

Міністерство освіти і науки України

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

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка конструкції блоку живлення автомобільного підсилювача
Jensen

Виконав: студент (ка) II курсу, групи ТР-403скСпеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»Освітня програма: «Конструювання, виробництво та
технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв».

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Губіцький Володимир Романович

(прізвище та ініціали)

Керівник Василишин О.З.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова циклової комісії
телекомунікацій та радіотехніки
_____ Ольга ВАСИЛИШИН
“12 ” травня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Губіцький Володимир Романович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції блоку живлення автомобільного підсилювача Jensen

керівник кваліфікаційної роботи Василишин Ольга Зіновіївна,
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

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

2.1.2. Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3. Опис і обґрунтування вибору елементної бази.

2.1.4. Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів.

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

Додаткові вказівки:

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

без виготовлення макета

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

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Отримання і аналіз технічного завдання	12.05	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	13.05	
3	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	29.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	25.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 12 травня 2026 р.

Студент

_____ (підпис)

Губіцький В.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Василишин О.З.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

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

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....

1.1 Розробка технічного завдання

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

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

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....

2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....

2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

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

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....

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

2.2 Технологічна частина.....

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

2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Гцидцький			Розробка конструкції блоку живлення автомобільного підсилювача Jense Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Василишин								
Рецензент								ВСП ТФК ТНТУ ТР-403 м. Тернопіль		
Н. Контр.		Задорожний								
Затверд.										

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

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....

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

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....

3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

3.2 Розрахунок собівартості продукції.....

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

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....

4.1 Гарантія прав на охорону праці.....

4.2 Системи засобів і заходів забезпечення електробезпеки.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Губіцький В.Р. Розробка конструкції блока живлення автомобільного підсилювача Jensen: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 75*105мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій стороні плати елементів немає. У приладі транзистори VT3-VT6 закріплені на радіаторі, для кращого відведення тепла.

Корпус даного пристрою виготовлений із металу, розміри 190мм*93мм*85мм.. Верхня та нижня кришки мають П-подібну форму. До верхньої кришки кріпляться роз'єми за допомогою гайок та шайб. До нижньої кришки кріпиться трансформатор за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. Також на корпус кріпиться запобіжник за допомогою шайб та гайок.

Металевий корпус приладу являє собою жорстку захисну оболонку, призначену для розміщення, фіксації та захисту внутрішніх електронних вузлів від механічних пошкоджень, впливу навколишнього середовища та електромагнітних завад.

Внутрішній простір корпусу організований таким чином, щоб забезпечити раціональне розміщення друкованої плати та інших елементів. Друкована плата кріпиться до шасі за допомогою різьбових стійок або ізолюючих втулок, що забезпечує електричну ізоляцію та необхідний повітряний зазор. Передбачені додаткові кронштейни для встановлення трансформатора, радіаторів або інших габаритних компонентів.

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

Ключові слова: блок живлення, підсилювач, напруга вихідна, робоча напруга.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Gubitskii V.R. Development of the design of the power supply unit for the Jensen car amplifier: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, in the specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the dimensions of the board are minimal 75*105mm. All the main elements are located on one side of the board, there are no elements on the other side of the board. In the device, the VT3-VT6 transistors are mounted on a radiator for better heat dissipation.

The case of this device is made of metal, dimensions 190mm*93mm*85mm.. The upper and lower covers have a U-shaped shape. Connectors are attached to the upper cover with nuts and washers. The transformer is attached to the lower cover with four screws and washers. A fuse is also attached to the case with washers and nuts.

The metal case of the device is a rigid protective shell designed to accommodate, fix and protect internal electronic components from mechanical damage, environmental influences and electromagnetic interference.

The internal space of the case is organized in such a way as to ensure rational placement of the printed circuit board and other elements. The printed circuit board is attached to the chassis using threaded posts or insulating sleeves, which provides electrical insulation and the necessary air gap. Additional brackets are provided for installing a transformer, radiators or other large components.

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

Keywords: power supply, amplifier, output voltage, operating voltage.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований імпульсний блок живлення автомобільного підсилювача Jensen призначений для перетворення постійної напруги бортової мережі автомобіля (+12 В) у стабілізовану двополярну напругу приблизно ± 30 В, необхідну для живлення вихідних каскадів аудіопідсилювача.

Основне його призначення полягає в забезпеченні достатнього рівня живлення для формування потужного аудіосигналу, оскільки без підвищення напруги від стандартного автомобільного акумулятора неможливо отримати високу вихідну потужність і якісний звук.

Завдяки використанню імпульсного принципу перетворення з керуванням через TL494, пристрій забезпечує високий коефіцієнт корисної дії, компактні габарити та мале тепловиділення, що особливо важливо для встановлення в обмеженому просторі автомобіля. Застосування силових транзисторів FQR30N06L і високочастотного трансформатора B78386-P1116-A дозволяє ефективно передавати енергію та отримувати стабільну вихідну напругу навіть при зміні навантаження або коливаннях напруги живлення.

Область застосування даного виробу охоплює, перш за все, автомобільні аудіосистеми різного рівня — від штатних підсилювачів до потужних aftermarket-систем, де потрібне стабільне двополярне живлення для роботи підсилювачів класу АВ або інших аналогічних схем.

Також подібні імпульсні перетворювачі можуть використовуватись у мобільних звукових системах, портативних підсилювачах, автономних аудіокомплексах, а також у будь-яких пристроях, де необхідно отримати симетричну підвищену напругу з джерела постійного струму 12 В.

Крім автомобільної техніки, такі блоки живлення можуть застосовуватись у радіоелектронних пристроях, лабораторних макетах, інверторах малої потужності та інших електронних системах, де важлива гальванічна розв'язка, стабілізація напруги та компактність.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, пристрій є універсальним джерелом вторинного живлення для широкого спектра електронної апаратури, що працює від низьковольтних джерел постійного струму [1].

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Напруга живлення приладу.....+12В;
2. Температура працездатної роботи.....-20.....+45°C;
3. Відносна вологість83%;
4. Струм споживання0,2А;
5. Вихідна напруга.....+30В;
6. Робоча частота перетвореннязнаходиться в діапазоні 20–50 кГц;
7. Коефіцієнт корисної дії імпульсного перетворювача80–90 %.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу



Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

- Живлення +12 В - первинне джерело постійної напруги, яке подається на систему. Це може бути зовнішній адаптер або акумулятор.

- ШІМ контролер - формує імпульсні сигнали з регульованою шириною, що дозволяє керувати перетворенням енергії. Забезпечує стабільність та можливість регулювання вихідної напруги.

- Каскади підсилення - підсилюють сигнали ШІМ до рівня, необхідного для роботи силових ключів. Це можуть бути транзисторні або MOSFET каскади.

- Гальванічна розв'язка - забезпечує електричну ізоляцію між вхідною та вихідною частинами схеми. Виконується за допомогою трансформатора або оптронів, що підвищує безпеку.

Вихідна двополярна напруга ± 30 В - кінцевий результат роботи блока живлення — стабільна двополярна напруга, яка може використовуватися для живлення підсилювачів чи інших електронних пристроїв.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

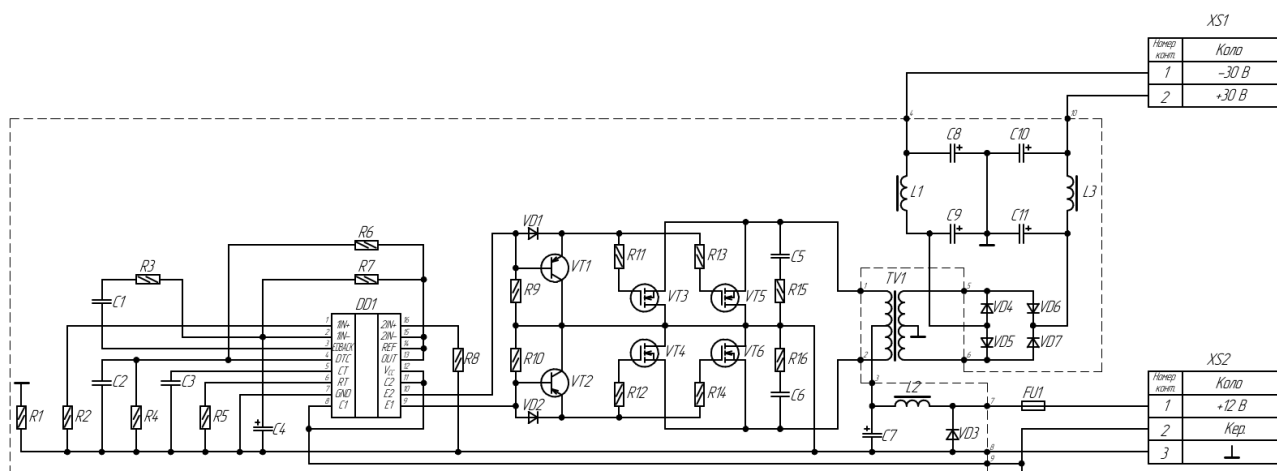


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Імпульсний блок живлення автомобільного підсилювача Jensen, який перетворює напругу +12 В у симетричну ± 30 В, працює за принципом високочастотного DC-DC перетворювача з керуванням через ШІМ-контролер. На вході живлення встановлений запобіжник RV300-30-30А, який виконує захисну функцію і розриває коло у випадку перевантаження або короткого замикання. Після нього напруга надходить на згладжувальні електролітичні конденсатори Jamicon ECAP, які зменшують пульсації та створюють запас енергії для стабільної роботи перетворювача. Додатково керамічні конденсатори Murata NPO забезпечують фільтрацію високочастотних завад.

Керування всім процесом здійснює ШІМ-контролер TL494, який генерує прямокутні імпульси з певною частотою (зазвичай десятки кілогерц) і регульованою шириною. Ці імпульси визначають, скільки енергії передається у трансформатор, а відповідно — яку напругу буде отримано на виході. Сигнали

з мікросхеми проходять через допоміжні елементи, включаючи резистори MFR-0.125, які формують необхідні режими роботи і задають параметри зворотного зв'язку.

Далі імпульси з TL494 керують силовими транзисторами. Спочатку сигнал може підсилюватися малопотужними транзисторами KTA1266, які працюють як драйвери, а потім подається на силові MOSFET-транзистори FQP30N06L. Ці транзистори швидко відкриваються і закриваються, комутуючи струм через первинну обмотку трансформатора. В результаті на первинній обмотці виникає змінне високочастотне магнітне поле.

Трансформатор B78386-P1116-A виконує ключову функцію — гальванічно розділяє вхід і вихід та підвищує напругу. Завдяки високій частоті роботи він має невеликі розміри, але ефективно передає енергію. На його вторинних обмотках формується змінна напруга з більшою амплітудою, яка вже відповідає необхідному рівню для отримання ± 30 В після випрямлення.

Далі ця змінна напруга випрямляється за допомогою швидкодіючих діодів, серед яких використовуються, зокрема, 1N4148 (у допоміжних або керуючих ланцюгах), після чого проходить через фільтруючі конденсатори. У результаті формується стабілізована двополярна напруга: позитивне плече $+30$ В і негативне -30 В відносно загальної точки.

Стабілізація вихідної напруги відбувається через зворотний зв'язок: частина вихідної напруги повертається на вхід контролера TL494, який автоматично змінює ширину імпульсів.

Якщо навантаження збільшується і напруга падає — імпульси розширюються, передаючи більше енергії; якщо напруга зростає — імпульси звужуються. Таким чином підтримується стабільний рівень ± 30 В незалежно від змін навантаження чи напруги акумулятора.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У підсумку весь блок працює як високоефективний перетворювач, який із низької напруги автомобільної мережі створює необхідне симетричне живлення для підсилювача, забезпечуючи компактність, високий ККД і стабільність роботи [1].

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Елементи електричної схеми розташовані на друкованій платі розміром 75×105 мм. Завдяки компактному розміщенню компонентів вдалося мінімізувати габарити плати та зменшити загальні розміри пристрою. Усі основні елементи змонтовані на одній стороні плати, що спрощує монтаж, контроль якості та проведення ремонтних робіт. На зворотному боці плати елементи відсутні.

Транзистори VT3–VT6 встановлені на радіаторі, що забезпечує ефективне відведення тепла під час роботи пристрою та підвищує надійність його функціонування. Розташування силових елементів поблизу радіатора сприяє покращенню теплового режиму та зменшує ризик перегрівання.

Корпус пристрою виконаний із листової сталі та має розміри 190×93×85 мм. Металевий корпус забезпечує достатню механічну міцність, захист внутрішніх вузлів від механічних пошкоджень, а також екранування від електромагнітних завад. Верхня та нижня кришки мають П-подібну форму, що підвищує жорсткість конструкції та спрощує складання виробу.

До верхньої кришки за допомогою гайок і шайб кріпляться роз'єми, а до нижньої – трансформатор, який фіксується чотирма гвинтами з шайбами. Запобіжник також закріплюється на корпусі за допомогою гайок та шайб. Усередині корпусу друкована плата встановлюється на різьбових стійках або ізоляційних втулках, які забезпечують необхідний повітряний зазор і електричну ізоляцію від корпусу.

Для виготовлення друкованої плати обрано фольгований склотекстоліт марки FR-4, який характеризується високою механічною міцністю, добрими електроізоляційними властивостями та стійкістю до підвищених температур.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Провідники плати виконані з мідної фольги, що забезпечує низький електричний опір та високу надійність електричних з'єднань.

Для захисту металевого корпусу від корозії застосовується порошкове лакофарбове покриття, яке забезпечує стійкість до впливу вологи, механічних пошкоджень та покращує зовнішній вигляд виробу. Поверхня друкованої плати покривається захисною паяльною маскою, що запобігає окисненню провідників, зменшує ймовірність коротких замикань та підвищує довговічність виробу.

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 трансформатор за допомогою чотирьох гвинтів та шайб. Також на корпус кріпиться запобіжник за допомогою шайб та гайок.

Металевий корпус приладу являє собою жорстку захисну оболонку, призначену для розміщення, фіксації та захисту внутрішніх електронних вузлів від механічних пошкоджень, впливу навколишнього середовища та електромагнітних завад.

Внутрішній простір корпусу організований таким чином, щоб забезпечити раціональне розміщення друкованої плати та інших елементів. Друкована плата кріпиться до шасі за допомогою різьбових стійок або ізолюючих втулок, що забезпечує електричну ізоляцію та необхідний повітряний зазор. Передбачені додаткові кронштейни для встановлення трансформатора, радіаторів або інших габаритних компонентів.

Металевий корпус виконує також функцію електромагнітного екранування, зменшуючи вплив зовнішніх електромагнітних полів на роботу пристрою та знижуючи рівень власних електромагнітних випромінювань. Для

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цього всі елементи корпусу мають надійний електричний контакт між собою, а сам корпус може бути заземлений [13].

Конструктивно корпус виконаний у вигляді збірної металевої конструкції, що складається з основи (шасі) та знімної кришки. Основа корпусу виготовляється методом гнуття листового металу (зазвичай сталі або алюмінію), що забезпечує високу механічну міцність та жорсткість конструкції. Бокові стінки можуть бути сформовані за допомогою згинання або окремо приварені/прикріплені елементи

З метою підвищення корозійної стійкості та покращення зовнішнього вигляду поверхня корпусу покривається захисним шаром — порошковою фарбою, анодуванням (для алюмінію) або гальванічним покриттям. Конструкція також може містити вентиляційні отвори або перфорацію для забезпечення природного або примусового охолодження внутрішніх компонентів.

Таким чином, металевий корпус забезпечує високу механічну міцність, ефективний захист від зовнішніх впливів, електромагнітну сумісність та зручність монтажу й експлуатації приладу, що є важливим для надійної роботи радіоелектронного виробу [24].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР [2]

Позиційне позначення	C4, C7-C11
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	16В, 35В
Номінальна ємність	4,7....2200 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат,%	0,14

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

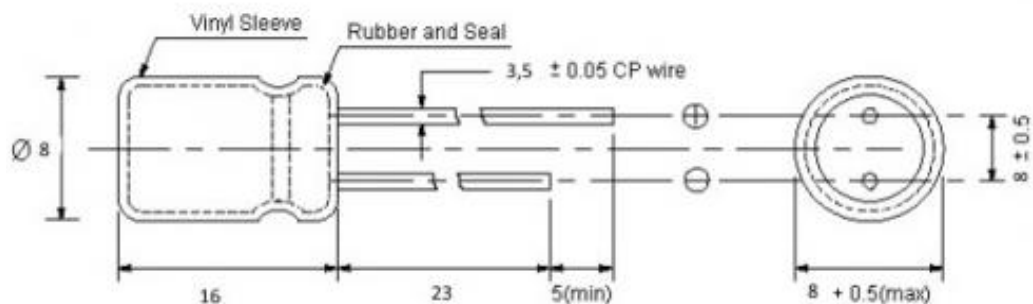


Рисунок 2.1- Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1...R16
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

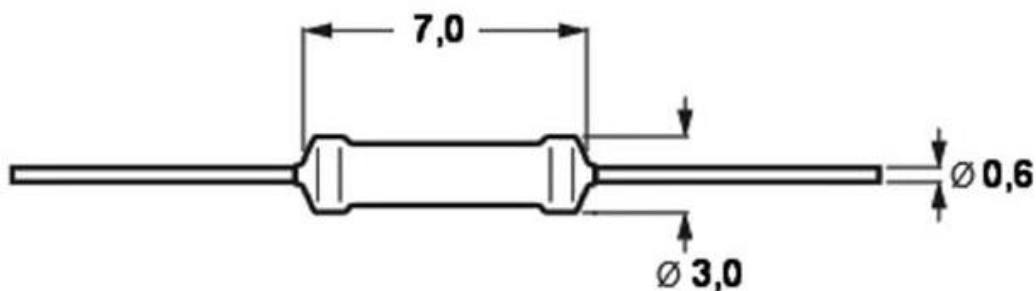


Рисунок 2.2- Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3- Конденсатор NPO [4]

Позиційне позначення	C1-C3, C5, C6
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	$\pm 10\%$
інтервал робочих температур	$-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$
температурний коефіцієнт ємності	$+3,3\%$;
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ

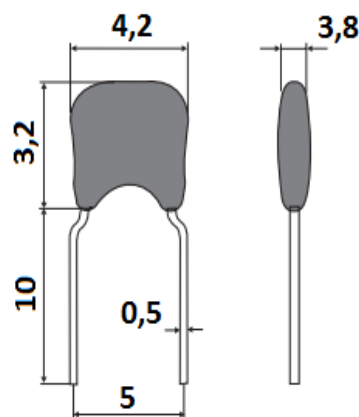


Рисунок 2.3- Габаритні розміри конденсатора NPO

Таблиця 2.4 - Діод 1N4148 "Diodec" [5]

