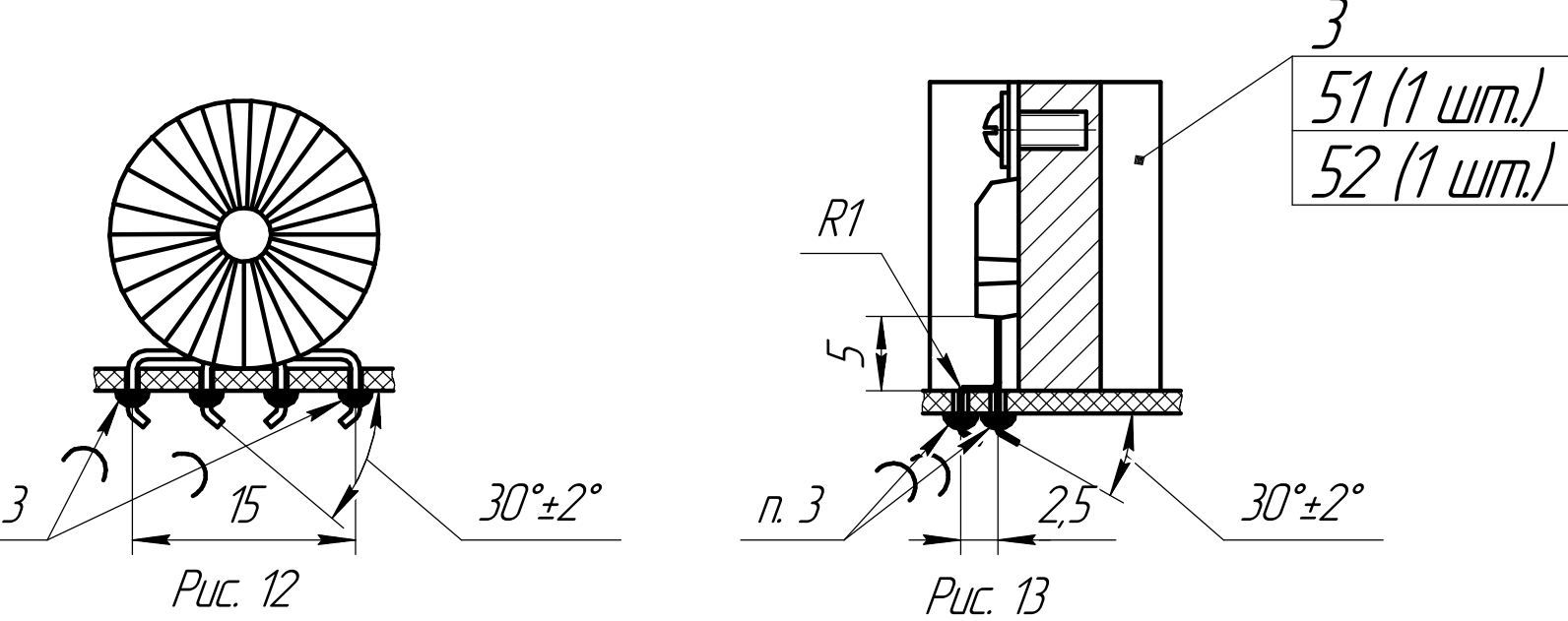
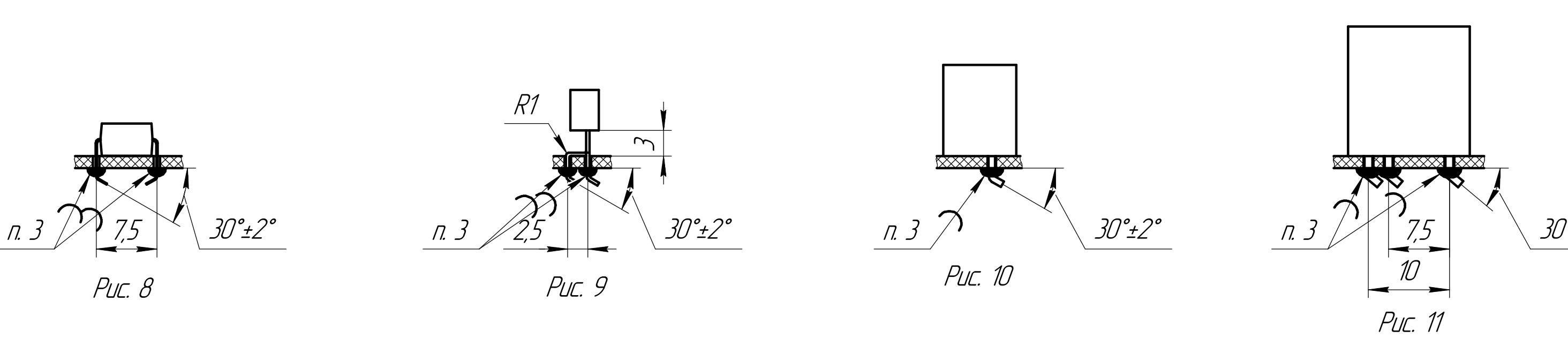
