

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 потужний стабілізатор ефективного значення
напруги

Виконав: студент (ка) II курсу, групи ТР-403ск

Спеціальність: 172 «Електронні комунікації та
радіотехніка»

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

Лехняк М М
(прізвище та ініціали)

Керівник Савчук М П
(прізвище та ініціали)

Рецензент
(прізвище та ініціали)

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

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

_____ Лехняк Максим Михайлович _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка конструкції потужний стабілізатор ефективного значення напруги

керівник кваліфікаційної роботи _____ Савчук Михайло Петрович _____,
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи: 16.06.2026 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування радіопристрою.

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

2.1.1. Опис конструювання 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 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.
 - 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.
 - 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. Охорона праці в Україні. Законодавчі акти з охорони праці
 - 4.2. Чинники електричного характеру, що впливають на ураження людини.
- 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	27.04	
2	Збір і узагальнення інформації для кваліфікаційної роботи	13.05	
3	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи	25.05	
4	Розробка технічного та робочого проекту кваліфікаційної роботи	29.05	
5	Написання спеціального розділу	29.05	
6	Розрахунок економічної частини	25.05	
7	Написання розділу охорони праці	26.05	
8	Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	19.05	
9	Оформлення кваліфікаційної роботи	08.06	
10	Погодження нормоконтролю	12.06	
11	Попередній захист кваліфікаційної роботи	16.06	
12	Захист кваліфікаційної роботи		

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2026 р.

Студент

_____ (підпис)

_____ Лехняк М М _____
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

_____ Савчук М П _____
(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 172.403.015.000.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Лехняк			Розробка конструкції потужний стабілізатор ефективного значення напруги Пояснювальна записка	Лім.	Арк.
Перевір.		Савчук					
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 Охорона праці в Україні. Законодавчі акти з охорони праці

4.2 Чинники електричного характеру, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом.....

ВИСНОВКИ.....

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ.....

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНОТАЦІЯ

Лехняк М.М. Розробка конструкції потужного стабілізатора ефективного значення напруги: 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 100*90 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати. У приладі на вузлі відстуні елементи, котрі виділяють велику кількість тепла.

Корпус виготовлений з металу, яка має хороші характеристики, гарний зовнішній вигляд, та хорошу конструкцію, розміри 196×168×95 мм. Конструктивно він складається з верхньої та нижньої кришок П-подібної форми. На верхній кришці закріплено елементи керування, зокрема перемикач і змінний резистор для регулювання напруги.

До нижньої кришки змонтовано трансформатор із використанням гвинтових з'єднань та шайб, а також друковану плату, яка закріплена гвинтами та гайками. На корпусі також встановлено запобіжник, мережевий шнур із вилкою, які закріплені за допомогою гайок і шайб. Силові елементи, зокрема тиристори, змонтовано на радіаторі з використанням болтових з'єднань, що забезпечує ефективне тепловідведення.

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

Ключові слова: стабілізатор, напруга, регулювання, струм.

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Lekhniak M.M. Development of a design for a powerful effective voltage stabilizer: 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 board dimensions are minimal 100*90 mm. All the main elements are located on one side of the board. In the device, elements that emit a large amount of heat are located at the node.

The case is made of metal, which has good characteristics, a beautiful appearance, and a good design, dimensions 196×168×95 mm. Structurally, it consists of upper and lower covers of a U-shaped shape. Control elements are fixed on the upper cover, in particular a switch and a variable resistor for voltage regulation.

A transformer is mounted to the bottom cover using screw connections and washers, as well as a printed circuit board, which is secured with screws and nuts. A fuse, a power cord with a plug, which are secured with nuts and washers, are also installed on the case. Power elements, in particular thyristors, are mounted on a radiator using bolted connections, which ensures effective heat dissipation.

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

Keywords: stabilizer, voltage, regulation, current.

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований виріб — потужний стабілізатор ефективного значення мережевої напруги — призначений для підтримання сталої величини напруги змінного струму в умовах нестабільної електромережі. Необхідність застосування такого пристрою зумовлена значними коливаннями напруги в побутових та промислових мережах, що негативно впливають на роботу електрообладнання, скорочують термін його служби та можуть призводити до аварійних ситуацій.

Особливо актуальним є використання стабілізатора у системах, де застосовуються свинцево-кислотні акумуляторні батареї. Такі акумулятори широко використовуються як джерела живлення в транспортних засобах (стартерні автомобільні батареї), у переносній радіо- та телефонній апаратурі, як тягові батареї глибокого циклу в електричних транспортних засобах, а також у складі стаціонарних систем резервного живлення та джерел безперебійного живлення (ДБЖ).

Свинцево-кислотні акумулятори є надійними та відносно недорогими, проте чутливими до режимів заряду та розряду. Глибокий розряд або тривала експлуатація в режимі часткових розрядів є небажаними, оскільки це спричиняє явище сульфатації пластин. У процесі сульфатації на поверхні пластин утворюються кристали сірчанокислового свинцю, які практично не розчиняються в електроліті. Це призводить до зменшення активної площі електродів, зниження ємності акумулятора та погіршення його технічних характеристик.

Сульфатація може також виникати при зниженому рівні електроліту, коли пластини частково оголені.

У випадку глибокої сульфатації збільшується внутрішній опір акумулятора, підвищується газоутворення під час заряду, що створює небезпеку руйнування корпусу або навіть вибуху за відсутності захисних пристроїв.

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Слід зазначити, що незначна сульфатація є природним супутнім явищем експлуатації справного акумулятора, тоді як глибока сульфатація може призвести до повної втрати його працездатності.

Однією з причин виникнення небажаних режимів роботи акумуляторів є нестабільність мережевої напруги. При зниженій напрузі заряд акумулятора стає неповним, що сприяє розвитку сульфатації. При підвищеній напрузі виникає перезаряд, що супроводжується інтенсивним виділенням газів, нагріванням електроліту та прискореним зношуванням батареї. Таким чином, стабільність мережевої напруги є ключовою умовою забезпечення правильного режиму заряду та довговічності акумуляторів.

Розроблюваний потужний стабілізатор ефективного значення напруги забезпечує підтримання вихідної напруги в допустимих межах незалежно від коливань вхідної мережі. Це дозволяє:

- підвищити надійність роботи зарядних пристроїв;
- запобігти перезаряду або недозаряду акумуляторних батарей;
- зменшити ризик розвитку глибокої сульфатації;
- продовжити термін експлуатації акумуляторів;
- забезпечити безпечну роботу систем резервного живлення.

Область застосування стабілізатора охоплює як побутові, так і промислові об'єкти: гаражі та станції технічного обслуговування, системи автономного живлення, серверні та телекомунікаційні вузли, приватні будинки з резервним електроживленням, а також об'єкти з нестабільною якістю електромережі.

Таким чином, розробка потужного стабілізатора ефективного значення мережевої напруги є технічно обґрунтованою та актуальною. Його впровадження дозволить підвищити енергоефективність систем живлення, забезпечити стабільну роботу електрообладнання та значно збільшити ресурс свинцево-кислотних акумуляторних батарей [1].

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні характеристики приладу:

1. Допустима вологість, %.....93;
2. Діапазон робочих температур.....-10...+30°C;
3. Вхідна синусоїдальна напруга, В.....165 ... 240;
4. Частота вхідного напруги, Гц50;
5. Відхилення ефективного значення вихідної напруги від

встановленого при зміні вхідної напруги в зазначених межах:

- при вихідній напрузі100 ... 230 В,% ± 4 ;
- при вихідній напрузі200 В,% -2;
- 6. Максимальний струм навантаження, А10.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

Схема складається з таких блоків, як живлення $\sim 220\text{В}$, автотрансформатор, перетворювача напруги, вузла плавного запуску, генератора імпульсів, стабілізатора напруги та підключення навантаження.

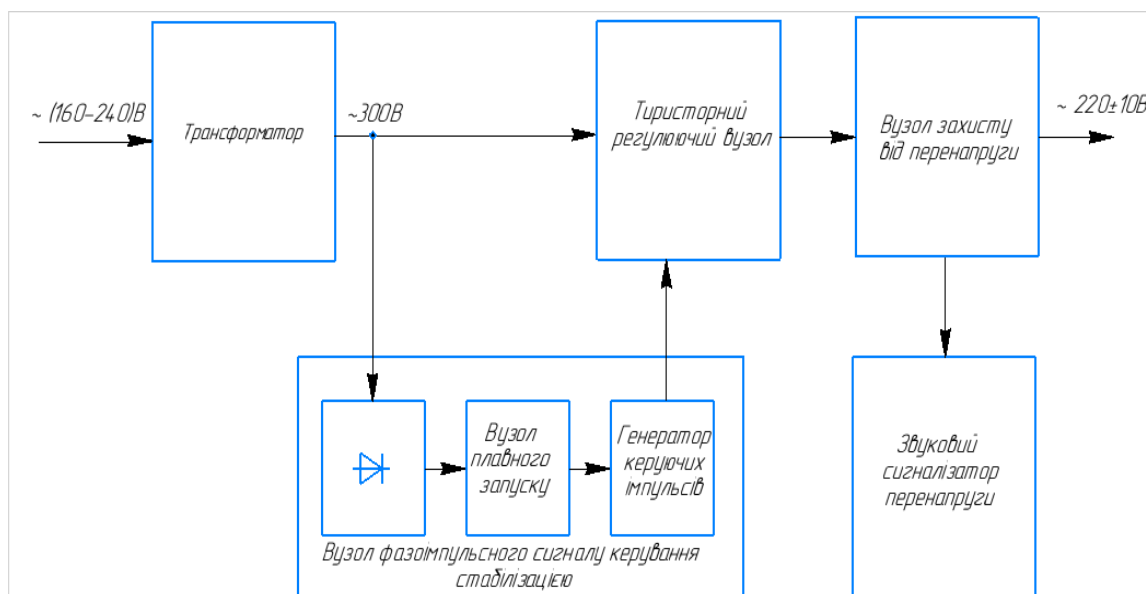


Рисунок 1.1-Схема електрична структурна

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

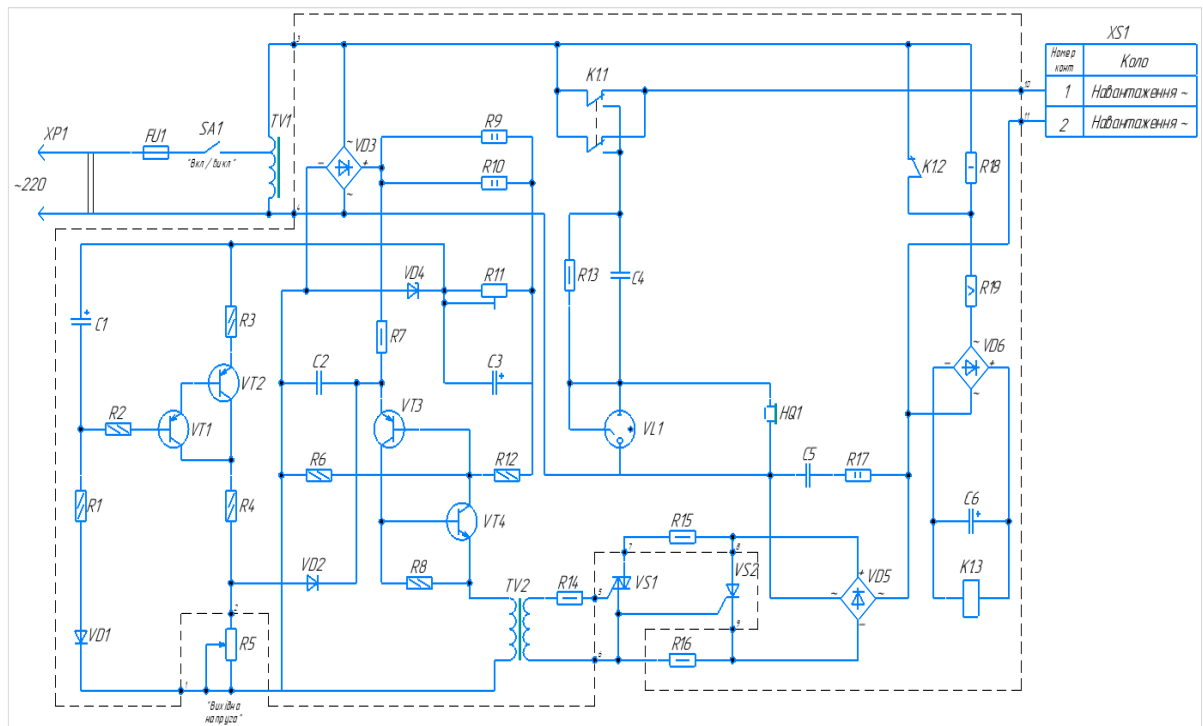


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

При зниженні вхідної напруги відповідно зменшується напруга на конденсаторі C3. Разом із напругою, стабілізованою стабілітроном VD4, вона подається в керуюче коло генератора імпульсів, виконаного на еквіваленті одноперехідного транзистора, зібраному на транзисторах VT3 і VT4.

У такому режимі конденсатор C2 заряджається швидше, внаслідок чого керуючий імпульс, що відкриває симістор VS1 (який працює як тиристор) і тиристор VS2, формується раніше в кожному напівперіоді мережевої напруги. Це приводить до збільшення ефективного значення вихідної напруги до номінального рівня.

У разі підвищення вхідної напруги процес відбувається у зворотній послідовності: імпульс відкривання зміщується пізніше, що спричиняє зменшення ефективного значення напруги на виході стабілізатора.

Важливим елементом конструкції є вузол плавного пуску. За його відсутності в момент замикання вимикача SA1 на навантаження могла б

податися повна вторинна напруга автотрансформатора TV1 з амплітудою понад 400 В, що є небезпечним для споживачів.

Під час увімкнення конденсатор C1 починає заряджатися, поступово відкриваючи складений транзисторний каскад на VT1 і VT2. Це забезпечує плавне наростання вихідної напруги та зменшує пускові струми.

Регулювання вихідної напруги здійснюється змінним резистором R5, а підлаштувальним резистором R11 досягається оптимальна стабільність роботи пристрою. Ланцюг R17C5 застосовується лише у випадку роботи стабілізатора з індуктивним навантаженням.

Під час експлуатації стабілізатор повинен бути захищений від підвищеної напруги живильної мережі понад 250 В. У конструкції передбачено також вузол захисту від перевищення допустимого рівня напруги на виході, що може виникнути, наприклад, у разі пробоя симистора VS1 або тиристора VS2. У такій ситуації захисний пристрій автоматично відключає навантаження та вмикає звукову сигналізацію.

Коли вихідна напруга перевищує встановлений поріг (який задається підбором резистора R19), спрацьовує реле K1. Його паралельно з'єднані контактні групи K1.1 і K1.2 від'єднують споживачів від виходу стабілізатора та підключають до нього звуковий генератор, виконаний на тиратроні з холодним катодом VL1.

Одночасно контакти K1.3 після спрацьовування реле вводять у коло живлення його котушки резистор R18, зменшуючи струм до рівня, достатнього для утримання реле в активному стані, що підвищує надійність роботи захисту [1].

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Опис компонування виробу та вибір конструкційних матеріалів виконано з урахуванням вимог компактності, надійності, зручності монтажу та експлуатації. Усі елементи стабілізатора ефективного значення напруги розташовані максимально компактно, що дозволило зменшити габаритні розміри друкованої плати до 100×90 мм. Основні радіоелементи встановлені на одній стороні плати, що спрощує процес монтажу, технічного обслуговування та контролю якості виробу.

Компонування елементів виконано з урахуванням електричних зв'язків між вузлами, що забезпечує мінімальну довжину провідників та підвищує надійність роботи пристрою. У конструкції відсутні елементи, які виділяють значну кількість тепла, тому не виникає необхідності у застосуванні додаткової системи охолодження друкованої плати. Силові елементи, зокрема тиристори, встановлені на радіаторі, який забезпечує ефективне тепловідведення та стабільний температурний режим під час роботи приладу.

Корпус виробу виготовлений із металу, який має високу механічну міцність, добру стійкість до зовнішніх впливів та забезпечує надійний захист внутрішніх вузлів. Металевий корпус також сприяє зменшенню впливу електромагнітних завад і підвищує пожежну безпеку пристрою. Габаритні розміри корпусу становлять 196×168×95 мм. Конструктивно корпус складається з верхньої та нижньої кришок П-подібної форми, що забезпечує зручний доступ до внутрішніх елементів під час складання та ремонту.

На верхній кришці корпусу розташовані елементи керування — перемикач та змінний резистор для регулювання напруги. До нижньої кришки закріплено трансформатор за допомогою гвинтових з'єднань і шайб, а також друковану плату, яка встановлюється за допомогою гвинтів і гайок. Запобіжник

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та мережевий шнур із вилкою також закріплені різьбовими з'єднаннями, що забезпечує надійність конструкції та довговічність експлуатації.

Для захисту металевих поверхонь від корозії та покращення зовнішнього вигляду використовуються захисно-декоративні покриття. Вони підвищують стійкість корпусу до впливу вологи, механічних пошкоджень і негативних факторів навколишнього середовища. Вибрані конструкційні матеріали та покриття забезпечують достатню міцність, надійність, довговічність і зручність використання стабілізатора напруги [32].

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

У розробленому приладі корпус використано для захисту внутрішніх компонентів від впливу пилу, вологи та сонячного випромінювання, а також для забезпечення електробезпеки користувача під час експлуатації та виконання регулювальних операцій. Корпус є важливою конструктивною частиною виробу, оскільки в його межах розміщено та закріплено всі основні вузли і елементи.

Корпус виконано з металу, що забезпечує підвищену механічну міцність та додатковий захист від зовнішніх впливів. Конструктивно він складається з верхньої та нижньої кришок П-подібної форми. На верхній кришці закріплено елементи керування, зокрема перемикач і змінний резистор для регулювання напруги.

До нижньої кришки змонтовано трансформатор із використанням гвинтових з'єднань та шайб, а також друковану плату, яка закріплена гвинтами та гайками. На корпусі також встановлено запобіжник, мережевий шнур із вилкою, які закріплені за допомогою гайок і шайб. Силові елементи, зокрема тиристори, змонтовано на радіаторі з використанням болтових з'єднань, що забезпечує ефективне тепловідведення.

При компонованні друкованого вузла у даному виробі забезпечено оптимальну щільність розташування компонентів та мінімізовано паразитні

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електричні взаємозв'язки, що позитивно впливає на технічні характеристики пристрою. Взаємне розміщення елементів сприяє технологічності складання, налагодження та обслуговування конструкції.

Габаритні розміри друкованої плати обрано з урахуванням технології виготовлення та економічної доцільності. Плата виконана прямокутної форми, що дозволило зменшити виробничі витрати та забезпечити ефективне використання матеріалів. Її параметри відповідають вимогам стандарту, з дотриманням рекомендованих співвідношень сторін і товщини.

Монтаж електрорадіоелементів зі штировими виводами реалізовано шляхом їх встановлення у наскрізні отвори друкованої плати з подальшим загинанням, обрізанням виводів у межах контактних площадок та паянням методом «хвилі припою». Це забезпечило високу щільність монтажу та надійність електричних з'єднань.

При розміщенні елементів на платі у виробі враховано умови ефективного тепловідведення: забезпечено можливість природної конвекції повітря в зонах нагріву. Напівпровідникові прилади та інтегральні мікросхеми розміщено на достатній відстані від джерел тепла та сильних магнітних полів. Також передбачено зручний доступ до елементів, що підлягають регулюванню.

Крок встановлення інтегральних мікросхем обрано з урахуванням щільності монтажу та теплових режимів роботи. Між корпусами елементів витримано необхідні зазори, що забезпечує надійність функціонування. Мікросхеми встановлено з одного боку плати відповідно до технології монтажу в наскрізні отвори, що забезпечує високу механічну міцність кріплення.

Таким чином, у процесі розробки виробу реалізовано раціональне компонування, яке забезпечує необхідні технічні, технологічні та експлуатаційні характеристики, підвищує надійність пристрою та покращує його зовнішній вигляд [32].