Позиційне позначення	VD1, VD2
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	"Diodec"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	$-65 \dots +150^{\circ}\text{C}$
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

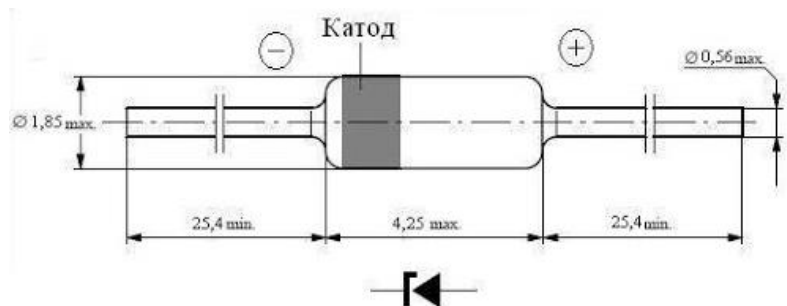


Рисунок 2.4 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.5 - Транзистор КТА1266 "LGE [6]

Позиційне позначення	VT1, VT2
Назва компонента	Транзистор КТА1266
Виробник	"LGE "
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	TO-92

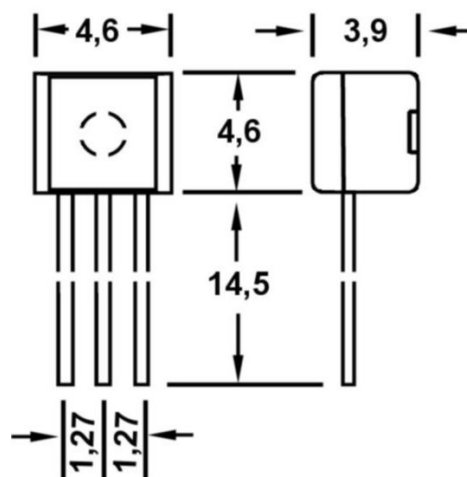


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри транзистора КТА1266 "LGE

Таблиця 2.6 - Діод 1N4004 "Diotec" [7]

Позиційне позначення	VD4...VD7	
Назва компонента	Діод 1N4004	
Виробник	"Diotec"	
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота	
Параметри та характеристики		
Потужність розсіювання, Вт		0.5
Мінімальна напруга стабілізації, В		44
Номінальна напруга стабілізації, В		47
Максимальна напруга стабілізації, В		50
Статичний опір Rст., Ом		110
Температурний коефіцієнт напруги стабілізації αUст.,% / С		0.12
Максимальний струм стабілізації IСТ.МАКС., МА		8.5
Робоча температура, С		-55 ... 150
Спосіб монтажу		в отвір
Корпус		do35
Вага, г		0.2

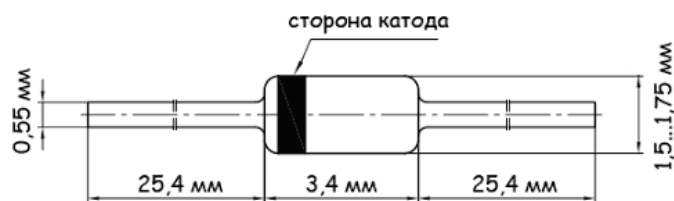


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри діода 1N4004

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

Позиційне позначення	FU1	
Назва компонента	Запобіжник RB300-30-30A-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	5А	
Контакти	циліндричні	
Довжина корпусу, мм	30	
Діаметр корпусу, мм	6.35	
Робоча температура, С	-60 ... 100	

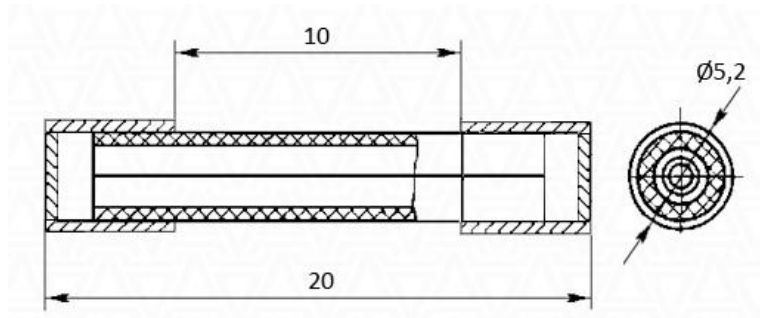


Рисунок 2.7 - Габаритні розміри запобіжника RV300-30-5A-250B

Таблиця 2.8 - Трансформатор В78386-Р1116-А [9]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор В78386-Р1116-А
Виробник	Ерсоs
Критерії вибору	Вихідна напруга, вихідний струм, габаритні розміри
Параметри конструкції	див. рисунок 2.8
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	±5%

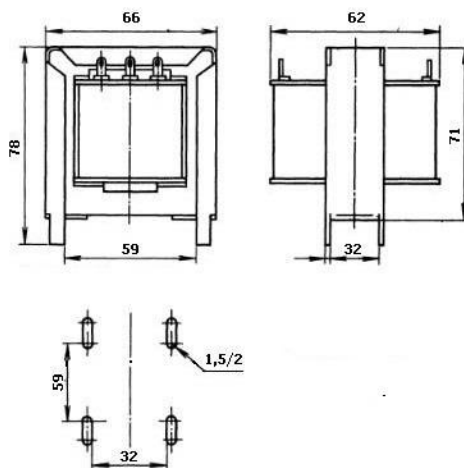


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри трансформатора В78386-Р1116-А

Таблиця 2.9 - Транзистор FQP30N06L "ON Semiconductor" [10]

Позиційне позначення	VT3-VT6
Назва компонента	Транзистор FQP30N06L
Виробник	"ON Semiconductor"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип транзистора:	N-канальний
Корпус:	TO-220
Максимальна напруга стік-витік (V_{ds}):	60 В
Максимальний струм стоку (I_d):	30 А
Потужність розсіювання (P_d):	~79–94 Вт
Напруга затвор-витік (V_{gs}):	± 20 В
Час включення (t_{on}):	~15–25 нс

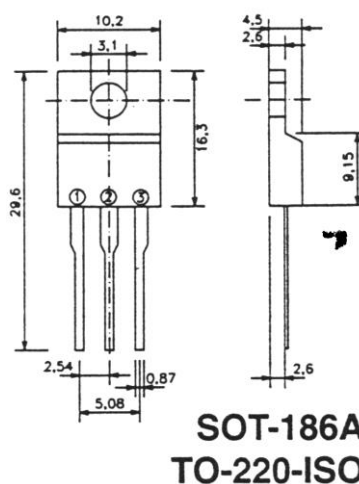


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри транзистора FQP30N06L

Таблиця 2.10 – Дросель FWDRI1415B-200 мкГн $\pm 10\%$ "Ferriwo" [11]

Позиційне позначення	L1-L3
Назва компонента	Дросель FWDRI1415B-200 мкГн $\pm 10\%$
Виробник	"Ferriwo"
Критерії вибору	Номинал індуктивності, робоча напруга, струм
Параметри та характеристики	
Індуктивність	200 мГн
Допуск	$\pm 10\%$
Максимальний струм	≈ 0.95 А
Опір обмотки (RDC)	до 1.2 Ω
Частота вимірювання	1 кГц
Тип сердечника	феритовий
Тип монтажу	ТНТ (вивідний, через отвори

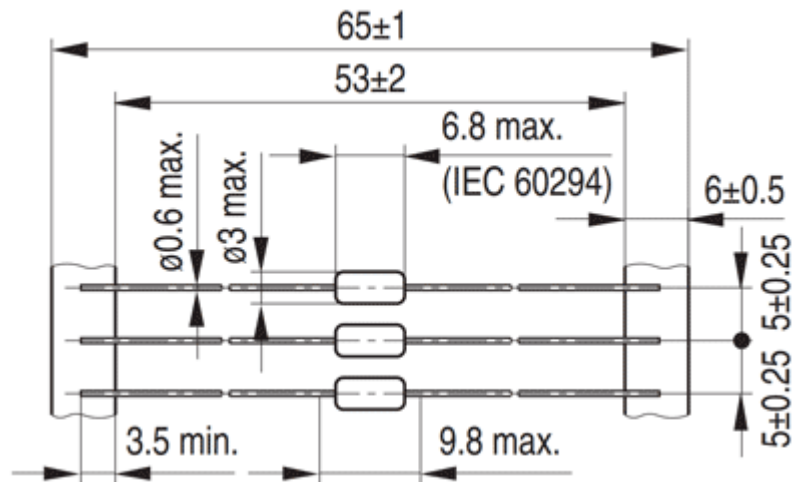


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри дросель FWDR1415B

Таблиця 2.11 – Мікросхема TL494 "Sungine" [12]

Позиційне позначення	DD1
Назва компонента	Мікросхема TL494
Виробник	"Sungine"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вхідний струм, вихідна напруга
Параметри та характеристики	
Корпус:	DIP-16
Напруга живлення (Vcc):	7...40 В
Струм споживання:	~7–15 мА
Частота генерації:	приблизно 1 кГц – 300 кГц
Тип:	ШИМ-контролер
Типова робоча частота в БЖ:	20–50 кГц
Кількість каналів виходу:	2

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

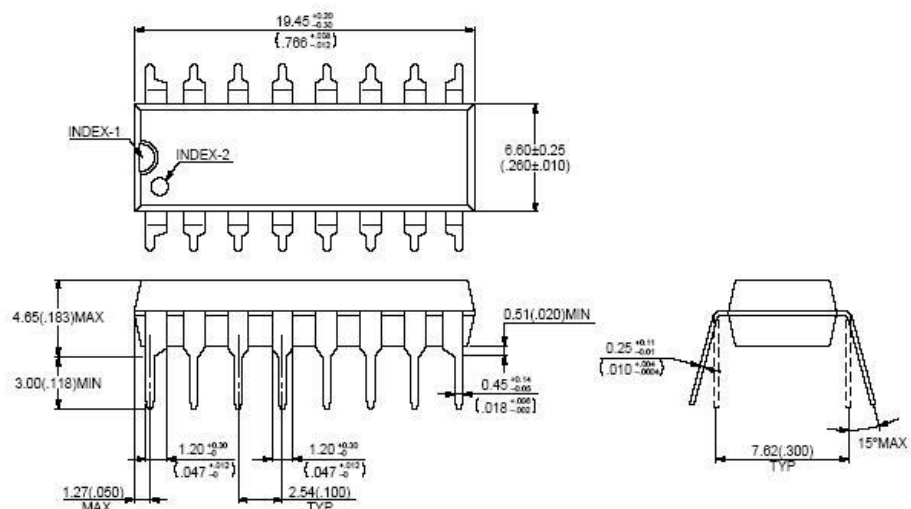


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри мікросхеми TL494 "Sungine"

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова транзисторного ключа зображена на рисунку 2.12 [34].

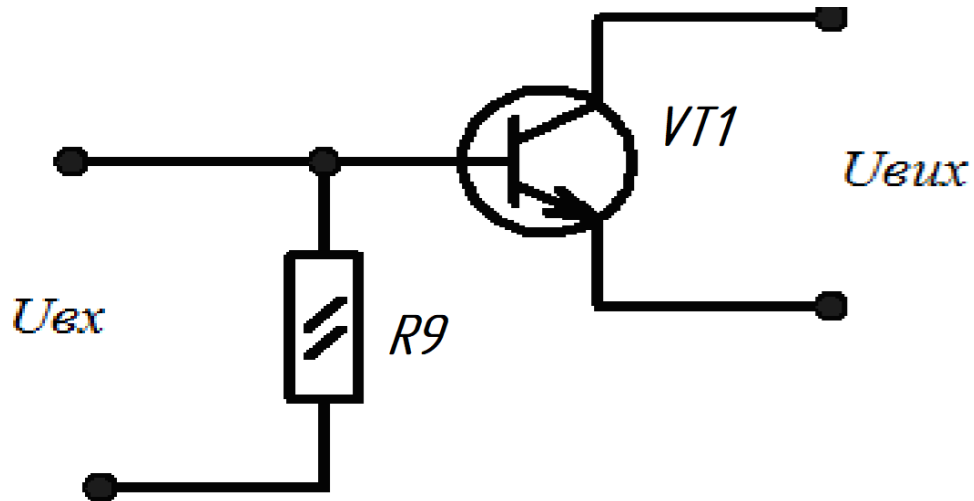


Рисунок 2.13 - Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$$U_{ж}=25В;$$

$$R_{н}=1,5 \text{ кОм};$$

$$U_{у}=\pm 12В;$$

Транзистор КТА1266 виробник фірми "LGE".

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

$$U_{\phi 0}=0,6В;$$

$$R_{нас}=0,1 \text{ Ом};$$

$$r_{\phi}=1,5 \text{ кОм};$$

$$I_{к0}=0,1 \text{ А};$$

$$I_{к0зв}=25 \text{ мА};$$

$$R_{\phi e}=10 \text{ Ом}.$$

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

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

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: R_n – опір навантаження;

U_n – напруга живлення;

$$I_{к.нас.} = \frac{25B}{10000\text{Ом}} = 0,025(A)$$

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

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

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.

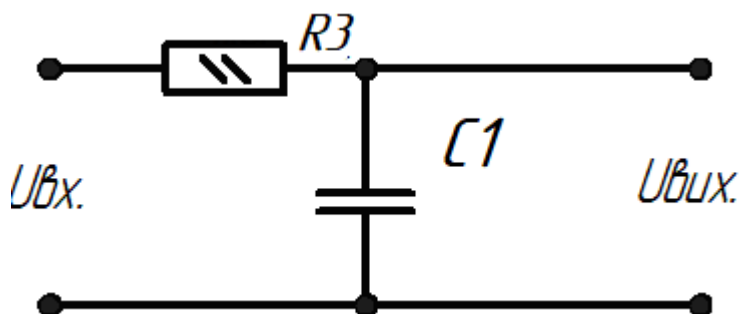


Рисунок 2.14 - Схема електрична принципова RC-фільтра

1. Вихідні дані для проведення розрахунку:

$C = 0,039 \text{ мкФ}$

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_c = 10\text{кГц}$$

2. Розрахунок частоти зрізу проводиться за формулою:

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

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.

$$R = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,039 \cdot 10} = 18\text{кОм}$$

Вибираємо резистор з опором 560 Ом та потужністю розсіювання 0,125 Вт. MFP-0,125-18 к Ом 10% "Yageo"

$$R3 = 18\text{кОм}$$

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [15].

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

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

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{\max} = 2\text{А}$;

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ідоп – допустима густина струму, вибирається в залежності від методу виготовлення плати з табл.,

$$j_{доп} = 48A/мм^2, t – товщина провідника, 35мкм=0,035м$$

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

$$b_{min2} = \frac{\rho * I_{max} * l}{U_{д} * t} = \frac{0,0175 \frac{Ом.мм^2}{м} * 2A * 0,5м}{0,9В * 0,035м} = 0,6мм \quad (2.7)$$

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

$L = 0,5м$ – довжина провідника,

$U_{доп} = 2В$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне 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 транзисторів VT3-VT6.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

де: hf – товщина фольги; D_{1min} – мінімальний ефективний діаметр площадки;

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

δd і δp - 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.

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

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

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

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

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

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

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

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

$$b_{\min} = b_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.13)$$

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

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

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

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

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

Під час роботи пристрою частина електричної енергії перетворюється на теплову, що призводить до нагрівання окремих елементів конструкції. Найбільше тепловиділення спостерігається в силових напівпровідникових елементах, зокрема транзисторах VT3–VT6, а також у трансформаторі та випрямлячі джерела живлення.

Для забезпечення нормального теплового режиму транзистори встановлені на металевому радіаторі, який збільшує площу тепловіддачі та сприяє ефективному відведенню тепла в навколишнє середовище. Тепловий контакт між транзисторами та радіатором забезпечується через рівну монтажну

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхню та, за необхідності, теплопровідну пасту.

Корпус виробу виготовлений із металу, який має добру теплопровідність і додатково бере участь у розсіюванні тепла. Розміщення елементів усередині корпусу виконано таким чином, щоб між ними залишався достатній повітряний простір для природної циркуляції повітря. Це сприяє рівномірному розподілу температури та запобігає локальному перегріванню окремих вузлів.

Друкована плата виготовлена зі склотекстоліту FR-4, який характеризується достатньою теплостійкістю та здатністю зберігати механічні й електроізоляційні властивості при підвищених температурах. Допустимі температури нагрівання елементів не перевищують значень, встановлених виробниками компонентів.