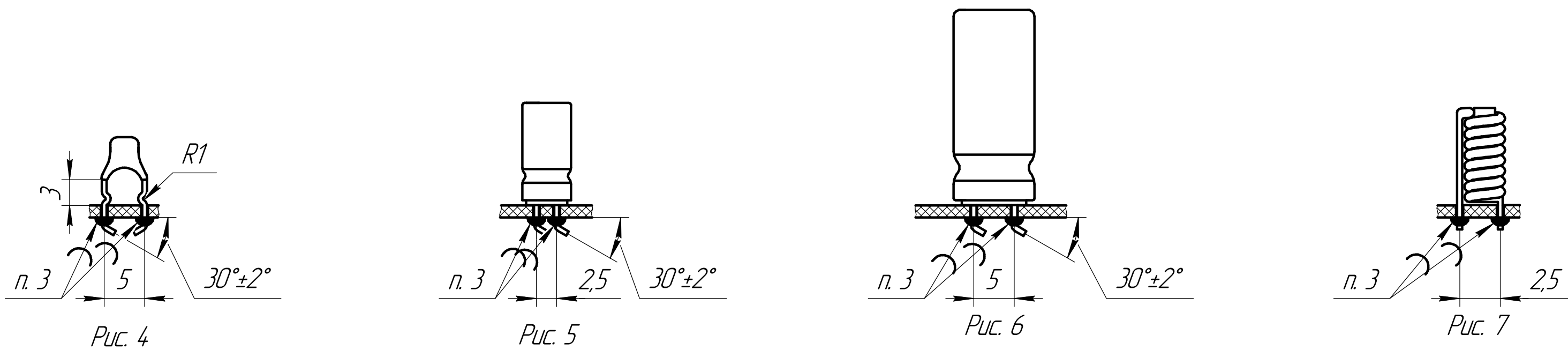
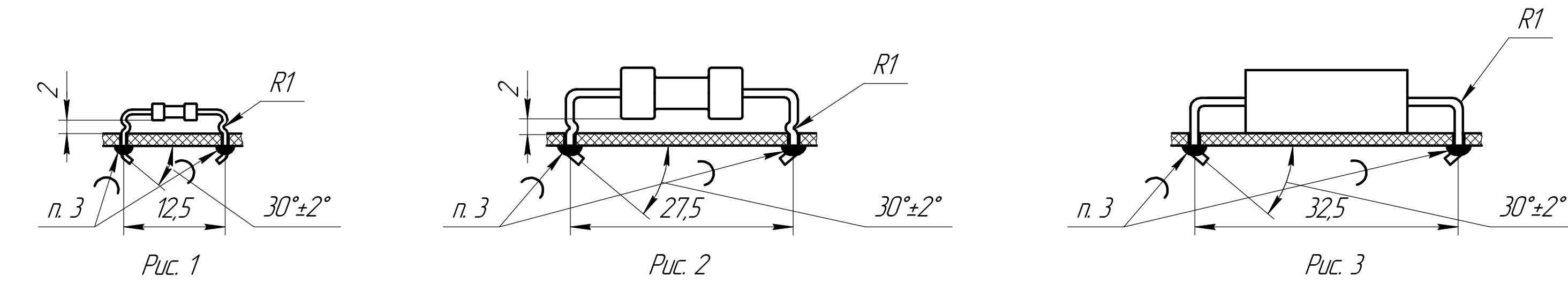