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1 - Конденсатор типу b41828 [2]

Позиційне позначення	C1, C3
Назва компонента	Конденсатор b41828
Виробник	Ерcos
Критерії вибору	Напруга, діапазон ємностей, температурний режим роботи , розміри.
Параметри конструкції	див.рис.2.1
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	25В
Номінальна ємність	1.....2200мкФ
Допуск ємності	± 20%
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат	0,14%

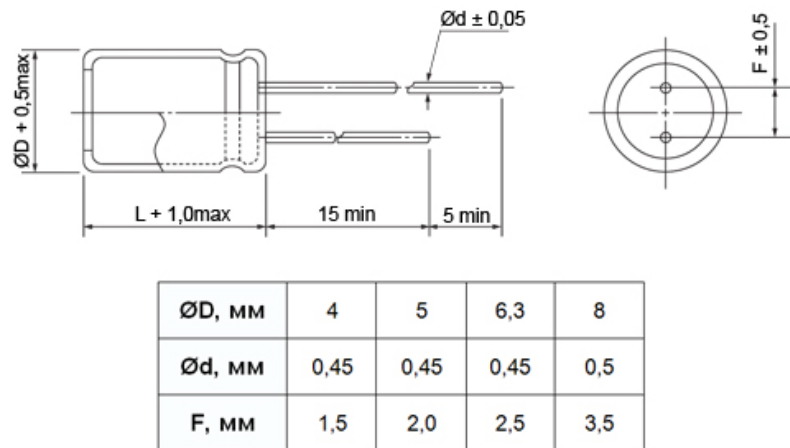
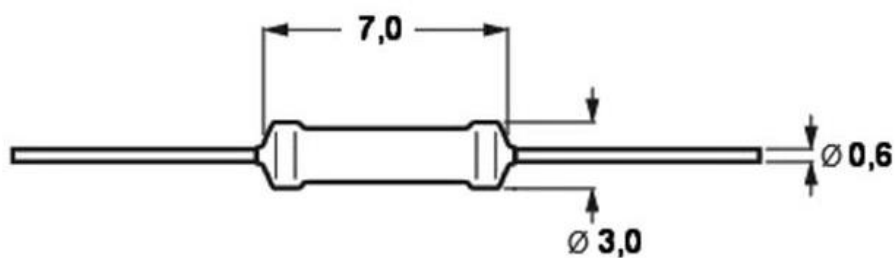


Рисунок 2.1- Зовнішній вигляд конденсатора типу b41828

Таблиця 2.2 - Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R4, R6-R10, R12-R19
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність, опір, розміри
Параметри та характеристики	
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C
номінальна потужність	0,125Вт



Рисинок 2.2 - Габаритні розміри резисторів MFP- "Yageo"

Таблиця 2.3 - Конденсатор типу B32529C1102J000 [4]

Позиційне позначення	C2, C4-C6
Назва компонента	Конденсатор B32529C1102J000
Виробник	Ерсоs
Критерії вибору	Напруга, діапазон ємностей, температурний режим роботи , розміри.
Параметри конструкції	див.рис.2.3
Параметри та характеристики	
Робоча напруга змінна, В	63
Робоча напруга постійна, В	100
Номінальна ємністю	1000
Допуск номінальної ємності, %	5
Робоча температура, С	-55 ... 100
Вага, г	0.25

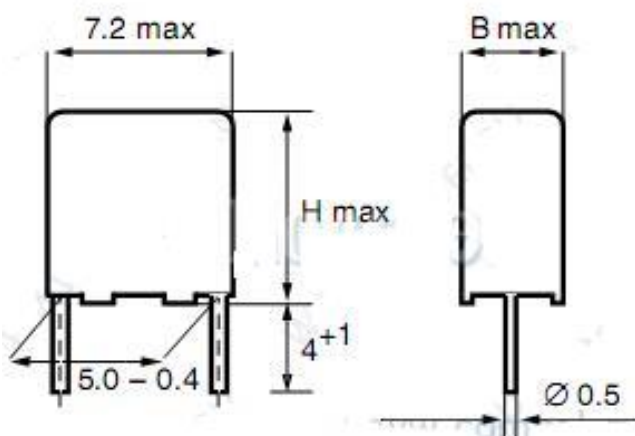


Рисунок 2.3 - Габаритні розміри конденсатора B32529C1102J000

Таблиця 2.4 - Перемикач KBB70-2P2W [5]

Позиційне позначення	SA1
Назва компонента	Перемикач KBB70-2P2W
Виробник	"Jietong Switch" Epcos
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм
Параметри конструкції	див.рис.2.4
Параметри та характеристики	
Максимальний струм	3 А
Максимальна напруга	250В
Контактний опір	$\leq 50 \text{ мОм}$
Механічна міцність	10 000
Опір ізоляції	$\geq 100 \text{ мОм}$
Діелектрична інтенсивність	$\geq 1500 \text{ В/1хв}$
Контактна опір	0.03 ом
Робоча температура	-25-85 °С

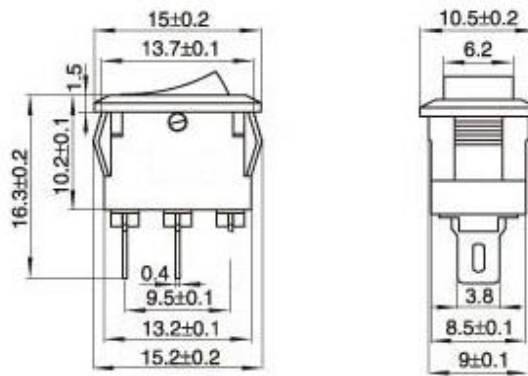


Рисунок 2.4- Габаритні розміри перемикача

Таблиця 2.5 - Запобіжник H520-250 В-16 А "Siba" [6]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник H520-250 В-16 А
Виробник	"Siba"
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання
Параметри конструкції	див.рис.2.5
Параметри та характеристики	
Матеріал	кераміка
Номінальна напруга, В	240
Номінальний робочий струм, А	16
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, С	-60 ... 100

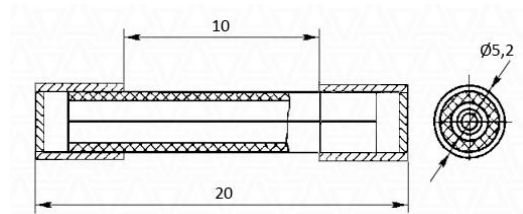


Рисунок 2.5- Габаритні розміри запобіжника H520-250 B-16 A

Таблиця 2.6 - Змінний резистор 16K1 [7]

Позиційне позначення	R5
Назва компонента	Резистор 16K1
Виробник	"Song Huei"
Критерії вибору	Номінальний опір, тип, лінійність
Параметри конструкції	див.рис.2.6
Параметри та характеристики	
номінальний опір	100кОм
відхилення опору від номінального значення	$\pm 20\%$
тип потенціометра	однооборотний
максимальна робоча напруга	150В
кут повороту	$300 \pm 5^\circ$

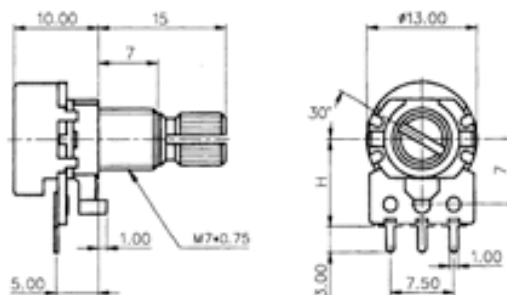


Рисунок 2.6 – Габаритні розміри змінного резистора 16K1

Таблиця 2.7 – Трансформатор В78386-Р1116-А [8]

Позиційне позначення	TV2
Назва компонента	Трансформатор В78386-Р1116-А
Виробник	Ерсоs
Критерії вибору	Напруга, струм, параметри, розміри
Параметри конструкції	див.рис.2.7
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	15В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В
допустимі відхилення вторинних напруг	$\pm 5\%$

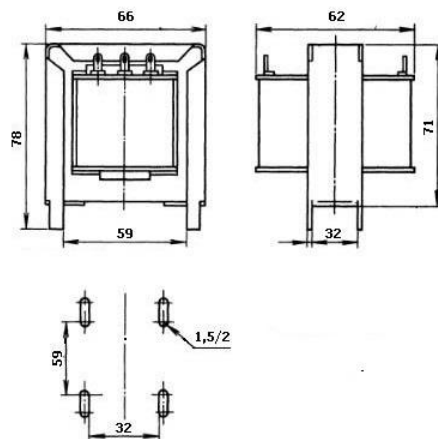


Рисунок 2.7– Габаритні розміри трансформатора В78386-Р1116-А "

Таблиця 2.8 – Діод 1N4148 [9]

Позиційне позначення	VD1, VD2
Назва компонента	Діод 1N4148
Виробник	Еrcos
Критерії вибору	Імпульсний струм, напруга вхідна, струм вихідний
Параметри конструкції	див.рис.2.8
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний прямий (випрямлений за півперіод) струм	0,2А
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА
максимальна пряма напруга	1В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°С

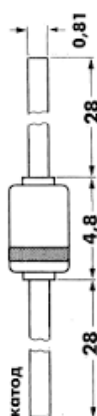


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри діода 1N4148

Таблиця 2.9 – Резистор 3329H-R11 [10]

Позиційне позначення	R11
Назва компонента	Резистор 3329H-R11
Виробник	Bourns
Критерії вибору	Постійна напруга, відхилення, напруга та струм
Параметри конструкції	див.рис.2.9
Параметри та характеристики	
номінальне відхилення, %	10
максимальна постійна напруга	500
температурний коефіцієнт +/-	250
гранична вібрація	10 ... 500Гц, 0.75мм, 6г
ударостійкість	390m / s ² , 4000 циклів
інтервал робочих температур	-55 ... + 125

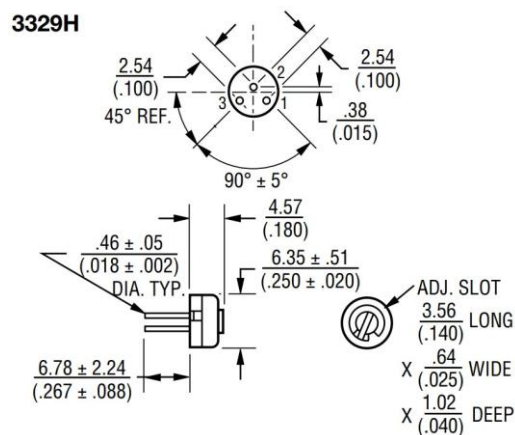


Рисунок 2.9 – Габаритні розміри резистора підстроювального

Таблиця 2.10 – Діод BZX55C13 [11]

Позиційне позначення	VD4
Назва компонента	Діод BZX55C13
Виробник	YJ
Критерії вибору	Постійна напруга, відхилення, напруга та струм
Параметри конструкції	див.рис.2.10
Параметри та характеристики	
Потужність розсіювання, Вт	0.5
Мінімальна напруга стабілізації, В	3.7
Номінальна напруга стабілізації, В	3.9
Максимальна напруга стабілізації, В	4.1
Статичний опір R _{ст.} , Ом	90
Максимальний струм стабілізації I _{СТ.МАКС.} , МА	95
Робоча температура, С	-55 ... 200
корпус	do35

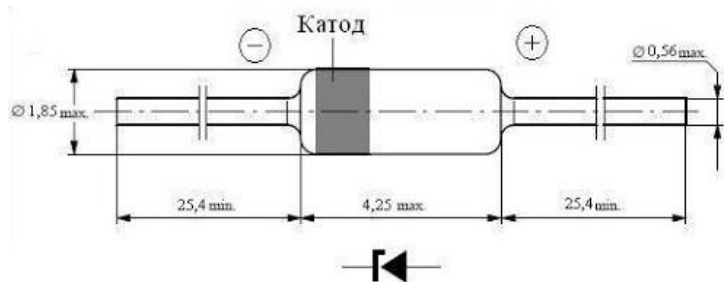


Рисунок 2.10- Зовнішній вигляд стабілітрона BZX55C3V9

Таблиця 2.11 – Звуковий сигналізатор HCM1606X "JL World" [12]

Позиційне позначення	HQ1
Назва компонента	Звуковий сигналізатор HCM1606X
Виробник	"JL World"
Критерії вибору	Номінальна напруга, робоча напруга, максимальний струм
Параметри конструкції	див.рис.2.11
Параметри та характеристики	
Номінальна напруга	VDC 12
Робоча напруга, VDC	1.5-16
Максимальний струм, мА	8
Мінімальний рівень звукового тиску	85дБ/10см
Резонансна частота, кГц	4.0 ± 0.5
Тип сигналу	безперервний
Робоча температура, ° C	-20 ... +70
Вага, г	2

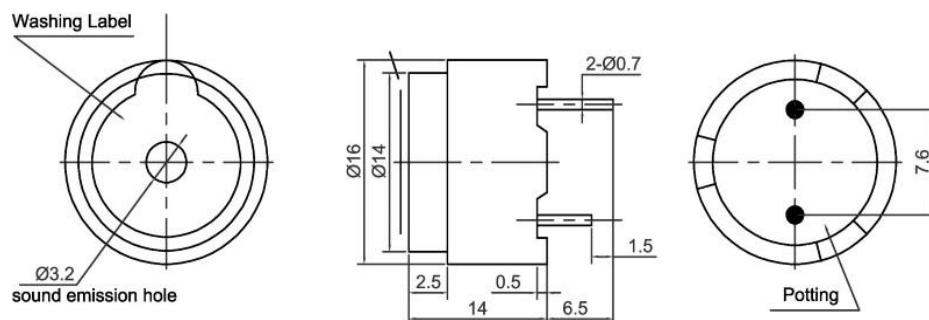


Рисунок 2.11 - Зовнішній вигляд зумера HCM1606X

Таблиця 2.12 – Реле JZX-22F "CHINT" [13]

Позиційне позначення	К1
Назва компонента	Реле JZX-22F
Виробник	"CHINT"
Критерії вибору	Струм живлення обмотки, номінальна робоча напруга, кількість обмоток
Параметри конструкції	див.рис.2.12
Параметри та характеристики	
Струм живлення обмотки	змінний
Класифікація реле за початковим станом	моностабільний
поляризація	нейтральне
Кількість обмоток	1
Номінальна робоча напруга, В	220
Контактний набір	3 перекл
Максимальне комутоване постійна напруга, В	125
Максимальний комутований струм, А	5
Максимальне комутоване змінне напруги ($\cos\varphi * 1$), В	250
Вага, г	30

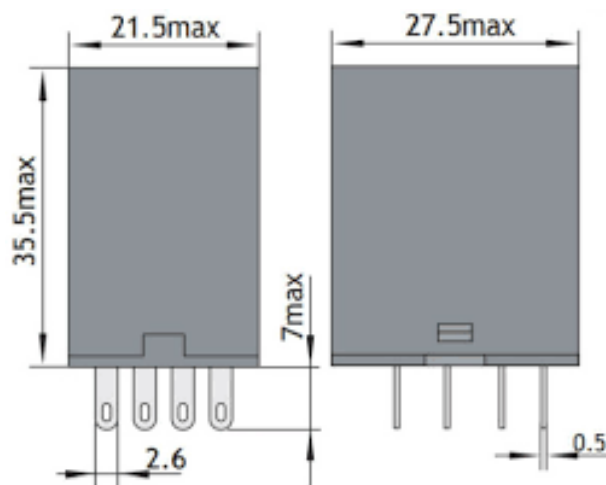


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри реле JZX-22F

Таблиця 2.13 – Діод DB107 "Kingtronics" [14]

Позиційне позначення	VD3, VD6
Назва компонента	Діод DB107
Виробник	"Kingtronics"
Критерії вибору	Зворотній струм, напруга, прямий струм
Параметри конструкції	див.рис.2.13
Параметри та характеристики	
Максимальна постійна зворотна напруга, в	1000
Максимальна імпульсна зворотна напруга, в	1200
Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм, А	1
Максимальний допустимий прямий імпульсний струм, А	30
Максимальний зворотний струм, мкА	10
Максимальна пряма напруга, В	1.1
Спосіб монтажу	в отвір
Робоча температура, С	-55 ... + 125
Корпус	db-1
Кількість фаз	1

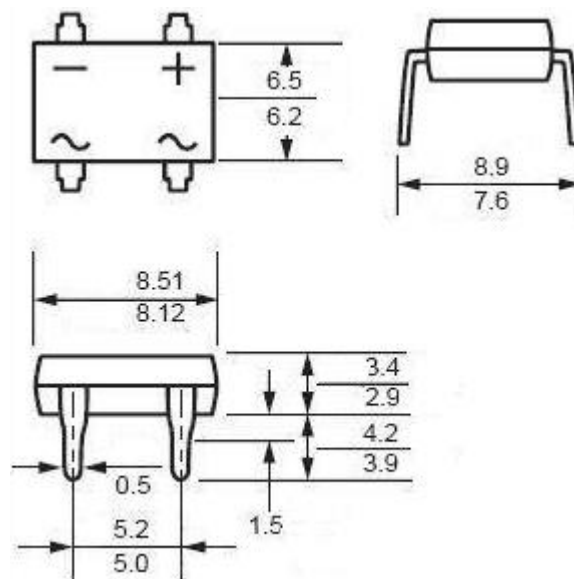


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри діодного моста DB107 "Kingtronics"

Таблиця 2.14 – Діод GBJ2504-F "Diodes" [15]

Позиційне позначення	VD5
Назва компонента	Діод GBJ2504-F
Виробник	"Diodes"
Критерії вибору	Зворотній струм, напруга, прямий струм
Параметри конструкції	див.рис.2.14
Параметри та характеристики	
Максимальна постійна зворотна напруга, В	400
Максимальна імпульсна зворотна напруга, В	400
Максимальний прямий (випрямлений за напівперіод) струм, А	25
Максимальний допустимий прямий імпульсний струм, А	350
Максимальний зворотний струм, мкА	10
Максимальна пряма напруга, В	1.05
Загальна ємність Сд, пФ	85
Робоча температура, С	-65 ... + 150
Спосіб монтажу	в отвір
корпус	gbj
Кількість фаз	1
Вага, г	6.6

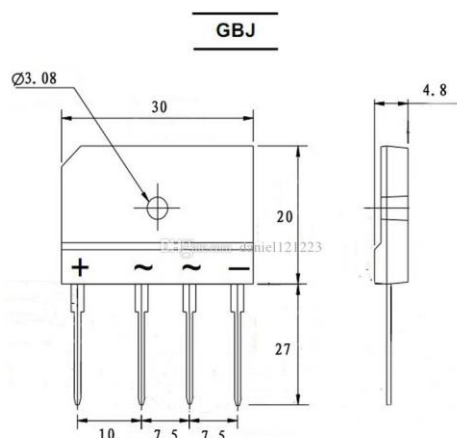


Рисунок 2.14– Габаритні розміри діодного моста GBJ2504-F "Diodes"

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.15 – Тиристор ТС106-10-2 [16]

Позиційне позначення	VS1	
Назва компонента	Тиристор TC106-10-2	
Виробник	"Diodes"	
Критерії вибору	Зворотній струм, напруга, прямий струм	
Параметри конструкції	див.рис.2.15	
Параметри та характеристики		
Постійний струм у відкритому стані, А		10
Повторюваний імпульсний струм в закритому стані, мА		1,5
Повторюваний імпульсний зворотний струм, мА		110
Критична швидкість наростання струму у відкритому стані, А / мкс		20
Імпульсна напруга у відкритому стані, В		1,65
Струм включення симетричного тиристор, мА		60
Отпирающий постійний струм управління, мА		75
Відмикаюча постійна напруга управління, В		3,5
Час виключення, мкс		3
Час включення, мкс		9
Температура переходу, ° С - від		-60 до +110
Тепловий опір перехід-корпус, ° С / Вт		2,2

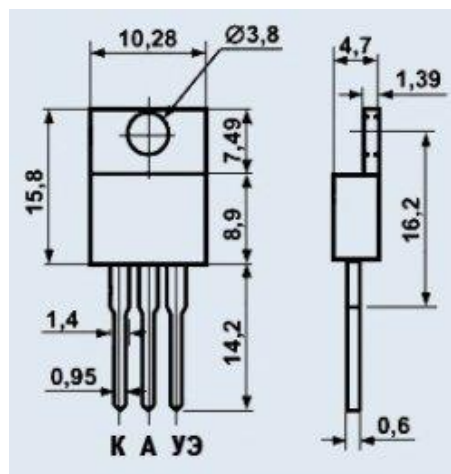


Рисунок 2.15– Габаритні розміри ТС106-10

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблица 2.16 – Тиристор Т122-25-10 [17]

Позиційне позначення	VS2
Назва компонента	Тиристор T122-25-10
Виробник	"Diodes"
Критерії вибору	Зворотній струм, напруга, прямий струм
Параметри конструкції	див.рис.2.16
Параметри та характеристики	
Максимально допустимий середній прямий струм у відкритому стані	25 А
Періодичну імпульсна напруга в закритому стані і повторюється імпульсна зворотна напруга	1000 В
загальна довжина	40 мм
довжина шпильки	11,5 мм
різьблення	M6
Охолодження повітряне природне або примусове	

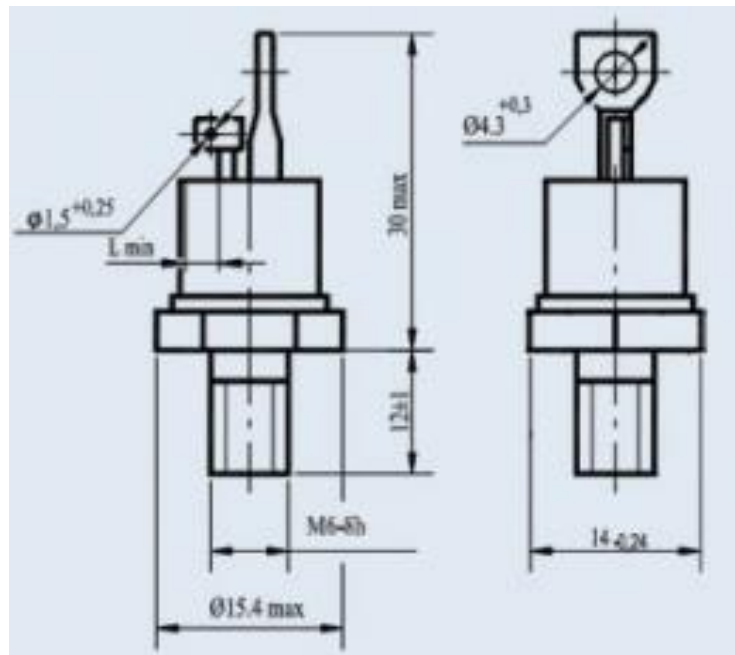


Рисунок 2.15— Габаритні розміри Т122-25-10

Таблиця 2.16 – Транзистор 2N3905 "NTE" [17]

Позиційне позначення	VT1-VT3	
Назва компонента	Транзистор 2N3905	
Виробник	"NTE"	
Критерії вибору	Коефіцієнт шуму, струм колектора, напруга вхідна	
Параметри конструкції	див.рис.2.16	
Параметри та характеристики		
Гранична частота коефіцієнта передачі струму при напрузі колектор-емітер 20 V	200 MHz	
Коефіцієнт шуму при струмі колектора 100 μA, частоті 1 kHz, внутрішній опір 1 kOhm, напрузі колектор-емітер 5 V	5 dB	
Статичний коефіцієнт передачі струму в схемі з загальним емітером при струмі колектора 10 mA, напрузі колектор-емітер 1 V	50 ... 150	
Напруга насичення колектор-емітер при струмі колектора 10 mA, струмі бази 1 mA	0.25 V	
Вхідний опір в режимі малого сигналу при напрузі колектор-емітер 10 V, струмі колектора 1 mA, частоті 1 kHz	0.5 ... 0.8 kOhm	
Вихідна повна провідність в режимі малого сигналу при холостому ході при частоті 1 kHz	1 ... 40 nS	
Зворотний струм колектора при напрузі колектор-емітер 30 V	50 nA	
Пробивна напруга емітер-база при струмі емітера 10 μA	5 V	
Пробивна напруга колектор-база при струмі колектора 10 μA	40 V	
Вхідна ємність при напрузі емітер-база 0.5 V, частоті 1 MHz	10 pF	
Вихідна ємність при напрузі колектор-база 5 V, частоті 1 MHz	4.5 pF	
Напруга насичення база-емітер при струмі колектора 10 mA, струмі бази 1 mA	0.65 ... 0.85 V	