За рахунок використання радіатора, металевого корпусу та раціонального компонування елементів забезпечується ефективне відведення тепла від найбільш навантажених вузлів. Проведена оцінка показує, що температурний режим роботи пристрою є задовільним і не призводить до перевищення допустимих температур електронних компонентів. Це забезпечує надійну та довготривалу роботу виробу без застосування примусової вентиляції.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

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

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [14]:

Таблиця 2.13 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{нопр}$	$I_{відм} * 1e-06$	$K-сть * K_{нав} від * 1e-06$
1	Мікросхеми	1	1	0,03	0,03
2	Діоди	7	0,35	0,7	1,715
3	Конденсатори електролітичні	6	0,4	2,4	5,76
4	Конденсатори керамічні	5	0,1	1,4	0,7
5	Резистори постійні	16	0,42	0,8	5,376
6	Дроселі	3	0,1	1	0,3
7	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	108	1	0,02	2,16
10	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
11	Транзистор	6	0,35	4	8,4
12	Роз'єм	2	1	0,05	0,1

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $2.5351e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 39446.2 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999747$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.997468$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.974968$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.776072$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.079254$

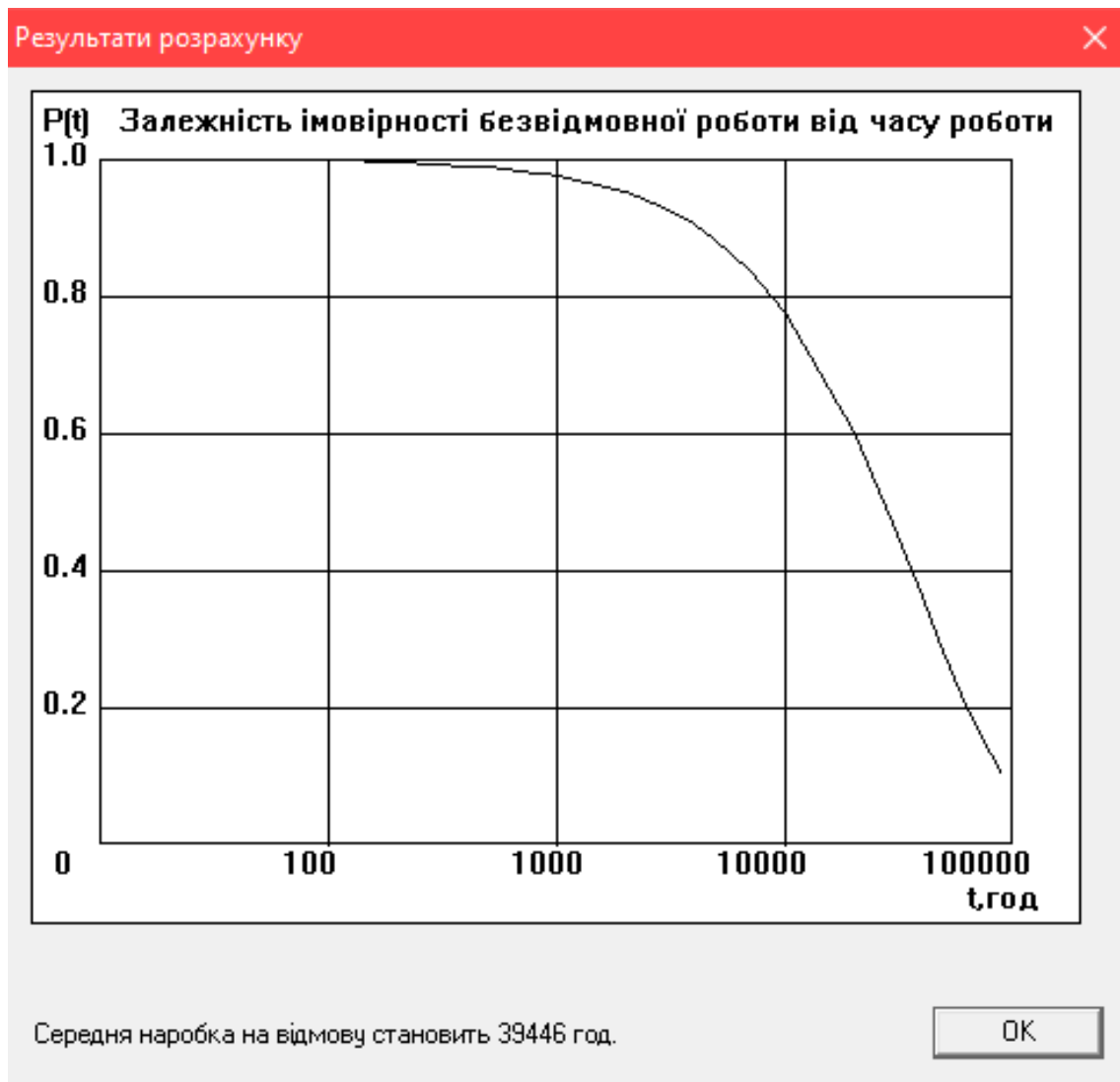


Рисунок 2.15 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 39446 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

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

Проектований виріб є економічно доцільним та технологічним у виготовленні. Конструкція пристрою розроблена з урахуванням вимог

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

надійності, ремонтпридатності, простоти складання та мінімізації витрат на виробництво.

Основу конструкції становить друкована плата розміром 75×105 мм, на якій компактно розміщені всі електронні компоненти. Одностороннє розташування елементів спрощує монтажні роботи, зменшує трудомісткість складання та підвищує якість контролю паяних з'єднань. Використання стандартної елементної бази дозволяє знизити вартість виробу та забезпечує доступність комплектуючих.

Корпус пристрою виготовлений із металу, що забезпечує високу механічну міцність, захист від зовнішніх впливів та електромагнітне екранування. Застосування типових кріпильних елементів (гвинтів, гайок, шайб, стійок) знижує собівартість виготовлення та полегшує проведення ремонтних і профілактичних робіт.

Для відведення тепла від силових транзисторів використовується радіатор, що дозволяє забезпечити необхідний тепловий режим без застосування додаткових систем охолодження. Це зменшує енергоспоживання, підвищує надійність пристрою та знижує експлуатаційні витрати.

Конструкція виробу характеризується високою ремонтпридатністю, оскільки всі основні вузли мають зручний доступ після зняття кришки корпусу. Застосування стандартних матеріалів та комплектуючих спрощує заміну елементів у разі їх виходу з ладу.

З економічної точки зору конструкція є вигідною завдяки використанню недорогих і поширених матеріалів, мінімальній кількості деталей та простій технології складання. Це дозволяє знизити витрати на виготовлення, скоротити час виробництва та забезпечити конкурентоспроможну вартість готового виробу.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 220В, а струм споживання 2А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=220*2= 440 \text{ (Вт)} \quad (2.17)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Складання проектованого виробу виконується відповідно до складального креслення та електричної принципової схеми. Технологічний процес передбачає послідовне встановлення механічних і електронних компонентів з подальшим контролем якості монтажу та перевіркою працездатності пристрою.

На початковому етапі здійснюється підготовка корпусних деталей, друкованої плати та комплектуючих виробу. Після цього на друковану плату встановлюються та припаюються електронні компоненти згідно з монтажною схемою. Монтаж елементів виконується від найменших за габаритами компонентів до більших, що забезпечує зручність складання та якість паяних з'єднань.

Після завершення монтажу елементів на друкованій платі проводиться візуальний контроль якості пайки, перевірка відсутності механічних пошкоджень, коротких замикань та правильності встановлення компонентів. За необхідності виконується очищення плати від залишків флюсу.

Наступним етапом є механічне складання виробу. На нижній частині корпусу встановлюється трансформатор, який закріплюється за допомогою гвинтів та шайб. Транзистори VT3–VT6 монтуються на радіаторі з використанням теплопровідної пасти та ізолюючих прокладок (за потреби), що забезпечує ефективне відведення тепла під час роботи пристрою.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Друкована плата встановлюється в корпус на ізоляційних стійках або втулках, які забезпечують надійне кріплення та електричну ізоляцію від металевого корпусу. Після цього виконуються міжблочні електричні з'єднання, підключення трансформатора, роз'ємів, запобіжника та інших елементів конструкції.

На завершальному етапі проводиться остаточне складання корпусу, встановлення верхньої кришки та її фіксація кріпильними елементами. Після складання виконуються електричні випробування, перевірка працездатності пристрою, контроль вихідних параметрів і відповідності технічним вимогам.

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

Конструкція проектного виробу характеризується достатньо високою технологічністю, оскільки при її розробленні враховано вимоги щодо простоти виготовлення, складання, монтажу та технічного обслуговування. У виробі використано стандартні електронні компоненти, типові кріпильні елементи та поширені конструкційні матеріали, що спрощує процес виробництва та знижує його вартість.

Друкована плата має відносно невеликі габарити (75×105 мм), а всі елементи розташовані на одній стороні плати, що значно полегшує монтажні роботи, контроль якості та ремонт. Конструкція корпусу складається з простих деталей, які не потребують складної механічної обробки та можуть виготовлятися стандартними методами металообробки.

Монтаж виробу виконується із застосуванням ручного або напівавтоматичного способу складання. Використання стандартних роз'ємів, трансформатора, запобіжника та інших вузлів дозволяє зменшити кількість спеціальних технологічних операцій. Конструкція забезпечує зручний доступ до основних вузлів під час складання, налагодження та ремонту.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виконання монтажних робіт використовуються такі інструменти:

- електричний паяльник потужністю 25–40 Вт;
- пінцет для встановлення малогабаритних елементів;
- бокорізи для обрізання виводів компонентів;
- викрутки різних типів для монтажу кріпильних елементів;
- плоскогубці та круглогубці;
- мультиметр для електричного контролю та налагодження;
- відсмоктувач припою або демонтажна оплітка для виправлення

монтажних помилок.

Для забезпечення точності та зручності складання застосовуються такі пристосування та оснастка:

- монтажна підставка або тримач для друкованої плати;
- підставка для паяльника;
- лупа або настільний збільшувач для контролю якості пайки;
- шаблони для свердління та розмітки отворів (за потреби);
- складальні пристрої для фіксації корпусних деталей під час монтажу;
- вимірювальні прилади для перевірки електричних параметрів виробу.

Проведений аналіз показує, що конструкція виробу є технологічною, оскільки забезпечує простоту виготовлення, мінімальну трудомісткість складання, можливість використання стандартного інструменту та оснащення, а також зручність контролю, ремонту й експлуатації. Це сприяє зниженню виробничих витрат і підвищенню якості готового виробу.

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

Опис технологічного процесу виготовлення двосторонньої друкованої плати базується на хімічному способі формування провідного рисунка, який полягає у вибіркового видаленні надлишкових ділянок мідного покриття з

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обох сторін діелектричної основи. Як матеріал основи застосовується мідноламінований склотекстоліт типу FR-4, що відзначається високою міцністю, стабільністю геометричних розмірів, добрими діелектричними властивостями та стійкістю до підвищених температур. Використання двошарової структури дає змогу розміщувати провідники на двох рівнях, що суттєво збільшує щільність компонування та дозволяє зменшити загальні габарити пристрою.

Провідний шар утворюється мідною фольгою товщиною приблизно 18–35 мкм, яка наноситься на обидві поверхні основи у заводських умовах методом ламінування. Мідь забезпечує необхідну електропровідність та механічну стійкість провідних доріжок. Формування топології виконується за допомогою шару фоторезисту, який може бути як рідким, так і плівковим. У навчальних або спрощених умовах іноді застосовують альтернативні методи, такі як термотрансфер або маркерне нанесення, однак для двосторонніх плат найбільш точним і надійним є фотолітографічний метод, що забезпечує високу повторюваність і точність малюнка.

Технологічний процес починається з підготовки поверхні заготовки, що включає механічне очищення мідного шару від оксидних плівок і забруднень, а також його знежирення. Після цього на обидві сторони плати наноситься фоторезист, далі виконується експонування через фотошаблони, що відповідають верхньому та нижньому шару. На етапі проявлення видаляються незахищені ділянки, в результаті чого формується захисний малюнок майбутніх провідників.

Наступною операцією є травлення, під час якого надлишкова мідь розчиняється у спеціальних хімічних розчинах, таких як хлорне залізо або персульфат амонію. У підсумку формується провідна структура на обох сторонах плати відповідно до електричної схеми виробу. Для з'єднання провідників між шарами використовуються перехідні отвори (via), які у

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

промислового виробництва виконуються металізацією стінок, а в спрощених варіантах реалізуються за допомогою дровових перемичок або пайки.

Після завершення травлення захисний шар фоторезисту видаляється, плата очищується та висушується. Для підвищення надійності та захисту мідних провідників від окиснення виконується фінішна обробка поверхні, яка може включати лудіння контактних площадок або нанесення захисної паяльної маски. У промислових умовах також застосовуються покриття типу HASL або ENIG, що забезпечують додаткову корозійну стійкість і покращують якість паяння.

До основних матеріалів технологічного процесу належать склотекстоліт FR-4, мідна фольга, фоторезист і травильні хімічні розчини. Додатково використовуються допоміжні матеріали: знежирювальні засоби (ізопропіловий спирт, ацетон), промивна вода, абразиви для підготовки поверхні, а також матеріали для фінішного захисту — паяльна маска, лак і припій.

2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла

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

Коефіцієнт використання мікросхеми $K_{\text{вик.імс}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{епе}}} = \frac{1}{1 + 44} = 0,02 \quad (2.18)$$

Коефіцієнт автоматизації і механізації монтажу $K_{\text{а.м}}$ виробу визначається за формулою:

$$K_{\text{а.м}} = \frac{H_{\text{а.м}}}{H_{\text{м}}} = \frac{118}{118} = 1 \quad (2.19)$$

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{A.M}$ – загальна кількість монтажних з'єднань, які здійснюються або можуть здійснюватись автоматизованим способом, тобто наявні механізми для виконання монтажних з'єднань.

N_M – загальна кількість монтажних з'єднань.

Коефіцієнт амортизації і механізації підготовки ЕРЕ до монтажу $K_{M.П.ERE}$ визначається за формулою:

$$K_{M.П.ERE} = \frac{H_{M.П.ERE}}{H_{ERE}} = \frac{44}{44} = 1 \quad (2.20)$$

де $H_{M.П.ERE}$ кількість ЕРЕ, підготовка до яких до монтажу здійснюється або може здійснюватись 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 $K_{ПОВТ.ERE}$ визначається за формулою:

$$K_{ПОВТ.ERE} = 1 - \frac{H_{T.ERE}}{H_{ERE}} = 1 - \frac{32}{42} = 0,24 \quad (2.21)$$

де H_{ERE} – загальна кількість ЕРЕ у виробі.

Коефіцієнт застосовності електрорадіоелементів $K_{ЗАСТ.ERE}$ визначається за формулою:

$$K_{ЗАСТ.ERE} = 1 - \frac{H_{T.ОР.ERE}}{H_{T.ERE}} = 1 - \frac{6}{42} = 0,86 \quad (2.22)$$

де $H_{T.ОР.ERE}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

$H_{T.ERE}$ – загальна кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі

Коефіцієнт установочних розмірів електрорадіоелементів $K_{ВСТ.Р}$ визначається за формулою:

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ERE}} = 1 - \frac{42}{42} = 0 \quad (2.23)$$

де $H_{ВСТ.Р}$ кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.24)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0,02*1 + 1*1 + 1*0,75 + 0,2*0,5 + 0,78*0,310 + 0*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,57 \quad (2.25)$$

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.26)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,57}{0,5} = 1,14 \geq 1.$

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

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;

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- установка трансформатора у нижню частину корпусу;
- кріплення трансформатора до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів;
- кріплення гнізд на верхню кришку за допомогою гвинтів, гайок та шайб.;
- кріплення запобіжника;
- 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 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 2000 \times 100 = 200000 \text{ (грн.)}$$

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

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

$S_{\text{буд}}$ – площа будівлі, м² (приймається 100м²).

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

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

$$V_{\text{буд}\Sigma} = 200000 + 100000 = 300000 \text{ (грн.)}$$

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

$$V_{\text{обл}} = 200000 \cdot 0,5 = 100000 \text{ (грн.)}$$

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

					26 КР 172.403.009.000.000 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:

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

$$V_{\text{інстр}} = 100000 \times 0,02 \times 1,1 = 2200 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$V_{\text{інв}} = 100000 \times 0,03 \times 1,1 = 3300 \text{ (грн.)}$$

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

$$\text{ПІ} = 3000000 + 2200 + 3300 = 305500 \text{ (грн.)}$$

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{5500 \times 25}{100} = 1375 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

					26 КР 172.403.009.000.000 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	2200	550
	Виробничий та господарський інвентар	3300	825
	Всього:	5500	1375

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 677 \times 1,04 = 704,08 \text{ (грн.)}$$

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	75	75
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Мікросхема	1	50	50
5	Конденсатори електролітичні	6	10	60
6	Конденсатори постійні	5	1	5
7	Резистори постійні	16	0,5	8
8	Запобіжник	1	20	20
9	Дросель	3	5	15
10	Діоди	7	2	14
11	Роз'єм	2	30	60
12	Трансформатор	1	100	100
13	Транзистори	6	20	120
				677

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 172.403.009.000.000 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:

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

$$P_{\text{від}} = \frac{33}{60} \times 220 = 121 (\text{грн})$$

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	15	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	33		

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:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 121 \times 0,11 = 13,31 (\text{грн})$$

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

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

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (121 + 13,31) = 25,55 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{84}{100} \times (121 + 13,31) = 112,82 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 84%);

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{147}{100} \times (121 + 13,31) = 197,44 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 147%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 704,08 + (121 + 13,31 + 25,55) + 112,82 + 197,44 = 1174,2 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.403.009.000.000 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	704,08
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	121,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	13,31
4	Відрахування на соціальні заходи	25,55
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	112,82
6	Загальновиробничі витрати	197,44
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1174,2
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	863,94
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	310,26

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

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

$$Ц_{одпр} = 1174,2 \times \frac{100 + 37}{100} = 1608,65 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 37%);

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:

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

$$\Pi_p = (1608,65 - 1174,2) \times 1480 = 642991,92 \text{ (грн)},$$

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 642991,92 - 642991,92 \times \frac{18}{100} = 527253,37 \text{ (грн.)}$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1174,2 \times 1480 = 1737816 \text{ (грн.)}$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$R_{п} = \frac{527253,37}{1737816} \times 100\% = 30,34 \%$$

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

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

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 527253,37 + 1375 = 528628,37 \text{ (грн.)},$$

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 за формулою:

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\text{ЧТВ} = 480571,25 - 305500 = 175071,25 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{528628,37}{(1 + 0,1)^1} = 480571,25 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{480571,25}{305500} = 1,57$$

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Π - 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($\text{Ток}_{\text{диск}}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

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

$$\text{Ток}_{\text{диск}} = \frac{305500}{480571,25} = 0,64\text{р}$$

де $\text{ГП}_{\text{диск}}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

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

$$\text{ГП}_{\text{диск}} = \frac{480571,25}{1} = 480571,25 \quad (\text{грн.})$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1480
2	Собівартість виробу	грн./од.	1174,2
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1608,65
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	305500
5	Чистий прибуток	грн.	527253,37
6	Рентабельність виробу	%	30,34
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	175071,25
9	Індекс прибутковості	-	1,57
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,64

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Гарантія прав на охорону праці.

Права громадян, у тому числі працівників, закріплені у відповідних нормативно-правових актах, можуть бути реалізовані тільки за умови, якщо в нормативному порядку буде встановлено необхідні для цього гарантії. Встановлення гарантій у нормативному порядку є однією з умов ефективної реалізації прав громадянина і людини. Законодавство України про охорону праці передбачає комплекс гарантій, спрямованих на реалізацію конституційного права на безпечні і здорові умови праці.

Законодавство України встановлює загальні гарантії права на безпечні та здорові умови праці, що надаються всім працівникам, а також передбачає спеціальні гарантії для певних категорій працівників, що зумовлено підвищеними вимогами охорони їх здоров'я. До таких категорій належать працівники, які працюють у шкідливих і небезпечних умовах праці, неповнолітні особи, жінки, особи з неповною працездатністю тощо.

Згідно зі ст. 5 Закону України «Про охорону праці» умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать законам та іншим нормативно-правовим актам з охорони праці. Тому у разі включення до його змісту умов, які погіршують правове становище працівників порівняно із законодавством про охорону праці, вони визнаються недійсними.

Відповідність умов трудового договору чинному законодавству про охорону праці повинна забезпечуватися і під час його реалізації. Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних правових актів з охорони праці.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливою гарантією охорони праці є обов'язкове надання працівнику інформації про умови праці на підприємстві і, зокрема, на робочому місці. Крім загальних питань з охорони праці роботодавець зобов'язаний проінформувати громадянина про наявні на майбутньому робочому місці шкідливі та небезпечні виробничі фактори, які ще не усунено. Водночас роботодавець повинен повідомити майбутнього працівника про можливі шкідливі, негативні наслідки впливу виробничих факторів на його здоров'я та ознайомити його з правом на відповідні пільги і компенсацію за роботу в таких умовах. Причому законодавець визначає форму виконаного роботодавцем обов'язку. Особа має бути проінформована роботодавцем під розписку. Оскільки в законодавстві не встановлено виду документа, у якому майбутній працівник розписується про одержання такої інформації, то його форма визначається на конкретному підприємстві, в установі, організації. Цим документом може бути спеціальний журнал, окрема розписка. Пропонується такі записи робити в особовій картці, акті атестації робочого місця.

