

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 ЗАПISKA

до кваліфікаційної роботи

фаховий молодший бакалавр

(освітньо-професійний ступінь)

на тему: Розробка конструкції генератора стабільного струму для зарядки
акумуляторів, блока живлення

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

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Мельник Д.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник Задорожний В.Ю.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Дедів Л.Є.

(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**

_____ Мельник Д.І.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи _____ Розробка конструкції генератора стабільного струму для зарядки акумуляторів, блока живлення керівник кваліфікаційної роботи

керівник кваліфікаційної роботи _____,
(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: _____ Напруга живлення В ~220В допустима вологість, % 90, розміри друкованої плати, мм 85х130, максимальна споживана потужність до 133 Вт , максимальна напруга навантаження до 12В

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

Анотація

Вступ. Призначення і область застосування електронного пристрою

Розділ 1 Загальна частина

1.1. Розробка технічного завдання.

1.2. Вибір і опис структурної схеми виробу.

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

Розділ 2 Спеціальна частина

2.1. Розрахунково-конструкторська частина.

2.1.1. Опис 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. Вибір інструментів, пристосувань, оснастки.
 - 2.2.3. Опис технології виготовлення друкованої плати. Вибір основних та допоміжних матеріалів.
 - 2.2.4. Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.
- Розділ 3 Економічна частина
 - 3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень
 - 3.2 Розрахунок собівартості продукції.
 - 3.3. Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.
- Розділ 4 Охорона праці
 - 4.1. Фінансування охорони праці на підприємстві
 - 4.2. Визначення понять «електробезпека», «електротравма», «електротравматизм»
- 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)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Мельник Д.І

_____ (прізвище та ініціали)

Задорожний В.Ю.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	7
ВСТУП. Призначення і область застосування радіопристрою.....	9
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	11
1.1 Розробка технічного завдання	11
1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу	11
1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз.....	12
РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	14
2.1 Розрахунково-конструкторська частина.....	14
2.1.1 Опис компонування виробу. Обґрунтування вибору конструкційних матеріалів і покриттів	14
2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції.	15
2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази	16
2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів	29
2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу	31
2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу (розрахунок площі радіатора при необхідності).....	34
2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою.....	35
2.1.8 Техніко-економічний аналіз конструкції виробу. Розрахунок споживаної потужності.....	37
2.2 Технологічна частина.....	38
2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектного виробу. Вибір типу технології.....	38
2.2.2 Якісна оцінка технологічності конструкції.	39

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка конструкції генератора стабільного струму для зарядки акумуляторів, блоку живлення Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Аркуші
Розроб.		Мельник								
Перевір.		Задорожний							5	103
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	40
2.2.4 Кількісна оцінка технологічності друкованого вузла.....	42
2.2.5 Розробка і оформлення маршрутно-операційної технології складання і монтажу виробу.....	44
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	46
3.1 Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень	46
3.2 Розрахунок собівартості продукції.....	48
3.3 Оцінка економічної ефективності та доцільності впровадження проектних рішень.....	52
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	56
4.1 Фінансування охорони праці на підприємстві.....	56
4.2 Визначення понять «електробезпека», «електротравма», «електротравматизм».....	59
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	65
ДОДАТКИ.....	

АНОТАЦІЯ

Мельник Д.І. Розробка конструкції генератора стабільного струму для зарядки акумуляторів, блока живлення: кваліфікаційна робота на здобуття освітньо-кваліфікаційний рівень молодший спеціаліст, за спеціальністю 172 Телекомунікації та радіотехніка. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2026.

Плата приладу двостороння, виготовлена комбінованим методом. Елементи на платі розташовані дуже компактно, і тому розміри плати мінімальні 85*130 мм. Всі основні елементи розміщені на одній стороні плати, на іншій немає елементів. У приладі присутні елементи VT1-VT5, котрі виділяють велику кількість тепла, тому вони кріпляться до радіатора.

Розміри 128×175×81 мм. Корпус пристрою виготовлено з пластмаси, що гарантує достатню міцність і надійність. Верхня та нижня кришки мають коритоподібну форму, яка полегшує процес складання та доступ до внутрішніх компонентів. На верхній кришці за допомогою гайок і шайб закріплюються змінний резистор, перемикачі SA1–SA2, світлодіод HL1 (через втулку), а також амперметр PA1 і вольтметр PV1. На нижній кришці встановлюється друкований вузол, який фіксується чотирма гвинтами з шайбами, і трансформатор TV1, що кріпиться двома гвинтами з шайбами. Між кришками розміщуються мережевий шнур XP1, запобіжник у тримачі та роз'єм XS1, які монтуються через втулки. Підібрана елементна база дозволяє реалізувати закладені в пристрій функції, є недорогою та доступною.

Ключові слова: мікроконтроллер, блок живлення, регулювання, напруга, струм.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Melnik D.I. Development of a design of a stable current generator for charging batteries, a power supply: qualification work for obtaining the educational and qualification level of a junior specialist, specialty 172 Telecommunications and Radio Engineering. Ternopil: VSP "TFK TNTU", 2026.

The elements on the board are located very compactly, and therefore the dimensions of the board are minimal 85*130 mm. All the main elements are located on one side of the board, there are no elements on the other. The device contains elements VT1-VT5, which emit a large amount of heat, so they are attached to the radiator.

Dimensions 128×175×81 mm. The device body is made of plastic, which guarantees sufficient strength and reliability. The upper and lower covers have a trough-shaped shape, which facilitates the assembly process and access to internal components. On the top cover, a variable resistor, switches SA1–SA2, LED HL1 (through a sleeve), as well as an ammeter PA1 and a voltmeter PV1 are fixed using nuts and washers. On the bottom cover, a printed circuit board is installed, which is fixed with four screws with washers, and a transformer TV1, which is fixed with two screws with washers. Between the covers, a power cord XP1, a fuse in a holder and a connector XS1 are placed, which are mounted through sleeves. The selected element base allows you to implement the functions built into the device, is inexpensive and accessible.

Keywords: microcontroller, power supply, regulation, voltage, current.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проектований виріб — генератор стабілізованого струму (ГСС), який може використовуватися як зарядний пристрій для акумуляторів, а також як функціональний вузол блока живлення з регульованим струмом.

Даний генератор ефективно застосовується для заряджання акумуляторів напругою до 12 В. Конструкція передбачає можливість плавного регулювання зарядного струму в межах від 0 до 10 А, що дозволяє підбирати оптимальний режим заряджання залежно від типу та ємності акумулятора.

Водночас основне призначення цього пристрою не обмежується лише заряджанням. Завдяки здатності забезпечувати стабільний і достатньо великий струм, ГСС зручно використовувати для технічних вимірювань і перевірок. Зокрема, він дає змогу швидко оцінювати якість різноманітних контактних з'єднань за величиною їх перехідного опору. Це робить пристрій корисним інструментом під час налагодження, ремонту та діагностики електричних кіл і з'єднань.

Окрім цього, генератор широко застосовується як лабораторне джерело струму. Його використовують для:

- налагодження та тестування електронних схем і пристроїв;
- перевірки працездатності компонентів (резисторів, діодів, транзисторів тощо) у режимі стабілізованого струму;
- дослідження вольт-амперних характеристик елементів;
- калібрування та перевірки вимірювальних приладів (амперметрів, датчиків струму).

Завдяки можливості забезпечення значного струму, пристрій ефективний для діагностики електричних з'єднань. Зокрема, він дозволяє:

- визначати якість контактів і клем за величиною перехідного опору;
- виявляти погані або окислені з'єднання у проводці;
- перевіряти надійність з'єднань у силових колах.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У сфері ремонту та обслуговування електрообладнання генератор може застосовуватися для:

- пошуку несправностей у електричних ланцюгах;-
- перевірки проводів і кабелів під навантаженням;
- імітації роботи навантаження при тестуванні блоків живлення.

Також пристрій може бути використаний у навчальних цілях — для демонстрації принципів стабілізації струму, роботи операційних підсилювачів і силових елементів, а також для виконання лабораторних робіт.

Таким чином, генератор стабілізованого струму є універсальним приладом, який поєднує функції зарядного пристрою, лабораторного джерела струму та діагностичного інструменту, що значно розширює сферу його практичного застосування [1].

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розробка технічного завдання

Технічні дані проєктованого пристрою:

Напруга живлення В.....~220В;

Допустима вологість, %.....90;

Розміри друкованої плати, мм85x130;

Максимальна споживана потужність.....до 133 Вт;

Діапазон регулювання вихідного струму:

перший піддіапазон: 0...2 А;

другий піддіапазон: 0...10 А;

Максимальна напруга навантаження:до 12В;

Тип стабілізації:за струмом;

Підвищена надійність роботи завдяки малому навантаженню на операційний підсилювач.

1.2 Вибір і опис структурної схеми виробу

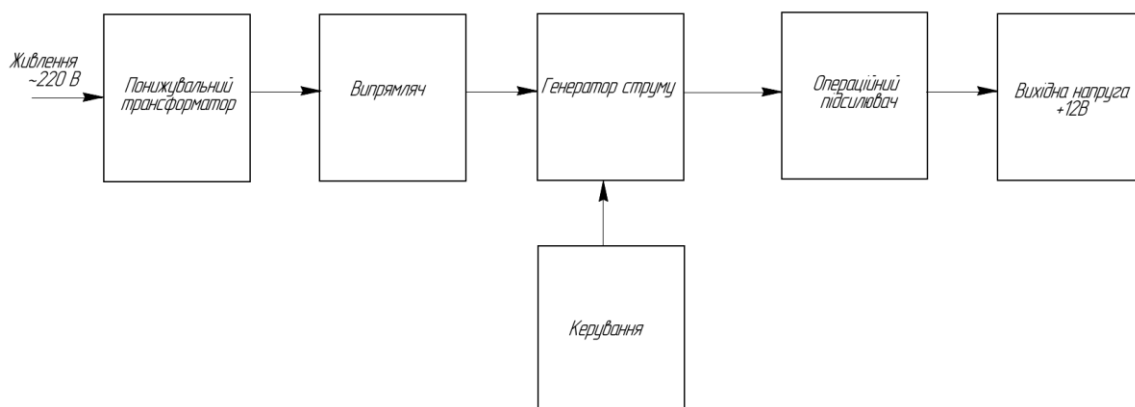


Рисунок 1.1- Схема електрична структурна

Структурна схема генератора стабільного струму для зарядки акумуляторів у складі блока живлення побудована на послідовному перетворенні та регулюванні електричної енергії, що забезпечує сталі

параметри зарядного струму незалежно від коливань напруги мережі чи внутрішнього опору акумулятора.