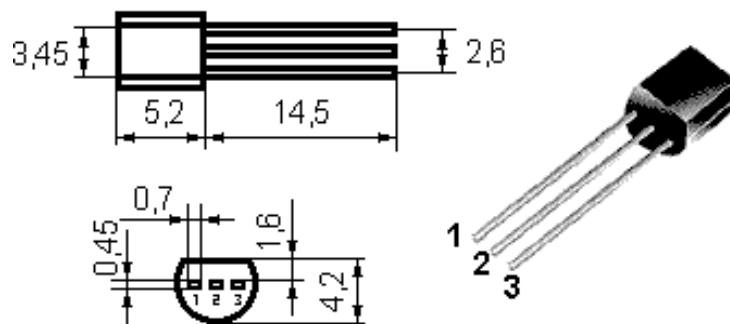
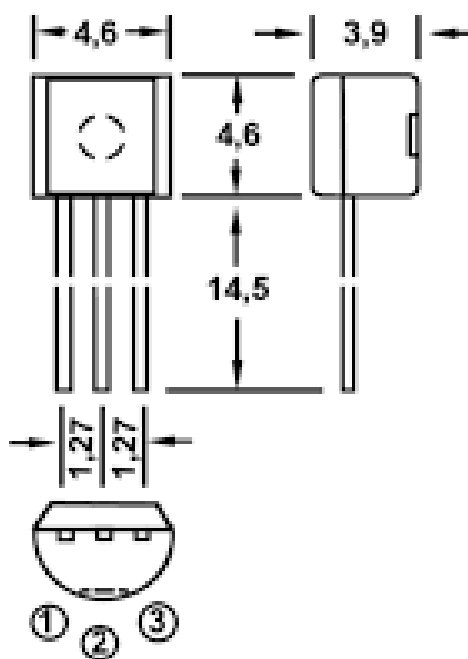


Рисунок 2.16– Габаритні розміри транзистора 2N3905

					26 KP 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.17 – Транзистор 2SA1320 [18]

Позиційне позначення	VT4
Назва компонента	Транзистор 2SA1320
Виробник	"ON Semiconductor"
Критерії вибору	Коефіцієнт шуму, струм колектора, напруга вхідна
Параметри конструкції	див.рис.2.17
Параметри та характеристики	
структура	PNP
Макс. напр. к-е при заданому струмі до і заданому опор. в ланцюзі б-е. ($U_{кег макс}$), В	250
Максимально допустимий струм до ($I_{к макс}$, А)	0.03
Статичний коефіцієнт передачі струму $h_{21e хв}$	50
Гранична частота коефіцієнта передачі струму $f_{гр}$, МГц	60.00
Максимальна потужність, що розсіюється до (P_k , Вт)	0.2
Корпус	KT-26



TO-92

Рисунок 2.17– Габаритні розміри транзистора 2SA1320

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Розрахунок автотрансформатора TV1.

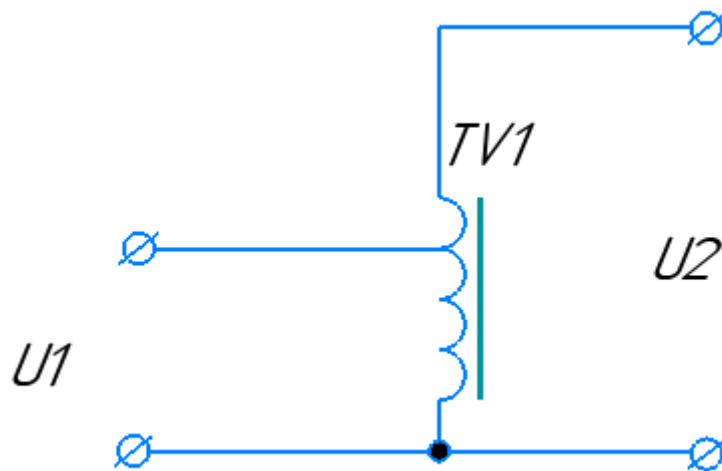


Рисунок 2.18 - Схема підвищуючого трансформатора

Автотрансформатором називається перетворювач напруги, який має одну обмотку з одним, або декількома проміжними виводами.

Сердечник автотрансформатора розраховується на величину потужності трансформації:

$$P_{тр} = 1,1 * P_{ат} \frac{n - 1}{n} = 1,1 * 1000 * \frac{1,4 - 1}{1,4} = 314 \text{ Вт.} \quad (2.1)$$

$$n_{\text{макс}} = \frac{300}{220} = 1,4; \quad (2.2)$$

$$S_c = 1,3\sqrt{P} = 1,3\sqrt{314} = 23,1 \text{ см}^3; \quad (2.3)$$

$$S'_c = \frac{23,1}{0,92} = 25,1 \text{ см}^3; \quad (2.4)$$

Вибираємо сердечник УШ-35*35

$$S_c = 11 \text{ см}^3; \quad b = 22 \text{ мм}; \quad h = 61,5 \text{ мм.}$$

$$\omega_1 = 45 * \frac{300}{11} = 1227; \quad (2.5)$$

$$\omega_1 = 1,4 * 1227 = 1718 \text{ витків} \quad (2.6)$$

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_2 = \frac{P_{ат}}{U_2} = \frac{1000}{300} = 3,33a; \quad (2,7)$$

$$d_2 = 1,13 \sqrt{\frac{3,33}{3}} = 0,44 \text{ мм}$$

Обираємо провід марки ПЕЛ 0,64;

$$I_1 = 1,1 \frac{P_{ат}}{U_1} = 1,1 \frac{1000}{220} = 4,6a; \quad (2,8)$$

$$I = I_1 - I \cong 1a$$

Діаметр проводу загальної частини обмотки

$$d_{заг} = 1,13 \sqrt{\frac{1}{3}} = 0,58 \text{ мм} \quad (2,9)$$

Обираємо діаметр проводу ПЕЛ 0,59.

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [23].

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

$$b_{min1} = \frac{I_{max}}{i_{доп} * t} = \frac{2A}{48 \frac{A}{мм^2} * 0,035м} = 1,2 \text{ мм} \quad (2,10)$$

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

Визначається із аналізу принципової схеми, $I_{max} = 2A$;

$I_{доп}$ – 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:

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_d * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 2\text{А} * 0,6\text{м}}{1\text{В} * 0,035\text{с}} = 0,6\text{мм} \quad (2,11)$$

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

$L = 0,6\text{м}$ – довжина провідника,

$U_{\text{дон}} = 1\text{В}$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{н.в.}| + r \quad (2.12)$$

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.

$d_{E1} = 0,7$ -для діодів VD3, VD6;

$d_{E2} = 0,9$ - для конденсаторів, резисторів, діодів, транзисторів, підпаювання провідників;

$d_{E3} = 1,1$ -для тиратрона VL1, резистора змінного, реле.

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

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

$$d = d_{E3} + |\Delta d_{н.в.}| + r = 1,1 + |\pm 0,1| + 0,4 = 1,5 \text{ мм}$$

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

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

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

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

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

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

$$d_{max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.14)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

$$d_{max3} = 1,5 + 0,1 + 0,1 = 1,7 \text{ мм}$$

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

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

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

$$D_{min1} = 2,72 + 1,5 \cdot 0,035 + 0,03 = 2,8 \text{ мм}$$

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{max} = D_{min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.15)$$

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

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

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

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

$$b_{min} = b_{1min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.16)$$

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

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

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (2.17)$$

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

$$S_{1min3} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,41 \text{ мм}$$

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

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

$$S_{1min1} = 2,5 - \left[\left(\frac{2,82}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,3}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,01 \text{ мм}$$

$$S_{1min2} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,02}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,5}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,21 \text{ мм}$$

$$S_{1min3} = 2,5 - \left[\left(\frac{3,22}{2} + 0,4 \right) + \left(\frac{1,7}{2} + 0,05 \right) \right] = -0,41 \text{ мм}$$

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3min} = L_0 - (D_{max} + 2\delta 1) \quad (2.19)$$

$$S_{3min1} = 2,5 - (2,82 + 2 \cdot 0,05) = -0,42 \text{ мм}$$

$$S_{3min2} = 2,5 - (3,02 + 2 \cdot 0,05) = -0,62 \text{ мм}$$

$$S_{3min3} = 2,5 - (3,22 + 2 \cdot 0,05) = -0,82 \text{ мм}$$

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

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Корпус проектного виробу виготовлятиметься із металу оскільки містить радіоелементів, які будуть сильно нагріватися, тому є потреба в додатковому розсіюванні тепла.

Враховуючи те що пристрій споживає велику силу струму і живиться від високоамперного джерела живлення, то буде мати велике нагрівання, отже доведеться використовувати примусове охолодження, а саме радіатори або вентилятори, що значно впливає на проектування пристрою, а саме підвищує масу пристрою, ускладнює конструкцію та при цьому збільшуються затрати на виготовлення даного приладу.

Але в конструкції корпусу приладу не передбачаються отвори для вентиляції, бо внутрішнього простору проектного пристрою повністю вистачає для розсіювання такої малої кількості тепла.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах.

Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу.

Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [21]:

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.18 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Транзистори	4	0,35	4	5,6
2	Діоди	6	0,35	0,7	1,47
3	Конденсатори електролітичні	2	0,4	2,4	1,92
4	Конденсатори керамічні	4	0,1	1,4	0,56
5	Резистори постійні	17	0,42	0,8	5,712
6	Резистори змінні	1	0,1	3,2	0,32
7	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	110	1	0,02	2,2
10	Запобіжник	1	1	0,5	0,5
11	Перемикач	1	1	0,5	0,5
12	Тиристор	2	0,35	6	4,2
13	Роз'єм	2	1	0,05	0,1
14	Реле	1	1	2,2	2,2
15	Звуковий випромінювач	1	1	6,5	6,5
16	Тираторон	1	1	15	15

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: $4.7412e-005$ 1/год

Середня наробка до відмови: 21091.7 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999526$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.995270$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.953694$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.622433$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.008728$

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

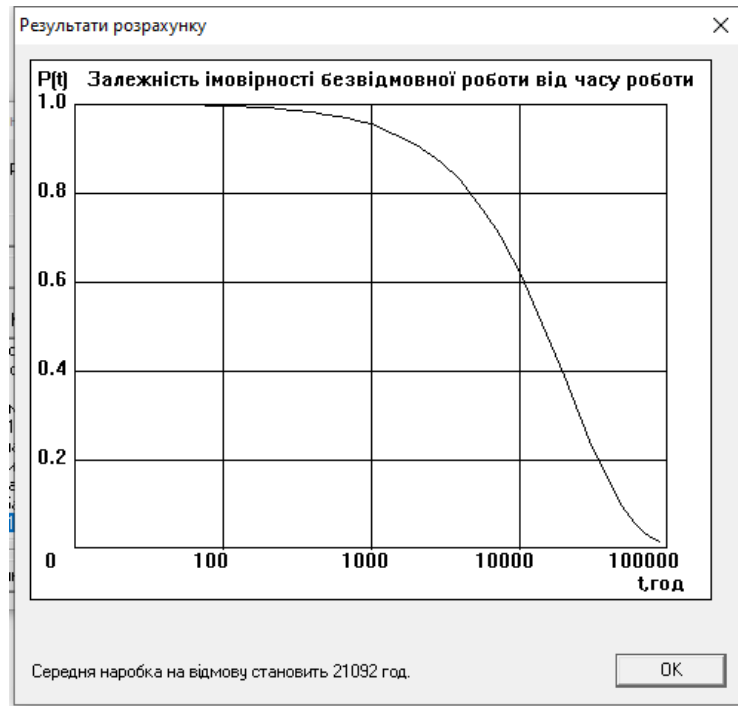


Рисунок 2.19 - Графік залежності імовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 21092 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:

Розроблена конструкція потужного стабілізатора ефективного значення напруги відповідає сучасним вимогам технологічності, надійності та економічної доцільності. Під час проектування виробу особлива увага приділялась зменшенню собівартості, спрощенню монтажу, забезпеченню надійної роботи та зручності експлуатації.

Конструкція пристрою є достатньо компактною, оскільки всі основні елементи розміщені на друкованій платі розміром 100×90 мм. Компактне розташування елементів дозволяє зменшити витрати матеріалів на виготовлення друкованої плати та корпусу, а також знизити загальну масу виробу. Розміщення елементів на одній стороні плати значно спрощує процес

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

монтажу і контролю якості, що позитивно впливає на продуктивність виготовлення та зменшує трудомісткість складання.

Для виготовлення конструкції використано доступну та недорогу елементну базу, яка широко застосовується в електронній апаратурі. Це дозволяє зменшити витрати на закупівлю компонентів, спростити ремонт і технічне обслуговування виробу. Використані елементи мають достатній рівень надійності та забезпечують стабільну роботу пристрою протягом тривалого часу.

Корпус виробу виготовлений із металу, що забезпечує високу механічну міцність, довговічність та захист внутрішніх вузлів від механічних пошкоджень. Металевий корпус також покращує електромагнітне екранування та підвищує пожежну безпеку пристрою. Конструкція корпусу складається з двох П-подібних кришок, що забезпечує зручність складання, розбирання та доступ до внутрішніх вузлів під час ремонту.

У конструкції застосовані стандартні кріпильні елементи — гвинти, гайки та шайби, що спрощує процес складання і не потребує використання спеціального обладнання чи складної оснастки. Трансформатор, друкована плата та інші вузли закріплені надійно, що забезпечує стійкість конструкції до механічних навантажень і вібрацій.

Силові елементи, зокрема тиристори, встановлені на радіаторі, який забезпечує ефективне тепловідведення. Це дозволяє підтримувати допустимий температурний режим роботи та підвищує надійність пристрою без необхідності використання складної системи охолодження.

З економічної точки зору конструкція є вигідною, оскільки для її виготовлення використовуються доступні матеріали, стандартні комплектуючі та нескладна технологія складання. Простота конструкції знижує витрати на виробництво, технічне обслуговування та ремонт. Завдяки цьому розроблений стабілізатор напруги є економічно доцільним у виготовленні та експлуатації, а також конкурентоспроможним серед аналогічних пристроїв.

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Даний пристрій відноситься до вимірювальних приладів. Його напруга живлення становить 220В, а струм споживання 3А. Тому потужність буде рівна:

$$P=I*U=3*220=660 \text{ (Вт)} \quad (2,20)$$

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Складання та монтаж потужного стабілізатора ефективного значення напруги виконуються відповідно до принципової електричної схеми, складального креслення та вимог технологічного процесу. Конструкція виробу розроблена таким чином, щоб забезпечити простоту монтажу, надійність роботи та зручність технічного обслуговування.

Основним вузлом виробу є двостороння друкована плата розміром 100×90 мм, на якій розташовані всі основні радіоелементи. Монтаж елементів виконується переважно з одного боку плати, що значно спрощує процес складання та контролю якості монтажних робіт. Розташування елементів на платі виконано компактно та з урахуванням електричних зв'язків між вузлами, що дозволяє зменшити довжину провідників і підвищити надійність пристрою.

Перед початком монтажу проводиться підготовка друкованої плати та перевірка комплектності елементної бази. Монтаж радіоелементів здійснюється відповідно до маркування на друкованій платі та складального креслення. Спочатку встановлюють малогабаритні елементи — резистори, діоди, конденсатори та напівпровідникові прилади, після чого монтують більш габаритні компоненти. Паяння виводів елементів виконується із застосуванням припою та флюсу, що забезпечує надійне електричне і механічне з'єднання.

Після завершення монтажу друкованої плати проводиться контроль якості паяних з'єднань, перевірка відсутності коротких замикань та

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

правильності встановлення елементів. Далі виконують монтаж силових вузлів і механічних елементів конструкції.

Корпус виробу виготовлений із металу та складається з верхньої і нижньої П-подібних кришок. До нижньої частини корпусу за допомогою гвинтових з'єднань, гайок та шайб кріпиться трансформатор, який є одним із основних силових елементів пристрою. Друкована плата також встановлюється на нижній кришці корпусу та фіксується гвинтами й гайками, що забезпечує її надійне закріплення.

На верхній кришці корпусу розміщуються органи керування — перемикач та змінний резистор для регулювання напруги. На корпусі також встановлюються запобіжник і мережевий шнур із вишкою. Їх кріплення виконується за допомогою стандартних різьбових з'єднань, що забезпечує механічну міцність та зручність під час експлуатації.

Силові напівпровідникові елементи, зокрема тиристори, встановлюються на радіаторі з використанням болтових з'єднань. Таке конструктивне рішення забезпечує ефективне тепловідведення та підтримання допустимого температурного режиму роботи пристрою.

Після завершення складання проводиться остаточна перевірка виробу, контроль правильності електричних з'єднань, тестування працездатності та перевірка основних параметрів стабілізатора. Завдяки простій та технологічній конструкції складання і монтаж виробу не потребують складного обладнання та можуть бути виконані з використанням стандартного інструменту й оснастки.

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

Технологічність конструкції оцінюється як сукупність властивостей виробу, що визначають простоту, зручність та економічну доцільність його виготовлення, складання, контролю та ремонту в умовах конкретного виробництва. Конструкція вважається технологічною, якщо вона забезпечує

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мінімальні витрати праці та матеріалів, використання стандартних елементів і типових технологічних процесів, а також не потребує складного спеціального обладнання.

Якісна оцінка технологічності включає аналіз конструктивної простоти виробу, уніфікації деталей, доступності елементної бази, зручності монтажу та можливості механізації або автоматизації окремих операцій. Важливим критерієм є раціональність компоновання вузлів, яка повинна забезпечувати легкий доступ до елементів під час складання, налаштування та ремонту. Також оцінюється кількість операцій, їх складність і рівень кваліфікації персоналу, необхідного для виконання технологічного процесу.

Конструкція вважається технологічно доцільною, якщо вона побудована з використанням стандартних і широко доступних компонентів, має мінімальну кількість унікальних або складних у виготовленні деталей, а всі з'єднання виконуються простими та надійними способами. Зменшення кількості нестандартних елементів та застосування типових конструктивних рішень значно підвищує ремонтпридатність і знижує собівартість виробу.

Вибір інструментів, пристосувань та оснастки здійснюється на основі вимог технологічного процесу складання і монтажу. Для виконання ручних операцій застосовуються універсальні слюсарно-монтажні інструменти, які забезпечують універсальність та низьку вартість оснащення. До них належать викрутки різних типорозмірів, плоскогубці, бокорізи, пінцети, гайкові ключі, а також інструменти для підготовки проводів.

Для монтажу електронних компонентів використовується паяльне обладнання з регульованою температурою, яке дозволяє забезпечити якісне та стабільне з'єднання без пошкодження елементів. Додатково застосовуються допоміжні матеріали, такі як припої, флюси та засоби для очищення друкованих плат.

Для контролю якості складання використовуються вимірювальні прилади загального призначення, зокрема мультиметри, тестери та прилади для

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевірки електричних параметрів. У разі потреби можуть застосовуватись спеціальні стенди для функціонального тестування виробу.

Як пристосування використовуються монтажні фіксатори, тримачі плат, антистатичні килимки та освітлювальні лупи, які підвищують точність виконання робіт і зменшують ймовірність помилок. Оснастка, як правило, є універсальною або спеціалізованою лише для окремих операцій серійного виробництва.

Таким чином, застосування стандартних інструментів, універсальних пристосувань і простої оснастки забезпечує високу технологічність конструкції, знижує трудомісткість виготовлення та підвищує ефективність виробничого процесу.

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

Виготовлення двосторонньої друкованої плати виконується за комбінованим методом, який поєднує механічну обробку заготовки, фотолітографічне формування провідного рисунка та хімічне травлення провідного шару. Така технологія є поширеною у виробництві радіоелектронної апаратури, оскільки забезпечує високу точність провідникових доріжок, надійність електричних з'єднань та можливість виготовлення складних схем у компактному виконанні.

Початковим етапом є підготовка заготовки друкованої плати з фольгованого склотекстоліту, який є основним конструкційним матеріалом. Він характеризується високою механічною міцністю, термостійкістю, стабільними діелектричними властивостями та стійкістю до вологи. Для двосторонніх плат використовується матеріал із мідною фольгою з обох сторін, що дозволяє реалізувати щільне компонування елементів і складні міжз'єднання.

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі виконується механічна обробка заготовки: різання до необхідних розмірів, свердління монтажних і перехідних отворів, а також очищення поверхні. Свердління виконується з використанням твердосплавних свердел, що забезпечує точність отворів і мінімальні дефекти країв.

Наступним етапом є формування захисного рисунка провідників методом фотолітографії. На поверхню міді наноситься світлочутливий фоторезист, після чого виконується експонування через фотошаблон і проявлення. У результаті на поверхні плати залишається захисний шар, який відповідає топології друкованих провідників.

Після цього здійснюється процес хімічного травлення, під час якого незахищені ділянки міді видаляються за допомогою розчину хлорного заліза або аналогічного травника. Це дозволяє сформувати провідний рисунок із високою точністю геометричних розмірів.

Для двосторонніх плат важливим етапом є металізація отворів або забезпечення електричного з'єднання між шарами за допомогою перехідних отворів. Це забезпечує надійний електричний контакт між верхнім і нижнім шарами провідників.

Після травлення та видалення фоторезисту виконується очищення плати та нанесення захисного покриття. Як захисні матеріали застосовуються паяльна маска та лудіння контактних площадок, що підвищує корозійну стійкість і полегшує процес пайки під час монтажу радіоелементів.