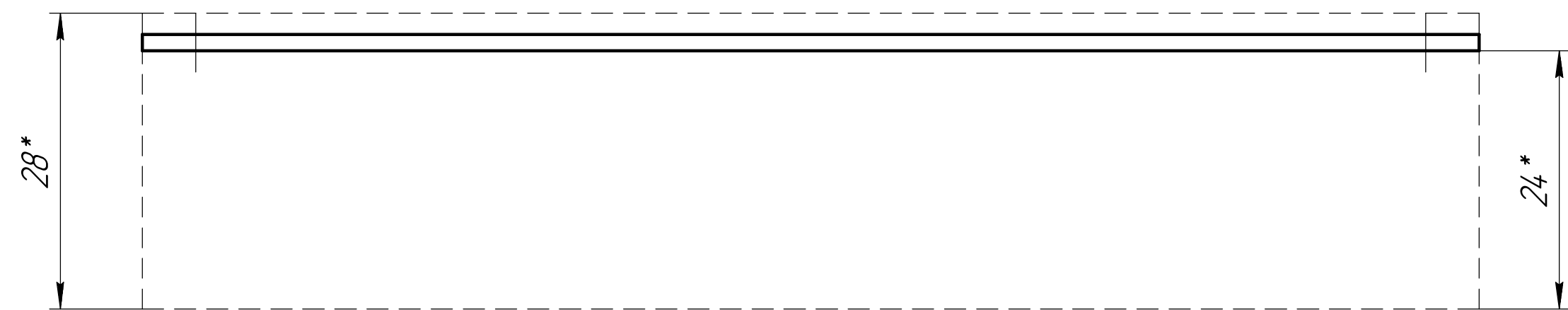
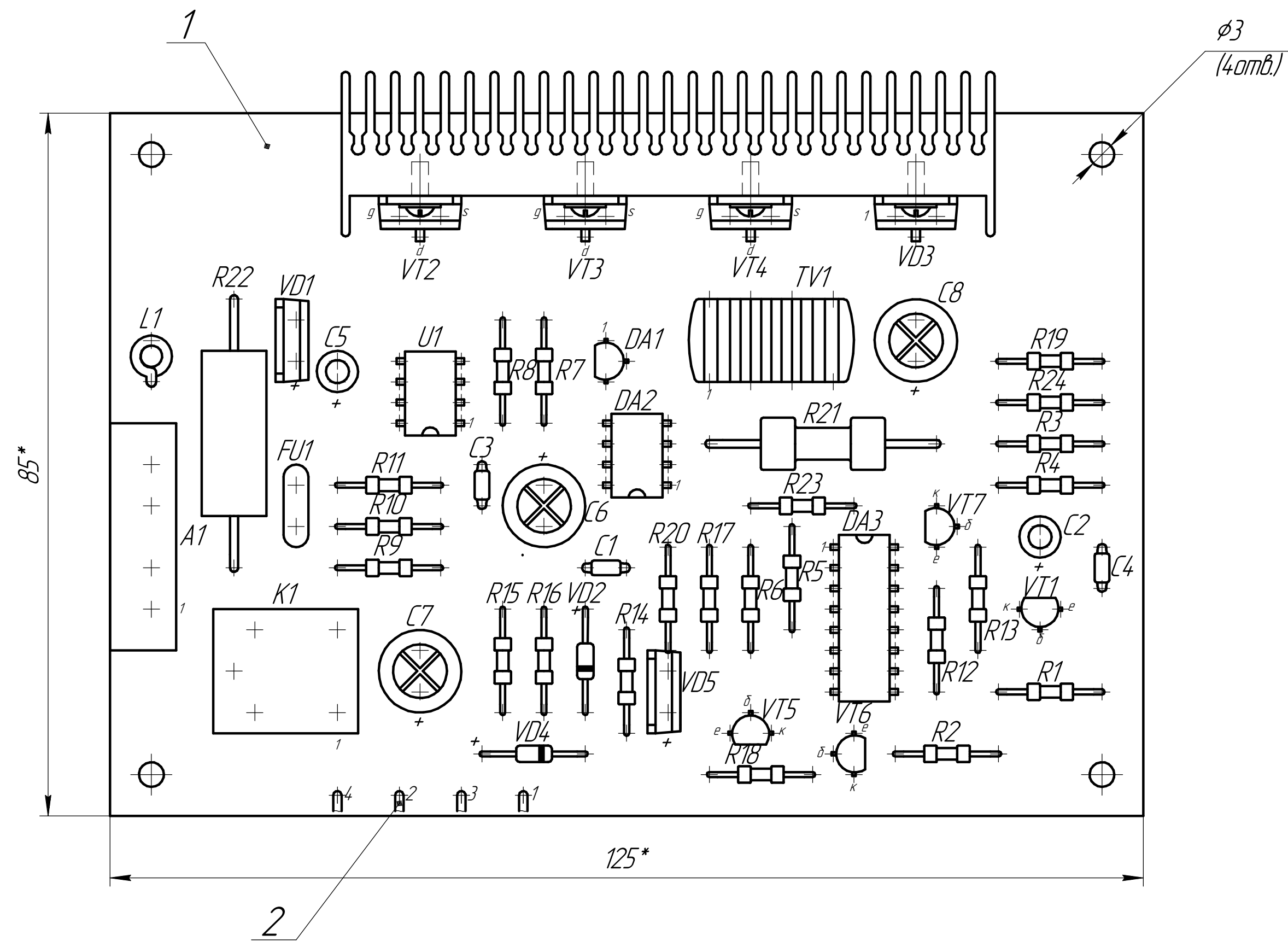


- Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
- *Розмір для довідок.
- Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
- Крок координатної сітки 2,5 мм.
- Плату виготовити комбінованим методом.
- Параметри отворів дивись в таблиці.
- Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
- Мінімальна відстань між провідниками не менше 1 мм.
- Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
- Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 діля ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
- Інші вимоги по ОСТ 4.0005.051.

					26 КР 172.402.016.001.001					
Зм. Розроб. Перевір. Т.контр.	Арх. Клас. Івашук	№ док. Клас.	Підпис	Дата	Плата друкована			Лист	Маса	Масштаб
								Н	0,03	2
					Архив		Архив		ВСП ТФК ТР-402	
Н.контр.		Задорожний		СФ2-35-15КП			м. Тернопіль			
Затверд.				ГОСТ 10316-78			Формат А1			
				Комп'ютер						

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.016.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.402.016.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова				
		A1			26 КР 172.402.016.001.000 СК	Вузол друкований				
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № додл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.016.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.402.016.001.002	Перемичка	4		
				БК	3	26 КР 172.402.016.001.003	Радіатор	1		
								Інші вироби		
					4		Перетворювач напруги IB1515LS-1WR3 "JETEKPS"	1		
							Конденсатори			
					6		NPO-1 нФ ±5% "Murata"	1	С1	
Інв. № ориг.	Затверд.	Н.контр.	Задорожний	7		NPO-100 нФ ±5% "Murata"	1	С3		
				8		NPO-100 нФ ±5% "Murata"	1	С4		
				9		ECAP-25 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	2	С2, С5		
				10		ECAP-25 В-2200 мкФ ±20% "Jamicon"	2	С6, С7		
				11		ECAP-6,3 В-3300 мкФ ±20% "Jamicon"	1	С8		
							Мікросхеми			
				13		LM393AP "Texas Instruments"	1	DA2		
				14		SG3525AN "ST Microelectronics"	1	DA3		
				26 КР 172.402.016.001.000						
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата						
Розрод.	Клас				Літ.	Арк-ш	Арк-шів			
Перевір.	Іващук				Н	1	2			
					Вузол друкований					
					ВСП ТФК ТР-402					
					м. Тернопіль					
					Формат А4					