Живлення подається від мережі ~ 220 В на понижувальний трансформатор, який знижує напругу до робочого рівня. Далі сигнал проходить через випрямляч, що перетворює змінну напругу на постійну. Для формування стабільних умов роботи використовується операційний підсилювач, який виконує функцію порівняння та регулювання струму відповідно до заданого еталонного рівня.

Ключовим вузлом є генератор струму, що підтримує постійний зарядний струм незалежно від зміни напруги на акумуляторі. Його робота координується блоком керування, який задає режим «заряд/стоп» та може реалізовувати алгоритми імпульсного або циклічного заряджання.

На виході формується стабілізована напруга $+12$ В, яка подається на акумулятор, що заряджається. Така схема забезпечує захист від перевантаження, рівномірний заряд та продовження ресурсу елементів.

1.3 Опис принципу роботи схеми електричної принципової та її аналіз

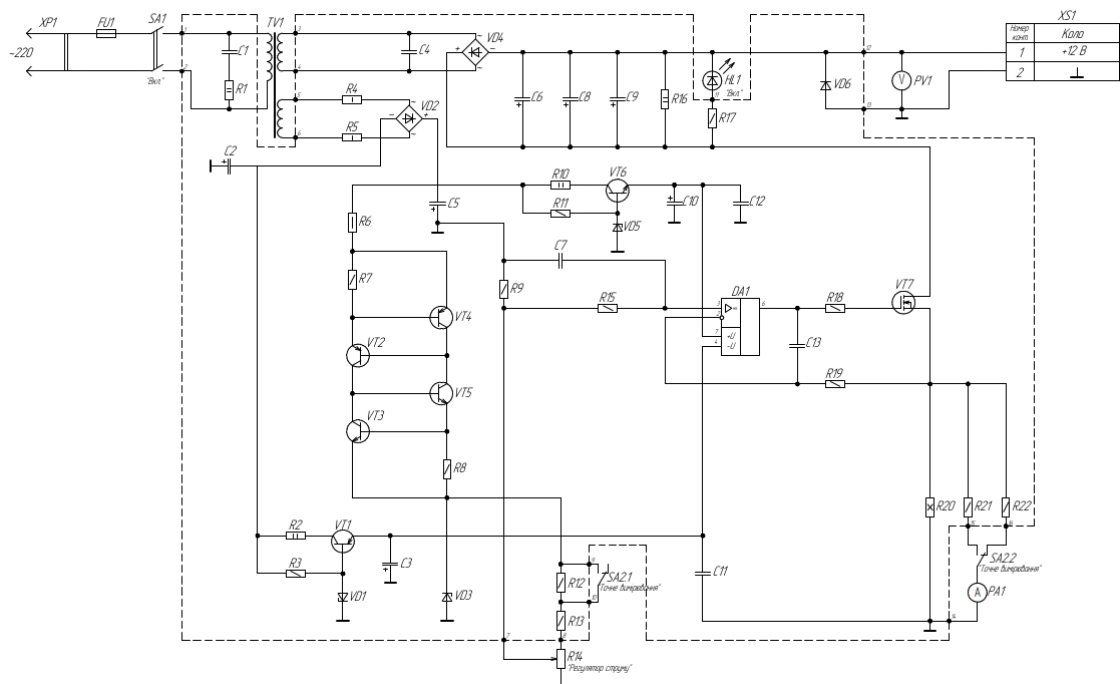


Рисунок 1.2- Схема електрична принципова

Генератор стабілізованого струму, призначений для заряджання акумуляторів, побудований на операційному підсилювачі DA1 та потужному польовому транзисторі VT7, який формує необхідний струм у навантаженні. Оскільки при роботі на постійному струмі польовий транзистор практично не споживає струму по затвору, операційний підсилювач функціонує майже без навантаження, що підвищує загальну надійність пристрою. Керуючи провідністю транзистора, ОП задає величину струму в навантаженні Rh.

Пристрій має два діапазони регулювання струму: у положенні перемикача SA2, показаному на схемі, діапазон становить 0...2 А, а в іншому — до 10 А. Датчик струму (резистор R20) одночасно виконує роль елемента вимірювального кола генератора та шунта амперметра. Джерело опорної напруги реалізоване на прецизійному стабілітроні VD3 та генераторі струму на транзисторах VT2–VT5.

Хоча ця схема сьогодні використовується нечасто, вона має кращу стабільність параметрів порівняно з простими одностранзисторними рішеннями. Стабільність вихідного струму в колі Rh визначається передусім стабільністю напруги на неінвертуючому вході операційного підсилювача, тобто стабільністю джерела опорної напруги. Точність показів амперметра PA1 залежить від стабільності параметрів резисторів R20–R122.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунково-конструкторська частина

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

Компонування виробу виконано з урахуванням вимог компактності, надійності, технологічності складання та зручності експлуатації. Основним конструктивним елементом є двостороння друкована плата розміром 85×130 мм, на якій розміщені всі основні радіоелементи. Розташування компонентів на одній стороні плати спрощує монтаж, контроль якості та ремонт виробу. Елементи, що виділяють значну кількість тепла під час роботи (VT1–VT5), встановлені на радіаторі для забезпечення ефективного відведення тепла та підтримання допустимого температурного режиму.

Корпус виробу має габаритні розміри 128×175×81 мм і складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми. На верхній кришці розміщені органи керування та індикації: змінний резистор, перемикачі, світлодіод, амперметр і вольтметр. Таке розташування забезпечує зручність користування пристроєм. На нижній кришці встановлено друкований вузол і трансформатор, що дозволяє рівномірно розподілити масу елементів усередині корпусу та забезпечити механічну стійкість конструкції.

Для виготовлення корпусу вибрано пластмасу, оскільки вона має достатню механічну міцність, малу масу, високі електроізоляційні властивості, стійкість до корозії та забезпечує безпеку користувача під час експлуатації. Друкована плата виготовляється зі склотекстоліту, який характеризується високою механічною міцністю, теплостійкістю та добрими електроізоляційними властивостями.

Кріпильні елементи (гвинти, гайки, шайби) виготовляються зі сталі із захисним цинковим покриттям. Таке покриття підвищує корозійну стійкість деталей, збільшує термін служби виробу та покращує його зовнішній вигляд.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для провідників друкованої плати застосовується мідна фольга з паяльною маскою, яка захищає провідники від окиснення, механічних пошкоджень та випадкових замикань під час монтажу й експлуатації.

Прийняте компонування забезпечує компактність конструкції, зручність складання, ефективне охолодження нагрівальних елементів, надійність роботи та ремонтпридатність виробу.

2.1.2 Обґрунтування вибору конструкції

Друкована плата розробленого пристрою виконана двошаровою, що пояснюється значною кількістю електричних з'єднань. Для досягнення компактності та підвищення щільності монтажу застосовано металізацію отворів і раціональне розміщення радіоелементів. Завдяки цьому вдалося спростити трасування провідників і зменшити габарити плати, які становлять 130×85 мм [33].

Для виготовлення плати передбачено використання фольгованого склотекстоліту марки СФ2–35–1,5ІКП згідно з вимогами ГОСТ 10316-78. Обрано комбінований позитивний метод виробництва, що широко застосовується для двосторонніх друкованих плат. Незважаючи на підвищену технологічну складність і необхідність металізації отворів, що збільшує собівартість, цей метод забезпечує можливість створення компактних і складних електронних пристроїв.

Корпус пристрою виготовлено з пластмаси, що гарантує достатню міцність і надійність. Верхня та нижня кришки мають коритоподібну форму, яка полегшує процес складання та доступ до внутрішніх компонентів. На верхній кришці за допомогою гайок і шайб закріплюються змінний резистор, перемикачі SA1–SA2, світлодіод HL1 (через втулку), а також амперметр PA1 і вольтметр PV1. На нижній кришці встановлюється друкований вузол, який фіксується чотирма гвинтами з шайбами, і трансформатор TV1, що кріпиться двома гвинтами з шайбами. Між кришками розміщуються мережевий шнур

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

XP1, запобіжник у тримачі та роз'єм XS1, які монтуються через втулки. Таке компонування елементів забезпечує зручність регулювання параметрів пристрою під час експлуатації [22]. Для покращення охолодження корпус оснащено вентиляційними отворами.

Внутрішній об'єм корпусу організовано з урахуванням зручності монтажу та ефективного використання простору. Друкована плата кріпиться на шасі за допомогою різьбових стійок або ізолювальних втулок, які забезпечують електричну ізоляцію та необхідний повітряний зазор. Для встановлення абаритних компонентів, зокрема трансформатора, застосовуються спеціальні опорні елементи. Конструкція корпусу відзначається жорсткістю та міцністю, що гарантує надійний захист внутрішніх компонентів від механічних впливів під час роботи та транспортування. Передбачено зручний доступ до внутрішніх вузлів для проведення огляду, ремонту або заміни елементів. Крім того, корпус захищає електроніку від пилу та вологи, а також сприяє зменшенню габаритів і маси пристрою. Конструктивне виконання дозволяє здійснювати регулювання параметрів пристрою та виконувати контрольні-вимірні операції, що підвищує зручність його використання [33].