До основних матеріалів відносяться:

- Фольгований склотекстоліт (FR-4 або аналог) — основа друкованої плати, що забезпечує механічну міцність і електроізоляційні властивості;
- Мідна фольга — провідний матеріал для формування друкованих провідників;
- Фоторезист — світлочутливий матеріал для створення захисного рисунка;

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хімічні реагенти для травлення (наприклад, хлорне залізо) — для видалення зайвої міді.

До допоміжних матеріалів належать:

- знежирювальні розчини для підготовки поверхні;
- спирти або спеціальні очищувальні засоби;
- припої та флюси для подальшого монтажу елементів;
- паяльна маска для захисту провідників від окиснення та коротких замикань;
- матеріали для маркування та захисного покриття.

Таким чином, комбінований метод виготовлення двосторонньої друкованої плати забезпечує високу точність, надійність та технологічність виробу, а правильний вибір основних і допоміжних матеріалів дозволяє підвищити якість виготовлення та довговічність готової апаратури.

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{епе}}} = \frac{0}{0 + 41} = 0 \quad (2.21)$$

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

$$K_{\text{а.м}} = \frac{H_{\text{а.м}}}{H_{\text{м}}} = \frac{82}{106} = 0,77 \quad (2.22)$$

					26 КР 172.403.015.000.000 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:

$$K_{M.П.ERE} = \frac{H_{M.П.ERE}}{H_{ERE}} = \frac{39}{42} = 0,93 \quad (2.23)$$

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:

$$K_{ПОВТ.ERE} = 1 - \frac{H_{T.ERE}}{H_{ERE}} = 1 - \frac{41}{41} = 0 \quad (2.24)$$

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

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

$$K_{ЗАСТ.ERE} = 1 - \frac{H_{T.ОР.ERE}}{H_{T.ERE}} = 1 - \frac{41}{41} = 0 \quad (2.25)$$

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:

$$K_{ВСТ.Р} = 1 - \frac{H_{ВСТ.Р}}{H_{ERE}} = 1 - \frac{8}{41} = 0,8 \quad (2.26)$$

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{вст.р}$ кількість видів встановлених розмірів ЕРЕ у виробі

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

$$K_{\phi} = \frac{D_{np}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.27)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K_1\phi_1 + K_2\phi_2 + \dots + K_i\phi_i}{\phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_i} = \frac{0*1 + 0,77*1 + 0,93*0,75 + 0*0,5 + 0*0,310 + 0,8*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,5 \quad (2.28)$$

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.29)$$

Перевіряємо умову: $\frac{0,51}{0,5} = 1,0 \geq 1.$

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

- кріплення трансформатора до нижньої частини корпусу за допомогою чотирьох гвинтів
- кріплення перемикача резистора на верхню кришку;
- кріплення шнура живлення та запобіжника, вилки;
- радіатора та на радіатор тиристорів;
- 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 172.403.015.000.000 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 –1500грн/м² за місяць). При цьому вартість передавальних пристроїв включається в орендну плату будівель.

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

$$V_{\text{буд}} = 1500 \times 100 = 150000 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

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

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

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

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

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

$$A = \frac{4125 \times 25}{100} = 1031,25 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

№з/ п	Найменування основних фондів	Балансова вартість основних фондів, тис. грн.	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн.
	Інструменти та прилади	1650	412,5
	Виробничий та господарський інвентар	2475	618,75
	Всього:	4125	1031,25

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$B_M = 738 \times 1,04 = 767,52 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

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

Таблиця 3.2- Розрахунки

№ з/п	Назва матеріалу (покупного виробу)	Кількість	Ціна за одиницю	Загальна вартість
1	Плата друкована	1	80	80
2	Кришка нижня	1	75	75
3	Кришка верхня	1	75	75
4	Запобіжник	1	20	20
5	Конденсатори електролітичні	2	10	20
6	Конденсатори постійні	4	1	4
7	Резистори постійні	18	0,5	9
8	Реле	1	50	50
9	Випромінювач звуку	1	20	20
10	Перемикач	1	20	20
11	Роз'єм	2	30	60
12	Трансформатор	2	100	200
13	Діоди	9	5	45
14	Транзистори	4	15	60
				738

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 172.403.015.000.000 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:

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

$$P_{\text{від}} = \frac{30}{60} \times 220 = 110 (\text{грн})$$

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	$T_{\text{шт}},$ хв.	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}}),$ грн/год
1	Пайка	12	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	30		

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:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 110 \times 0,11 = 12,1 (\text{грн})$$

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (110 + 12,1) = 26,86 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{35}{100} \times (110 + 12,1) = 42,74 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

$$V_{\text{зв}} = \frac{164}{100} \times (110 + 12,1) = 200,24 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 164%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 767,52 + (110 + 12,1 + 25,86) + 42,74 + 200,24 = 1158,46 \text{ (грн.)}$$

					26 КР 172.403.015.000.000 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	767,52
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	110,00
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	12,1
4	Відрахування на соціальні заходи	25,86
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	42,74
6	Загальновиробничі витрати	200,24
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1158,46
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	915,48
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	242,98

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

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

$$Ц_{одпр} = 1158,46 \times \frac{100 + 29}{100} = 1494,41 \text{ (грн.)}$$

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

1

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:

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

$$\Pi_p = (1494,41 - 1158,46) \times 1240 = 416578 \text{ (грн),}$$

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 416578 - 416578 \times \frac{18}{100} = 341593,96 (\text{грн.})$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1158,46 \times 1240 = 1436490,4 (\text{грн.})$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{\Pi} = \frac{341593,96}{1436490,4} \times 100\% = 23,78 \%$$

де P_{Π} - 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:

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

$$\Gamma\Pi = 341593,96 + 1031,25 = 342625,21 (\text{грн.}),$$

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

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

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

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 311477,46 - 229125 = 82352,46 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{342625,21}{(1 + 0,1)^1} = 311477,46 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{311477,46}{229125} = 1,36$$

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де ІІ- індекс прибутковості інвестицій.

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

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

$$Ток_{диск} = \frac{П}{ГП_{диск}} \quad (3.24)$$

$$Ток_{диск.} = \frac{229125}{311477,46} = 0,74р$$

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

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

$$ГП_{диск} = \frac{311477,46}{1} = 311477,46 \text{ (грн.)}$$

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.	1240
2	Собівартість виробу	грн./од.	1158,46
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1494,41
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	341593,96
6	Рентабельність виробу	%	23,78
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	82352,46
9	Індекс прибутковості	-	1,36
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,74

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Охорона праці в Україні. Законодавчі акти з охорони праці

Основним законом, що гарантує право громадян на безпечні та нешкідливі умови праці, є Конституція України. У Конституції проголошено, що громадяни України мають право на працю, яку вони вільно обирають, або на яку погоджуються.

Роботодавець (власник підприємства) зобов'язаний забезпечити нешкідливі умови праці відповідно до вимог безпеки і гігієни праці.

Держава створює умови для повної зайнятості працездатного населення, рівні можливості для громадян у виборі професії та роду трудової діяльності, здійснює програми професійно-технічного навчання, підготовки та перепідготовки робітників.

Реалізація цих прав здійснюється через виконання вимог, викладених у законодавчих актах щодо охорони праці, а саме:

- Кодексі законів про працю;
- Законі «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності»;
- Законі «Про охорону праці»;
- Законі «Про пожежну безпеку»;
- Законі «Про охорону здоров'я»;
- Законі «Про охорону навколишнього природного середовища»;
- Законі «Про колективні договори і угоди»;
- Законі «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку»;
- Законі «Про поводження з радіоактивними відходами»;
- Законі «Про дорожній рух».

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закон України «Про охорону праці» — це самостійна гілка в законодавстві України про працю. Закон визначає основні положення конституційного права громадян на охорону життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Дія закону поширюється на всі підприємства, установи і організації незалежно від форми власності та видів діяльності (далі — підприємство), фізичних осіб, які, відповідно до законодавства, використовують найману працю, та на всіх громадян, які працюють за наймом.

Закон не відмінив жодної з діючих норм і дозволив:

- створити органи управління охороною праці та систему органів нагляду за охороною праці;
- створити власну нормативну базу з охорони праці;
- забезпечити гласність з питань охорони праці;
- ввести економічні важелі управління охороною праці;
- визначити роль колективних договорів;
- увести нові інститути управління і нагляду за охороною праці на підприємстві (уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці);
- розпочати підготовку дипломованих спеціалістів з охорони праці.

Розглянемо основні принципи державної політики в галузі охорони праці:

« пріоритет життя і здоров'я працюючих, відповідальність роботодавця за створення безпечних і здорових умов праці;

- комплексне вирішення завдань охорони праці на основі створення національної програми поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища;

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди потерпілим від нещасних випадків, профзахворювань;
- встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності;
- організація навчання населення, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працюючих з питань охорони праці.

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності»

Цей Закон визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру загальнообов'язкового державного соціального страхування громадян від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які призвели до втрати працездатності або загибелі застрахованих на виробництві.

Кодекс законів про працю України — основний закон національного трудового законодавства.

Законодавство про працю України визначає правові засади і гарантії здійснення громадянами України права розпоряджатися своїми здібностями до продуктивної і творчої праці, регулює трудові відносини працівників усіх підприємств, установ незалежно від форм власності, виду діяльності й галузевої належності.

Працівники реалізують право на працю укладанням трудового договору на підприємстві, в установі тощо.

Працівники мають право на:

- відпочинок відповідно до законів про обмеження робочого дня та робочого тижня і про щорічні оплачувані відпустки;
- здорові й безпечні умови праці;

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- матеріальне забезпечення в порядку соціального страхування в старості, у разі хвороби, втрати працездатності, а також матеріальну допомогу в разі безробіття;

- об'єднання в професійні спілки;

- вирішення колективних трудових конфліктів.

Умови договорів про працю, які порушують чинне законодавство України про працю, вважаються недійсними.

Закон України «Про охорону здоров'я населення»

Цей Закон визначає правові, організаційні, економічні та соціальні основи охорони здоров'я населення в Україні.

За Конституцією України кожен громадянин України має право на охорону здоров'я. Це право передбачає:

- життєвий рівень, необхідний для підтримання здоров'я людини;
- безпечне для життя і здоров'я навколишнє природне середовище;
- безпечні та здорові умови праці, навчання, побуту і відпочинку;
- кваліфіковану медико-санітарну допомогу, до якої входить також вільний вибір лікаря та медичної установи;
- матеріальну компенсацію за втрачене здоров'я.

Закон визначає правові, економічні та соціальні основи забезпечення пожежної безпеки на території України. Забезпечення пожежної безпеки є невід'ємною частиною державної діяльності щодо охорони життя та здоров'я людей, національного багатства і навколишнього природного середовища. Цей Закон наголошує, що забезпечення пожежної безпеки підприємств покладається на їх керівників.

4.2 Чинники електричного характеру, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом.

Під час користування електроенергією є небезпека ураження людей електричним струмом. Найчастіша причина ураження людини електричним

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

струмом – торкання до неізолюваних струмопровідних провідників; до провідників з пошкодженою ізоляцією, а також до металевих елементів конструкції машин, механізмів і апаратів, які випадково виявилися під напругою.

Людина може потрапити під дію електромагнітних полів і електричної дуги, які виникають у разі торкання або зближення провідників електричного струму.

Небезпечна і шкідлива дія на людей електричного струму, електричної дуги і електромагнітних полів проявляються у вигляді електротравм і професійних захворювань.

Електротравма – це травма, викликана дією електричного струму або електричної дуги. Вся різноманітність дії на людину електричного струму чи електричної дуги призводить до двох видів ураження: місцевих електротравм і електричних ударів.

Місцеві електротравми – це чітко виражені місцеві порушення цілісності тканин організму, які викликані дією електричного струму чи електричної дуги. Розрізняють такі електротравми:

- електричні опіки;
- електричні знаки;

- металізація шкіри;
- механічні пошкодження;
- електроофтальмія.

Електричний удар – це збудження живих тканин організму електричним струмом, що проходить через нього, яке супроводжується судомним скороченням м'язів, у тому числі м'язів серця і легенів.

У всіх випадках ураження електричним струмом, незалежно від стану потерпілого, виклик лікаря обов'язковий!

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наслідок дії на людину електричного струму залежить від багатьох чинників. Величина струму, який протікає через тіло людини, є головним чинником, що визначає наслідок ураження: чим більший за величиною струм, тим небезпечніша його дія. Прийнято вважати смертельно небезпечним для людини струм промислової частоти 50 Гц і величиною 0,05 А (50 мА).

Рід і частота струму переважно визначають наслідок ураження живого організму. Найнебезпечніший – змінний струм частотою від 20 до 1000 Гц. За інших частот небезпека ураження струмом значно знижується. Постійний струм відносно безпечніший за змінний. Але дія постійного струму величиною 0,09...0,1 А викликає параліч дихання.

Індивідуальні особливості людей великою мірою впливають на наслідки ураження струмом. У випадках захворювання шкіри, серця, легенів, нервової системи небезпека ураження струмом збільшується. З усіх розрахунків пристроїв для захисту людини від ураження електричним струмом промислової частоти опір тіла людини умовно приймають рівним 1000 Ом.

Небезпека електричного струму для людини зростає зі збільшенням тривалості його дії на організм.

Характер електротравм також залежить великою мірою від шляхів проходження електричного струму через тіло людини. Чим більший цей шлях і чим ближче коло, яке утворилося, до життєво важливих органів, тим важчий наслідок ураження людини електричним струмом. Найбільш небезпечно для людини

- поздовжнє (від руки до руки);
- поперечне (від руки до ноги) проходження струму через її тіло.

Схема ввімкнення людини в електричне коло визначає важкість ураження її струмом.

Двофазний дотик найнебезпечніший, оскільки до тіла людини прикладається найбільша можлива в даній мережі напруга – лінійна (звичайно

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

380 В). У цьому випадку наявність надійної ізоляції від землі не зменшує небезпеку ураження людини електричним струмом.

Однофазний дотик менш небезпечний, ніж двофазний, оскільки напруга, під яку потрапляє людина, не перевищує фазної, тобто менша за лінійну в 1,73 рази (зазвичай 220 В). Відповідно меншим виявляється струм, що проходить через людину. На величину цього струму впливає режим нейтралі джерела живлення, опір підлоги, на якій стоїть людина, опір її взуття та деякі інші фактори.

Однофазне ввімкнення людини в електричну мережу з глухозаземленою нейтраллю може бути для неї смертельно небезпечним, якщо опір підлоги і взуття близькі до нуля (підлога волога, земляна; взуття вологе). У цьому випадку в разі фазної напруги 220 В через тіло людини проходить струм 220 мА, що перевищує граничне значення 50 мА.

Найменшу небезпеку являє однофазне ввімкнення людини в електричну мережу з ізолюваною нейтраллю. При цьому чим краща ізоляція провідників в мережі (чим більше R_{i3}), тим менша величина струму, що проходить через тіло людини, яка доторкнулася до неізолюваного провідника.

Незалежно від режиму нейтралі, однофазне ввімкнення людини в електричну мережу виявляється для неї безпечним, якщо вона стоїть на ізолюючій основі (наприклад, на сухій дерев'яній підлозі, на гумовому килимку) і (чи) має на ногах струмонепровідне взуття (наприклад, гумове).

У мережі напругою понад 1000 В небезпека однофазного і двофазного ввімкнення практично однакова і не залежить від режиму нейтралі. Будь-яке з цих включень небезпечне, оскільки величина струму, що протікає через тіло людини, завжди перевищує смертельно небезпечне значення.

Величина струму, який може пройти через тіло людини, залежить від сукупності багатьох чинників. Тому для встановлення межі безпечних умов орієнтуються не на величину струму, а на допустимо безпечну напругу. Залежно від навколишніх умов за безпечну напругу приймається 12...42 В.

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Навколишнє середовище в багатьох випадках визначає результат дії електричного струму на людину. В разі перегрівання організму знижується його опір, тому зі збільшенням температури навколишнього середовища важкість ураження електричним струмом зростає. Небезпека ураження електричним струмом зростає зі збільшенням вологості і заповишеності атмосферного повітря.

Вологість, струмопровідний пил, їдкі пари і гази руйнівню діють на ізоляцію електроустаткування, знижуючи його опір. При цьому виникає потенційна небезпека переходу напруги на елементи конструкції електроустаткування (корпуси, станини, кожухи), яких торкаються люди.

Згідно ДСТУ Б А.3.2-13:2011, умови робіт за ступенем електробезпеки поділяються на три класи. Відповідно всі приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом поділяються на три класи:

- 1 – особливо небезпечні,
- 2 – підвищеної небезпеки,
- 3 – без підвищеної небезпеки.

Приміщення без підвищеної небезпеки – це адміністративні приміщення, торгові зали.

Прикладом приміщень підвищеної небезпеки можуть бути машинні відділи хладоногового холодильного устаткування, холодильні камери, складські неопалювані приміщення (навіть, якщо вони розміщені в будівлях з ізолюваними підлогами і дерев'яними стелажми), машинні (апаратні) та конденсаторні відділення аміачного холодильного устаткування, душові. До цього класу належать ділянки робіт під відкритим небом чи під навісом.

Для особливо небезпечних приміщень передбачається роздільна прокладка проводів з якісною ізоляцією, спеціальної конструкції вимикачі, електродвигуни, пускова і освітлювальна арматура.

Правильний підбір електроустаткування, монтаж і експлуатація його з урахуванням умов навколишнього середовища підвищує електробезпеку

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Потужного стабілізатора ефективного значення напруги». 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 90×100мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Конструкція друкованого вузла є досить складна, конструкція корпусу виробу є також складною. Корпус має такі розміри 196х168х95, 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 курсового проекту була проведена кількісна і якісна оцінка технологічності. Розроблена конструкція даного пристрою являється технологічною і з деякими доробками може впроваджуватися у виробництво. Розроблена маршрутно-операційна технологія складання друкованого вузла і виробу.

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сайт схеми пристрою - <https://cxem.net/sound/amps/amp187.php> (дата звернення 10.01.2026).
2. Конденсатор типу b41828 [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://vicgain.sdot.spmikro/smikr11> (дата звернення 10.02.2026).
3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу :http://www.mircond.com/cc/k10_17brlmcc; (дата звернення 18.02.2026).
4. Конденсатор типу B32529C1102J000 [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.5v./ds/trnz/kt361>; (дата звернення 10.02.2026).
5. Перемикач KBB70-2P2W [електронний ресурс] – Режим доступу :<http://www.chipinfo./dsheets/transistors/1361>; (дата звернення 10.02.2026).
6. Запобіжник H520-250 B-16 A "Siba" [електронний ресурс] – Режим доступу :http://www.betatvcom.dn.ua/komplekt/pdf/active_comp/tranzistorSVH; (дата звернення 10.02.2026).
7. Змінний резистор 16K1 [електронний ресурс] – Режим доступу :http://cxemu.te.ua/cxemu/160-naikraswiu_akusti4miy_vimuka4; (дата звернення 10.02.2026).
8. Трансформатор B78386-P1116-A " [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html (дата звернення 1.02.2026).
9. Діод 1N4148 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809> (дата звернення 1.02.2026).
10. Резистор 3329H-R11 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.platan./cgi-bin/qwery.pl/id=995635956> (дата звернення 1.02.2026).
11. Діод BZX55C13 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/l7812cp/stabilizatory-napriazheniia-nereguliruemye/stmicroelectronics/> (дата звернення 1.02.2026).
12. Звуковий сигналізатор HCM1606X "JL World" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL:

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://relecom.com.ua/Home/Product?nomenclatureId=70460>(дата звернення 1.02.2026).

13. Реле JZX-22F "CHINT" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip.com/product/elc10d101e> www.cityradio.narod.ru. (дата звернення 3.02.2026).

14. Діод DB107 "Kingtronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal..www.vprl.com. (дата звернення 1.02.2026).

15. Діод GBJ2504-F "Diodes" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).

16. Діод GBJ2504-F "Diodes" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.platan.cgi-bin/qwery.pl/id=995635956>(дата звернення 1.02.2026).

17. Транзистор 2N3905 "NTE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.tme.eu//details/17812cp/stabilizatory-napriazheniia-nereguliruemye/stmicroelectronics/>(дата звернення 1.02.2026).

18. Транзистор 2SA1320 [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://relecom.com.ua/Home/Product?nomenclatureId=70460>(дата звернення 1.02.2026).

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

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

21. Програма для розрахунку надійності РЕА [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <http://eguru.tk.te.ua/mod/resource/view.php?id=60057>

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22. Методичні вказівки по виконанню комплексного курсового проекту для студентів спеціальності: 172 «Телекомунікації та радіотехніка» - ТК ТНТУ, 2020р.

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

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

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

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

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

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

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

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

31. Васишин О.З. Методичні вказівки для розробки маршрутно-операційної технології складання та монтажу вузлів РЕА для спеціальності 5.05090101 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

32. Василюшин О.З. Конспект лекцій "Поверхневий монтаж" для спеціальності 172 "Конструювання, виробництво та технічне обслуговування радіотехнічних пристроїв". – Тернопіль, ТК ТНТУ, 2016

33. 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.

34. 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.