Обов'язкове інформування працівника про зміни законодавства щодо охорони праці та приведення умов праці у відповідність до нього покладається на роботодавця. Таке інформування здійснюється шляхом проведення навчання з питань охорони праці, наприклад, позапланового інструктажу.

Надання інформації працівникові про стан охорони праці має системний характер. Роботодавець зобов'язаний інформувати працівників під час їх роботи на підприємстві не лише про стан охорони праці, а й про причини аварій, нещасних випадків і професійних захворювань та про заходи, яких вжито для їх усунення та для забезпечення на підприємстві умов і безпеки праці на рівні нормативних вимог.

Гарантією права на безпечні і здорові умови праці є виконання працівниками лише тих робіт, які не протипоказані їм за станом здоров'я, що забезпечується встановленням законодавчих обмежень при укладенні трудових договорів і переведенні працівників на легшу роботу. Забороняється

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

укладати трудовий договір з особами, яким за медичними висновками протипоказана запропонована робота за станом здоров'я.

До виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, допускаються особи при наявності психофізіологічної експертизи.

З метою захисту здоров'я і збереження працездатності людини встановлюються переведення працівників на легшу роботу у тих випадках, коли працівники тимчасово або постійно не можуть здійснювати роботу, на яку приймалися. Поняття легшої роботи визнається у кожному конкретному випадку, враховуючи фізіологічні та психологічні можливості працівника належним чином виконувати роботу.

Переведення працівника на легшу роботу можливе, якщо:

а) необхідність переведення встановлюється компетентними органами лікувальних установ. Необхідність переведення працівника на іншу роботу, її тривалість та характер визначаються лікарсько-консультаційною комісією лікувальної установи за місцем проживання чи роботи працівника (ЛКК) або медико-соціальною експертною комісією (МСЕК). Висновок про необхідність тимчасового переведення на легшу роботу видається ЛКК, а переведення без обмеження строку — МСЕК у разі, якщо встановлено стійку втрату професійної працездатності;

б) працівник дав згоду на переведення. Законодавство вимагає одержання згоди працівника на переведення, що відповідає конституційним нормам про заборону примусової праці. Якщо працівник відмовляється від переведення на легшу роботу, то роботодавець може його звільнити згідно з п. 2 ст. 40 КЗпП України як такого, що не відповідає займаній посаді внаслідок стану здоров'я, що перешкоджає виконанню роботи;

в) на підприємстві наявні вакантні місця, виконання робіт на яких є рекомендованими ЛКК або МСЕК.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Роботодавець за наявності зазначених випадків видає наказ про переведення працівника. Якщо переведення було тимчасовим, то після закінчення його строку працівник має право на одержання попередньої роботи, оскільки перестали існувати причини, що перешкоджали її виконанню. Право на одержання попередньої роботи мають і ті працівники, непрацездатність яких настала внаслідок трудового каліцтва чи професійного захворювання. Місце роботи (посада) зберігаються за ними до поновлення працездатності або встановлення інвалідності.

Працівники, переведені на легшу, але нижчеоплачувану роботу, згідно з вимогами ст. 170 КЗпП України мають право на:

- а) збереження протягом двох тижнів з дня переведення попередньої середньої заробітної плати;
- б) одержання попередньої середньої заробітної плати протягом всього періоду переведення, якщо це передбачено законодавством.

Працівникам, що проходять професійне навчання або перекваліфікацію за індивідуальною програмою реабілітації внаслідок трудового каліцтва чи професійного захворювання, проводяться щомісячні страхові виплати у розмірі середньомісячного заробітку протягом строку, визначеного програмою реабілітації. Ці виплати здійснюються Фондом соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України, якщо з часу встановлення ступеня втрати професійної працездатності минуло не більше одного року. Фондом оплачуються також вартість придбаних потерпілим інструментів, протезів та інших пристосувань, а також відшкодовуються інші необхідні витрати, пов'язані з його професійною підготовкою.

Законодавством України передбачено гарантії у випадках виникнення загрози життю і здоров'ю працівників, нестворення роботодавцями відповідних умов праці, що забезпечують їх безпеку та гігієну. До таких належать право працівника відмовитися від виконання роботи у разі

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виникнення виробничої ситуації, що загрожує життю і здоров'ю, право працівника розірвати трудовий договір з власної ініціативи, встановлення юридичної відповідальності роботодавця за порушення законодавства про охорону праці. Зазначені гарантії відображають зміст одного з державних принципів у сфері охорони праці — пріоритету життя і здоров'я працівників та повної відповідальності роботодавця за створення безпечних і здорових умов праці.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля (ст. 6 Закону України «Про охорону праці»). Така відмова буде правомірною, якщо працівник негайно повідомить про цей факт безпосереднього керівника чи роботодавця. За необхідності факт її наявності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої є працівник, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового агента з питань охорони праці. У випадку виникнення конфлікту факт її наявності підтверджується відповідним органом державного нагляду за охороною праці і представником профспілки. Дії працівника, який відмовився від виконання дорученої роботи з дотриманням підстав та порядку відмови, не вважаються порушенням трудової дисципліни. За ним зберігається місце праці, а за час простою, що виник не з його вини, виплачується середній заробіток.

4.2 Системи засобів і заходів забезпечення електробезпеки.

Щоб надійно й безпечно користуватись електроенергією, потрібно знати, якою є напруга у мережі, і на якій напрузі працює те чи інше електроустаткування.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від мети використання розрізняють такі види електричної напруги:

- до 42 В – використовується переважно для переносного і місцевого освітлення й роботи ручних електроприладів у небезпечних зонах (висока вологість, наявність металічних провідників тощо);

- 127 – 220 В – використовується для освітлення й роботи ручних електроприладів на виробництві та у побуті;

- 380 В – використовується при експлуатації промислових установок;

- понад 380 В – використовується для передачі електроенергії на відстань (лінії електропередач) і для живлення окремих електроустановок спеціального призначення.

Основне завдання електробезпеки – мінімізувати можливість негативного впливу електричного струму на людину. Досягти цієї мети можна за допомогою таких заходів і засобів:

- безпечною і надійною конструкцією електроустановок;

- організаційними та технічними заходами щодо безпечної експлуатації електроустановок та використання електричної енергії;

- технічними засобами захисту.

Конструкція електроустановки має відповідати вимогам технічних умов і стандартів. При цьому, залежно від засобів електробезпеки, усі електротехнічні вироби поділяються на 5 класів: 0, 0I, I, II, III.

Клас 0 – електрична установка має лише робочу ізоляцію як засіб захисту.

Клас 0I – крім робочої ізоляції на корпусі установки є пристрій для підключення його до заземлювача або нульового захисного провідника.

Клас I – установка має робочу ізоляцію і виконана таким чином, що підключити її до електричної мережі можна лише після під'єднання корпусу до заземлювача (нульового захисного провідника), а при від'єднанні від

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мережі – корпус відключається від заземлювача (нульового захисного провідника) в останню чергу.

Клас II – захист забезпечується подвійною ізоляцією.

Клас III – для живлення установки можливе використання лише малої напруги (до 42 В).

Організаційні та технічні заходи електробезпеки передбачають:

- допуск до роботи на електроустановках осіб не молодше 18 років, які мають відповідне посвідчення, пройшли інструктаж і медичний огляд;
- призначення осіб, які відповідають за організацію та проведення робіт на електроустановках, електромережах;
- встановлення знаків безпеки та захисних огорож біля струмопровідних частин;
- огороження робочих місць та вивішування плакатів безпеки; виконання робіт за нарядом не менше ніж двома працівниками із застосуванням електрозахисних засобів,
- використання механізмів і пристосувань при проведенні робіт на струмопровідних частинах та поблизу них тощо.

Технічні засоби захисту – це пристрої, що слугують для захисту людини від ураження електричним струмом. До них належать:

- ізоляція струмовідних частин;
- недоступність для випадкового дотику до струмовідного устаткування;
- захисне заземлення;
- занулення;
- захисне відключення;
- захисне розділення електромережі;
- мала напруга;
- сигналізація про небезпеку дотику;
- електрозахисні засоби.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стан ізоляції струмопровідних частин повинен відповідати “Правилам використання електроустановок”. Цими Правилами передбачене періодичне випробування ізоляції (2 рази на рік у приміщеннях зі складними умовами, підвищеною вологістю і 1 раз на рік у приміщеннях з нормальним середовищем). Ізоляція створює великий опір, який перешкоджає протіканню через неї струму. Опір ізоляції кожної установки або окремої ділянки електричної мережі має бути не меншим 0,5 МОм. Якщо опір ізоляції знижується на 50% від початкового, мережу або ізоляцію замінюють.

Більшість приладів широкого використання на виробництві та у побуті мають подвійну ізоляцію, яка складається з робочої й додаткової. Остання запобігає дії струму на людину у випадку пошкодження основної ізоляції. Знак подвійної ізоляції позначається на інструменті у вигляді символу, що зображує два квадрати різних розмірів, розміщених один в одному.

При роботі в приміщеннях без підвищеної небезпеки напруга електроприладів повинна бути не більше 220 В. При роботі в приміщеннях з підвищеною небезпекою і за межами приміщень напруга електроприладів повинна бути не більше 36 В. В особливих умовах дозволяється використовувати електроприлади напругою до 220 В, але при наявності захисного відключення або надійного заземлення корпусу з використанням захисних засобів (діелектричні рукавички, килимки, калоші). В даних умовах необхідно застосовувати електричні машини II і III класів.

Недоступність для випадкового дотику до струмопровідного устаткування досягається застосуванням стаціонарних огорожень і розташуванням неізольованих електропроводів на великій висоті (ЛЕП), або у недоступному місці. Для захисту від дотику до струмоведучих елементів комутаційних апаратів застосовують прилади закритої конструкції (пакетні вимикачі, рубильники).

Захисне заземлення – навмисне електричне з’єднання із землею металевих струмопровідних не струмоведучих частин, на яких може з’явитися

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напруга. Заземлення – це сукупність заземлювача і заземлювальних провідників. Заземлювачі можуть бути штучні (створені спеціально для заземлення електроустановок) і природні (металеві предмети, що знаходяться в землі і мають будівельне технологічне чи інше призначення). Для штучних заземлювачів застосовують вертикальні і горизонтальні електроди. Вертикальні – зі сталених прутів діаметром 10 – 12 мм, кутової сталі розміром 40 х 40 мм або сталених труб діаметром 30 – 50 мм, довжиною 2,5 – 3 м. Вертикальні електроди з'єднують сталюю штабою розміром 4 х 12 мм або круглим дротом діаметром не менше 6 мм. Опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 – 10 Ом (перевіряється щорічно).

Захисне заземлення переважно застосовується в трифазних мережах напругою до 1000 В, з ізольованою нейтраллю, і більше як 1000 В – з будь-яким режимом нейтралі.

Основним параметром, що характеризує заземлюючий пристрій, є опір розтіканню струму, який залежить від опору землі. Наявність у ґрунті кислот і солей знижує опір розтікання, а при промерзанні і висиханні землі такий опір зростає.

Опір розтікання струму заземлювача визначають за спеціальною методикою.

Відповідно до “Правил улаштування електроустановок” (ПУЕ) захисне заземлення здійснюють:

- при напрузі змінного струму 380 В і вище та 440 В і вище для постійного струму у всіх електроустановках;
- при номінальних напругах змінного струму вище 42 В та 110 В постійного струму, що знаходяться в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних, а також в електроустановках, які знаходяться на відкритій місцевості;
- при будь-якій напрузі змінного та постійного струму - у вибухонебезпечних установках.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих частин, на яких може з'явитися напруга.

Нульовий захисний провідник з'єднує корпус установки з глухо заземленою нейтраллю. Таке з'єднання на випадок пробивання ізоляції на корпус призводить до короткого замикання між фазним та нульовим провідниками, а струм короткого замикання обумовить вимикання пошкодженого обладнання (розплавлення плавких запобіжників або спрацювання автоматичних вимикачів).

Занулення застосовують у трифазних 4-х провідникових мережах напругою джерела живлення до 1000 В з глухо заземленою нейтраллю. Це мережі напругою 660/380; 380/220 і 220/127 В.

Відповідно до ПУЕ, занулення корпусів електроустаткування використовується в тих випадках, що й захисне заземлення. Слід відмітити, що одночасне заземлення та занулення корпусів електроустановок значно підвищує їх електробезпеку.

Застосування металоконструкцій будівель, трубопроводів і обладнання для утворення нульового робочого провідника заборонено.

Захисне відключення – це швидкодіючий захист, що забезпечує автоматичне вимикання електричної установки при виникненні в ній небезпеки ураження людей електричним струмом.

За конструкцією пристрої, що вимикають, можуть реагувати на напругу корпусу відносно землі (дифреле), на струм замикання на землю тощо. Час вимикання їх повинен бути не більше 0,2 с.

Захисне розділення мереж – це розділення електричної мережі на окремі електрично не з'єднані між собою ділянки за допомогою поділяючих трансформаторів. Воно спрямоване на підвищення захисної ролі ізоляції струмопровідних частин, що досягається або зменшенням ємкості мереж, або переходом від мереж з заземленою нейтраллю до мереж з ізольованою нейтраллю. Якщо єдину, сильно розгалужену мережу з великою ємкістю та

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

малим опором ізоляції, поділити на низку невеликих мереж такої ж напруги, які мають незначну ємкість та великий опір ізоляції, то це різко покращує електробезпеку.

Мала напруга – це напруга до 42 Вт, яка не здатна викликати небезпечну електричну дію на людину за нормальних обставин. Використовується в переносних лампах, аварійному освітленні, ручному інструменті тощо.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Блок живлення автомобільного підсилювача Jensen». 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 105×75мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить складна, конструкція корпусу виробу є також складною. Корпус має такі розміри 190х93х85мм, 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 принципова структурна, електрична принципова схема, друкована плата, друкований вузол, складальне креслення виробу. Для оформлення креслень була використана програма графічного моделювання КОМПАС-3D.

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Блок живлення автомобільного підсилювача Jensen [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. (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.www.vprl. (дата звернення 1.02.2026).

5. Діод 1N4148 "Diodec" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

6. Транзистор КТА1266 "LGE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).

7. Діод 1N4004 "Diodec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporozec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacy-n-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html> (дата звернення 4.02.2026).

8. Запобіжник RB300-30-30A-250B "ECE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red> (дата звернення 1.02.2026).

9. Трансформатор B78386-P1116-A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html (дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Транзистор FQP30N06L "ON Semiconductor" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc/catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).
11. Дросель FWDRI1415B-200 мкГн $\pm 10\%$ "Ferriwo" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.. (дата звернення 1.02.2026).
12. Мікросхема TL494 "Sungine" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
13. Васишин О.З. Конспект лекцій з дисципліни "Конструювання РЕА" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
14. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>(дата звернення 4.02.2026).
15. Васишин О.З. Методичні вказівки до виконання практичної роботи "Конструктивний розрахунок друкованого монтажу" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2018
16. Програма для розробки схем "Altium Designer" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/course/view.php?id=819>
17. Штогрин П.І. Навчальний посібник "Altium Designer 10 для початківців" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017
18. Штогрин П.І. Методичні вказівки "Розробка 3D-моделей радіоелементів" для спеціальності 172 "Телекомунікації та радіотехніка". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2017
19. 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 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

26. 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.

27. 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.

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

29. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbj

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

drNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWl
JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDd
Rb016bCUyRjBhZlQwY0ZlM3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

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

32. Васильківський І. С., Фединець В. О., Юсик Я. П. Виконавчі при-
строї систем автоматизації: навчальний посібник. Львів : Видавництво Львівсь-
кої політехніки, 2020. 220 с.

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

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перш. викорис.	
Додат. №	

Підпис і дата	
Інв. № відп.	
Зам. інв. №	
Підпис і дата	
Інв. № ориг.	

26 КР 172.403.009.001.000 Е1



						26 КР 172.403.009.001.000 Е1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Блок живлення автомобільного підсилювача Jensen		Літ.	Маса	Масштаб
Розроб.	Гудіцький						- Н -	-	-
Перевір.	Василишин						Аркцш		Аркцшів 1
І.контр.					Електрична структурна схема		ВСП ТФК ТНТУ ТР-403		
Рецензент							м. Тернопіль		
Н.контр.	Задорожний						Формат А2		
Затверд.							Копіював		

26 КР 172.403.009.001.000 ЕЗ

Перш використ.

Додат. №

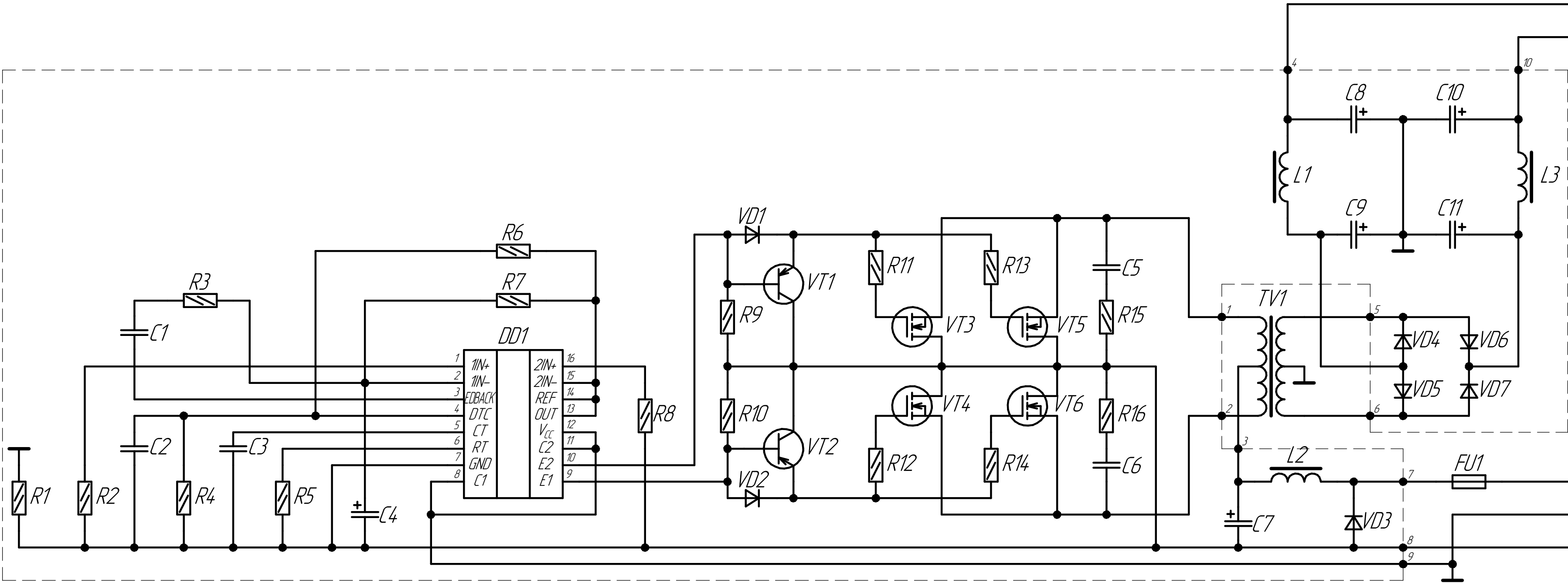
Підпис і дата

Інв. № змін.