2.1.3 Опис і обґрунтування вибору елементної бази

Таблиця 2.1- Конденсатор ЕСАР-"Ercos" [2]

Позиційне позначення	C2, C3, C5, C6, C8- C10
Назва компонента	Конденсатор ЕСАР
Виробник	Ercos
Критерії вибору	Напруга робоча, струм, розміри, тангенс кута втрат
Параметри та характеристики	
Параметри конструкції	Див.рис.1.1
Номинальна напруга	25В, 50В,
Номинальна ємність	4,7....2200 мкФ
Допуск ємності	± 20%
Термін служби	2000 г
Робоча температура	-55 ... 105 ° С
Тангенс кута втрат,%	0,14

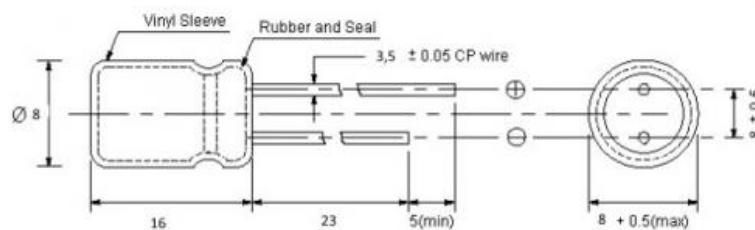


Рисунок 2.1 - Габаритні розміри конденсатора типу ЕСАР-"Epcos"

Таблиця 2.2- Резистор MFP [3]

Позиційне позначення	R1-R14, R16-R38
Назва компонента	MFP
Виробник	Yageo
Критерії вибору	Потужність розсіювання, максимальна робоча напруга, діапазон опорів, габаритні розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.2
Параметри та характеристики	
номінальна потужність	0,25 Вт
діапазон номінальних опорів	1...10·10 ⁶ Ом
допустиме відхилення опору	±10%
максимальна робоча напруга	200В
діапазон робочих температур	-60.....+70°C

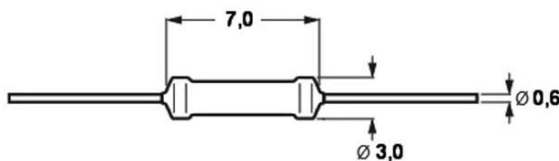


Рисунок 2.2 - Габаритні розміри резисторів MFP " Yageo "

Таблиця 2.3 - Конденсатор NPO -"Murata" [4]

Позиційне позначення	C7, C11-C13
Назва компонента	Конденсатор NPO
Виробник	Murata"
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.3
Параметри та характеристики	
робоча напруга	50В
відхилення ємності від номінального значення	±10%
інтервал робочих температур	-40°C...+100°C
температурний коефіцієнт ємності	+3,3%;
відносна вологість	до 98%
діапазон тиску	6,6-2942гПа
діапазони ємностей	5нФ – 0,1мкФ

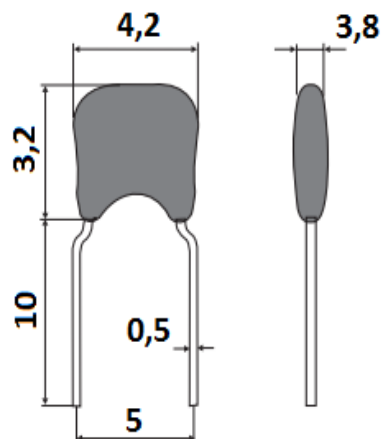


Рисунок 2.3 - Габаритні розміри конденсатора NPO "Murata"

Таблиця 2.4 - Конденсатор B32529C1102J000 [5]

Позиційне позначення	C1, C4
Назва компонента	Конденсатор B32529C1102J000
Виробник	"Epcos"
Критерії вибору	Номінал ємності, напруга пробою, робоча напруга
Параметри конструкції	Див.рис.2.4
Параметри та характеристики	
Робоча напруга змінна, В	630, 160
Робоча напруга постійна, В	100
Номінальна ємність пФ	0,5мкФ
Допуск номінальної ємності, %	5
Робоча температура, С	-55 ... 100
Відстань між висновками F, мм	5
Висота корпусу H, мм	6.5
Товщина корпусу Т, мм	2.5
Довжина корпусу L, мм	7.2

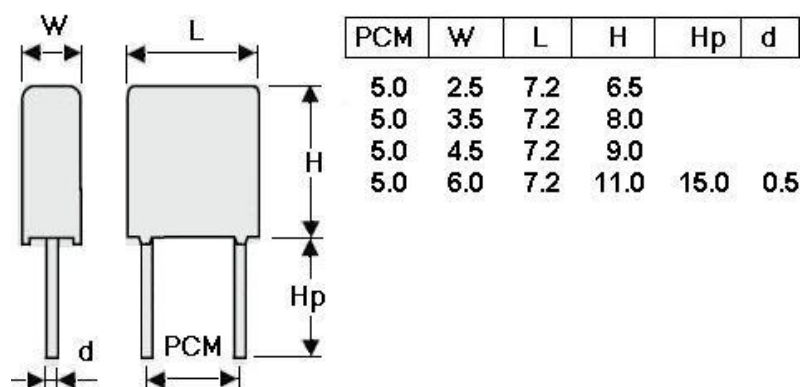


Рисунок 2.4 - Габаритні розміри конденсатора B32529C1102J000

Таблиця 2.5 - Діод 1N4107 "Microchip" [6]

Позиційне позначення	VD1, VD5
Назва компонента	Діод 1N4107
Виробник	"Microchip"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
матеріал	кремній
корпус	DO-35
максимальна постійна зворотна напруга	75В
максимальна імпульсна зворотна напруга	120В
максимальний час зворотного відновлення	0,004мкс
діапазон робочих температур	-65...+150°C
максимально допустимий прямий імпульсний струм	0,45А
максимальний зворотній струм	5 мкА

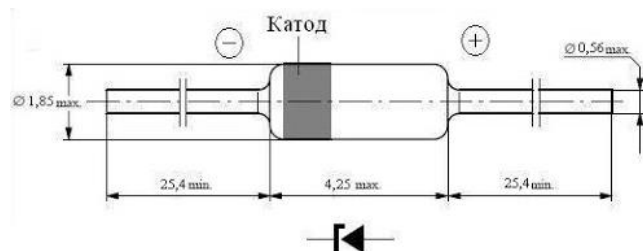


Рисунок 2.5 – Габаритні розміри діода 1N4107

Таблиця 2.6 - Діод 1N3181 "DC" [7]

Позиційне позначення	VD3
Назва компонента	Діод 1N3181
Виробник	"DC"
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Потужність розсіювання, Вт	0.5
Мінімальна напруга стабілізації, В	44
Номінальна напруга стабілізації, В	47
Максимальна напруга стабілізації, В	50
Статичний опір R _{ст.} , Ом	110
Температурний коефіцієнт напруги стабілізації αU _{ст.} , % / °C	0.12
Максимальний струм стабілізації I _{СТ.МАКС.} , МА	8.5
Робоча температура, °C	-55 ... 150
Спосіб монтажу	в отвір
Корпус	do35
Вага, г	0.2



Рисунок 2.6 – Габаритні розміри діода 1N3181

Таблиця 2.7 - Запобіжник AFU-T-06-1 A-250B "ECE" [8]

Позиційне позначення	FU1
Назва компонента	Запобіжник AFU-T-06-1 A-250B
Виробник	"ECE"
Критерії вибору	Розміри, напруга, струм, спрацювання
Параметри конструкції	див.рис.2.7
Параметри та характеристики	
Матеріал	кераміка
Номінальна напруга, В	240
Номінальний робочий струм, А	1А
Контакти	циліндричні
Довжина корпусу, мм	30
Діаметр корпусу, мм	6.35
Робоча температура, С	-60 ... 100

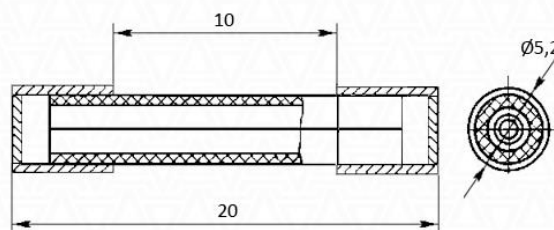


Рисунок 2.7 - Габаритні розміри запобіжника 522.1300-3 A-250B

Таблиця 2.8 - Резистор 16K1-B50K [9]

Позиційне позначення	R14
Назва компонента	Резистор 16K1-B50K
Виробник	"Bourns"
Критерії вибору	Лінійність, опір, розміри
Параметри конструкції	Див.рис.2.8
Параметри та характеристики	
номінальний опір	1кОм
відхилення опору від номінального значення	±20%;
тип потенціометра	однооборотний
максимальна робоча напруга	150В
кут повороту	300±5°

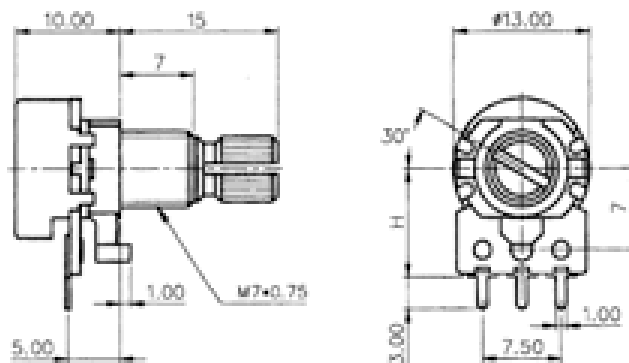


Рисунок 2.8 – Габаритні розміри змінного резистора 16K1-B50K

Таблиця 2.9 – Тумблер KN3(B)-202-A2 "EMAS" [10]

Позиційне позначення	SA1, SA2
Назва компонента	Тумблер KN3(B)-202-A2
Виробник	"EMAS"
Критерії вибору	Напруга вхідна, струм, розмір
Параметри та характеристики	
Кількість положень:	2
Режим роботи:	ON–ON
Номінальна напруга:	до 250 В АС
Номінальний струм:	10 А або 5–6 А
Контактний опір:	до 50 мΩ
Опір ізоляції:	≥1000 МОм
Діелектрична міцність:	~1500 В

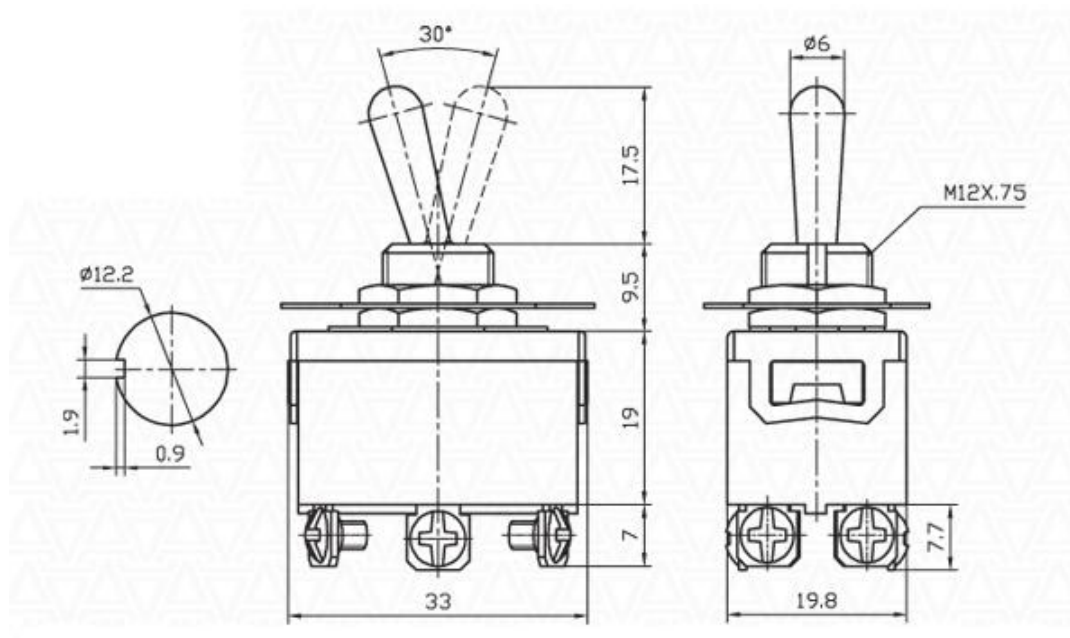


Рисунок 2.9 - Габаритні розміри тумблера KN3(B)-202-A2 "EMAS"