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

36. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLjAuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbjdrNWNDZTc5QUV6OFRIb3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNlWHAzWWxZWlJTVXkySndINXl4bUpnZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDdRb016bCUyRjBhZ1QwY0ZlM3hubEElM0QlM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

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

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

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

40. Дипломне проектування

URL:

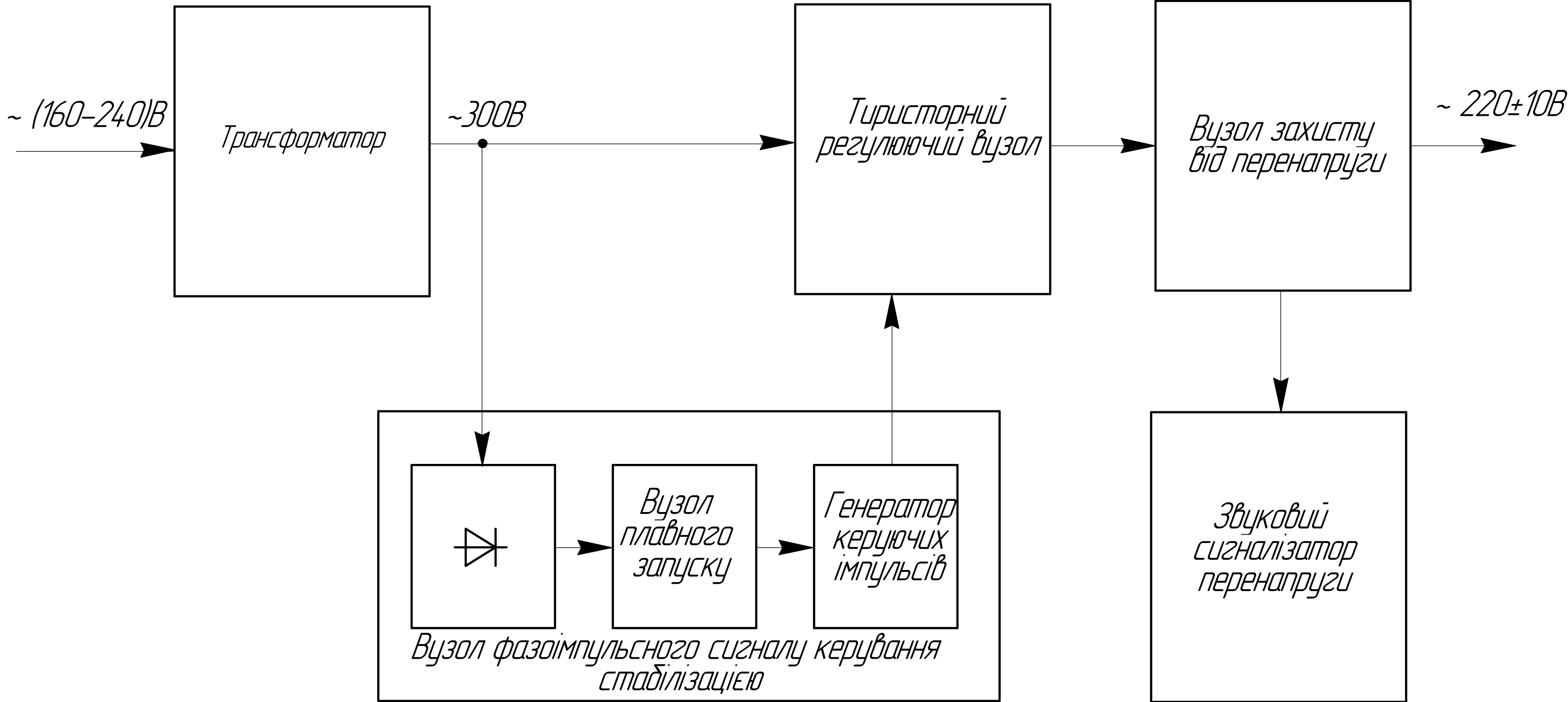
<https://eguru1.tk.te.ua/course/view.php?id=390>

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перш. викорис.	
Додат. №	

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

26 КР 172.403.015.001.000 Е1



					26 КР 172.403.015.001.000 Е1				
					Потужний стабілізатор ефективного значення напруги Електрична структурна схема		Лист	Маса	Масштаб
							- Н -	-	-
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			Аркциш		Аркциш 1
Розроб.	Лехняк						ВСП ТФК ТНТУ ТР-403		
Перевір.	Савчук						м. Тернопіль		
І.контр.									
Рецензент									
Н.контр.	Задорожний								
Затверд.									

Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
			Конденсатори		
		C1	b4 1828-25 B-22 мкФ ±10% "Epcos"	1	
		C2	B32529C1102J000-250 B-100 нФ ±10% "Epcos"	1	
		C3	b4 1828-25 B-220 мкФ ±10% "Epcos"	1	
		C4	B32529C1102J000-400 B-220 нФ ±10% "Epcos"	1	
		C5	B32529C1102J000-630 B-470 нФ ±10% "Epcos"	1	
		C6	B32529C1102J000-400 B-5,6 мкФ ±10% "Epcos"	1	
		FU1	Запобіжник H520-250 B-16 A "Siba"	1	
		HQ1	Випромінювач звуку HCM1606X "JL World"	1	
		K1	Реле JZX-22F "CHINT"	1	
			Резистори		
		R1	MFP-0,125-180 кОм ±10% "Yageo"	1	
		R2	MFP-0,125-62 кОм ±10% "Yageo"	1	
		R3	MFP-0,125-100 Ом ±10% "Yageo"	1	
		R4	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	1	
		R5	16K1-B50K-100 кОм "Song Huei"	1	
		R6	MFP-0,125-4,7 кОм ±10% "Yageo"	1	
		R7	MFP-0,5-4,7 мОм ±10% "Yageo"	1	
		R8	MFP-0,125-47 кОм ±10% "Yageo"	1	
		R9, R10	MFP-2-36 кОм ±10% "Yageo"	2	
		R11	3329H-1-1 кОм "Bourns"	1	
		R12	MFP-0,125-2 кОм ±10% "Yageo"	1	

Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка
R13		MFP-0,5-47 кОм ±10% "Yageo"			1	
R14		MFP-0,5-51 Ом ±10% "Yageo"			1	
R15, R16		MFP-0,5-200 Ом ±10% "Yageo"			2	
R17		MFP-0,5-120 Ом ±10% "Yageo"			1	
R18		MFP-1-22 кОм ±10% "Yageo"			1	
R19		MFP-5-8,2 Ом ±10% "Yageo"			1	
SA1		Перемикач KBB70-2P2W "Jietong Switch"			1	
		Трансформатори				
TV1		ACH-3000/1 "Epcos"			1	
TV2		B78386-P1116-A "Epcos"			1	
		Діоди				
VD1, VD2		1N4148 "Diodes"			2	
VD3		DB107 "Kingtronics"			1	
VD4		BZX55C13 "YJ"			1	
VD5		GBJ2504-F "Diodes"			1	
VD6		DB107 "Kingtronics"			1	
VL1		Тиратрон MTX-90 "Протон"			1	
		Тристоры				
VS1		ТС106-10 "Протон"			1	
VS2		Т122-25-10 "Протон"			1	
		Транзистори				
VT1...VT3		2N3905 "NTE"			3	

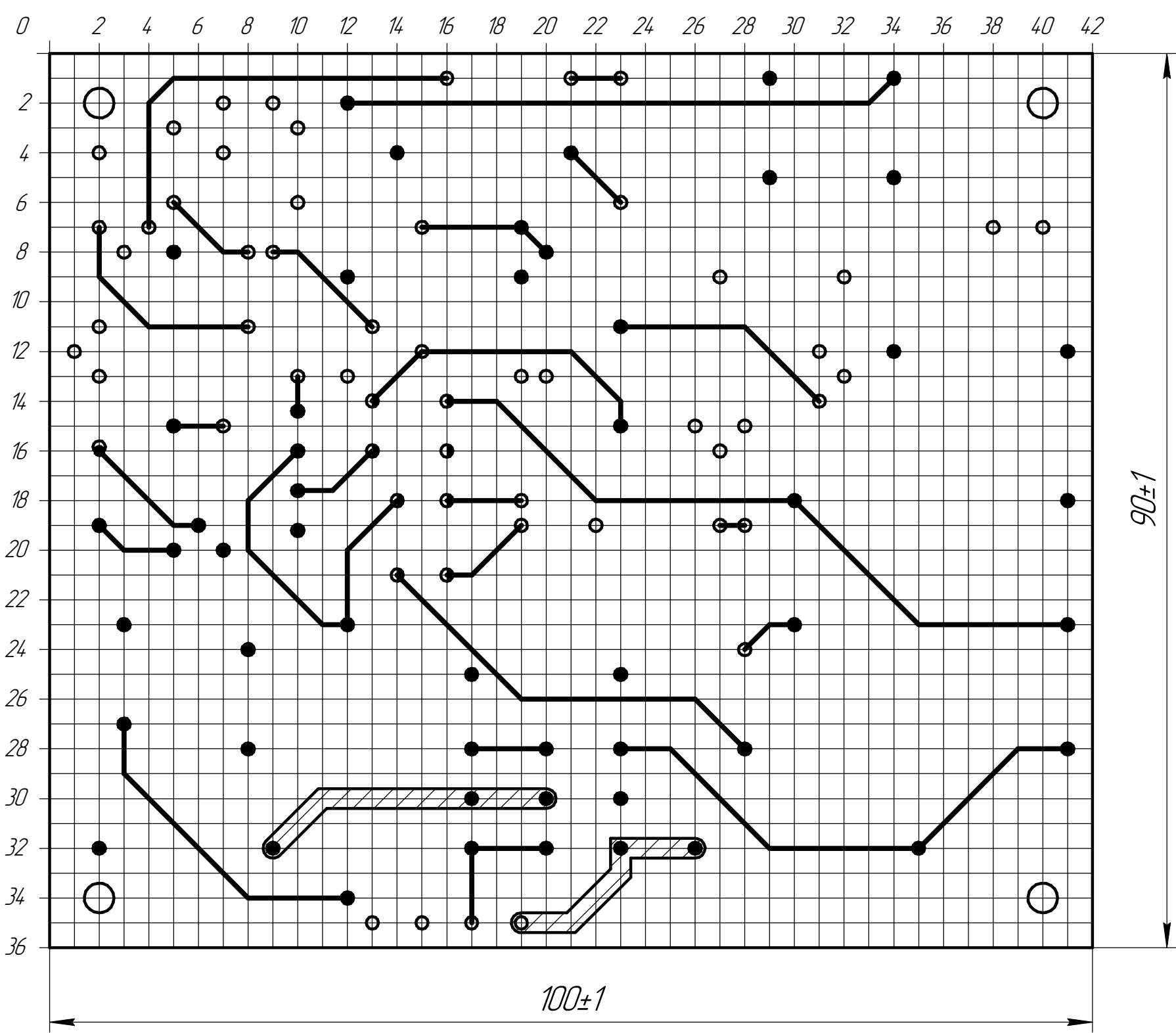
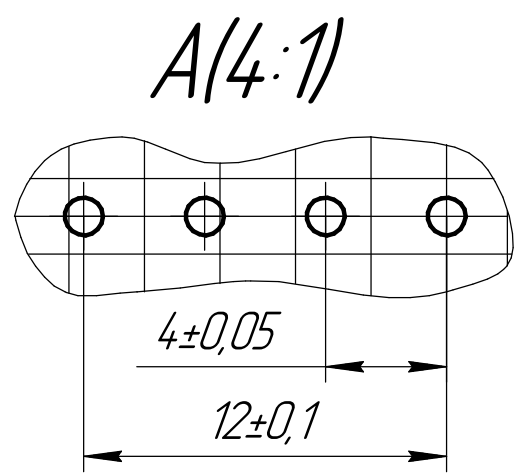
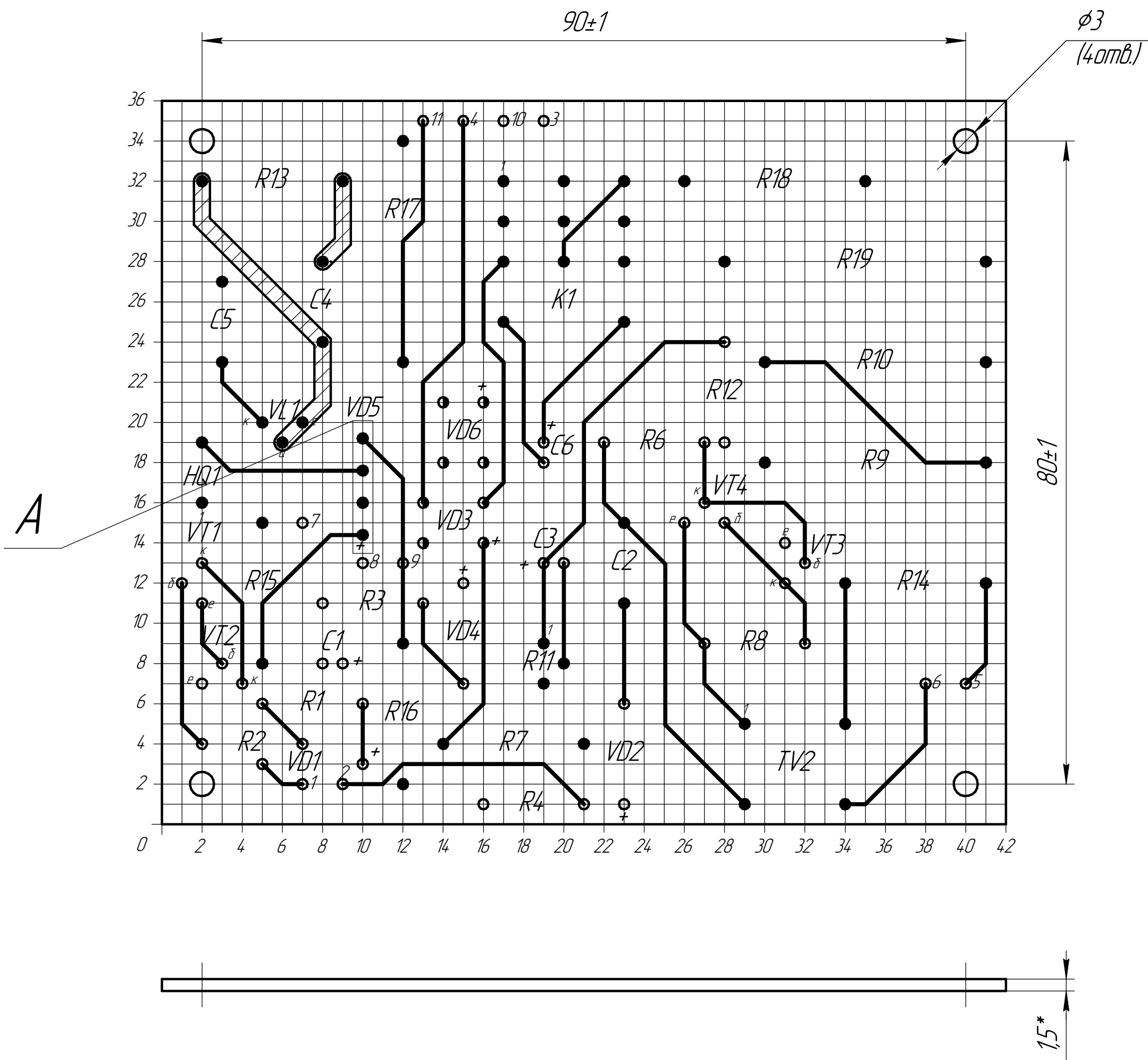
[illegible]

					26 КР 172.403.015.001.000 ПЕЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