Зам. інв. №

Підпис і дата

Інв. № ориг.



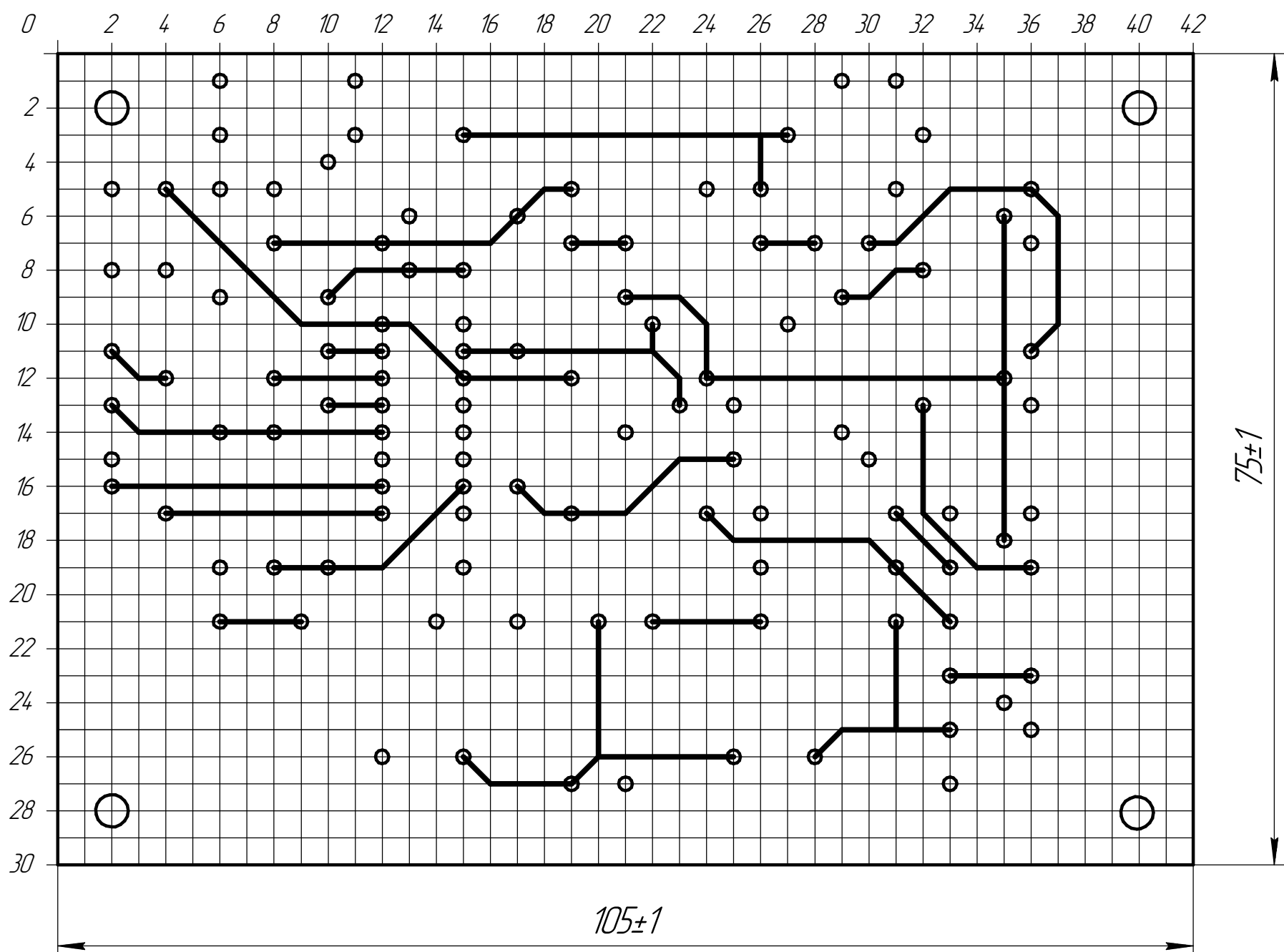
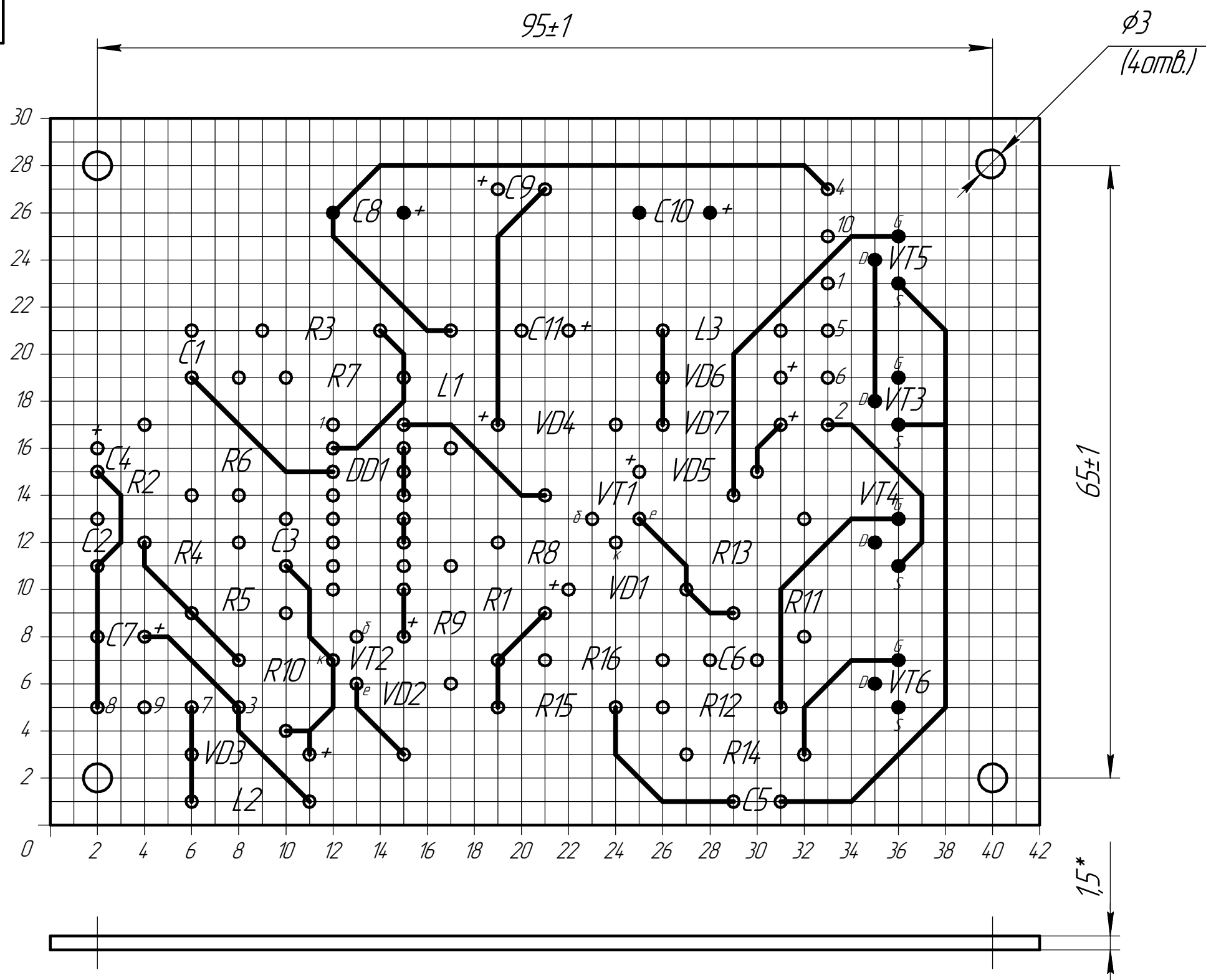
Номер конт.	Коло
1	-30 В
2	+30 В

Номер конт.	Коло
1	+12 В
2	Кер.
3	⊥

26 КР 172.403.009.001.000 ЕЗ						Блок живлення автомобільного підсилювача Jensen			Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		Н			-	-	
Розроб.	Гудіцький					Арх.	Арх.	1			
Перевір.	Василишин					ВСП ТФК ТР-403					
І.контр.						м. Тернопіль					
Н.контр.	Задорожний					Формат А2					
Затверд.						Копіював					

Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка				
Додат. №			Конденсатори						
		C1	NPO-0,039 мкФ ±5% "Murata"	1					
		C2	NPO-0,01 мкФ ±5% "Murata"	1					
		C3	NPO-1 мкФ ±5% "Murata"	1					
		C4	ECAP-50 В-1 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
		C5, C6	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	2					
		C7	ECAP-16 В-2200 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
		C8	ECAP-35 В-4 700 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
		C9	ECAP-35 В-220 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
		C10	ECAP-35 В-4 700 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
		C11	ECAP-35 В-220 мкФ ±20% "Jamicon"	1					
Підпис і дата		DD1	Мікросхема TL494 "Sungine"	1					
		FU1	Запобіжник RB300-30-30A-250В "ECE"	1					
		L1...L3	Дросель FWDRI14 15В-200 мкГн ±10% "Ferriwo"	3					
Зам. інв. №			Резистори						
		R1	MFP-0,125-1 кОм ±10% "Yageo"	1					
		R2	MFP-0,125-1,8 кОм ±10% "Yageo"	1					
		R3	MFP-0,125-18 кОм ±10% "Yageo"	1					
		R4	MFP-0,125-10 кОм ±10% "Yageo"	1					
		R5	MFP-0,125-15 кОм ±10% "Yageo"	1					
		R6	MFP-0,125-1 МОм ±10% "Yageo"	1					
		R7	MFP-0,125-2,2 кОм ±10% "Yageo"	1					
Інв. № ориг.		26 КР 172.403.009.001.000 ПЕЗ			Літ.			Аркцш	Аркцшів
		Блок живлення автомобільного підсилювача Jensen Перелік елементів			н	1	2		
					ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль				

26 КР 172.403.009.001.001



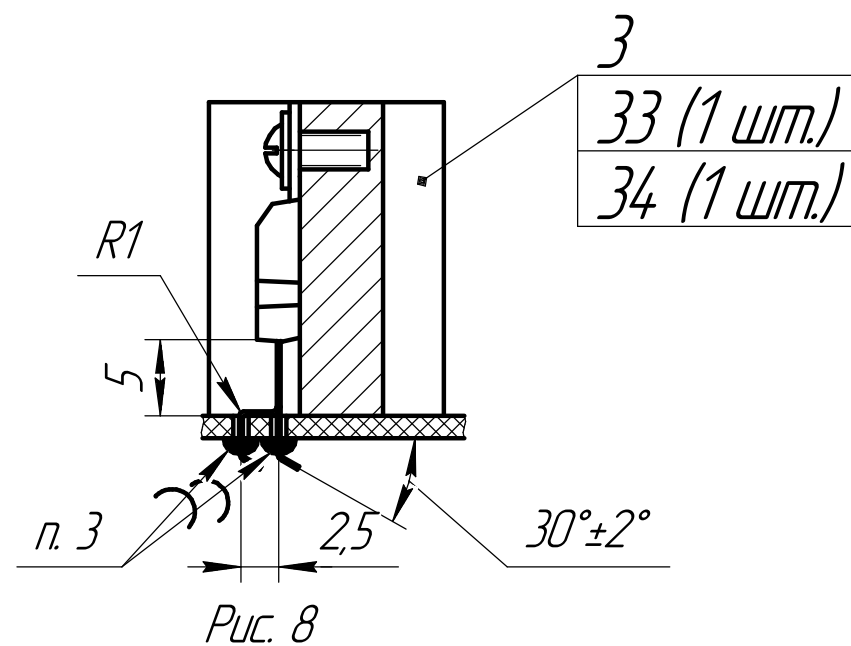
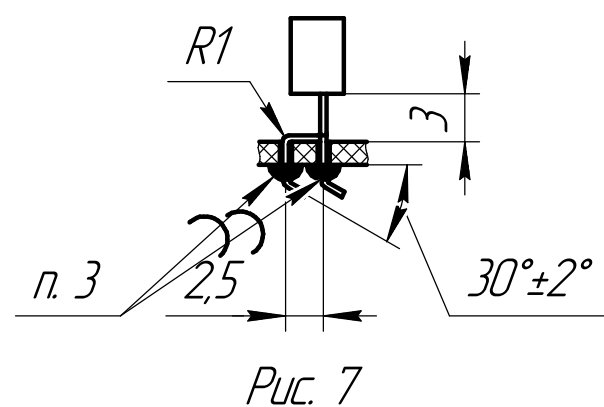
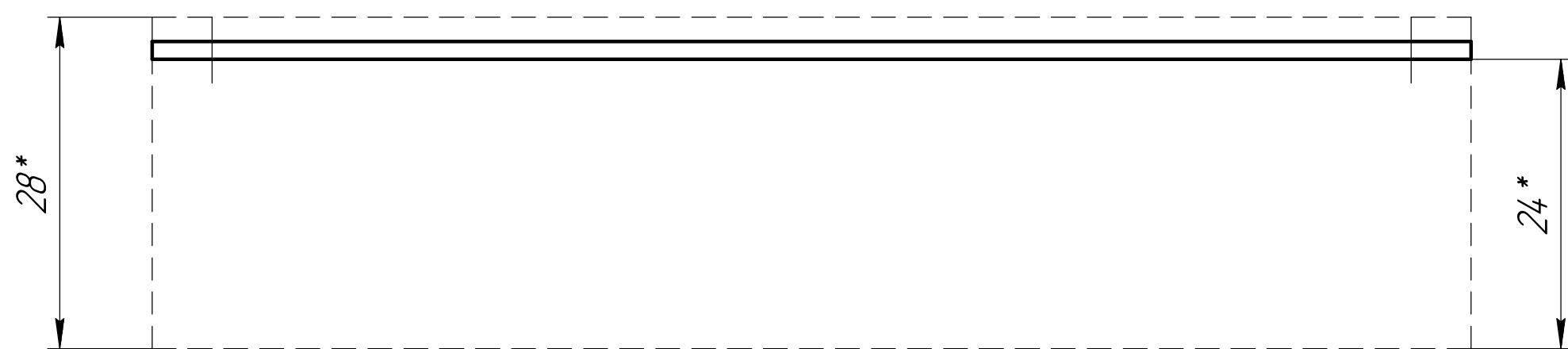
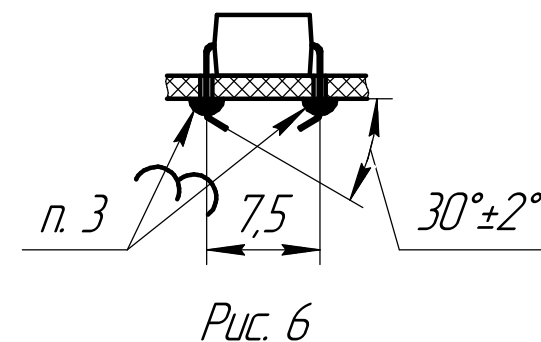
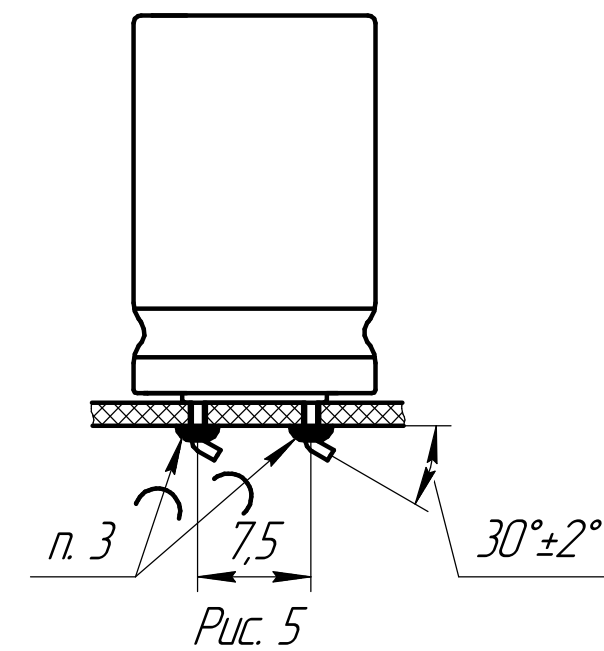
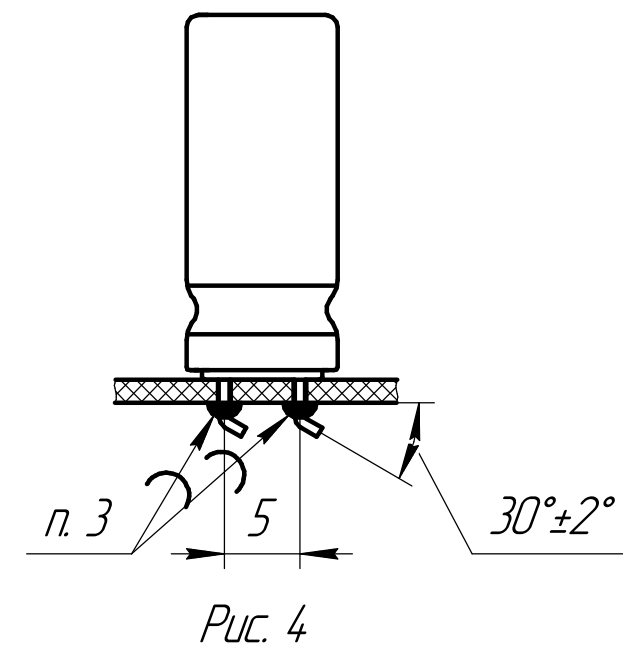
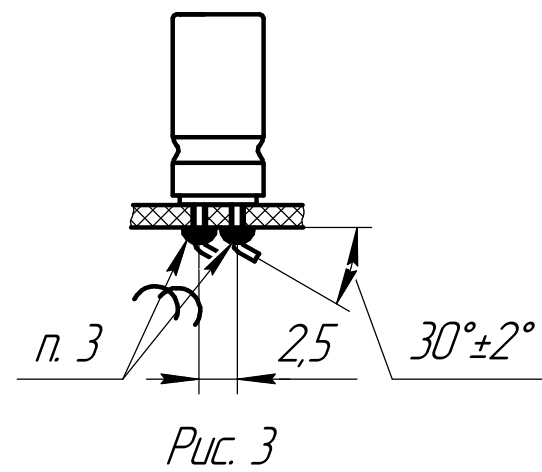
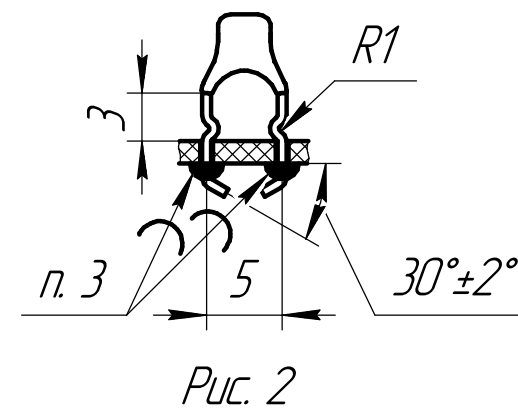
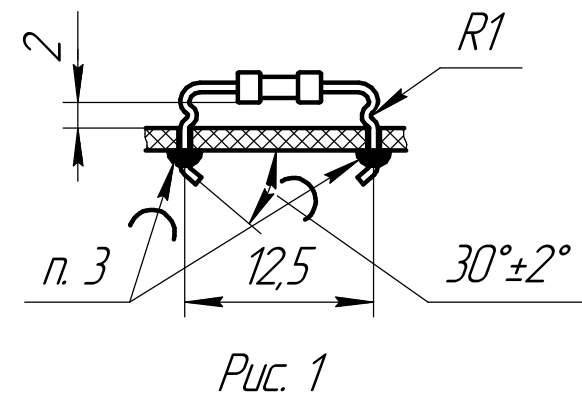
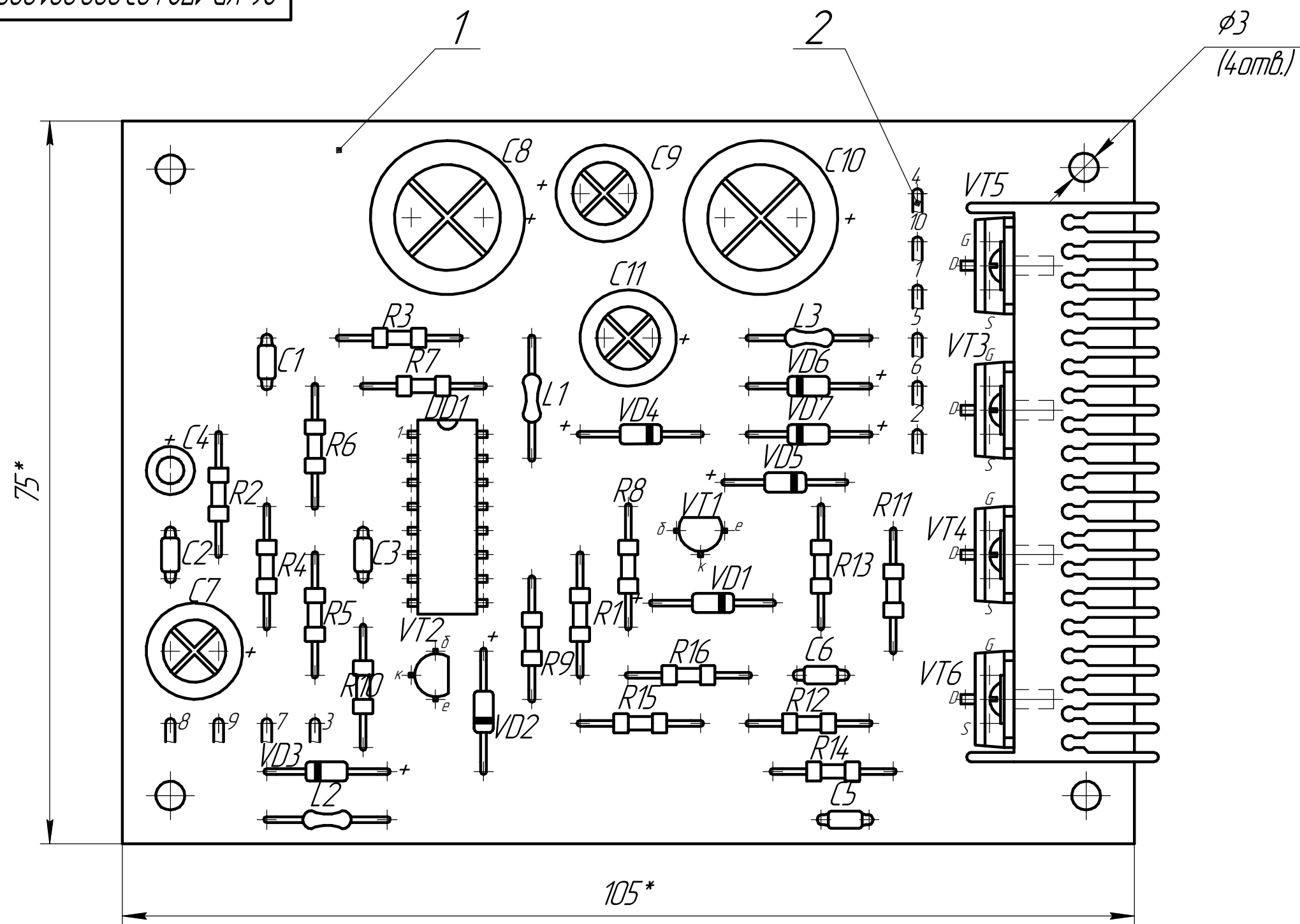
Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
	0,8	Є	2,0	102	
	1,0	Є	2,2	16	