Таблиця 2.10 - Трансформатор В78386-Р1116-А [11]

Позиційне позначення	TV1
Назва компонента	Трансформатор В78386-Р1116-А
Виробник	Ерсos
Критерії вибору	Вихідна напруга, вихідний струм, габаритні розміри
Параметри конструкції	див. рисунок 2.10
Параметри та характеристики	
вихідна напруга	40В
вихідний струм	2А
електрична міцність первинної-вторинної ізоляції	4000В
електрична міцність вторинної-вторинної ізоляції	600В
напруга живлення	220В

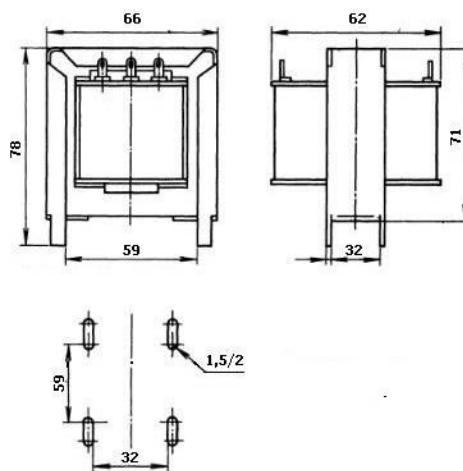


Рисунок 2.10 – Габаритні розміри трансформатора В78386-Р1116-А

Таблиця 2.11 - Діод KBPC3501-G "Comchip Technology" [12]

Позиційне позначення	VD4
Назва компонента	Діод KBPC3501-G
Виробник	"Comchip Technology
Критерії вибору	напруга випрямлення, максимальний струм, робоча частота
Параметри та характеристики	
Максимальна зворотна напруга	600 В
Ударний прямий струм	до 60 А
Пряме падіння напруги	макс. 1.05 В
Струм витоку	макс. 10 мкА
Робоча температура	від -40°C до +150°C.
Корпус	3S
Максимальний середній випрямлений струм	2.0 А

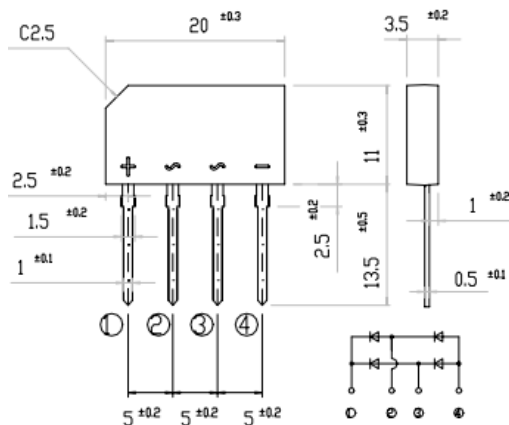


Рисунок 2.11– Габаритні розміри діода KBPC3501-G

Таблиця 2.12 - Світлодіод L-1503GT [13]

Позиційне позначення	HL1
Назва компонента	Світлодіод L-1503GT
Виробник	Kingbright
Критерії вибору	Розміри, кольорова гамма, яскравість
Параметри конструкції	Див.рис.2.12
Параметри та характеристики	
пряма напруга	1,9В
прямий струм	30мА
кут випромінювання	180°
колір свічення	червоний
довжина хвилі	660нм

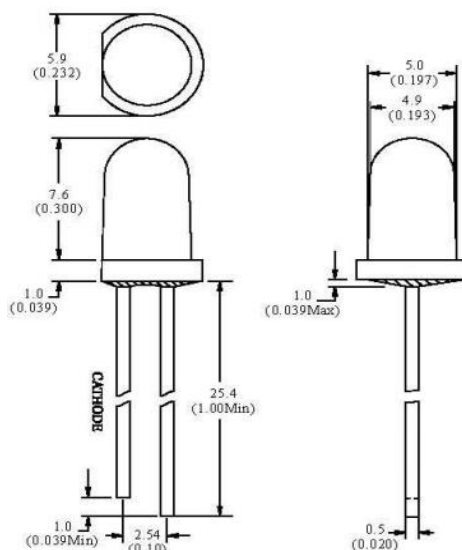


Рисунок 2.12 – Габаритні розміри світлодіода L-1503GT

Таблиця 2.13 – Діод DB107 "Kingtronics" [14]

Позиційне позначення	VD2	
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	
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	
Робоча температура, С	-55 ... + 125	
Корпус	db-1	
Кількість фаз	1	

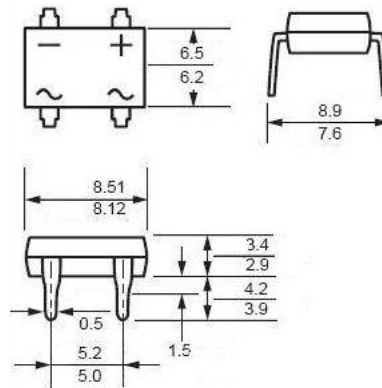


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри діодного моста DB107 "Kingtronics"

Таблиця 2.14 - Транзистор BC556B "Luguang" [15]

Позиційне позначення	VT2, VT4	
Назва компонента	Транзистор BC556B	
Виробник	"Luguang"	
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,	
Параметри та характеристики		
Тип провідності	PNP	
Максимальна напруга колектор-емітер	45 В	
Максимальний струм колектора (Ic)	100 мА	
Максимальна напруга колектор-база	50 В	
Розсіювана потужність	0.5 Вт	
Коефіцієнт підсилення	від 110 до 220	
Гранична частота	від 100 до 200 МГц	
Корпус	ТО-92	

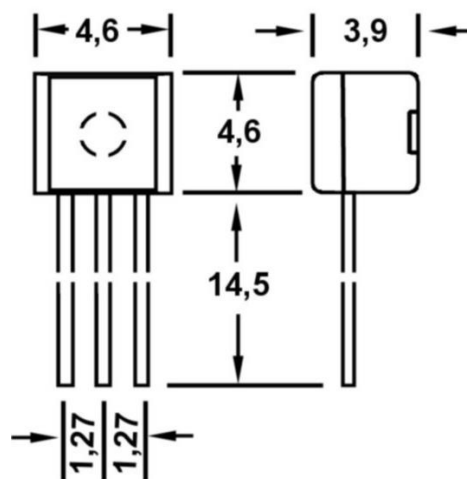


Рисунок 2.14 – Габаритні розміри транзистора BC556B

Таблиця 2.15- Транзистор BC546A [16]

Позиційне позначення	VT3, VT5
Назва компонента	Транзистор BC546A
Виробник	"Luguang"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип провідності	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (V_{ce0})	30 В
Розсіювана потужність (P_c)	500 мВт
Температурний діапазон переходу (T_j)	$-55...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$
Коефіцієнт підсилення струму (h_{FE})	110–220
Максимальний струм колектора (I_c)	100 мА
Корпус	TO-92
Гранична частота (f_t)	$\sim 150\text{ МГц}$

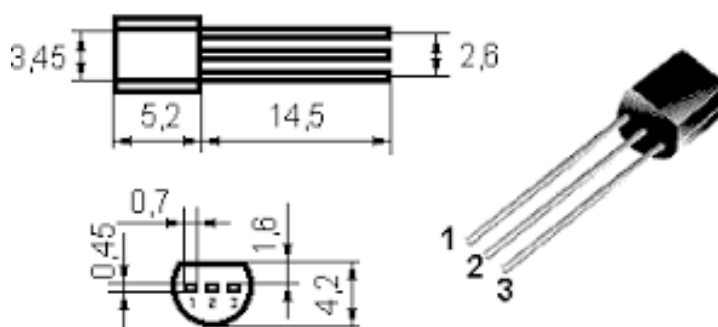


Рисунок 2.15 – Габаритні розміри транзистора BC546A

Таблиця 2.16 - Транзистор BD140 "STMicroelectronics" [17]

Позиційне позначення	VT1
Назва компонента	Транзистор BD140 "STMicroelectronics"
Виробник	"STMicroelectronics"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип	PNP
Температурний діапазон переходу (Tj)	-55...+150 °C
Гранична частота (ft)	~50 МГц
Коефіцієнт підсилення струму (hFE)	40–250
Розсіювана потужність (Pc)	до 12,5 Вт
Максимальна напруга колектор-база (Vcbo)	80 В
Максимальний струм колектора (Ic)	1,5 А
Максимальна напруга емітер-база (Vebo)	5 В

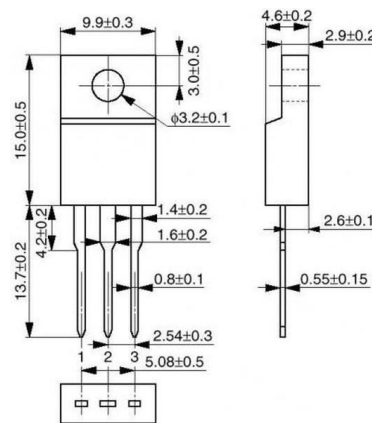


Рисунок 2.16 – Габаритні розміри транзистора BD140 "STMicroelectronics"

Таблиця 2.17 - Транзистор BD139 "JCET" [18]

Позиційне позначення	VT6
Назва компонента	Транзистор BD139
Виробник	"JCET"
Критерії вибору	Структура, коефіцієнт підсилення, потужність,
Параметри та характеристики	
Тип	NPN
Максимальна напруга колектор-емітер (Vceo)	80 В
Максимальний струм колектора (Ic)	1,5 А
Коефіцієнт підсилення струму (hFE)	40–250
Гранична частота (ft)	~50 МГц
Температурний діапазон переходу (Tj)	-55...+150 °C
Максимальна напруга емітер-база (Vebo)	5 В
Розсіювана потужність (Pc)	до 12,5 Вт