26 КР 172.403.015.001.001

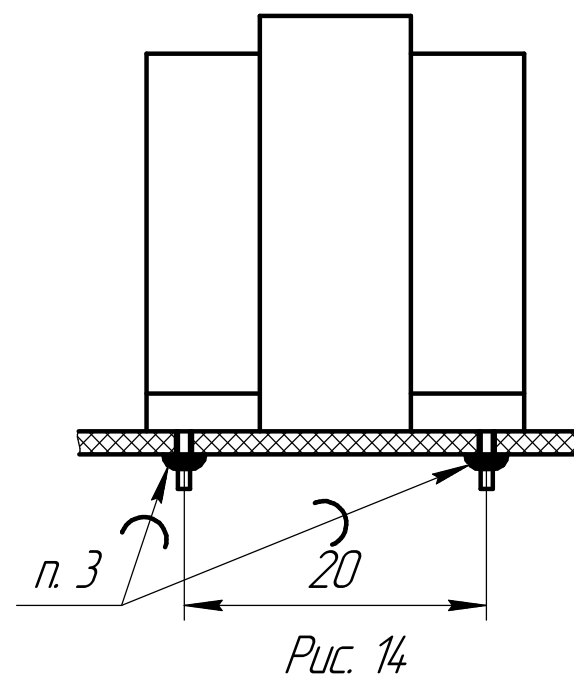
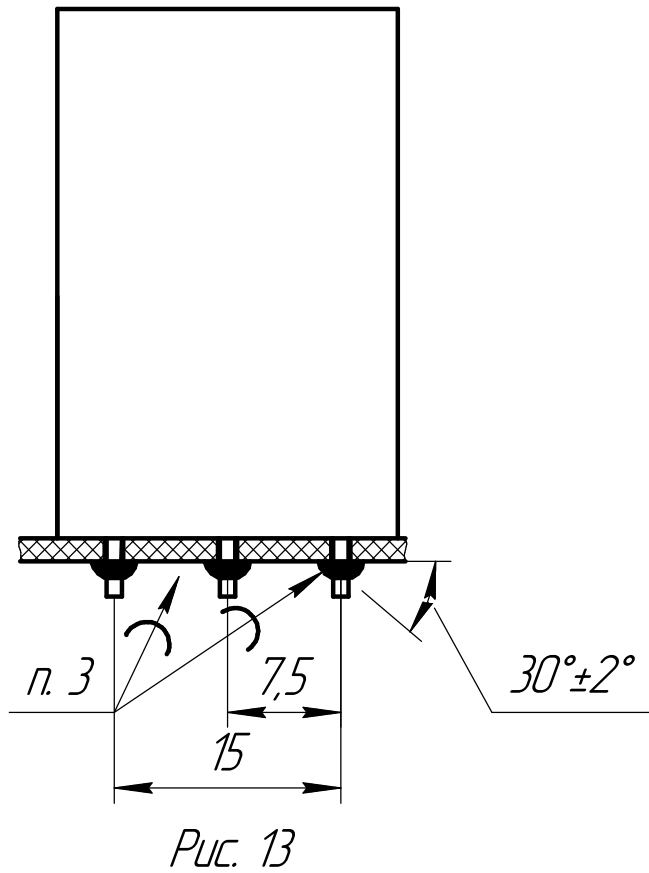
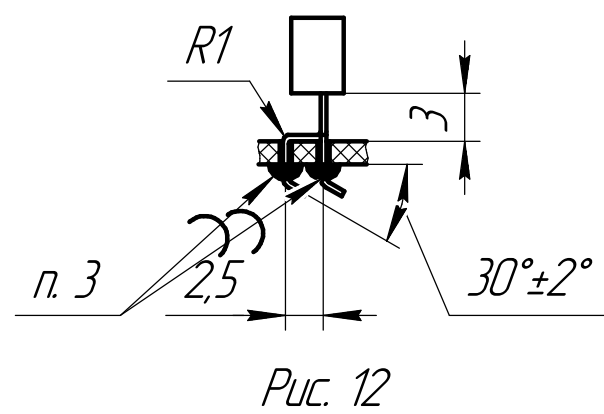
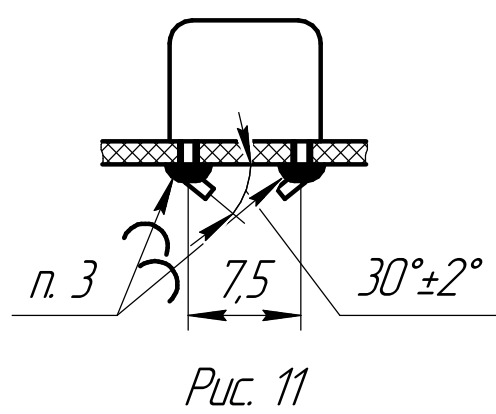
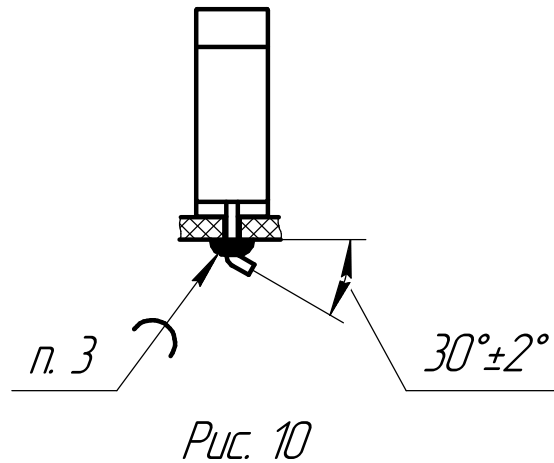
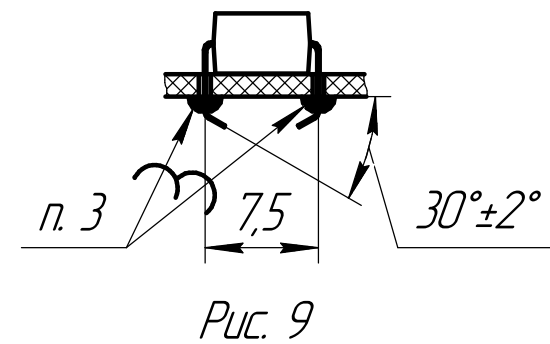
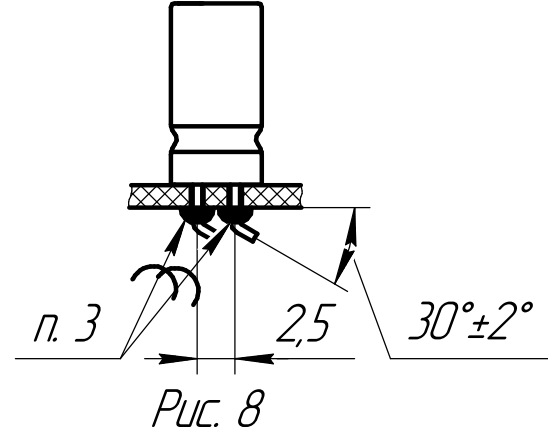
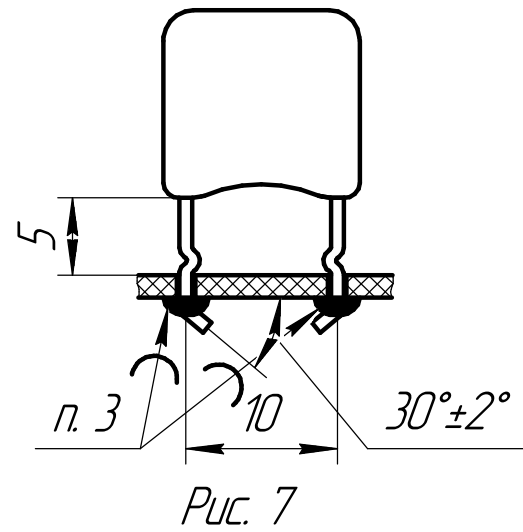
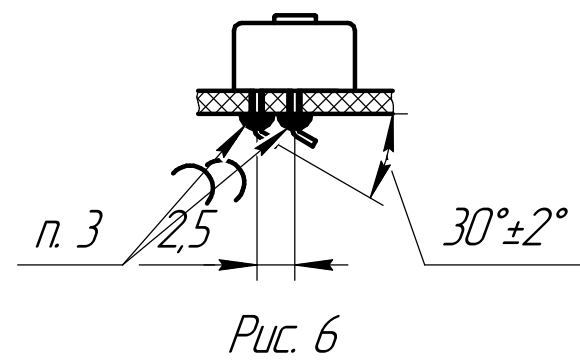
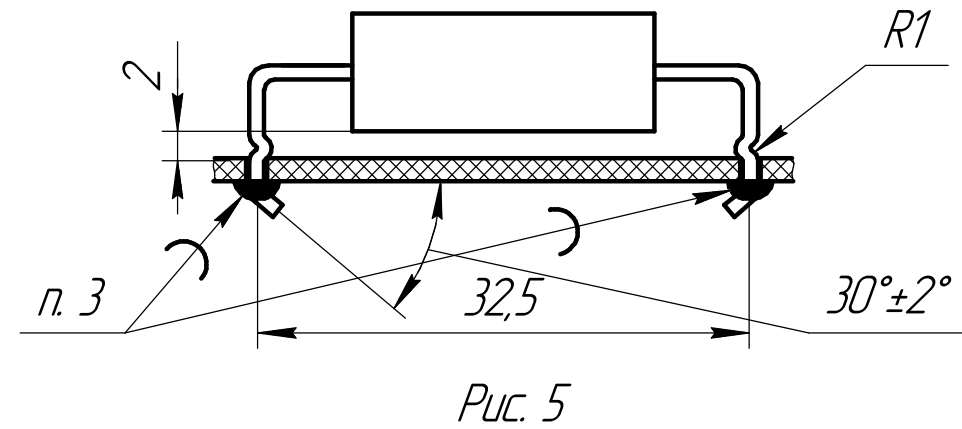
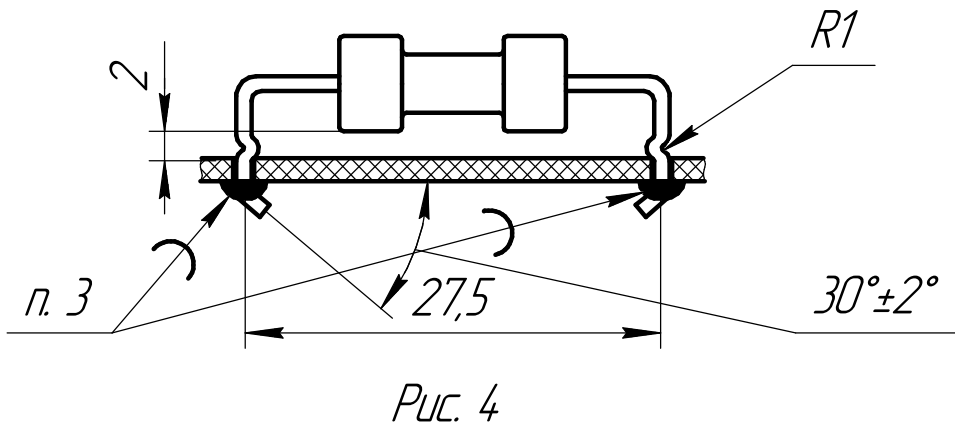
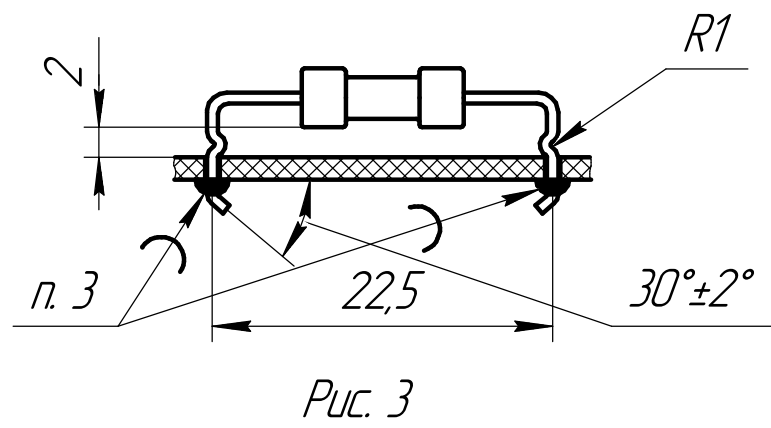
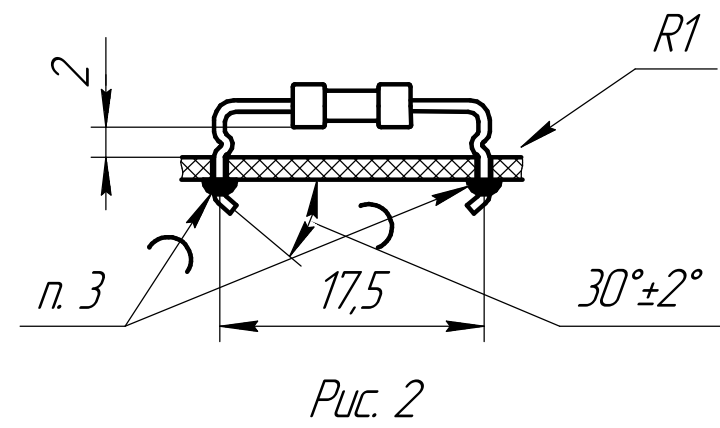
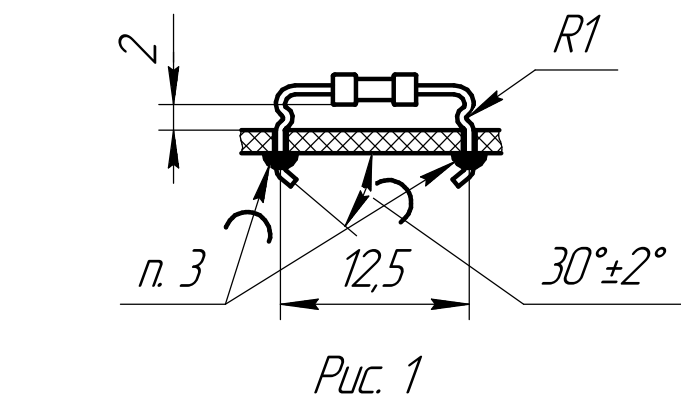
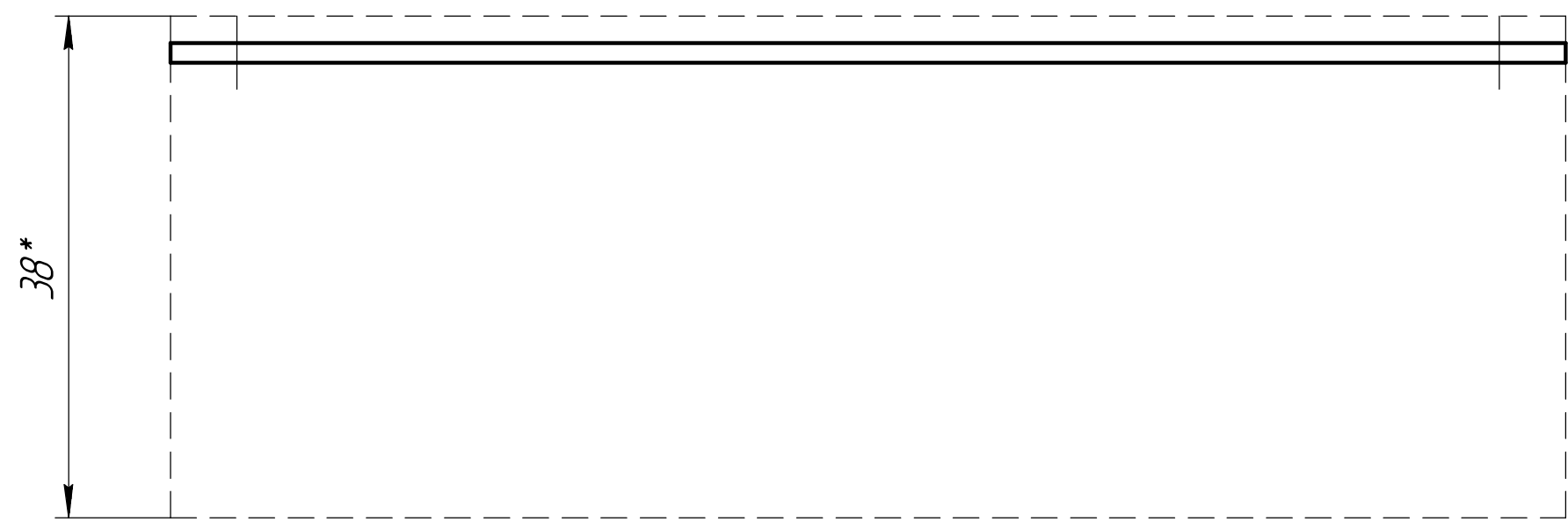
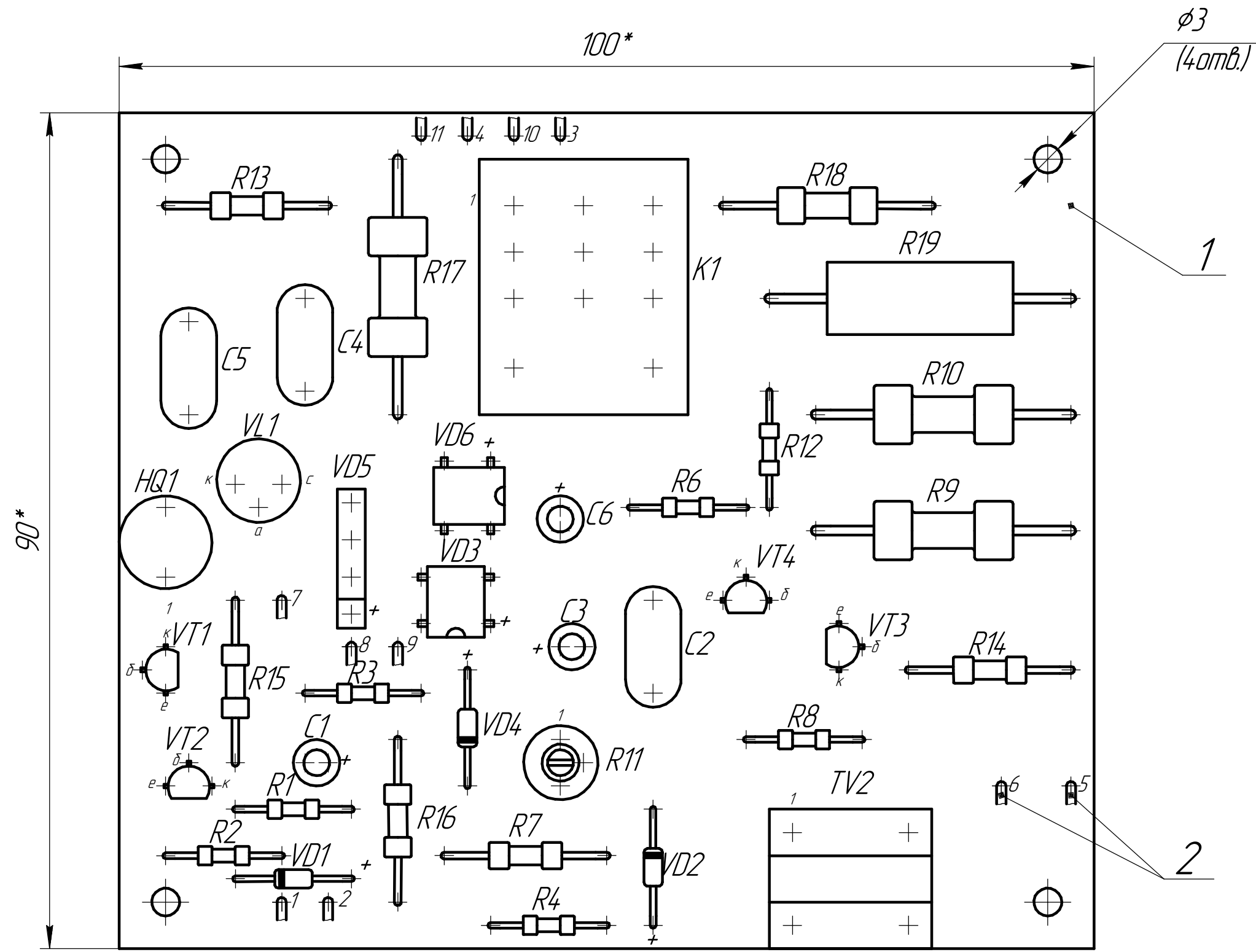
Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⊕	0,7	ε	2,82	8	
⊕	0,9	ε	3,02	49	
⊕	1,1	ε	3,22	53	



- 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 0,3 мм.
- Мінімальна відстань між провідниками не менше 0,42 мм.
- Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
- Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 діля ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
- Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

26 КР 172.403.015.001.001					Лист		
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	Плата друкована		
					Н	0,03	21
Розроб.	Лекняк	Савчук			Архив		
					Архив		
Перевір.					ВСТ ТФК ТНТУ		
					м. Тернопіль		
Т.контр.					ГОСТ 2-35-15/КП		
					ГОСТ 10316-78		
Н.контр.	Задорожний				Композит		
					Формат А1		
Затверд.							



- *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..R4, R6, R8, R12, VD1, VD2, VD4—на рис. 1; R7, R13..R17,—на рис. 2; R18—на рис. 3; R9, R10—на рис. 4; R19—на рис. 5; R11—на рис. 6; C2, C4...C6—на рис. 7; C1, C3—на рис.8; VD3, VD6—на рис.9; VD5—на рис.10; HA1—на рис.11; VT1..VT4—на рис.12; K1—на рис.13; VT2—на рис.14.
- Паяти припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
- Заводський номер, позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна БМ, діля ТУ029-02-859-78. Шрифт 2,5 по НО, О10, О07. Місця розміщення маркування показані умовно.
- Лакувати лаком АКА-113.
- Позначення елементів показано умовно.
- Друковані провідники умовно не показані.
- Інші вимоги по ОСТ4ГО.070.015.

26 КР 172.403.015.001.000.СК					
Вузол друкований					
Складальне креслення					
Зм.	Арх.	№ док.	Підпис	Дата	
Разр.	Лек.				
Перед.	Собч.				
Т.контр.					
Н.контр.	Задорожний				
Затверд.					
				Лист	Маса
				1	21
				Архив	Архив
				ВСТ ТФК ТНТУ	ТР-403ск
				м. Тернопіль	
				Формат	A1

[illegible]

[illegible]

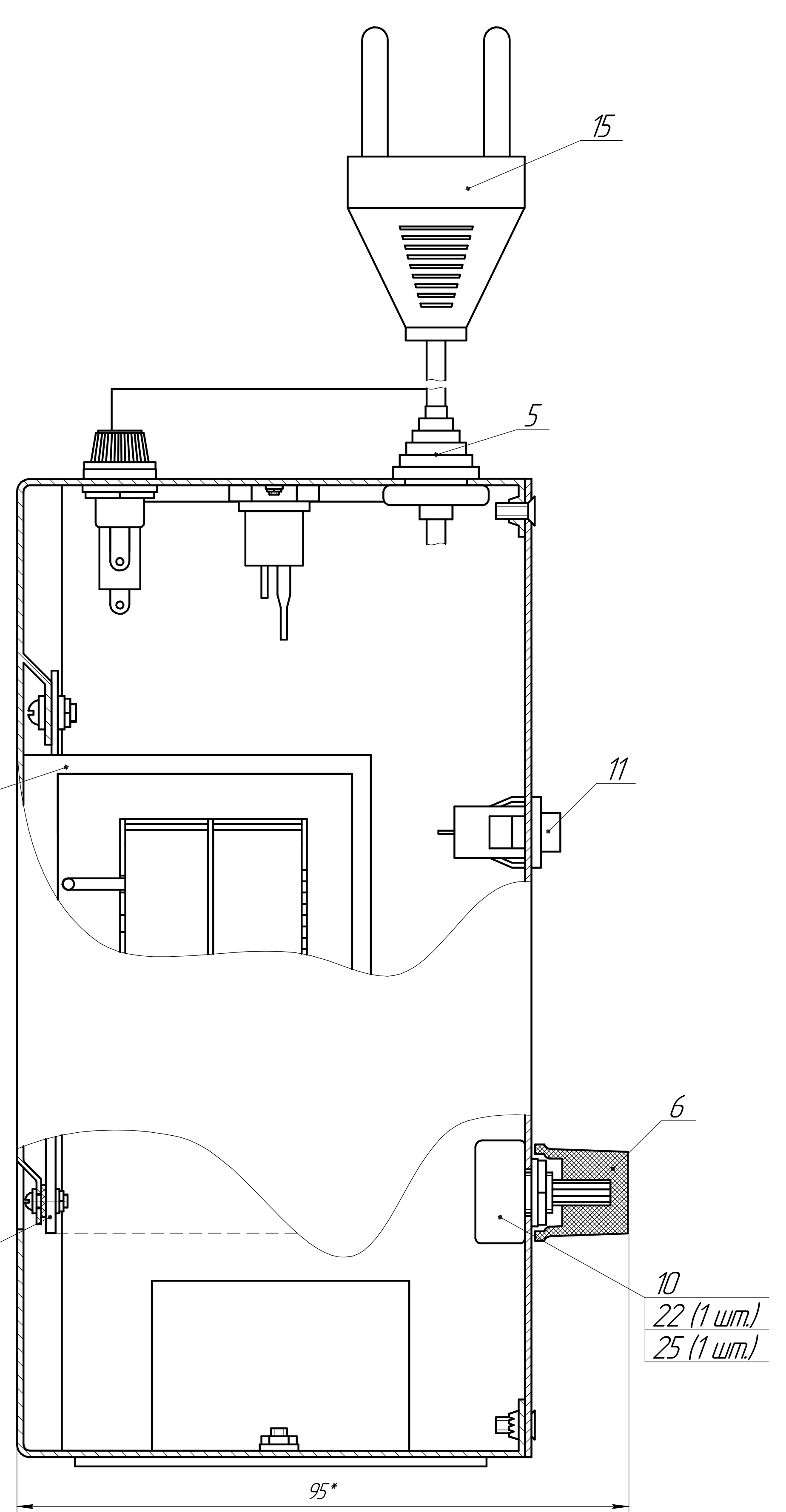
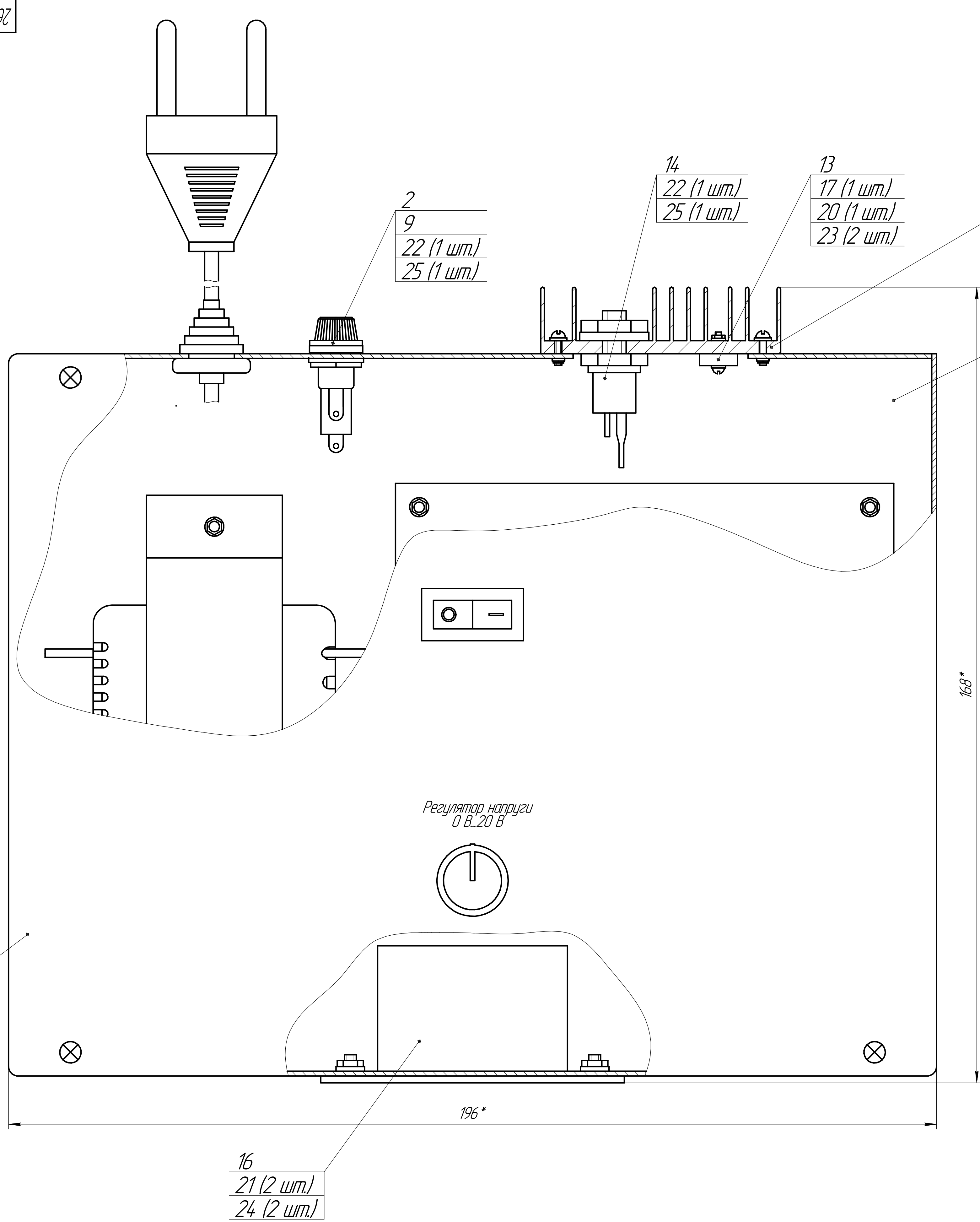
Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 3			
												26 КР 172.403.015.03.000				26 КР 172.403.015.03.118			
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу										
Б					Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	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		015	035	403015035 Залудження														0,21
02			Тігель РТ	424231															
03			Лудити виводи ЕРЕ згідно ТТП532685 (82шт)																
04			Пінцет	РТ 235641															
05			Припой ПОС-61					ГОСТ 21931-76								180	100	0,25	
06			Флюс АТІ-120					ГОСТ 32142-86								120	100	0,41	
07			Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76								120	100	0,41		
08																			
09	403		015	040	403015040 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.5(С2)поз.6(С4)поз.7(С5)поз.8(С6) згідно рис.7згідно рис.6 поз.9(С1) поз.10(С3) згідно рис.8 згідно карти ескізів по																
12			2. Установити транзистори поз. 41(VT1,VT3) поз.42(VT4) згідно ри.12 зумер поз.12(НА1) згідно рис.11 тиратрон поз.(VL1) згідно карти ескізів по																
13			3. Установити резистори поз.16(R19)згідно рис.5 поз.17(R14) поз.19(R17)поз.20(R15,R16)поз.27(R13) поз.30(R7)згідно рис. 2 поз.24(R18)згідно рис.3																
14			поз.18(R3)поз.22(R4,R12)поз.23(R6) поз.26(R8) поз.28(R2)поз.29(R1) згідно рис.1 згідно карти ескізів по ТТП123149																
15			4. Установити діоди поз.34(VD1,VD2)згідно рис.1 поз.35(VD3,VD6)згідно рис.9 поз.36(VD4)згідно рис..1 поз.37(VD5)згідно рис.10 згідно карти ескізів																
16			Кусачки РТ 145532																
17			Пінцет РТ 265641																
18	1	Плата друкована				26 КР 172.403.015.001.001								796	100	100			