- 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 біла ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
- Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

26 КР 172.403.009.001.001						Плата друкована			Лит.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Н			0,03	2:1	
Розроб.	Гудіцький					Архив		Архив	1		
Перевір.	Василишин					ВСП ТФК ТР-403					
І.контр.	Задорожний					м. Тернопіль					
Інв. № арх.						Формат А2					

26 КР 172.403.009.001.000 СК



- *Размеры для довідок.
- 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..R16, L1..L3, VD1..VD7-на рис. 1; C1..C3, C5, C6-на рис. 2; C4-на рис.3; C7, C9, C11-на рис. 4; C8, C10-на рис. 5; DD1-на рис. 6; VT1, VT2-на рис. 7; VT3..VT6-на рис. 8.
- Транзистори VT3..VT6 прикріпити до радіатора гвинтом поз. 33.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна, БМ, біла, ТУО29-02-859-78.
- Шрифт 2,5 по НО. 010. 007.
- Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друковані провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

26 КР 172.403.009.001.000 СК					
Вузол друкований					
Складальне креслення					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лит.
Разроб.	Гудіцький				Н
Перевір.	Василишин				0,06
Т.контр.					2:1
Н.контр.	Задорожний				Аркцш
Затверд.					Аркцш
					1
					ВСП ТФК ТР-403
					м. Тернопіль
					Формат А2

[illegible]

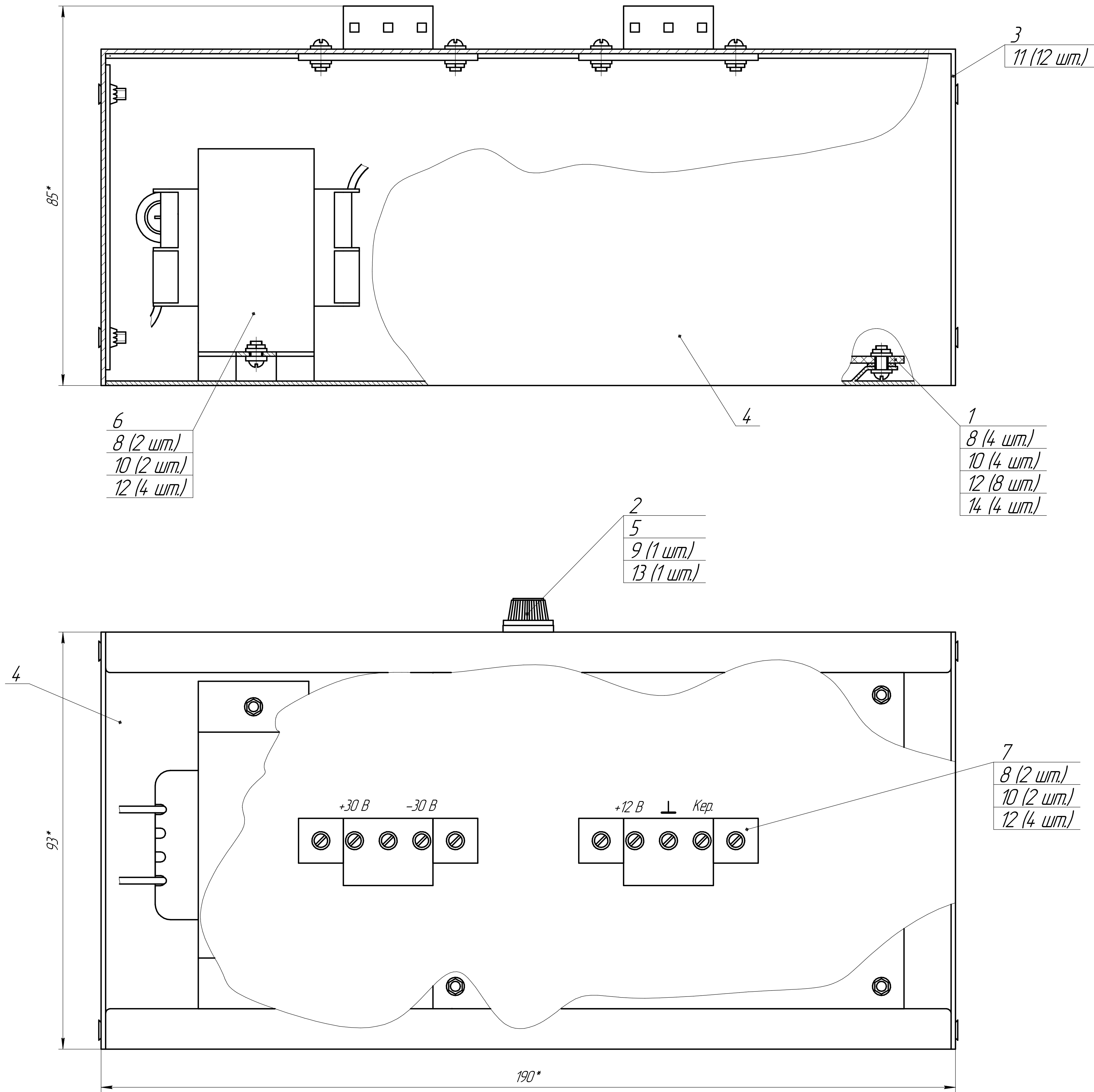
[illegible]

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 3			
												26 КР 172.403.009.03.000				26 КР 172.403.009.03.118			
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	403		009	035	403009035 Залудження														0,21
02			Тігель РТ	424231															
03			Лудити виводи ЕРЕ згідно ТТП532685 (112шт)																
04			Пінцет	РТ 235641															
05			Припой ПОС-61					ГОСТ 21931-76								180	100	0,34	
06			Флюс АТІ-120					ГОСТ 32142-86								120	100	0,56	
07			Спиртобензинова суміш						ГОСТ 443-76							120	100	0,56	
08																			
09	403		009	040	403009040 Установка ЕРЕ														0,02
10			Установку ЕРЕ проводити по ОСТ 4.010.030-81 з кроком координатної сітки 2,5мм																
11			1.Установити конденсатори поз.4(С2)поз.5(С1)поз. 6(С5,С6)поз.7(С3)згідно рис.2 поз.8(С4)згідно рис.3 поз.9(С9,С11)поз.10(С7)згідно рис.4поз.11(С8,С10)згідно рис.5																
12			2. Установити мікросхеми поз. 13(DD1) згідно рис.6 .згідно карти ескізів по ТТП237658																
13			3. Установити резистори поз.17(R15,R16) поз.18(R11...R14) поз.19(R1,R9,R10) поз.20(R2)поз.21(R7) згідно рис.1 згідно карти ескізів по ТТП237658																
14			4. Установити резистори поз.22(R4,R8) поз.23(R5) поз.24(R3) поз.25(R6) згідно рис.1 згідно карти ескізів по ТТП237658																
15			5. Установити діоди поз.27(VD4..VD7) поз.28(VD1.D2) поз.29(VD3) згідно рис.1 транзистори поз.31(VT3..VT4)згідно рис.8 поз.32(VT1,VT2)згідно рис.7																
16			Кусачки РТ		145532														
17			Пінцет РТ		265641														
К 18	1	Плата друкована								26 КР 172.403.009.001.001					796	100	100		

Дубл																		
Замість																		
Підпис																		
													Аркуш 4					
											26 КР 172.403.009.03.000		26 КР 172.403.009.03.118					
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	4	Конденсатори			NPO-0,01 мкФ ±5%			"Murata"							796	100	200	
02	5	Конденсатори			NPO-0,039 мкФ ±5%			"Murata"							796	100	100	
03	6	Конденсатори			NPO-0,1 мкФ ±5%			"Murata"							796	100	100	
04	7	Конденсатори			NPO-1 мкФ ±5%			"Murata"							796	100	100	
05	8	Конденсатори			ECAP-50 В-1 мкФ ±20%			"Jamicon"							796	100	100	
06	9	Конденсатори			ECAP-35 В-220 мкФ ±20%			"Jamicon"							796	100	200	
07	10	Конденсатор			ECAP-16В-2200 мкФ ±20%			"Jamicon"							796	100	100	
08	11	Конденсатори			ECAP-35 В-4 700 мкФ ±20%			"Jamicon"							796	100	200	
09	13	Мікросхема			TL494			"Sungine"							796	100	100	
10	15	Дросель			FWDRI14 15В-200 мкГн ±10%			"Ferriwo"							796	100	300	
11	17	Резистори			MFP-0,125-220м ± 10%			"Yageo"							796	100	200	
12	18	Резистори			MFP-0,125-1000м ± 10%			"Yageo"							796	100	400	
13	19	Резистори			MFP-0,125-1к0м ± 10%			"Yageo"							796	100	300	
14	20	Резистори			MFP-0,125-1,8к0м ± 10%			"Yageo"							796	100	100	
15	21	Резистори			MFP-0,125-2,2к0м ± 10%			"Yageo"							796	100	100	
16	22	Резистори			MFP-0,125-10к0м ± 10%			"Yageo"							796	100	200	
17	23	Резистори			MFP-0,125-15к0м ± 10%			"Yageo"							796	100	100	
18	24	Резистори			MFP-0,125-18к0м ± 10%			"Yageo"							796	100	100	

Дубл																		
Замість																		
Підпис																		
															Аркуш 5			
												26 КР 172.403.009.03.000			26 КР 172.403.009.03.118			
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-0,125-1MOM ± 10%		"Yageo"							796	100	100				
02	27	Діод	1N4004		"Diotec"							796	100	400				
03	28	Діод	1N4148		"Diotec"							796	100	200				
04	29	Діод	1N5401		"Diotec"							796	100	100				
05	31	Транзистори	FQP30N06L		"ON Semiconductor"							796	100	400				
06	32	Транзистори	KTA1266		"LGE"							796	100	200				
07																		
08																		
09																		
A 10	403		009	045	403009045 Автоматизована пайка										0,005			
B 11		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001																
O 12		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (112шт)																
M13		Припой ПОС-61			ГОСТ 21931-76							180	100	0,34				
14		Флюс АТІ-120			ГОСТ 32142-82							120	100	0,56				
15		Спиртобензинова суміш			ГОСТ 443-76							120	100	0,56				
16																		
17																		
18																		

[illegible]



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.403.009.001.000 ЕЗ припоєм припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

26 КР 172.403.009.004.000 СК				Блок живлення автомобільного підсилювача Jensen			Лит	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Н		0,3	2:1	
Розроб.	Григорук				Архив	Архив	1		
Перевір.	Василишин				ВСТ ТФК ТР-403				
Т.контр.					м. Тернопіль				
Н.контр.	Задорожний				Формат А1				
Затверд.					Копія				

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.	
						Документація			
		A4			26 КР 172.403.009.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів			
		A2			26 КР 172.403.009.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1		
		A1			26 КР 172.403.009.004.000 СК	Складальне креслення	1		
						Складальні одиниці			
Підпис і дата	Інв. № дубл.	A1	1	26 КР 172.403.009.001.000 СК	Вузол друкований	1			
		БК	2	26 КР 172.403.009.001.001	Тримач для запобіжника	1			
						Деталі			
		БК	3	26 КР 172.403.009.004.001	Верхня кришка	1			
		БК	4	26 КР 172.403.009.004.002	Нижня кришка	1			
						Інші вироби			
Зам. інв. №	Підпис і дата		5		Запобіжник RB300-30-30A-250B "ECE"	1	FU1		
			6		Трансформатор В78386-Р1116-А "Epcos"	1	TV1		
			7		Роз'єм 15EDGKM-5.08-04P "Degson"	2	XS1, XS2		
						Стандартні вироби			
			8		Гайка М2,5-6Н ГОСТ 5916-70	10			
			9		Гайка М8-6Н ГОСТ 5916-70	1			
			10		Гвинт Г2,5-6dх10 ГОСТ 17473-80	10			
Інв. № ориг.	Підпис і дата	26 КР 172.403.009.004.000							
		Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Розрод.	Гудіцький				Літ.	Аркцш	Аркцшів
		Перевір.	Василишин				Н	1	2
		Н.контр.	Задорожний				Блок живлення автомобільного підсилювача Jensen		
		Затверд.					ВСП ТФК ТР-403 м. Тернопіль		