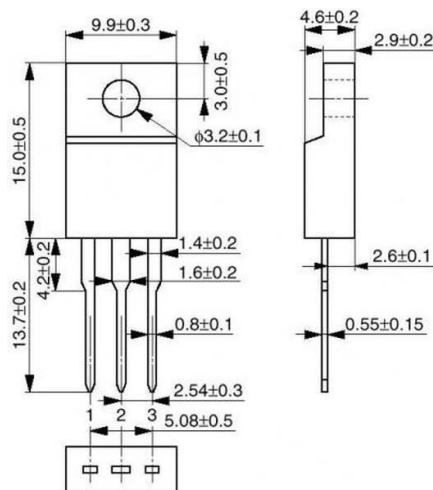


Рисунок 2.17 – Габаритні розміри транзистора BD139 "JSET"

Таблиця 2.18 - Вольтметр M42301 "RUICHI" [19]

Позиційне позначення	PV1
Назва компонента	Вольтметр M42301
Виробник	"RUICHI"
Критерії вибору	Розміри, призначення, межі вимірювання
Параметри конструкції	Див.рис.2.18
Параметри та характеристики	
Діапазон вимірювання	Від 0 до 30 В
Клас точності	1,5 або 2,5
Розміри	Габарити лицьової панелі: 80×80 мм. Виріз у щиті: 77,5 мм. Довжина шкали: ~60 мм.
Напруга падіння	не перевищує 100 мВ
Робоча температура	-50°C до +60°
Ступінь захисту	IP50 або IP54

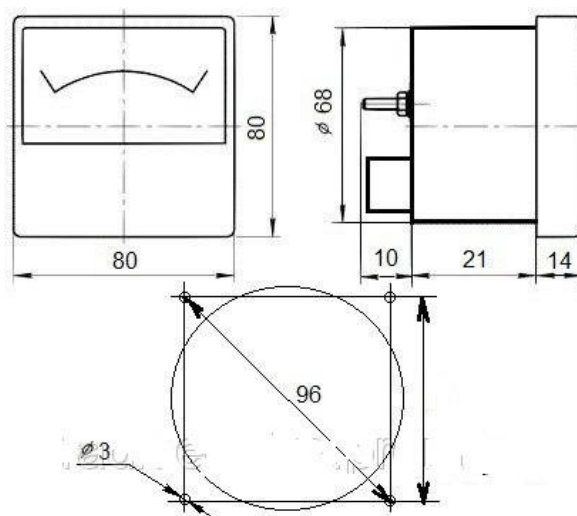


Рисунок 2.18 – Габаритні розміри вольтметра M42301

Таблиця 2.19 - Амперметр ама-801-10 "ЕКФ" [20]

Позиційне позначення	РА1
Назва компонента	Амперметр ама-801-10
Виробник	"ЕКФ"
Критерії вибору	Розміри, призначення, межі вимірювання
Параметри конструкції	Див.рис.2.19
Параметри та характеристики	
Діапазон вимірювання:	0...10 А
Клас точності:	зазвичай 2.5
Вид вимірюваного струму:	постійний
Тип приладу:	аналоговий
Габаритні розміри:	приблизно 80×80 мм
Падіння напруги на шунті:	≈ 60–75 мВ

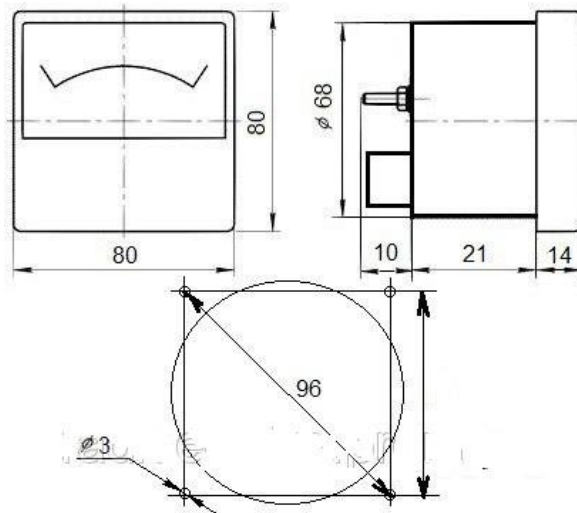


Рисунок 2.19 – Габаритні розміри амперметра ама-801-10

Таблиця 2.20 - Мікросхема LM741CN/NOPB "Texas Instruments" [21]

Позиційне позначення	DA1
Назва компонента	Мікросхема LM741CN/NOPB
Виробник	"Texas Instruments"
Критерії вибору	Вхідна напруга, вихідна напруга, струм вхідний
Параметри та характеристики	
Корпус	DIP-8
Напруга живлення:	двополярна: $\pm 5 \dots \pm 18$ В типова: ± 15 В
Споживаний струм:	≈ 1.7–2.8 мА
Вхідний струм зміщення (I_b):	≈ 80 нА
Смуга пропускання (GBW):	≈ 1 МГц
Коефіцієнт підсилення (A_{vol}):	≈ 100 000
Споживаний струм:	≈ 1.7–2.8 мА

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

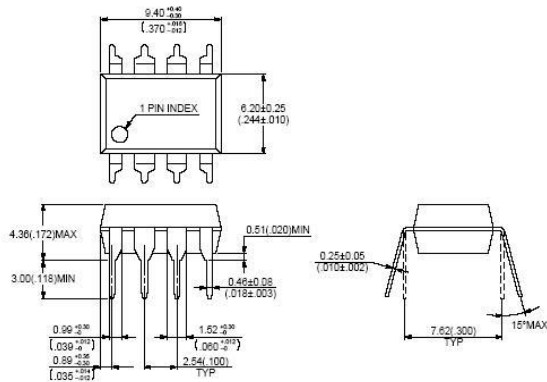


Рисунок 2.20 – Габаритні розміри мікросхеми LM741CN/NOPB

2.1.4 Розрахунок електричних параметрів окремих каскадів

Схема електрична принципова транзисторного ключа зображена на рисунку 2.21 [34].

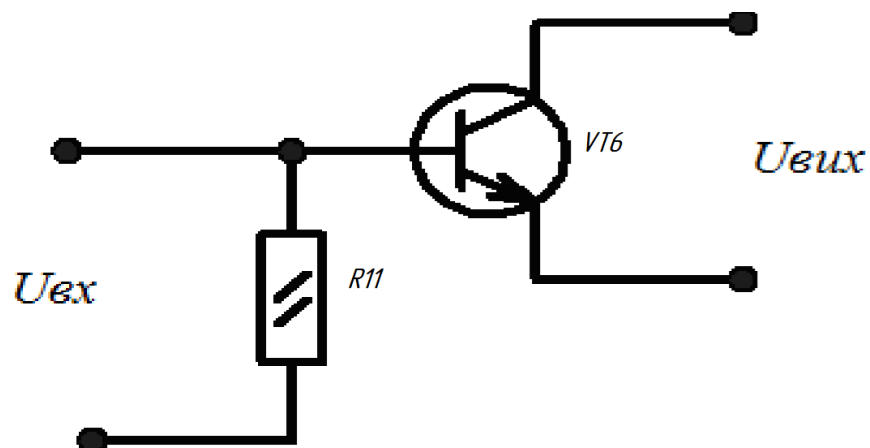


Рисунок 2.21 - Схема електрична принципова транзисторного ключа

Розрахуємо параметри транзисторного ключа при наступних умовах:

$$U_{ж}=25B;$$

$$R_H=1,5 \text{ кОм};$$

$$U_y=\pm 12B;$$

Транзистор BD139 виробник фірми "Jiangsu"

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

$$U_{60}=0,6B;$$

$$R_{\text{нас}}=0,1\text{Ом};$$

$$r_6=1,5\text{кОм};$$

$$I_{\text{ко}}=0,1\text{А};$$

$$I_{\text{козв}}=25\text{мА};$$

$$R_{6\epsilon}=10\text{ Ом}.$$

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

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

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

$U_{\text{п}}$ – напруга живлення;

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

Опір управляючого резистора, який забезпечує включення транзистора:

$$R_{\text{у}} = \frac{U_{\text{у}} - (U_{60} + 0,2 \cdot r_6)}{I_{\text{к.нас.}}}, \quad (2.2)$$

де: $U_{\text{у}}$ – напруга управління транзистором;

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

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

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

$$R_{\text{у}} = \frac{U_{\text{у}}}{I_{\text{ко}}} \quad (2.3)$$

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

Вибираємо за стандартизованим рядом E24 резистор типу MFP-0,25-1к Ом виробник фірми «Yageo» – 0,25Вт з опором 1 кОм.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.5 Опис конструкції друкованої плати. Розрахунок параметрів друкованого монтажу

Виходячи з технологічних можливостей виробництва вибрано комбінований метод виготовлення, 4 клас точності друкованої плати ОСТ 4.010.022-85 [24].

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

$$b_{\min 1} = \frac{I_{\max}}{i_{\text{доп}} * t} = \frac{2A}{48 \frac{A}{\text{мм}^2} * 0,035\text{м}} = 1,2\text{мм} \quad (2.4)$$

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

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

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

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

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

$$b_{\min 2} = \frac{\rho * I_{\max} * l}{U_{\text{д}} * t} = \frac{0,0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}} * 2A * 0,5\text{м}}{0,9B * 0,035\text{м}} = 0,6\text{мм} \quad (2.5)$$

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

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

$U_{\text{доп}} = 2B$ – допустиме падіння напруги.

Визначаємо номінальне значення діаметрів монтажних отворів d :

$$d = d_E + |\Delta d_{\text{н.в.}}| + r \quad (2.6)$$

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

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\Delta d_{н.в.}$ – нижнє граничне відхилення від номінального діаметру монтажного отвору (0,1 для всіх)

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

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

$d_{E2} = 1,0$ – для резистора R1, R4, R5, R10, R16, R20, R6, транзистора VT7, VT1, VT6, діода VD6, VD4, конденсатора C8, C9, C4.

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

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

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

Розраховуємо діаметр контактних площадок.

$$D_{\min} = D_{1\min} + 1,5h\phi + 0,03 \quad (2.7)$$

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

$$D_{1\min} = 2 \left(b_m + \frac{d_{\max}}{2} + \delta d + \delta p \right) \quad (2.8)$$

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

$$b_m = 0,06 \text{ мм.}$$

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

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

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

$$d_{\max} = d + \Delta d + (0,1 \dots 0,15) \quad (2.9)$$

де: Δd - допуск на отвір.

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

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

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

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

Максимальний діаметр контактної площадки:

$$D_{\max} = D_{\min} + (0,02 \dots 0,06) \quad (2.10)$$

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

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

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

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

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

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

Визначаємо мінімальну відстань між елементами провідного матеріалу.