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 4			
												26 КР 172.403.015.03.000				26 КР 172.403.015.03.118			
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	5	Конденсатори			B32529C1102J000-250 В-100 нФ ± 10% "Epcos"										796	100	100		
02	6	Конденсатори			B32529C1102J000-400 В-220 нФ ± 10% "Epcos"										796	100	100		
03	7	Конденсатори			B32529C1102J000-630 В-470 нФ ± 10% "Epcos"										796	100	100		
04	8	Конденсатори			B32529C1102J000-400 В-5,6 мкФ ± 10% "Epcos"										796	100	100		
05	9	Конденсатори			b41828-25 В-22 мкФ ± 10%				"Epcos"						796	100	100		
06	10	Конденсатори			b41828-25 В-220 мкФ ± 10%				"Epcos"						796	100	100		
07	12	Випромінювач звуку			НСМ1606Х				"JL World"						796	100	100		
08	16	Резистори			MFP-5-8,20м ± 10%				"Yageo"						796	100	100		
09	17	Резистори			MFP-0,5-510м ± 10%				"Yageo"						796	100	100		
10	18	Резистори			MFP-0,125-1000м ± 10%				"Yageo"						796	100	100		
11	19	Резистори			MFP-0,5-1200м ± 10%				"Yageo"						796	100	100		
12	20	Резистори			MFP-0,5-2000м ± 10%				"Yageo"						796	100	200		
13	21	Резистори			3329H-1-1 кОм				"Bourns"						796	100	100		
14	22	Резистори			MFP-0,125-2кОм ± 10%				"Yageo"						796	100	200		
15	23	Резистори			MFP-0,125-4,7кОм ± 10%				"Yageo"						796	100	100		
16	24	Резистори			MFP-1-22кОм ± 10%				"Yageo"						796	100	100		
17	25	Резистори			MFP-2-36кОм ± 10%				"Yageo"						796	100	200		
18	26	Резистори			MFP-0,125-47кОм ± 10%				"Yageo"						796	100	100		

Дубл																
Замість																
Підпис																
														Аркуш 5		
											26 КР 172.403.015.03.000			26 КР 172.403.015.03.118		
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документа							
Б	Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ	
к-м	Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр	
01	27	Резистори		MFP-0,5-47kOm ± 10%				"Yageo"					796	100	100	
02	28	Резистори		MFP-0,125-62kOm ± 10%				"Yageo"					796	100	100	
03	29	Резистори		MFP-0,125-180kOm ± 10%				"Yageo"					796	100	100	
04	30	Резистори		MFP-0,5-4,7mOm ± 10%				"Yageo"					796	100	100	
05	34	Діод		1N4148				"Diotec"					796	100	200	
06	35	Діод		DB107				"Kingtronics"					796	100	200	
07	36	Діод		BZX55C13				"YJ"					796	100	100	
08	37	Діод		GBJ2504-F				"Diodes"					796	100	100	
09	38	Тиратрон		MTX-90				"Протон"					796	100	100	
10	41	Транзистор		2N3905				"NTE"					796	100	300	
11	42	Транзистор		2SA1320				"ON Semiconductor"					796	100	100	
12																
A 13	403		015	045	403015045 Автоматизована пайка											0,005
Б 14		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001														
О 15		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (82шт)														
М16		Припой ПОС-61						ГОСТ 21931-76					180	100	0,25	
17		Флюс АТ-120						ГОСТ 32142-82					120	100	0,41	
18		Спиртобензинова суміш				ГОСТ 443-76							120	100	0,41	

[illegible]

[illegible]



1. * Розміри для довідок.
2. Електромонтаж здійснювати згідно з 26 КР 172.403.015.001.000 ЕЗ припоєм ПОС-40 ГОСТ 21931-76.
3. Інші технічні вимоги по ОСТ.4.ГО.070.015.

					26 КР 172.403.015.004.000 СК					
					Потужний стабілізатор ефективного значення напруги			Лит	Маса	Масштаб
Зм	Арх	№ док	Підпис	Дата				н		0,4
Розроб	Ухвал				Складальне креслення			Арх		1
Перевір	Свідч							ВСТ ТФК ТНТУ ТР-403ск		
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 172.403.015.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A2			26 КР 172.403.015.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1			
		A1			26 КР 172.403.015.004.000 СК	Складальне креслення	1			
						Складальні одиниці				
Підпис і дата	Інв. № добул.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.015.003.000 СК	Вузол друкований	1		
				БК	2	26 КР 172.403.015.003.001	Тримач під запобіжник	1		
								Деталі		
				БК	3	26 КР 172.403.015.004.001	Верхня кришка	1		
				БК	4	26 КР 172.403.015.004.002	Нижня кришка	1		
				БК	5	26 КР 172.403.015.004.003	Втулка	1		
				БК	6	26 КР 172.403.015.004.004	Ручка під резистор	1		
				БК	7	26 КР 172.403.015.004.005	Радіатор	1		
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № добул.	БК	8	26 КР 172.403.015.004.006	Діелектрична шайба 2,5	4		
								Інші вироби		
Зм. Арк.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.015.004.000	Потужний стабілізатор ефективного значення напруги	Літ.	Аркцш	Аркцшів	
							Н	1	2	
							ВСП ТФК ТНТУ ТР-403ск			
							м. Тернопіль			
							Формат А4			

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		10		Резистор 16K1-B50K-100 кОм "Song Huei"	1	R5
		11		Перемикач KBB70-2P2W "Jietong Switch"	1	SA1
		12		Трансформатор АСН-3000/1 "Epcos"	1	TV1
				Туристори		
		13		ТС106-10 "Протон"	1	VS1
		14		Т122-25-10 "Протон"	1	VS2
		15		Вилка S-LR2A "Volsten"	1	XP1
		16		Розетка VO1-11-R14-S "Volsten"	1	XS1
				Стандартні вироби		
		17		Гвинт Г2,5-6gx10 ГОСТ 17473-80	5	
		18		Гвинт Г3,5-6gx10 ГОСТ 17473-80	4	
		19		Гвинт самонарізаючий М3,5-1-6 ГОСТ 10619-80	4	
		20		Гайка М2,5-6Н ГОСТ 5916-70	5	
		21		Гайка М3,5-6Н ГОСТ 5916-70	6	
		22		Гайка М8-6Н ГОСТ 5916-70	3	
		23		Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	10	
		24		Шайба 3,5 ГОСТ 10450-78	10	
		25		Шайба 8 ГОСТ 10450-78	3	
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № одриг.	Підпис і дата	26 КР 172.403.015.004.000	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк. 2	

Дубл.																								
Замість																								
Підпис																								
														Аркушів 5		Аркуш 1								
Розробив		Лехняк							ВСП ТФК ТНТУ			26 КР 172.403.015.004.000						26 КР 172.403.015.004.00						
Перевірив		Савчук							Потужний стабілізатор ефективного значення напруги										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		015	005	403015001 Комплектування															0,01				
03					Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (69шт)																			
04																								
05	403		015	010	403015002 Слюсарно-складальна															0,026				
06					Пневмоберт РТ 532964																			
07					Складання проводити по ТТП 231587																			
08					1. Кріпити вузол друкований поз.1 нижньої кришки поз.4 гвинтами поз.17(4шт/гайкою поз.20(4шт)через шайбу поз.23(8шт)та діелектричну шайбу поз.8(4шт)																			
09					2. Кріпити тримач під запобіжник поз.2(1шт)запобіжник поз.9(FU1)резистор поз.10(R5)закріпити гайкою поз.22(1шт)через шайбу поз.25(1шт)згідно карти ескізів																			
10					3.Просунути шнур мережевий поз.15(XP1)втулку поз.5кріпити перемикач поз.11(SA1) розетку поз.16(XS1) закріпити гайкою поз.21(2шт)через шайбу поз.24(2шт)																			
11					4.Кріпити радіатор поз.7 гвинтами поз.18(2шт)гайкою поз.21(2шт)через шайбу поз.24(4шт) тиристори поз.13(VS1) поз.14(VS2)гайкою поз.22(2шт)																			
12					через шайбу поз.25(2шт тиристори поз.13(VS1) гвинтами поз.17(1шт)гайкою поз.20(1шт)через шайбу поз.23(1шт) поз.24(4шт) згідно карти ескізів																			
13					5. Кріпти трансформатор поз.18(TV1) гвинтами поз.18(2шт)гайкою поз.21(2шт)через шайбу шайбу поз.24(4шт) згідно карти ескізів																			
К 14	1	Вузол друкований								26 КР 172.403.015.003.000 СК							796	100	100					

[illegible]

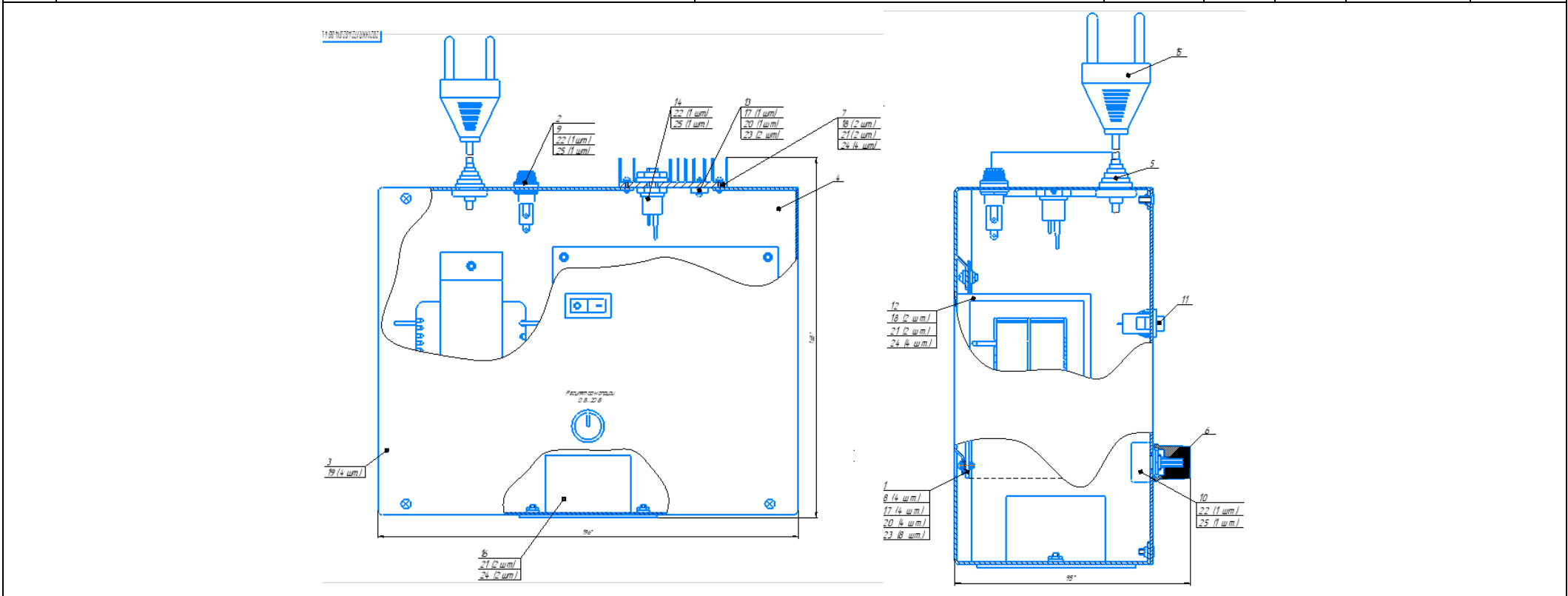
[illegible]

Дубл																								
Замість																								
Підпис																								
																				Аркуш 4				
															26 КР 172.403.015.004.000					26 КР 172.403.015.004.00				

Дубл.									
Замість									
Підпис									

							Аркушів 5	Аркуш 5	
Розробив	Лехняк			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.015.004.000			26 КР 172.403.015.004.00	
Перевірів	Савчук			Потужний стабілізатор ефективного значення напруги				Н	
Нормував									
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

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



Техніко – економічні показники потужного стабілізатора ефективного значення напруги

	Технічні показники			Економічні показники	
1	Напруга живлення вхідна	~220...240В	1	Річний обсяг виробництва	1240шт.
2	Струм навантаження максимальний	до 10А	2	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	229125 грн
3	Габаритні розміри	196 * 168 * 95мм	3	Чистий прибуток	34 1593,96 грн
4	Маса	0,5кг	4	Повна собівартість на виріб	1158,46 грн
5	Допустима вологість повітря	93%	5	Ціна одиниці виробу	14 94,41 грн.
6	Частота мережі	50 Гц	6	Рентабельність виробу	23,78%
7			7	Термін окупності	0,74р
8			8	Індекс продуктивності	1,36

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

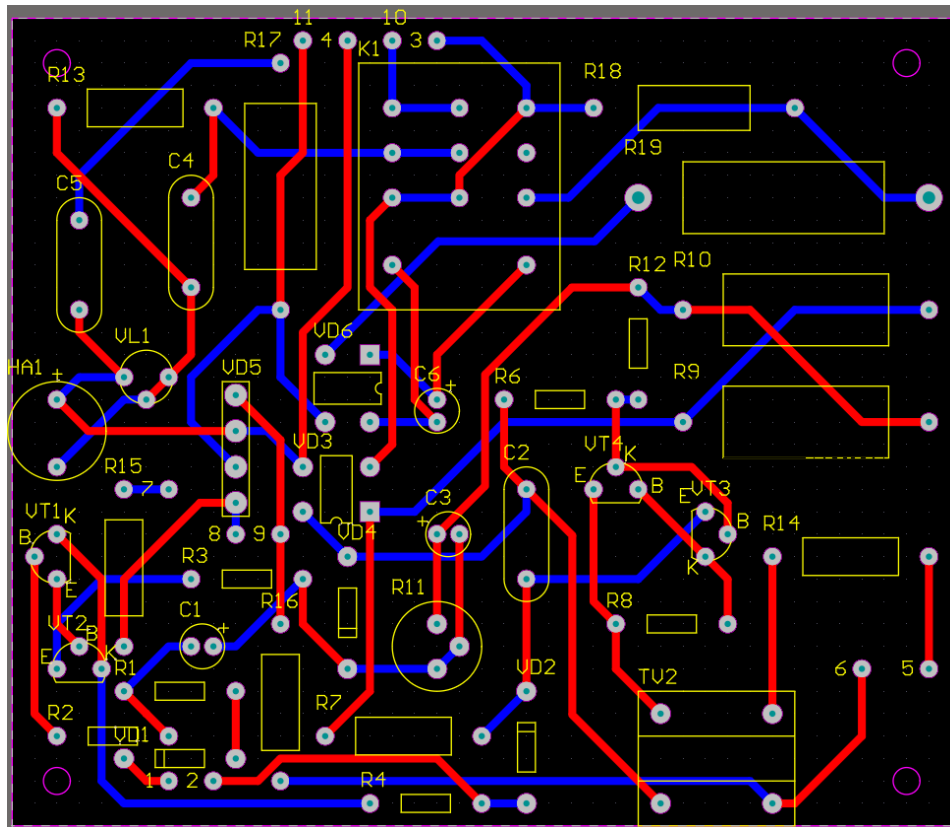


Рисунок А.1 – Друкована плата

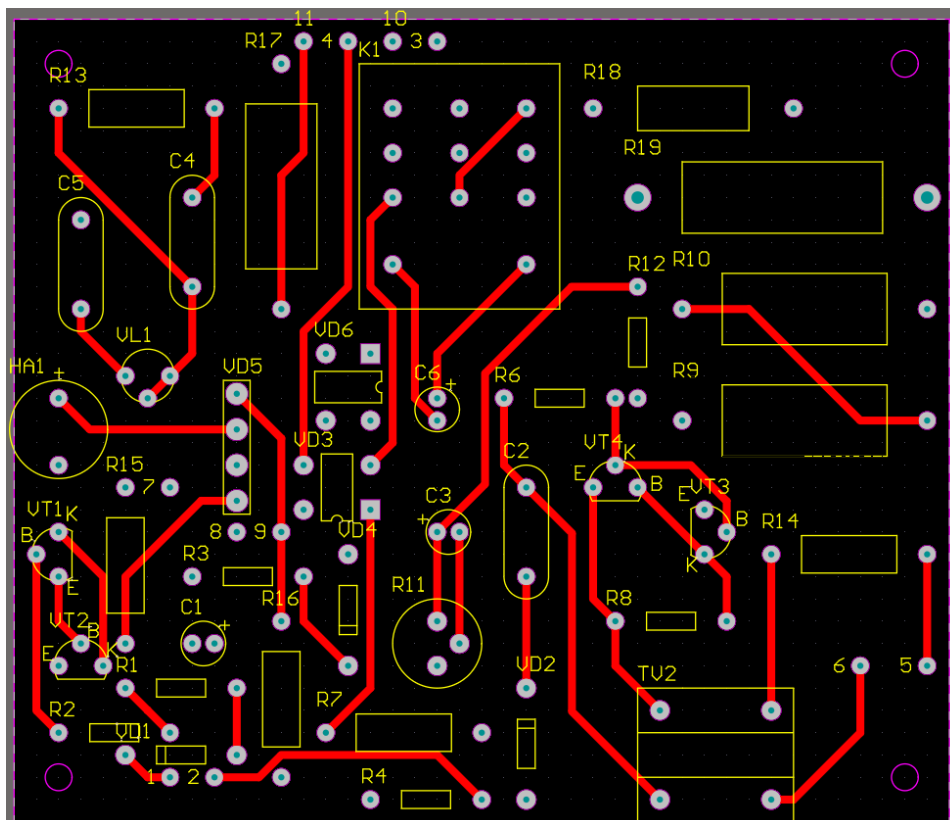


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Топ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ

Арк.