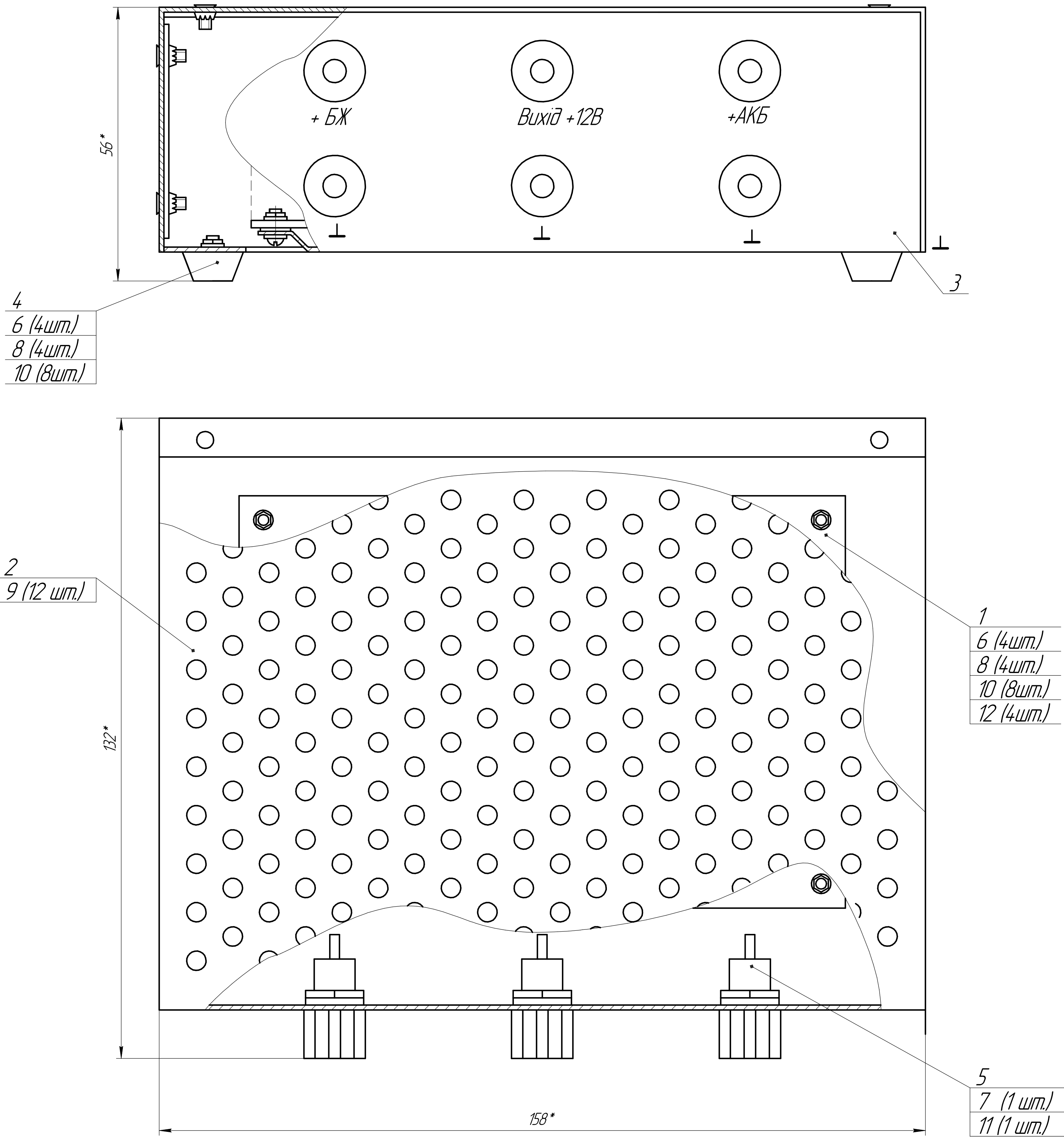
Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		15		TL431A "UMW"	1	DA1
		17		Запобіжник RB300-30-3A-250B "ECE"	1	FU1
		19		Реле G5LE14 12DC "Omron"	1	K1
		21		Дросель FWDRI14 15B-42 мкГн ±10% "Ferriwo"	1	L1
				Резистори		
		23		MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	2	R6, R23
		24		MFP-2-470 кОм ±10% "Yageo"	1	R21
		25		MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	2	R1, R14
		26		MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	3	R4, R8, R17
		27		MFP-0,125-3,3 кОм ±10% "Yageo"	3	R7, R13, R24
		28		MFP-5-3,9 кОм ±10% "Yageo"	1	R22
		29		MFP-0,125-5,1 кОм ±10% "Yageo"	1	R19
		30		MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	3	R2, R15, R20
		31		MFP-0,125-13 кОм ±10% "Yageo"	1	R10
		32		MFP-0,125-15 кОм ±10% "Yageo"	1	R5
		33		MFP-0,125-36 кОм ±10% "Yageo"	1	R16
		34		MFP-0,125-47 кОм ±10% "Yageo"	1	R11
		35		MFP-0,125-82 кОм ±10% "Yageo"	1	R3
		36		MFP-0,125-100 кОм ±10% "Yageo"	1	R18
		37		MFP-0,125-130 кОм ±10% "Yageo"	1	R9
		38		MFP-0,125-330 кОм ±10% "Yageo"	1	R12
		40		Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"	1	TV1
		42		Онмонара TLP250F "Toshiba"	1	U1
				Діоди		
		44		BZX55C8V2 "LGE"	1	VD2
Інв. № ориг. Підпис і дата Зам. інв. № Інв. № дубл. Підпис і дата 26 KP 172.402.016.001.000 Арк. 2						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Копіював	
				Формат	A4	



1. *Размеры для довідок.
2. Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R1, R20, R23, R24, VD2, VD4-на рис. 1; R21-на рис. 2; R22-на рис. 3; C1, C3, C4, FU1-на рис. 4; C2, C5-на рис. 5; C6...C8-на рис. 6; L1-на рис. 7; U1, DA2, DA3-на рис. 8; DA1, VT1, VT5...VT7-на рис. 9; A1-на рис. 10; K1-на рис. 11; TV1-на рис. 12; VT2...VT4, VD3-на рис. 13; VD1, VD5-на рис. 14. Транзистори VT2...VT4, VD3 прикріпити до радіатора гвинтом поз. 51.
3. Паяти припоем ПОС61 ГОСТ 21931-76.
4. Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна БМ, діла ТУ029-02-859-78.
Щарфит 2,5 по НО 010, 007.
Місця розміщення маркування показані умовно.
5. Лакувати лаком АКА-113.
6. Позначення елементів показано умовно.
7. Друковані провідники умовно не показані.
8. Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