Мінімальна відстань між провідником і контактною площадкою:

$$S_{1\min} = L_0 - \left[\left(\frac{D_{\max}}{2} + \delta p \right) + \left(\frac{d_{\max}}{2} + \delta 1 \right) \right] \quad (2.12)$$

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

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

де: L_0 – відстань між центрами відповідних елементів;

Мінімальна відстань між двома контактними площадками:

$$S_{2\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta p) \quad (2.13)$$

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

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

Мінімальна відстань між двома провідниками:

$$S_{3\min} = L_0 - (D_{\max} + 2\delta 1) \quad (2.14)$$

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

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

2.1.6 Оцінка теплових режимів роботи виробу

Під час роботи виробу частина електричної енергії перетворюється на теплову, що призводить до нагрівання окремих елементів конструкції. Основними джерелами тепловиділення є силові транзистори VT1–VT5, трансформатор TV1 та інші елементи кола, через які протікають значні струми.

Для забезпечення допустимого теплового режиму транзистори VT1–VT5 встановлені на радіаторі, який збільшує площу тепловіддачі та сприяє ефективному відведенню тепла в навколишнє середовище. Таке конструктивне рішення дозволяє знизити температуру кристалів транзисторів і запобігти їх перегріванню під час тривалої роботи.

Компактне розташування елементів на друкованій платі не створює суттєвих перешкод для тепловідведення, оскільки найбільш теплонавантажені компоненти винесені на радіатор. У середині корпусу передбачено достатній об'єм повітря для природної конвекції, завдяки чому забезпечується додаткове охолодження елементів.

Корпус виробу виготовлений із пластмаси, яка має низьку теплопровідність і виконує переважно захисні та ізоляційні функції. Основне відведення тепла здійснюється через радіатор та поверхні нагрітих елементів шляхом природної конвекції і теплового випромінювання.

За умови експлуатації виробу в нормальних кліматичних умовах та дотримання допустимих електричних режимів роботи температура елементів не перевищує гранично допустимих значень, установлених виробниками компонентів. Таким чином, прийняті конструктивні рішення забезпечують

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нормальний тепловий режим роботи, достатню надійність і довговічність виробу.

2.1.7 Розрахунок надійності проектного пристрою

Надійність характеризується рядом розрахункових показників, найбільш важливими з яких є інтенсивність відмов, середнє напрацювання до відмови, імовірність безвідмовної роботи. Надійність – це властивість виробу виконувати задані функції в певних умовах експлуатації при збереженні значень основних параметрів в заданих межах. Імовірність безвідмовної роботи вказує на те, яка частина виробів із заданої їх кількості буде працювати безвідмовно протягом заданого часу. Інтенсивністю відмов називають кількість відмов за одиницю часу, що приходить на один виріб, який продовжує працювати в даний момент часу. Середнє напрацювання до відмови знаходять при перевірці великої кількості виробів. Чим більше значення ТСР, тим краща надійність виробу. Розрахунок надійності проектного виробу проводимо за допомогою спеціальної програми NAD_Release [23]:

Таблиця 2.21 - Вихідні дані для розрахунку надійності

п/п	Назва групи елементів	К-сть шт.	$K_{\text{нопр}}$	$I_{\text{відм}} * 1e-06$	$K\text{-сть} * K_{\text{нав від}} * 1e-06$
1	Мікросхеми	1	1	0,03	0,03
2	Діоди	6	0,35	0,7	1,47
3	Конденсатори електrolітичні	7	0,4	2,4	6,72
4	Конденсатори керамічні	6	0,1	1,4	0,84
5	Резистори постійні	22	0,42	0,8	7,392
6	Амперметр	1	1	7,3	7,3
7	Транзистори	7	0,35	4	9,8
8	Друкована плата	1	1	0,1	0,1
9	Пайки	130	1	0,02	2,6
10	Світлодіоди	1	1	4	4
11	Запобіжник	2	1	0,5	1
12	Роз'єм	2	1	0,05	0,1
13	Вольтметр	1	1	7,3	7,3
14	Трансформатор	1	0,1	2,1	0,21
15	Тумблер	2	1	2,2	4,4

Коефіцієнти впливу:

Коефіцієнт механічних впливів: 1;

Коефіцієнт впливу вологості і температури: 1;

Коефіцієнт атомосферних впливів: 1;

Результати розрахунку:

Інтенсивність відмов: 5.2762×10^{-5} 1/год

Середня наробка до відмови: 18953.0 год.

Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$:

$t = 10$ год. $P(t) = 0.999473$

$t = 100$ год. $P(t) = 0.994738$

$t = 1000$ год. $P(t) = 0.948606$

$t = 10000$ год. $P(t) = 0.590008$

$t = 100000$ год. $P(t) = 0.005112$

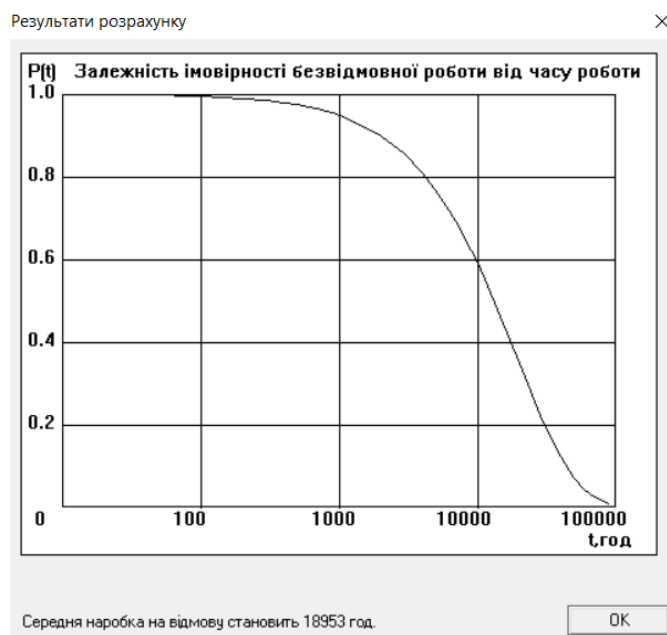


Рисунок 2.22 - Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи від часу

Напрацювання на відмову становить 18953 год. Надійність виробу є досить високою, що супроводжується якісною роботою приладу довго та надійно.

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

Конструкція проектного виробу розроблена з урахуванням вимог надійності, технологічності, економічності та зручності експлуатації. Пристрій виконаний на основі двосторонньої друкованої плати, що дозволяє забезпечити компактне розміщення елементів і зменшити габаритні розміри виробу без погіршення його функціональних характеристик.

Застосування друкованого монтажу значно скорочує трудомісткість складання, підвищує якість монтажних робіт та знижує ймовірність виникнення помилок під час виробництва. Розміщення всіх основних компонентів на одній стороні друкованої плати спрощує монтаж, контроль якості та подальше технічне обслуговування виробу.

Використання пластмасового корпусу забезпечує зменшення маси виробу, зниження матеріаломісткості та собівартості виготовлення. Пластмаса має добрі електроізоляційні властивості, не піддається корозії та не потребує додаткових захисних покриттів, що також зменшує виробничі витрати.

Для елементів, які виділяють значну кількість тепла, передбачено встановлення радіатора. Таке рішення дозволяє забезпечити необхідний тепловий режим роботи без використання додаткових систем примусового охолодження, що сприяє підвищенню надійності та зменшенню експлуатаційних витрат.

Конструкція виробу передбачає використання стандартних кріпильних деталей, типових електронних компонентів і уніфікованих вузлів. Це спрощує закупівлю комплектуючих, знижує витрати на виробництво та ремонт, а також підвищує ремонтпридатність пристрою.

Аналіз конструкції показує, що виріб характеризується раціональним компонуванням, невеликими габаритами, достатньою механічною міцністю та високою технологічністю. Прийняті конструктивні рішення забезпечують оптимальне співвідношення між технічними характеристиками, надійністю та

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

економічними показниками, що робить конструкцію доцільною для серійного виготовлення та тривалої експлуатації.

2.2 Технологічна частина

2.2.1 Загальні відомості про складання і монтаж проектованого виробу

Проектований виріб виконаний на двосторонній друкованій платі розміром 85×130 мм, виготовленій комбінованим методом. Елементи на платі розташовані компактно, що дозволило мінімізувати її габарити. Усі основні радіоелементи змонтовані на одній стороні плати, тоді як інша сторона залишається вільною від компонентів. Транзистори VT1–VT5 під час роботи виділяють значну кількість тепла, тому для забезпечення нормального теплового режиму вони встановлюються на радіатор.

Корпус виробу має розміри 128×175×81 мм і виготовлений із пластмаси, що забезпечує достатню міцність, надійність та електроізоляцію. Конструкція корпусу складається з верхньої та нижньої кришок коритоподібної форми, які полегшують процес складання та технічного обслуговування пристрою.

На верхній кришці встановлюються змінний резистор, перемикачі SA1–SA2, світлодіод HL1, амперметр PA1 і вольтметр PV1. Кріплення елементів здійснюється за допомогою гайок, шайб і втулок. На нижній кришці монтується друкований вузол та трансформатор TV1. Друкований вузол кріпиться чотирма гвинтами з шайбами, а трансформатор — двома гвинтами з шайбами.

Під час остаточного складання між верхньою та нижньою кришками встановлюються мережевий шнур XP1, запобіжник у тримачі та роз'єм XS1, які монтуються через спеціальні втулки. Така конструкція забезпечує зручність монтажу, надійність експлуатації та легкий доступ до внутрішніх компонентів виробу під час ремонту або обслуговування.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Конструкція проектного виробу характеризується високою технологічністю, що забезпечується застосуванням друкованого монтажу, уніфікованих радіоелементів та стандартних кріпильних деталей. Розміщення елементів на друкованій платі виконано таким чином, щоб забезпечити зручність їх монтажу, мінімізувати кількість перехрещень провідників та спростити операції пайки і контролю.

Двостороння друкована плата дозволяє раціонально використовувати площу, зменшити габарити виробу та підвищити щільність монтажу. Винесення тепловиділяючих елементів на радіатор полегшує складання та забезпечує безпечні умови експлуатації без ускладнення монтажного процесу.

Корпусна конструкція складається з двох основних частин (верхньої та нижньої кришок), що спрощує складання та доступ до внутрішніх вузлів під час ремонту. Кріплення елементів здійснюється стандартними гвинтовими з'єднаннями, що підвищує ремонтпридатність та зменшує час складання виробу.