Дубл.																					
Замість																					
Підпис																					
													Аркушів 4			Аркуш 1					
Розробив		Гудіцький							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.403.009.004.000					26 КР 172.403.09.04.00				
Перевірів		Василишин							Блок живлення автомобільного підсилювача Jensen									Н			
Нормував																					
Затвердив																					
Н. контр.		Задорожний																			
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	ВНТР					
01					Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																
02	403		09	005	4030901 Комплектування												0,005				
03					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (84шт)																
04																					
05	403		09	010	4030902 Слюсарно-складальна												0,026				
06					Пневмоверт РТ 532964																
07					Складання проводити по ТТП 231587																
08					1. Кріпити вузол друкований поз.1 до нижньої кришки поз.4 гвинтами поз.10(4шт) через шайбу поз.12(4шт) гайкою поз.8(4шт) через шайбу поз.14(4шт) згідно																
09					2. Кріпити роз'єм поз.7(XS1,XS2) на верхню кришку поз.3 гвинтами поз.10(4шт) через шайбу поз.12(8шт) гайкою поз.8(4шт) згідно карти ескізів																
10					3. Кріпити запобіжник поз.5(FU1) в тримач під запобіжник поз.2 на верхню кришку поз.3 гайкою поз.9(1шт) через шайбу поз.13(1шт) згідно карти																
11					4. Кріпити трансформатор поз.6(TV1) на нижню кришку поз.4 гвинтами поз.10(2шт) через шайбу поз.12(4шт) гайкою поз.8(2шт) згідно карти ескізів																
12	1	Вузол друкований								26 КР 172.403.009.001.000 СК					796	100	100				
13	2	Тримач під запобіжник								26 КР 172.403.009.001.001					796	100	100				
14	3	Верхня кришка								26 КР 172.403.009.004.001					796	100	100				

Дубл																
Замість																
Підпис																
														Аркуш 2		
												26 КР 172.403.009.004.000		26 КР 172.403.09.04.00		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01	4	Нижня кришка						26 КР	172.403.009.004.002			796	100	100		
02	5	Запобіжник		RB300-30-30 A-250B				"ECE"				796	100	100		
03	6	Діелектрична шайба 2,5 мм						26 КР	172.402.004.004.004			796	100	400		
04	6	Трансформатор		B78386-P1116-A				"Epcos"				796	100	100		
05	7	Роз'єм		15EDGKM-5.08-04P				"Degson"				796	100	100		
06	8	Гайка		M2,5-6H				ГОСТ	5916-70			796	100	1000		
07	9	Гайка		M8-6H				ГОСТ	5916-70			796	100	100		
08	10	Гвинт		Г2,5-6gx10				ГОСТ	17473-80			796	100	1000		
09	12	Шайба		2,5				ГОСТ	10450-78			796	100	2000		
10	13	Шайба		8				ГОСТ	10450-78			796	100	100		
11	14	Шайба		2,5				ГОСТ	10450-78			796	100	400		
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																

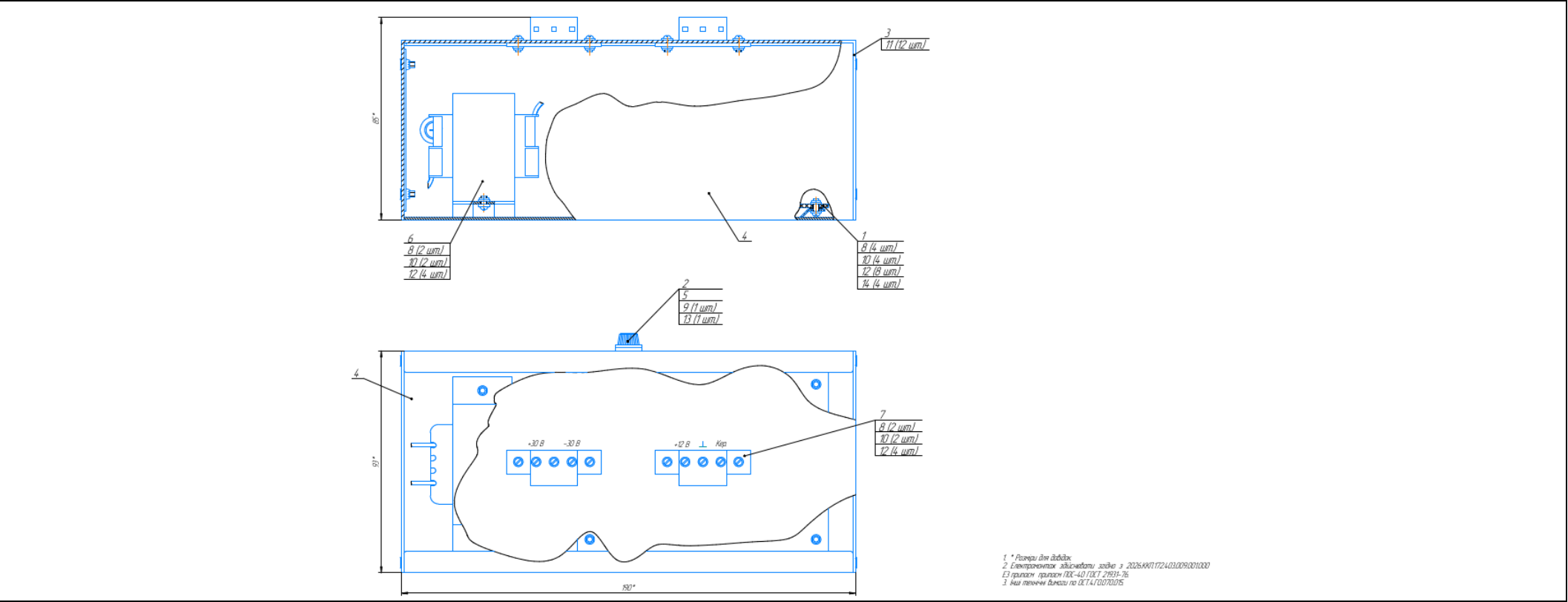
[illegible]

[illegible]

Дудл.								
Замість								
Підпис								

						Аркушів 4	Аркуш 4		
Розробив	Губіцький			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.009.004.000		26 КР 172.403.09.04.00		
Перевірів	Василишин								
Нормував				Блок живлення автомобільного підсилювача Jensen			Н		
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

A	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 матеріал					Позначення, код					СПП	ОВ	ОН	КВ	ВНТР	



Техніко – економічні показники блоку живлення автомобільного підсилювача Jensen

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	+12В	1	Річний обсяг виробництва	1480шт.
2	Струм споживання	0,2А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	305500 грн
3	Габаритні розміри	190*93 *85 мм	3	Чистий прибуток	527252,37 грн
4	Маса	0,3кг	4	Повна собівартість на виріб	1174,2 грн
5	ККД	80–90%	5	Ціна одиниці виробу	1608,65 грн.
6	Діапазон робочих температур	-20°С ..+45°С	6	Рентабельність виробу	30,34 %
7			7	Термін окупності	0,64р
8			8	Індекс продуктивності	1,57

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

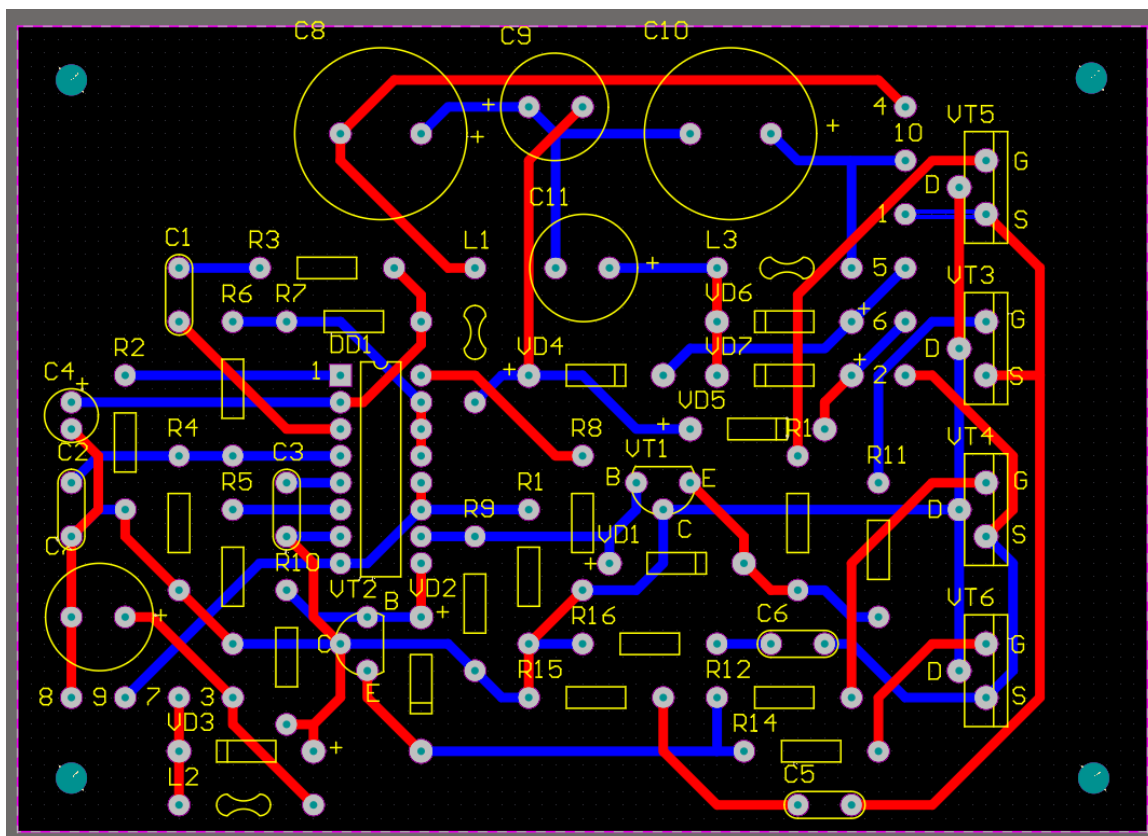


Рисунок А.1 – Друкована плата

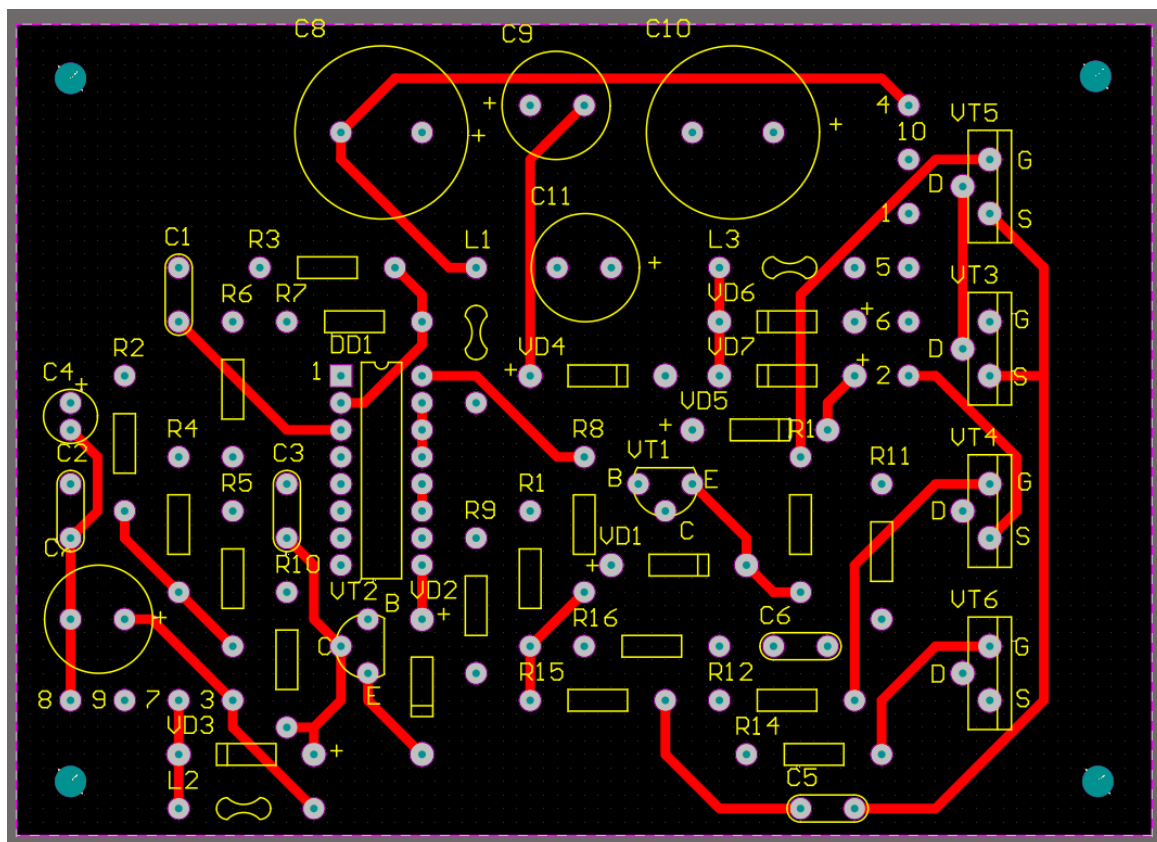


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Топ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ

Арк.