26 КР 172.402.016.001.000 СК					Вузол друкований		
Складальне креслення					Лист	Маса	Масштаб
					Н	0,06	2:1
					Архив	Архив	1
					ВСП ТФК ТР-402		
					м. Тернопіль		
					Формат А1		

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.402.016.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.402.016.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.402.016.004.000 СК	Складальне креслення	1			
						Складальні одиниці				
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.402.016.001.000 СК	Вузол друкований	1		
								Деталі		
				БК	2	26 КР 172.402.016.004.001	Верхня кришка	1		
				БК	3	26 КР 172.402.016.004.002	Нижня кришка	1		
				БК	4	26 КР 172.402.016.004.003	Ніжка	4		
								Інші вироби		
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата		5		Роз'єм DS1330-01-4 "Connfly"	3	XS1...XS3	
								Стандартні вироби		
					6		Гайка М2,5-6Н ГОСТ 5916-70	8		
					7		Гайка М8-6Н ГОСТ 5916-70	6		
					8		Гвинт Г2,5-6dх10 ГОСТ 17473-80	8		
					9		Гвинт самонарізаючий М2,5-1-6			
							ГОСТ 10619-80	12		
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата	26 КР 172.402.16.04.000						
				Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
				Розрод.	Клас					
				Перевір.	Іващук					
				Н.контр.						
Затверд.				Блок живлення системи домашньої автоматики		Літ.	Аркцш	Аркцшів		
						Н	1	2		
						ВСП ТФК ТР-402				
						м. Тернопіль				



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.402.016.001000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

26 КР 172.402.016.004.000 СК					Лит	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Н	0,3	2:1
Розроб.	Клас				Аркцив 1		
Перевір.	Інспектор				ВСТ ТФК ТР-402		
Т.контр.					м. Тернопіль		
Н.контр.	Задорожний				Формат А1		
Затверд.					Копія		

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл																
Замість																
Підпис																
														Аркуш 4		
											26 КР 172.402.016.03.000			26 КР 172.402.016.03.118		
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		
701		Кусачки	РТ 145532													
02		Гінцет	РТ 265641													
К 03	1	Плата друкована					26 КР 172.402.016.001001					796	100	100		
04	4	Перетворювач напруги IB1515LS-1WR3					"JETEKPS"					796	100	100		
05	6	Конденсатори	NPO-1 нФ ±5%				"Murata"					796	100	100		
06	7	Конденсатори	NPO-100 нФ ±5%				"Murata"					796	100	100		
07	8	Конденсатори	NPO-100 нФ ±5%				"Murata"					796	100	100		
08	9	Конденсатори	ECAP-25 В-100 мкФ ±20%				"Jamicon"					796	100	200		
09	10	Конденсатор	ECAP-25 В-2220 мкФ ±20%				"Jamicon"					796	100	200		
10	11	Конденсатор	ECAP-6,3 В-3300 мкФ ±20%				"Jamicon"					796	100	100		
11	13	Мікросхема	LM393AP				"Texas Instruments"					796	100	100		
12	14	Мікросхема	SG3525AN				"ST Microelectronics"					796	100	100		
13	15	Мікросхема	TL431A				"UMW"					796	100	100		
14	17	Запобіжник	RB300-30-3A-250В				"ECE"					796	100	100		
15	19	Реле	G5LE1412DC				"Omron"					796	100	100		
16	21	Дросель	FWDRI1415В-42 мкГн ±10%				"Ferriwo"					796	100	100		
17	23	Резистори	MFP-0,125-1000м ± 10%				"Yageo"					796	100	200		
18	24	Резистори	MFP-2-4700м ± 10%				"Yageo"					796	100	100		