Для складання та монтажу виробу застосовуються стандартні слюсарно-монтажні та електромонтажні інструменти:

- паяльник електричний (30–60 Вт) для пайки елементів на друкованій платі;
- припій та флюс для забезпечення якісного електричного з'єднання;
- викрутки (хрестові та плоскі) для монтажу гвинтових з'єднань;
- пасатижі та круглогубці для формування виводів елементів;
- бокорізи для обрізання надлишкових виводів;
- пінцет для встановлення дрібних компонентів.

Для підвищення точності та зручності складання використовуються:

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- монтажна плата або підставка для фіксації друкованої плати під час пайки;
- антистатичний килимок та браслет для захисту напівпровідникових елементів;
- тримачі та струбцини для фіксації корпусних деталей під час складання;
- вимірювальні прилади (мультиметр, амперметр, вольтметр) для контролю параметрів виробу після складання.

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

Технологія виготовлення двосторонньої друкованої плати комбінованим методом являє собою комплекс взаємопов'язаних механічних, хімічних та електрохімічних операцій, спрямованих на отримання точного провідного малюнка та забезпечення надійного електричного з'єднання між шарами плати.

На початковому етапі здійснюється підготовка основи. Як діелектричний матеріал використовується склотекстоліт FR-4, який відзначається високими ізоляційними властивостями, достатньою механічною міцністю, а також стійкістю до впливу вологи та підвищених температур. З обох боків заготовки нанесено мідне покриття товщиною близько 35 мкм, яке слугує базою для подальшого формування провідників і дозволяє реалізувати двостороннє трасування з високою щільністю монтажу.

Перед нанесенням захисного шару мідна поверхня проходить очищення, знежирення та легку підготовчу обробку. Це необхідно для забезпечення надійного зчеплення фоторезисту з основою. Після цього на плату наноситься світлочутливий фоторезист, який надалі формує захисний малюнок провідників.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Далі виконується фотолітографічний етап, під час якого на поверхню накладається фотошаблон із заданою конфігурацією провідних доріжок. Після опромінення ультрафіолетом відбувається зміна властивостей фоторезисту, що дозволяє сформувати необхідний захисний рельєф.

Наступною операцією є проявлення, у результаті якого видаляються ділянки фоторезисту, що не відповідають провідному рисунку. Таким чином утворюється захисна маска, що точно повторює майбутню схему доріжок. Після цього проводиться хімічне травлення у спеціальних розчинах (наприклад, персульфат амонію або хлорне залізо), під час якого незахищена мідь видаляється, а під захисним шаром залишається сформований провідний малюнок.

Для двосторонніх плат важливим етапом є створення електричного з'єднання між шарами. Це реалізується шляхом металізації отворів. Спочатку виконуються свердління згідно з кресленням, після чого внутрішні стінки отворів покриваються тонким шаром міді хімічним способом. Далі товщина шару збільшується гальванічним осадженням, що забезпечує достатню провідність і механічну міцність міжшарових переходів.

Після формування провідників і металізації отворів фоторезист видаляється, плата промивається та висушується. За потреби проводиться додаткове захисне покриття контактних майданчиків, наприклад лудіння або нанесення паяльної маски, що запобігає окисненню міді та покращує якість подальшого монтажу.

Завершальним етапом є контроль якості готової друкованої плати. Перевіряється цілісність доріжок, відсутність коротких замикань, відповідність геометрії вимогам креслення, а також якість металізації перехідних отворів.

У процесі виробництва використовуються основні матеріали: склотекстоліт FR-4, мідна фольга, фоторезист, травильні та проявні хімічні розчини, а також матеріали для захисного покриття (паяльні маски, припої,

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лаки). До допоміжних речовин належать знежирювачі (спирти, ацетон), промивні рідини та засоби для очищення і сушіння поверхонь.

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:

$$K_{\text{вик.імс}} = \frac{H_{\text{імс}}}{H_{\text{імс}} + H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{1}{1 + 49} = 0,02 \quad (2.15)$$

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

$$K_{\text{А.М}} = \frac{H_{\text{А.М}}}{H_{\text{М}}} = \frac{130}{130} = 1 \quad (2.16)$$

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

$H_{\text{М}}$ – загальна кількість монтажних з'єднань.

Коефіцієнт амортизації і механізації підготовки ЕРЕ до монтажу $K_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{М.П.ЕРЕ}} = \frac{H_{\text{М.П.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = \frac{49}{49} = 1 \quad (2.17)$$

де $H_{\text{М.П.ЕРЕ}}$ кількість ЕРЕ, підготовка до яких до монтажу здійснюється або може здійснюватися механізованим або автоматизованим методом, тобто наявні механізми, обладнання чи оснастки для виконання цих операцій. До

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

числа вказаних ЕРЕ входять і такі, що не потребують спеціальної підготовки до монтажу.

Коефіцієнт повторюваності електрорадіоелементів $K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{ПОВТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ЕРЕ}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{38}{49} = 0,22 \quad (2.18)$$

де $H_{\text{ЕРЕ}}$ – загальна кількість ЕРЕ у виробі.

Коефіцієнт застосовності електрорадіоелементів $K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{ЗАСТ.ЕРЕ}} = 1 - \frac{H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}}{H_{\text{Т.ЕРЕ}}} = 1 - \frac{49}{49} = 0 \quad (2.19)$$

де $H_{\text{Т.ОР.ЕРЕ}}$ кількість типорозмірів оригінальних ЕРЕ у виробів

$H_{\text{Т.ЕРЕ}}$ – загальна кількість типорозмірів ЕРЕ у виробі

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

$$K_{\text{ВСТ.Р}} = 1 - \frac{H_{\text{ВСТ.Р}}}{H_{\text{ЕРЕ}}} = 1 - \frac{5}{49} = 0,89 \quad (2.20)$$

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

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

$$K_{\phi} = \frac{D_{\text{пр}}}{D} = \frac{1}{1} = 1 \quad (2.21)$$

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

Комплексний показник технологічності K визначається за формулою

$$K = \frac{K1\phi1 + K2\phi2 + \dots + Ki\phi i}{\phi1 + \phi2 + \dots + \phi i} = \frac{0,02*1 + 1*1 + 1*0,75 + 0,22*0,5 + 0*0,310 + 0,89*0,187 + 1*0,110}{1 + 1 + 0,75 + 0,5 + 0,310 + 0,187 + 0,110} = 0,55 \quad (2.22)$$

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

$$\frac{K}{K_n} \geq 1 \quad (2.23)$$

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

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;
- установка трансформатора у нижню частину корпусу;
- кріплення трансформатора до нижньої частини корпусу за допомогою двохгвинтів;
- кріплення гнізд, резистора запобіжника;
- фіксація кришок за допомогою саморізів.

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

- розконсервація друкованої плати;
- маркування заводського номера;

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок обсягу інвестицій, необхідних для реалізації проектних рішень

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

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

Вартість будівель розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

При цьому вартість обладнання складає:

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

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

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

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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

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

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

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

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

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

4) Загальний обсяг виробничих інвестицій розраховується за формулою:

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

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

5) Величина амортизаційних відрахувань розраховується за формулою:

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

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

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

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

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

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 - Розрахунок річних амортизаційних відрахувань

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

3.2 Розрахунок собівартості продукції

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

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

Виробнича собівартість

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

Повна собівартість

Рекомендації щодо розрахунку статей калькуляції собівартості продукції.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

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

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

$$B_M = 761 \times 1,04 = 796,64 \text{ (грн.)}$$

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	75	75
2	Кришка нижня	1	70	70
3	Кришка верхня	1	70	70
4	Мікросхема	1	70	70
5	Конденсатори електролітичні	7	10	70
6	Конденсатори постійні	6	1	6
7	Резистори постійні	20	0,5	10
8	Амперметр	1	100	100
9	Вольтметр	1	100	100
10	Кнопка	2	10	20
11	Роз'єм	3	10	30
12	Світлодіод	1	10	10
13	Транзистор	7	5	35
14	Трансформатор	1	100	100
				766

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 ($B_{о.з.пл.}$):

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$P_{\text{від}} = \frac{35}{60} \times 220 = 128,33(\text{грн})$$

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

$C_{\text{г}}$ – годинна тарифна ставка відповідно до розряду виконуваних робіт (див. додаток А).

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

Таблиця 3.3- Розрахунок основної заробітної плати

№ з/п	Назва операції	$T_{\text{шт}, \text{хв.}}$	Розряд	Годинна тарифна ставка, $(C_{\text{г}})$, грн/год
1	Пайка	14	V	220
2	Регулювання	10	V	220
3	Складання	8	V	220
	Всього	35		

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:

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

$$B_{\text{дод.з.пл.}} = 128,33 \times 0,11 = 14,12 (\text{грн})$$

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:

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

$$C_{\text{в.с.з.}} = \frac{22}{100} \times (128,33 + 14,12) = 31,34 \text{ (грн)}$$

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

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

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

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

$$V_{\text{уео}} = \frac{60}{100} \times (117,33 + 12,91) = 78,14 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{уео}}$ - відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання (приймається 60%);

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

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

$$B_{\text{зв}} = \frac{102}{100} \times (117,33 + 12,91) = 132,84 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{\text{зв}}$ - відсоток загальновиробничих витрат (приймають 102%).

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

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

$$S_{\text{вир}} = 796,64 + (128,33 + 14,12 + 31,34) + 78,14 + 132,84 = 1181,41 \text{ грн.)}$$

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						51
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	796,64
2	Основна заробітна плата виробничих робітників	128,33
3	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	14,12
4	Відрахування на соціальні заходи	31,34
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	78,14
6	Загальновиробничі витрати	132,84
Разом виробнича собівартість (сума 1-6), в тому числі:		1181,41
7	-змінні (сума 1-4) $B_{зм.од}$	970,43
8	-умовно-постійні (сума 5-6) $B_{уп.од}$	210,98

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

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

$$Ц_{одпр} = 1181,41 \times \frac{100 + 22}{100} = 1441,32 \text{ (грн.)}$$

де $\alpha_{пр}$ —відсоток запланованого прибутку (приймається 22%);

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:

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

$$\Pi_p = (1441,32 - 1181,41) \times 1680 = 436648,8 \text{ (грн),}$$

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

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

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

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

2) Чистий прибуток від реалізації проекту розраховується за формулою:

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

$$\text{ЧП} = 436648,8 - 436648,8 \times \frac{18}{100} = 358052,02(\text{грн.})$$

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

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

3) Собівартість всього виробництва розраховується за формулою:

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

$$S_{повq} = 1181,41 \times 1680 = 1984768,8(\text{грн.})$$

4) Рентабельність продукції визначається за формулою:

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

$$P_{п} = \frac{358052,02}{1984768,8} \times 100\% = 18,04 \%$$

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

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

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

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

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

$$\Gamma\Pi = 358052,02 + 1031,25 = 359083,27(\text{грн.}),$$

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 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за формулою:

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

$$\text{ЧТВ} = 326439,34 - 229125 = 97314,34 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ТВ} = \frac{359083,27}{(1 + 0,1)^1} = 326439,34 \text{ (грн.)}$$

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:

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

$$\text{ІП} = \frac{326439,34}{229125} = 1,42$$

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						54
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($T_{ок_{диск}}$) характеризує кількість років, за які будуть відшкодовані початкові інвестиції та розраховується за формулою:

$$T_{ок_{диск}} = \frac{II}{GP_{диск}} \quad (3.24)$$

$$T_{ок_{диск}} = \frac{229125}{326439,34} = 0,7 \text{ р}$$

де $GP_{диск}$ - середньорічна величина дисконтованих грошових потоків:

$$GP_{диск} = \frac{TB}{t}, \quad (3.25)$$

$$GP_{диск} = \frac{326439,34}{1} = 326439,34 \quad (\text{грн.})$$

де t - кількість років інвестування.