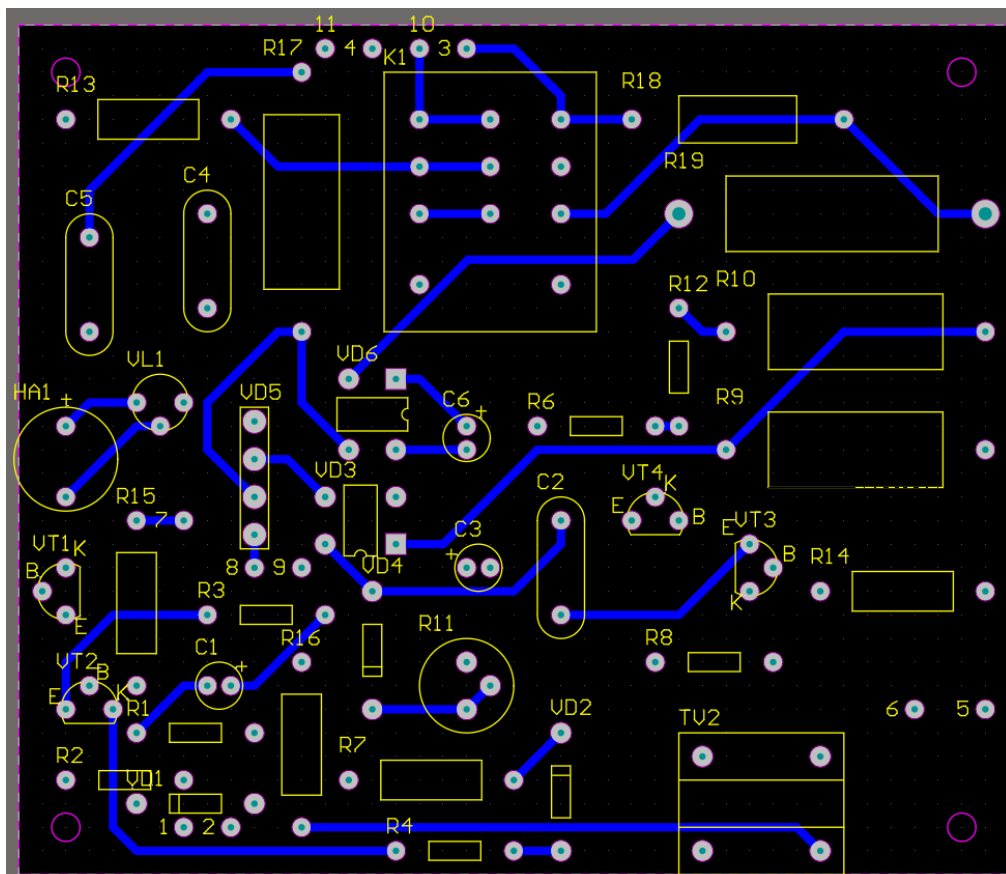


Рисунок А.3 – Друкована плата, шар Bottom

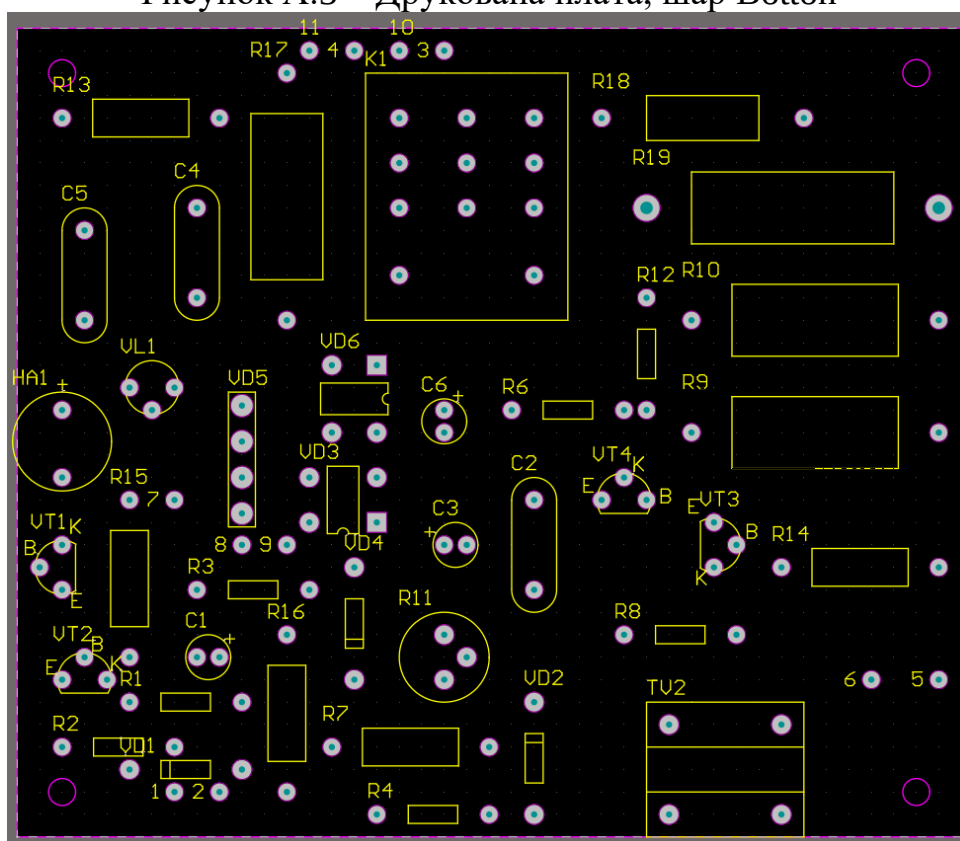


Рисунок А.4 – Друкована плата, шар Overlay

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ

Арк.

Додаток Б 3D модель пристрою

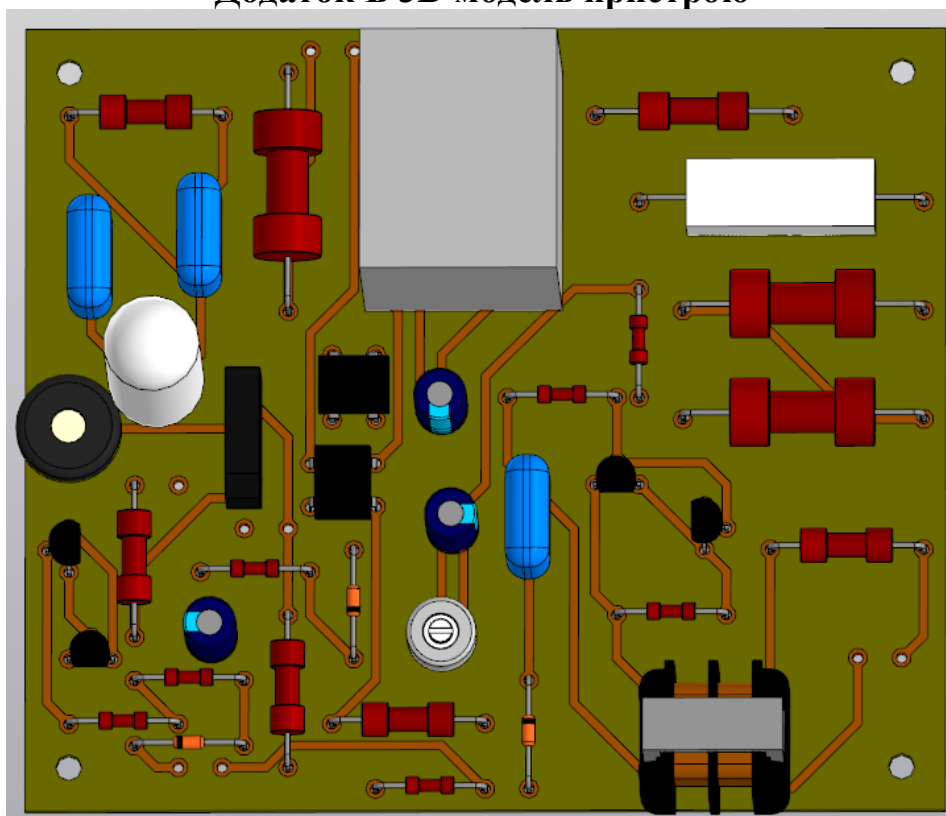


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

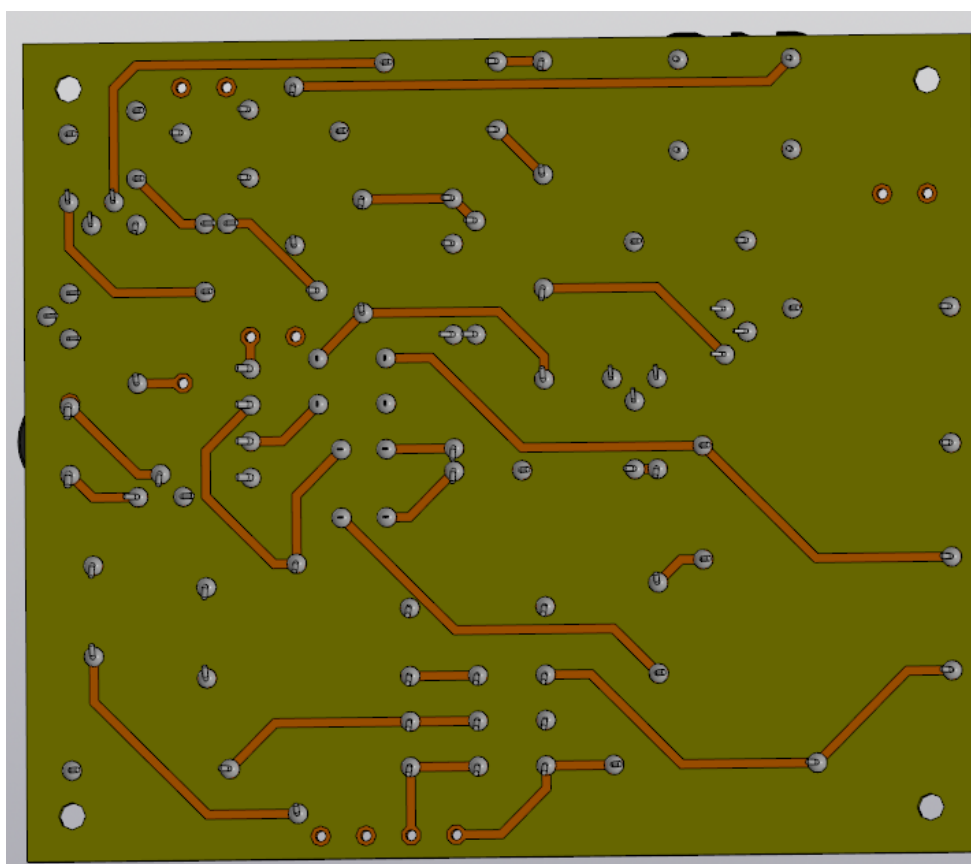


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ

Арк.

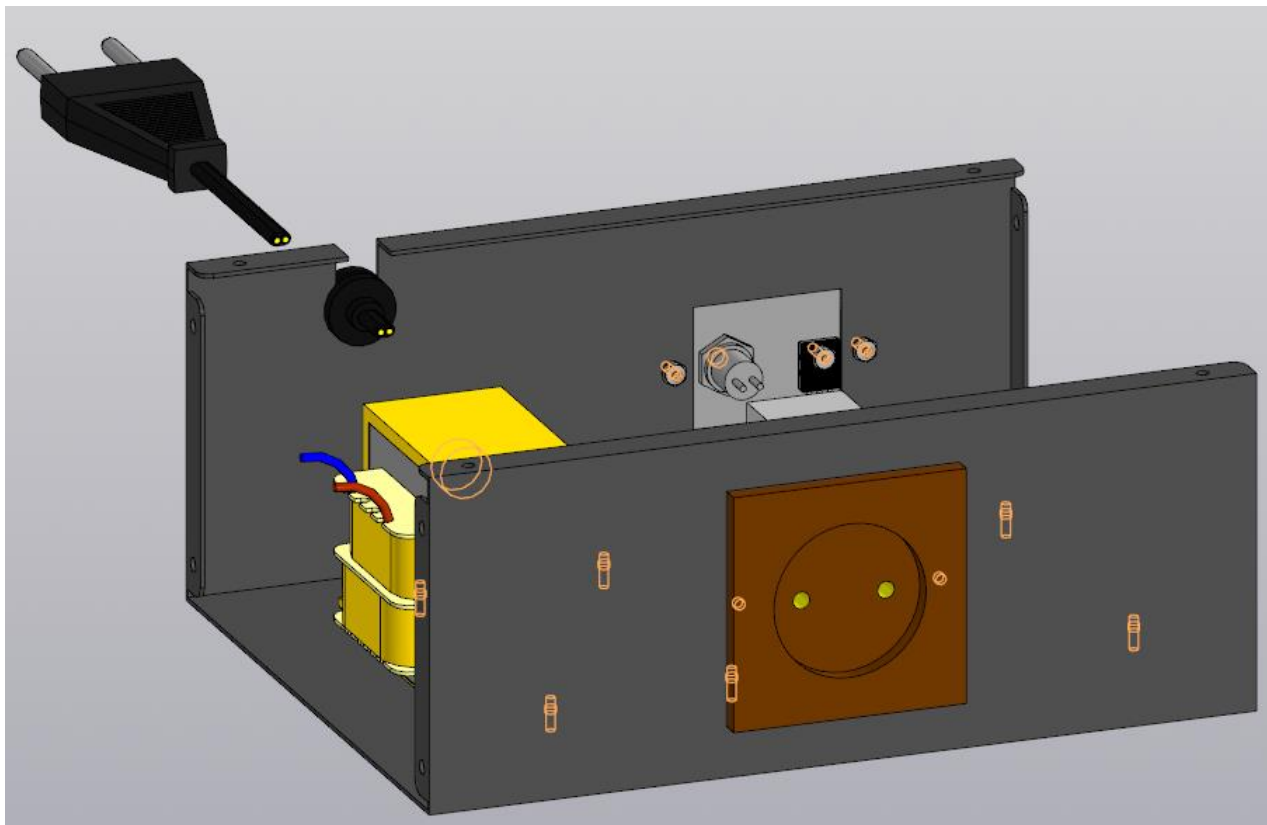


Рисунок Б.3— 3D модель пристрою, нижня кришка

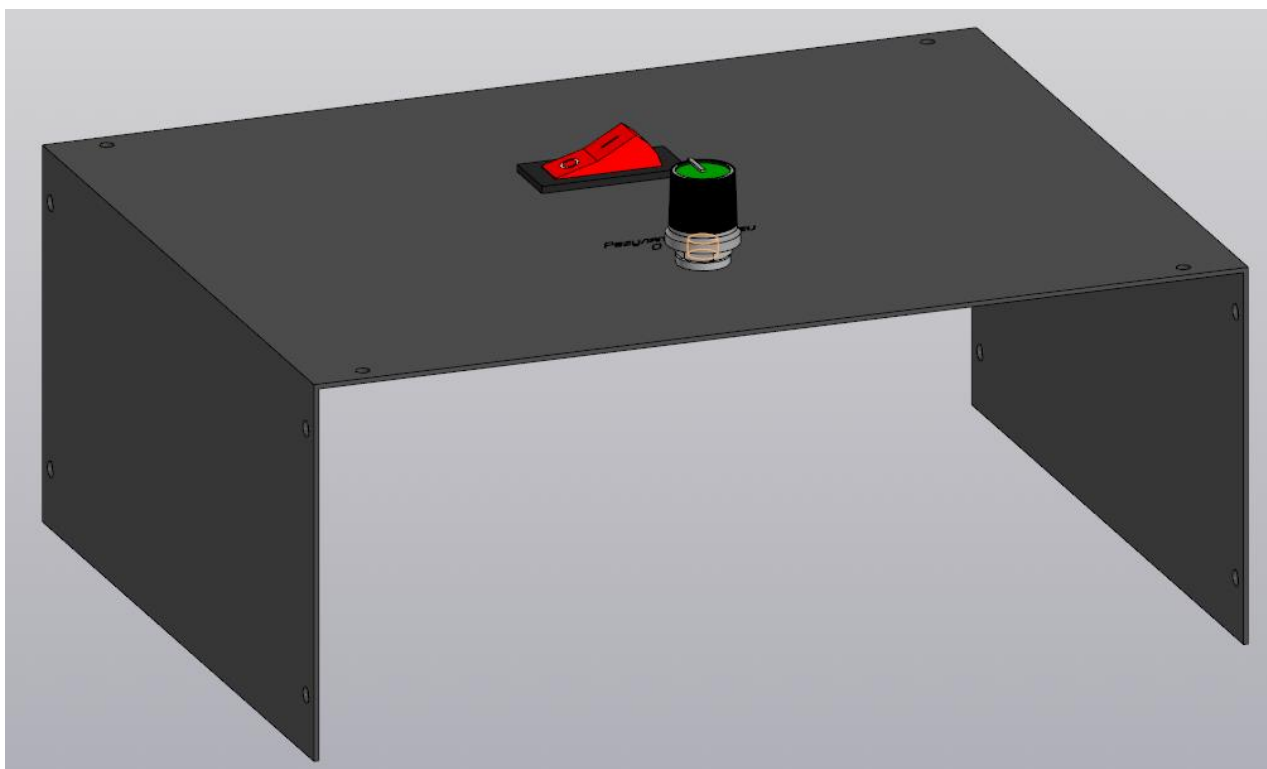


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

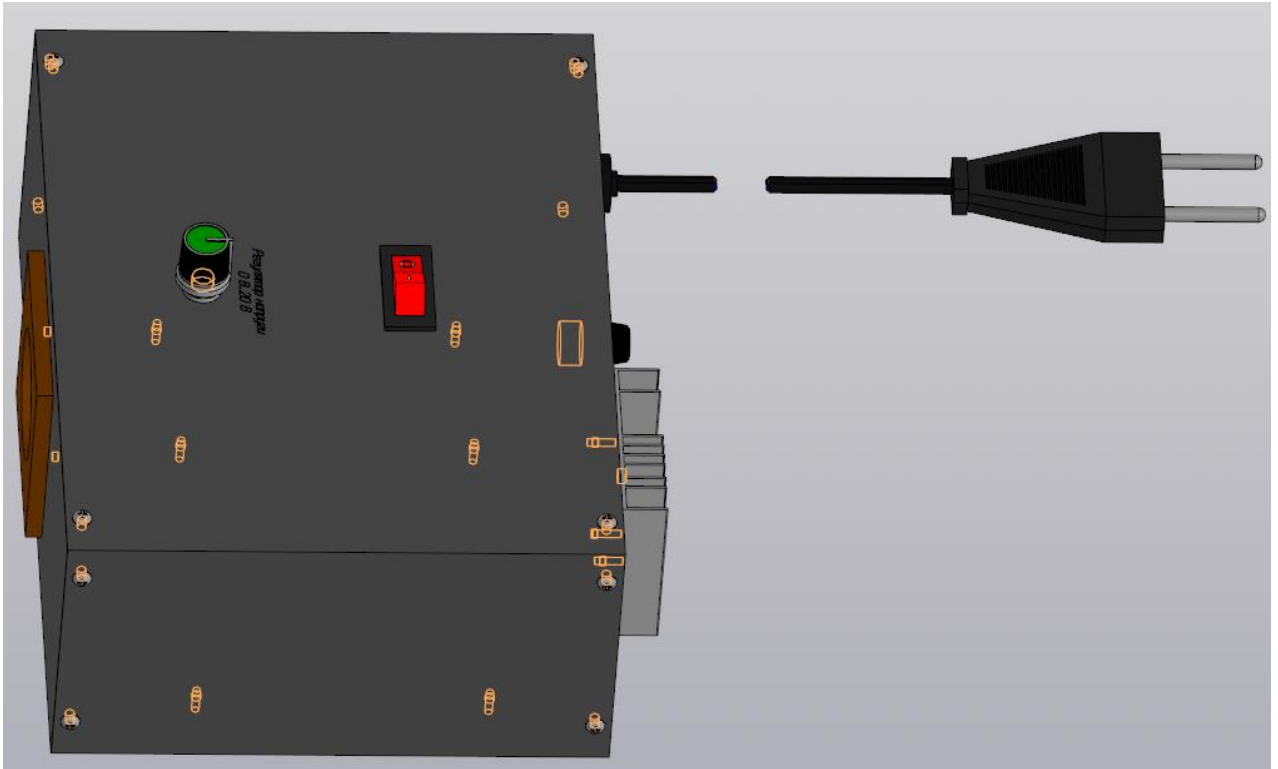


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

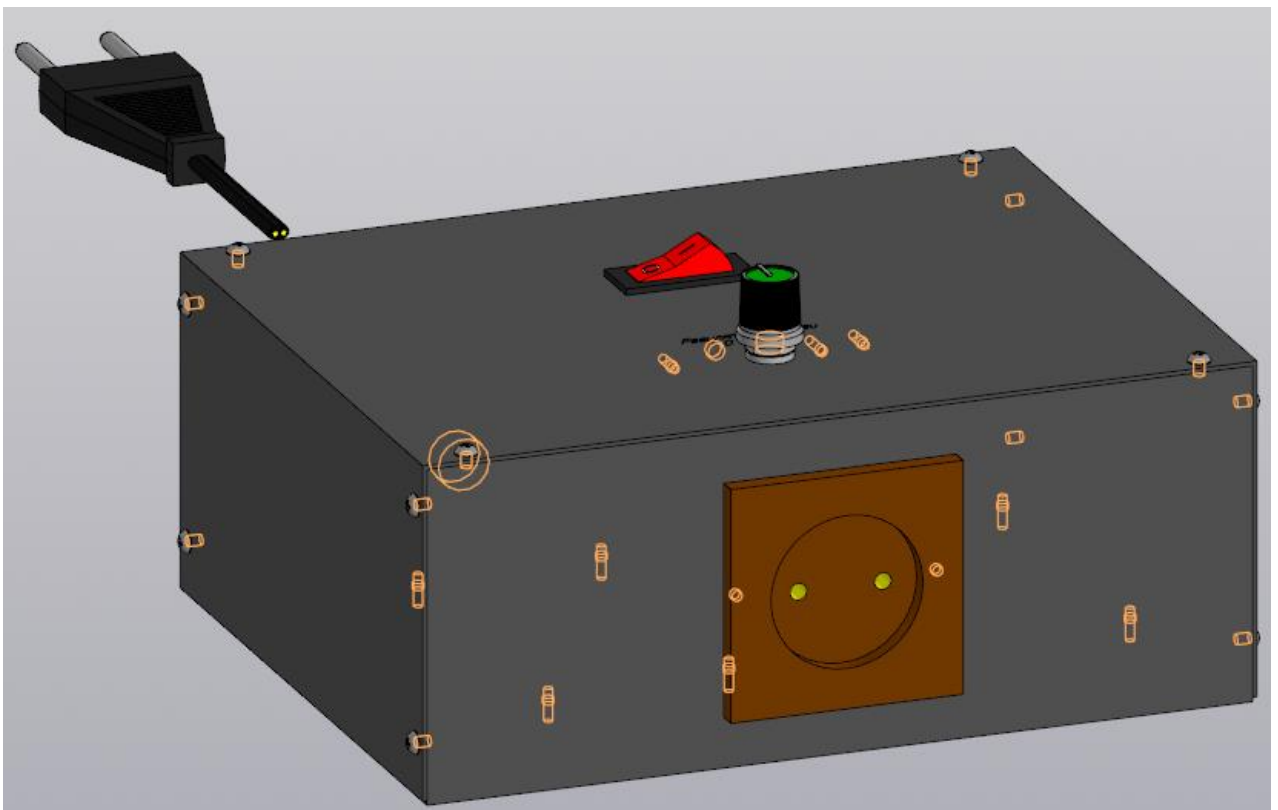


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.403.015.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		