Дубл																		
Замість																		
Підпис																		
													Аркуш 5					
											26 КР 172.402.016.03.000			26 КР 172.402.016.03.118				
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	25	Резистори			MFP-0,125-1к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	200	
02	26	Резистори			MFP-0,125-2к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	300	
03	27	Резистори			MFP-0,125-3,3к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	200	
04	28	Резистори			MFP-5-3,9к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	100	
05	29	Резистори			MFP-0,125-5,1к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	100	
06	30	Резистори			MFP-0,125-10к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	300	
07	31	Резистори			MFP-0,125-13к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	100	
08	32	Резистори			MFP-0,125-15к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	100	
09	33	Резистори			MFP-0,125-36к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	100	
10	34	Резистори			MFP-0,125-47к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	100	
11	35	Резистори			MFP-0,125-82к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	100	
12	36	Резистори			MFP-0,125-100к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	100	
13	37	Резистори			MFP-0,125-130к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	100	
14	38	Резистори			MFP-0,125-330к0м ± 10%				"Yageo"						796	100	100	
15	40	Трансформатор			B78386-P1116-A				"Epcos"						796	100	100	
16	42	Оптопара			TLP250F				"Toshiba"						796	100	100	
17	44	Діод			BZX55C8V2				"LGE"						796	100	100	
18	45	Діод			MBR745-E3/45				"Vishay"						796	100	200	

Дубл																											
Замість																											
Підпис																											
														Аркуш 6													
												26 КР 172.402.016.03.000		26 КР 172.402.016.03.118													
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		46		Діод		SBL1060CT				"ISC"										796		100		100			
02		47		Діод		1N4148				"Diotec"										796		100		100			
03		48		Транзистор		2N2222A				"Fairchild"										796		100		200			
04		49		Транзистор		IRFZ34N				"Microchip"										796		100		300			
05		50		Транзистор		KSP2907ATA				"ON Semiconductor"										796		100		200			
06																											
07																											
A 08		402				016		045		402016045 Автоматизована пайка																0,005	
Б 09				Установка пайки		хвилиною АРП М6.890.001																					
0 10				Пайку проводити		згідно ТТП 316530 (152шт)																					
М11				Припой ПОС-61						ГОСТ 21931-76										180		100		0,46			
12				Флюс АТ-120						ГОСТ 32142-82										120		100		076			
13				Спиртобензинова суміш						ГОСТ 443-76										120		100		0,76			
14																											
15																											
16																											
17																											
18																											

Дубл																	
Замість																	
Підпис																	
															Аркуш 7		
												26 КР 172.402.016.03.000			26 КР 172.402.016.03.118		
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																	
04																	
A05	402		016	050	4020160055 Електромонтаж										0,004		
06		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (4шт)															
07		2. Установити перемички поз.2(4шт) згідно карти ескізів по ТТП254681															
K 08		Паїку проводити згідно ТТП 316530															
09	2	Перемичка			26 КР 172.402.016.001.002						796	100	400				
10		Електропаяльник РТ 105278															
11		Пінцет РТ 235641															
M12		Припой ПОС-61				ГОСТ 2131-76						180	100	0,012			
13		Флюс АТІ-120				ГОСТ 32142-82						180	100	0,1			
14		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76						120	100	0,1			
15																	
A 16	402		016	055	402016050 Слюсарно-складальна										0,005		
17		1. Кріпити радіатор поз.3(1шт) згідно рис.13, гвинтами поз.51(4шт) через шайбу поз. 52 (4шт) згідно карти ескізів															
K 18	3	Радіатор			26 КР 172.402.016.001.003						796	100	100				

[illegible]

Дубл.																						
Замість																						
Підпис																						
														Аркушів 4		Аркуш 1						
Розробив		Клос							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.402.016.001 СК					26 КР 172.402.016.001					
Перевірів		Іващук							Блок живлення системи домашньої автоматики										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																	
02																						
03	402		016	005	402.016.01 Комплектування											0,005						
04					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (66шт)																	
05																						
06																						
07	402		016	010	402.016.02 Слюсарно-складальна											0,005						
08					Пневмоверт РТ 532964																	
09					Складання проводити по ТТП 231587(14шт)																	
10					1. Кріпити друкований вузол поз.1 до нижньої кришки поз. 3 гвинтом поз.8(4шт) гайкою поз.6(4шт) через шайбу поз.10(4шт) згідно карти ескізів																	
11					2. Кріпити роз'єми поз.5(XS1...XS3) гайкою поз.7(6шт) через шайбу поз.11(6шт) згідно карти ескізів по ТТП 12838374																	
12	1				Вузол друкований					26 КР 172.402.016.001.000 СК				796	100	100						
13	2				Кришка верхня					26 КР 172.402.016.004.001				796	100	100						
14	3				Кришка нижня					26 КР 172.402.016.004.002				796	100	100						