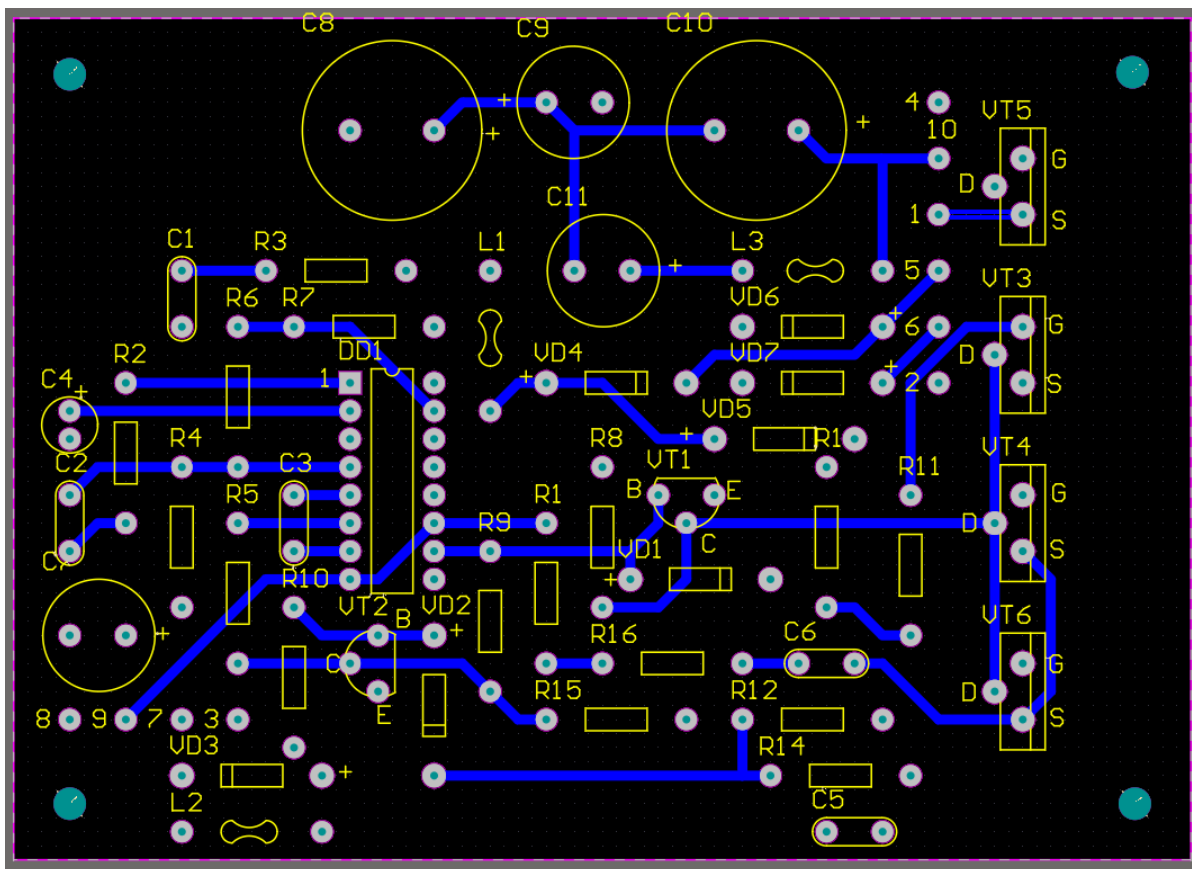


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Botton

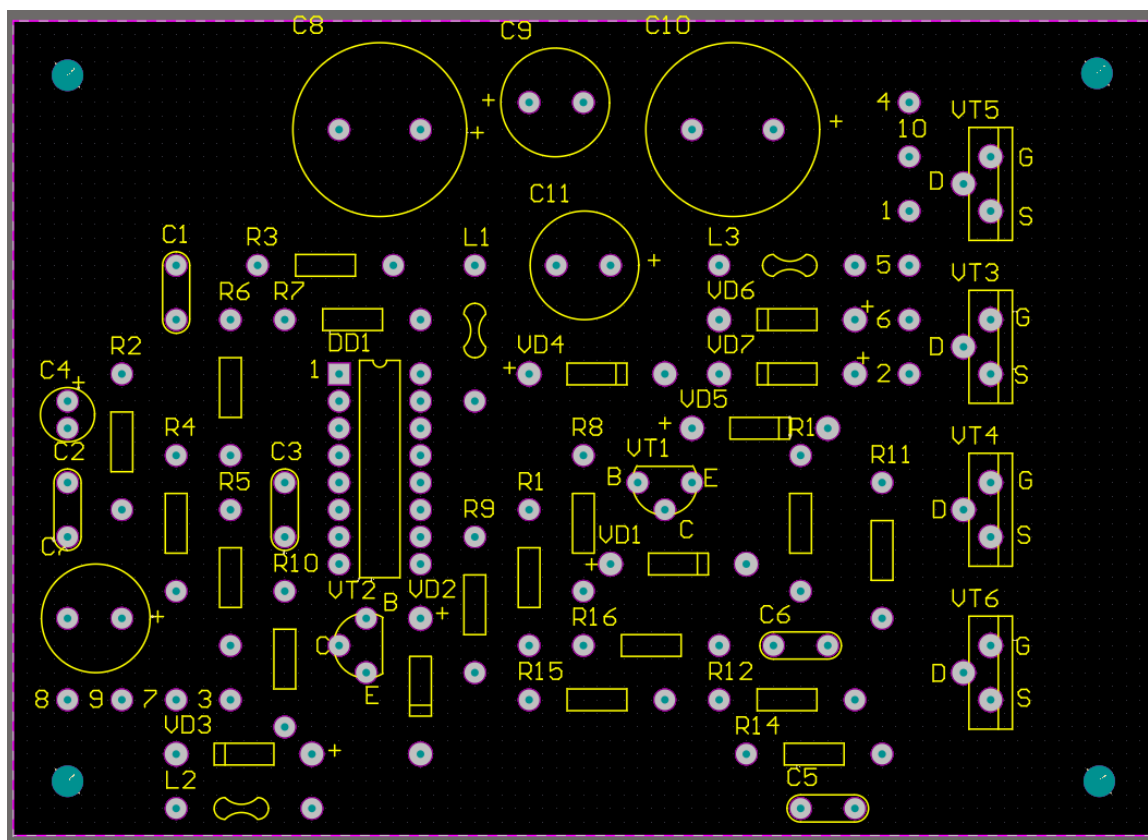


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

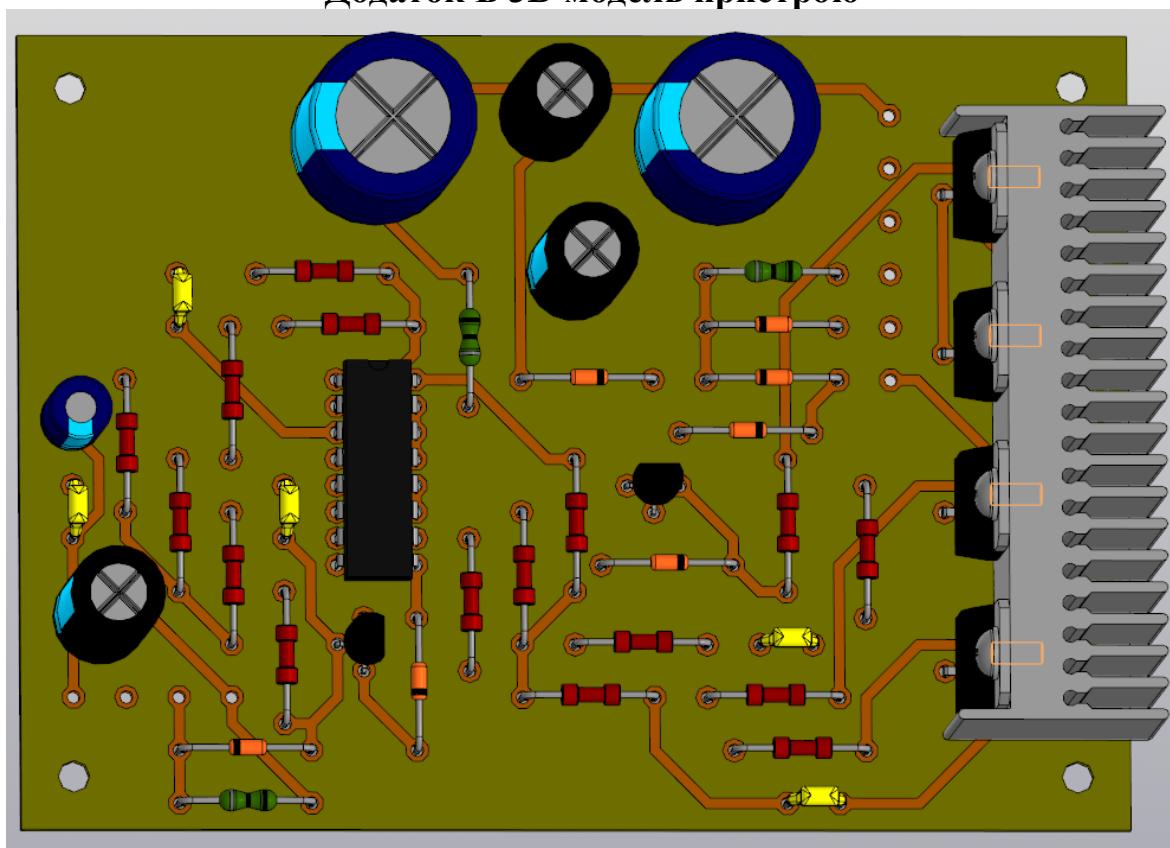


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

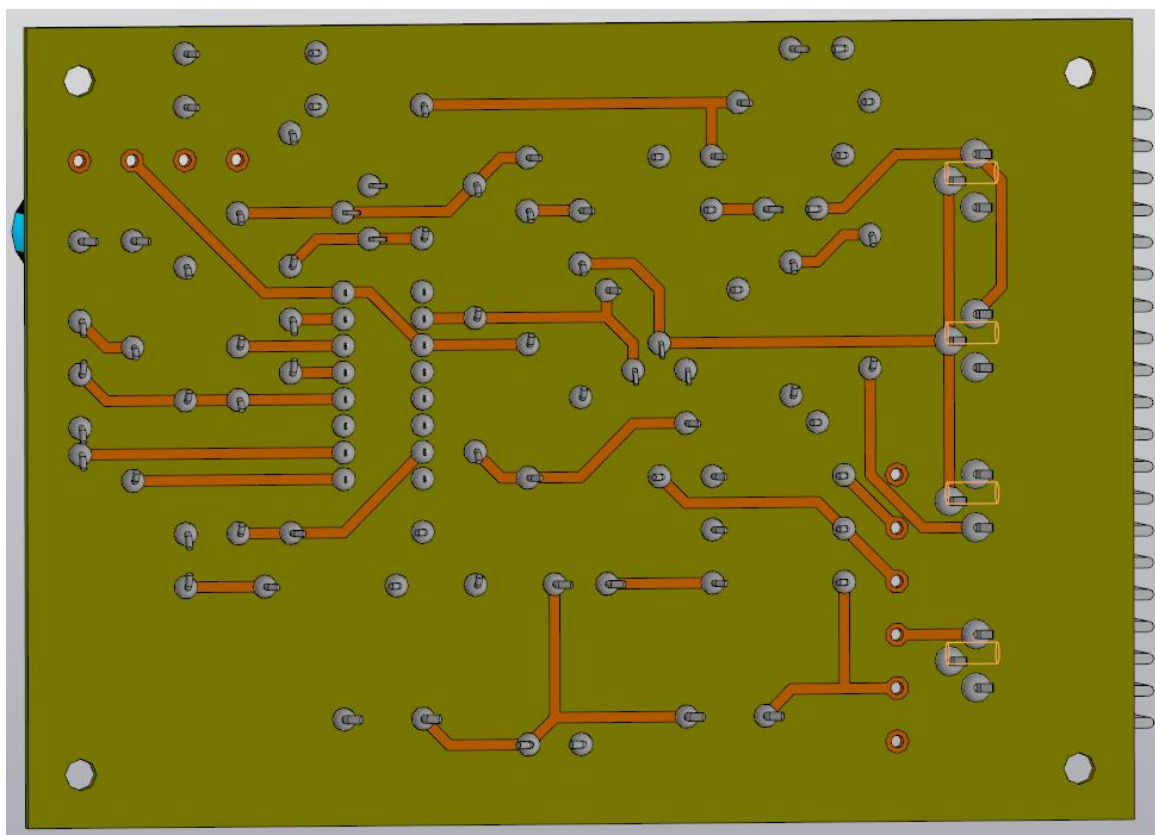


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

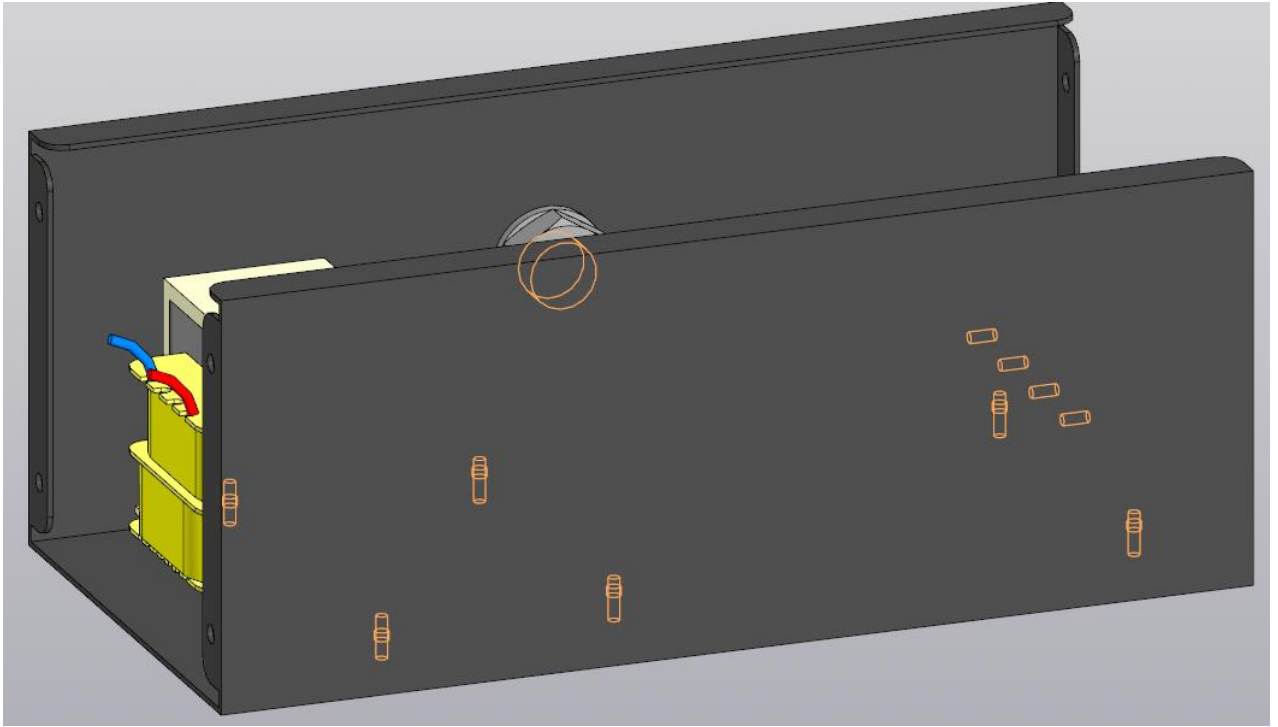


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

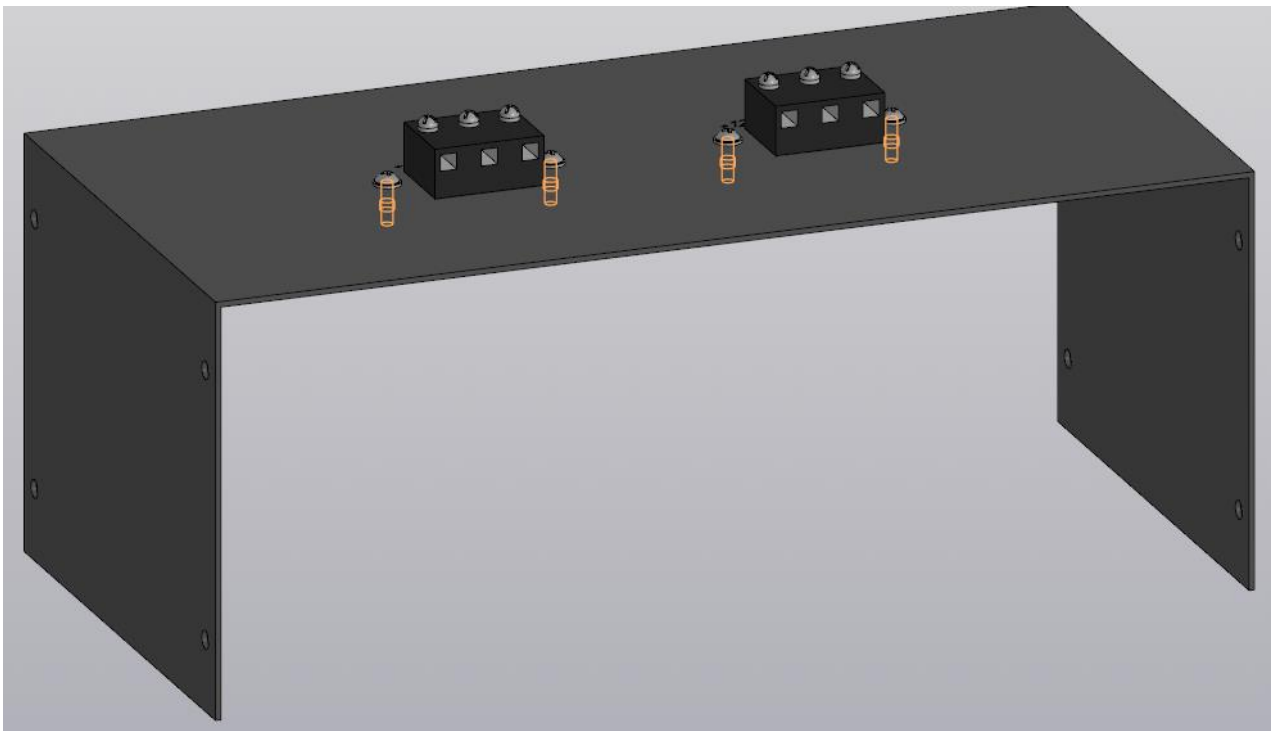


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

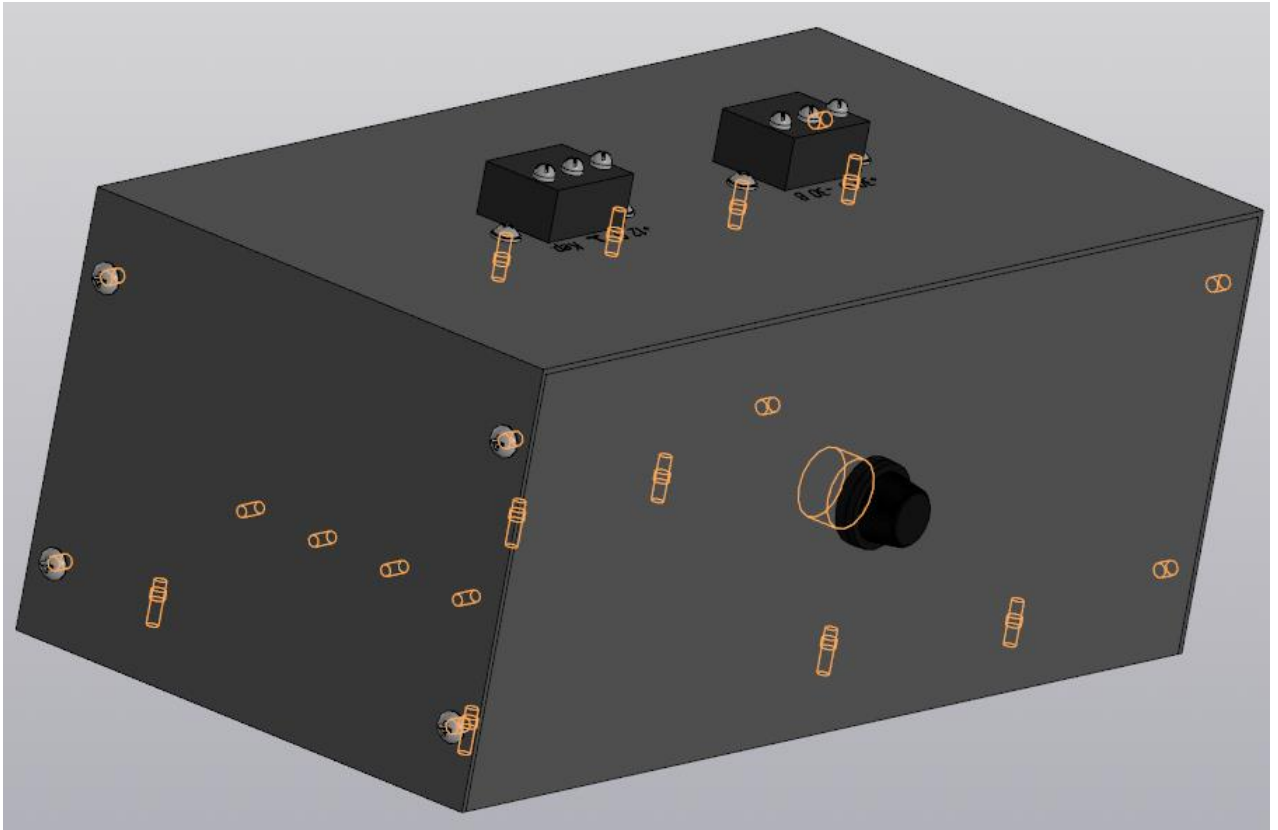


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

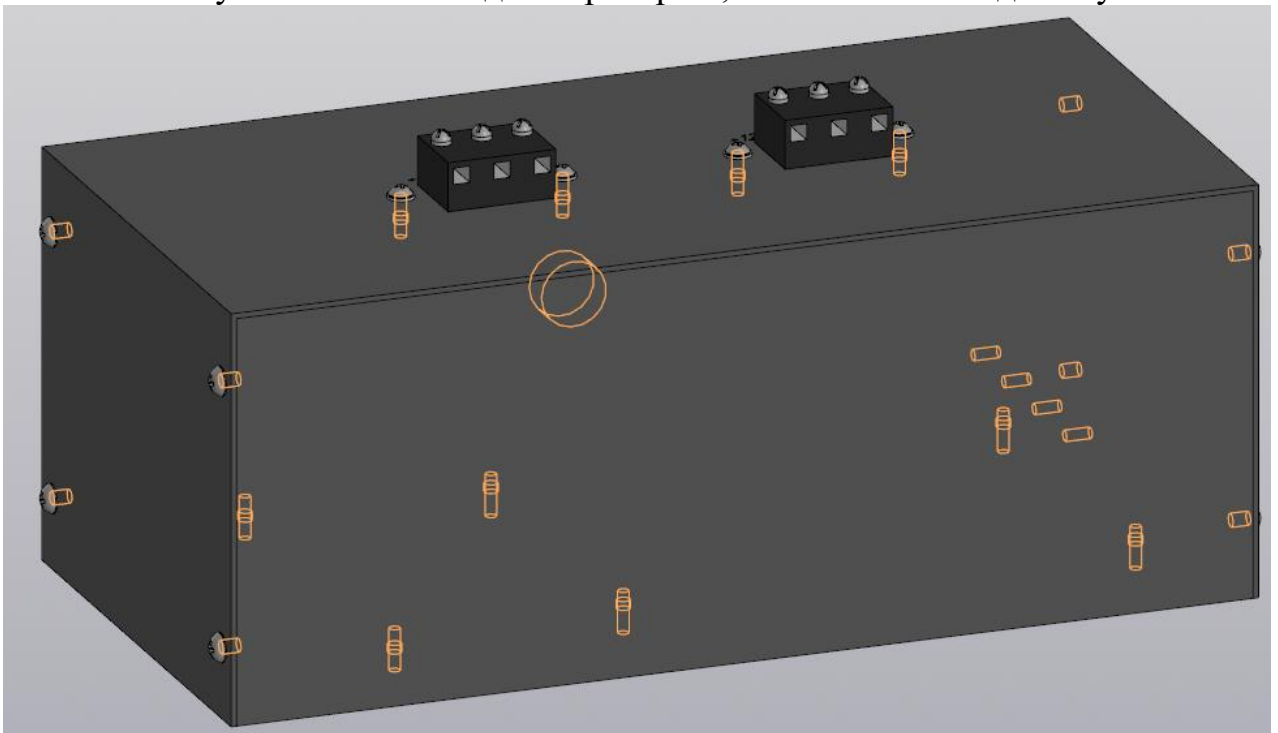


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.403.009.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		