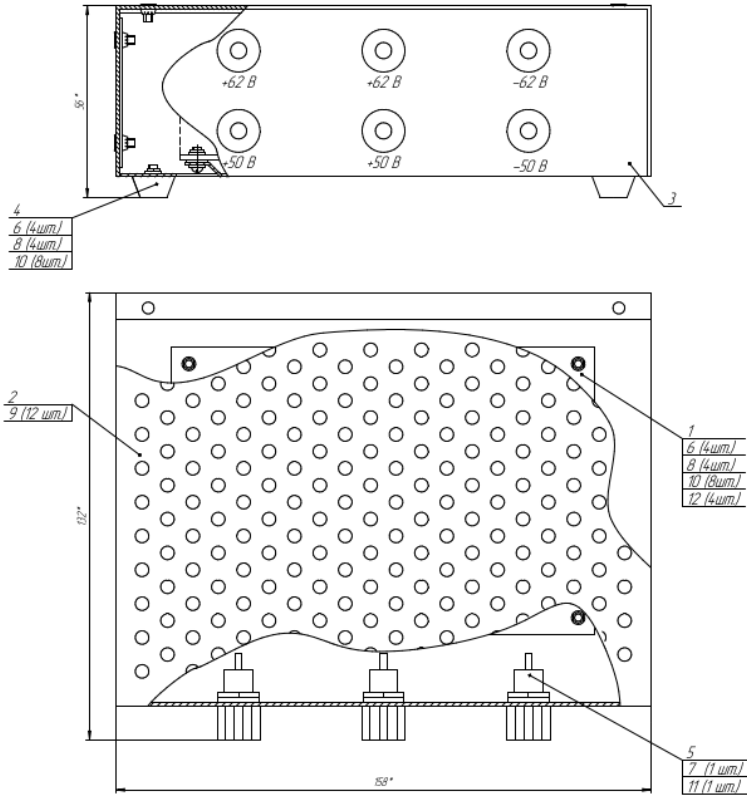
Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 2			

Дубл																
Замість																
Підпис																
														Аркуш 3		
											26 КР 172.402.016.001 СК			26 КР 172.402.016.001		
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	
А 01	402		016	020	402.016.04 Слюсарно-складальна										0,002	
Б 02		Пневмоверт РТ 532964														
003		Складання проводити по ТТП 231587														
04		1. Кріпити кришку верхню поз.2 до кришки нижньої поз.3 гвинтами поз.9(12шт) через шайби поз.12(12шт) згідно карти ескізів по ТТП912485														
05		2. Кріпити ніжки поз.4 гвинтом поз.8(4шт) гайкою поз.6(4шт) через шайбу поз.10(4шт) до кришки нижньої поз.3 згідно карти ескізів по														
К06	4	Ніжки							26 КР 172.402.016.004.0				796	100	400	
07	6	Гайка			М2,5-6Н				ГОСТ 5916-70				796	100	400	
08	8	Гвинт			Г2,5-6gx10				ГОСТ 17473-80				796	100	400	
09	9	Гвинт самонарізаючий М2,5-1-6							ГОСТ 10619-80				796	100	1200	
10	10	Шайба			2,5				ГОСТ 10450-78				796	100	1200	
11	12	Шайба діелектрична 2,5											796	100	1200	
А 12	402		016	025	402.016.05 Регулювання										0,005	
Б 13		Установка для регулювання РД 628413														
014		Регулювати згідно інструкції 26 КР 172.402.016.001 I1														
15																
А 16	402		016	030	402.016.06 Контроль якості										0,005	
Б 17		Пульти РТ 445127														
018		Провести візуальний контроль виробу, перевірку електричних параметрів згідно інструкції 26 КР 172.402.016.001 I2														

Дудл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 4	Аркуш 4	
Розробив	Клас			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.402.016.001 СК		26 КР 172.402.016.001	
Перевірів	Іващук			Блок живлення системи домашньої автоматики			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. * Розміри дані в міліметрах.
2. Електронна техніка, відповідно до стандарту ЕЗ, призначеного для використання в системі ПЗС-40 ГОСТ 21939-76.
3. Інші технічні вимоги по ГОСТ 4.007.02.05.

Техніко – економічні показники блоку живлення системи домашньої автоматyki					
Технічні показники				Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+12В	1	Річний обсяг виробництва	2700шт.
2	Струм споживання	до 1А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	183300 грн
3	Габаритні розміри	158*132*56 мм	3	Чистий прибуток	1024063,56 грн
4	Маса	0,5кг	4	Повна собівартість на виріб	1360,41 грн
5	Допустима вологість повітря	87%	5	Ціна одиниці виробу	1822,95 грн
6	Розміри плати	125*85мм	6	Рентабельність виробу	27,88%
7	Діапазон температури працездатності	-10...+40°C	7	Термін окупності	0,2р
8			8	Індекс продуктивності	5,08