Підсумки вищенаведених розрахунків доцільно звести в табл. 3.5

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

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний обсяг виробництва виробу:	од.	1680
2	Собівартість виробу	грн./од.	1181,41
3	Ціна одиниці виробу	грн./од.	1441,32
4	Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту	грн.	229125
5	Чистий прибуток	грн.	358052,02
6	Рентабельність виробу	%	18,04
8	Чиста теперішня вартість проекту	грн.	97314,34
9	Індекс прибутковості	-	2,0
10	Дисконтований термін окупності інвестицій	років	0,7

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Фінансування охорони праці на підприємстві.

Фінансування охорони праці на підприємстві є однією з ключових умов забезпечення безпечних і здорових умов праці. Без належного матеріального забезпечення неможливо реалізувати жодні заходи, спрямовані на попередження виробничого травматизму та професійних захворювань. У сучасних умовах господарювання питання фінансування охорони праці набуває особливого значення, оскільки безпосередньо впливає не лише на безпеку працівників, а й на ефективність діяльності підприємства в цілому.

Перш за все, слід зазначити, що фінансування охорони праці регламентується законодавством України. Основним нормативним актом у цій сфері є Закон України «Про охорону праці», який визначає, що роботодавець зобов'язаний забезпечувати фінансування заходів з охорони праці в обсягах, необхідних для створення безпечних і нешкідливих умов праці. Витрати на охорону праці не можуть розглядатися як другорядні або необов'язкові — вони є обов'язковою складовою витрат підприємства.

Фінансування охорони праці здійснюється, як правило, за рахунок власних коштів підприємства. Це означає, що всі витрати, пов'язані із забезпеченням безпечних умов праці, покладаються на роботодавця. У бюджеті підприємства ці витрати плануються окремим розділом і повинні враховувати всі необхідні заходи, включаючи закупівлю засобів захисту, проведення навчання, медичних оглядів, модернізацію обладнання тощо.

Одним із основних принципів фінансування охорони праці є його плановість. На підприємстві щорічно розробляється план заходів з охорони праці, який включає перелік робіт, терміни їх виконання та необхідні фінансові ресурси. Такий підхід дозволяє системно підходити до вирішення питань безпеки праці та уникати стихійного або недостатнього фінансування.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливою складовою є також нормативне визначення мінімального рівня витрат на охорону праці. Згідно із законодавством, підприємства зобов'язані витрачати на ці цілі не менше певного відсотка від фонду оплати праці за попередній рік. Це забезпечує мінімальний гарантований рівень фінансування незалежно від фінансового стану підприємства.

Основні напрями використання коштів на охорону праці охоплюють широкий спектр заходів. Насамперед це придбання засобів індивідуального та колективного захисту. До них належать спецодяг, спецвзуття, захисні каски, окуляри, рукавиці, респіратори, а також огороження, вентиляційні системи та інші технічні засоби безпеки.

Другим важливим напрямом є навчання та інструктаж працівників. Фінансування включає витрати на проведення навчальних курсів, підвищення кваліфікації, перевірку знань з охорони праці, а також розробку навчальних матеріалів. Це дозволяє підвищити рівень обізнаності працівників щодо безпечних методів роботи.

Значні кошти спрямовуються на проведення медичних оглядів. Попередні та періодичні медичні огляди є обов'язковими для працівників, які зайняті на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці. Це дозволяє своєчасно виявляти захворювання та запобігати їх розвитку.

Ще одним напрямом фінансування є поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці. Сюди входять витрати на вентиляцію, освітлення, опалення, водопостачання, облаштування санітарно-побутових приміщень (душові, гардеробні, кімнати відпочинку).

Окрему категорію становлять витрати на модернізацію та заміну обладнання. Використання застарілої техніки часто є причиною нещасних випадків, тому інвестування в нове обладнання є важливою складовою профілактики травматизму.

Фінансування також включає витрати на розслідування та облік нещасних випадків, розробку заходів щодо їх попередження, а також

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компенсації постраждалим працівникам. У разі настання нещасного випадку підприємство несе матеріальну відповідальність, що ще раз підкреслює важливість профілактичних витрат.

Особливе місце займає економічне стимулювання охорони праці. Підприємства можуть запроваджувати системи преміювання працівників за дотримання вимог безпеки, відсутність травматизму, активну участь у заходах з охорони праці. Це сприяє формуванню культури безпеки на виробництві.

Важливим аспектом є також контроль за використанням коштів. Витрати на охорону праці повинні використовуватися за цільовим призначенням. Контроль здійснюється як внутрішніми службами підприємства, так і державними органами нагляду. Неефективне або нецільове використання коштів може призвести до адміністративної або навіть кримінальної відповідальності.

Необхідно відзначити, що фінансування охорони праці має не лише витратний, але й економічно вигідний характер. Інвестиції у безпеку праці дозволяють зменшити витрати на лікування працівників, виплату компенсацій, простої виробництва, а також підвищити продуктивність праці. Таким чином, витрати на охорону праці слід розглядати як інвестиції у стабільний розвиток підприємства.

У сучасних умовах дедалі більшого значення набуває впровадження систем управління охороною праці, які передбачають комплексний підхід до фінансування. Це включає аналіз ризиків, планування заходів, оцінку ефективності витрат і постійне вдосконалення системи безпеки.

Підсумовуючи, можна зазначити, що фінансування охорони праці є обов'язковою і невід'ємною частиною діяльності будь-якого підприємства. Воно забезпечує реалізацію заходів, спрямованих на збереження життя і здоров'я працівників, та сприяє підвищенню ефективності виробництва. Рациональне та достатнє фінансування є запорукою створення безпечного

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробничого середовища та дотримання законодавчих вимог у сфері охорони праці.

4.2 Визначення понять «електробезпека», «електротравма», «електротравматизм».

Електробезпека є однією з найважливіших складових системи охорони праці, оскільки електрична енергія широко використовується у всіх сферах виробництва, побуту та господарської діяльності людини. Використання електрообладнання значно полегшує виконання різноманітних робіт, однак одночасно створює потенційну небезпеку для життя та здоров'я людини. Нехтування правилами безпечного поводження з електричним струмом може призвести до тяжких наслідків: травмування, опіків, порушення роботи внутрішніх органів, інвалідності або навіть смерті. Саме тому важливе значення мають поняття «електробезпека», «електротравма» та «електротравматизм», які є основними категоріями у сфері охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Під поняттям електробезпеки розуміють систему організаційних і технічних заходів, а також засобів, що забезпечують захист людей від небезпечного та шкідливого впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики. Основною метою електробезпеки є створення таких умов праці та експлуатації електроустановок, за яких повністю виключається або максимально знижується ризик ураження людини електричним струмом.

Електробезпека охоплює комплекс різноманітних заходів. До організаційних заходів належать проведення інструктажів, навчання персоналу, перевірка знань з питань електробезпеки, оформлення допуску до роботи, контроль за технічним станом обладнання та дотриманням правил експлуатації електроустановок. Технічні заходи включають застосування

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захисного заземлення, занулення, автоматичного вимкнення живлення, ізоляції струмовідних частин, використання захисних огорожень, попереджувальних знаків та індивідуальних засобів захисту.

Особливістю електричного струму є те, що людина не може виявити його органами чуття на відстані. Струм не має кольору, запаху чи звуку, тому небезпека його дії часто є прихованою. Ураження електричним струмом може статися раптово під час дотику до струмовідних частин обладнання, пошкодженої ізоляції, металевих корпусів електроприладів, які опинилися під напругою, або внаслідок наближення на небезпечну відстань до високовольтних установок.

Ступінь небезпечності дії електричного струму залежить від багатьох чинників. Найбільший вплив мають сила струму, напруга, тривалість проходження струму через організм людини, шлях проходження струму, частота електричного струму, стан шкіри людини, умови навколишнього середовища та фізичний стан потерпілого. Особливо небезпечним є проходження струму через серце, головний мозок та органи дихання. Навіть невеликі значення струму можуть викликати судоми м'язів, втрату свідомості або зупинку серця.

Важливим поняттям у сфері електробезпеки є електротравма. Електротравмою називають травму, яка виникає внаслідок дії електричного струму або електричної дуги на організм людини. Електротравми можуть бути місцевими або загальними. Місцеві електротравми характеризуються локальним ушкодженням тканин організму, а загальні супроводжуються порушенням діяльності життєво важливих органів та систем.

До місцевих електротравм належать електричні опіки, електричні знаки, металізація шкіри, механічні ушкодження та електроофтальмія. Електричні опіки є найбільш поширеним видом електротравм. Вони виникають унаслідок проходження струму через тканини організму або дії електричної дуги. Такі

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опіки можуть бути поверхневими або глибокими, уражати не лише шкіру, а й м'язи, судини та внутрішні органи.

Електричні знаки — це специфічні ушкодження шкіри у вигляді плям сірого або жовтуватого кольору, які утворюються в місцях контакту людини зі струмовідними частинами. Металізація шкіри виникає внаслідок проникнення дрібних частинок металу в поверхневі шари шкіри під дією електричної дуги. Електроофтальмія являє собою ураження очей ультрафіолетовим випромінюванням електричної дуги, що супроводжується запаленням слизової оболонки очей, болем та тимчасовим погіршенням зору.

Загальні електротравми, або електричні удари, є особливо небезпечними. Вони виникають унаслідок проходження електричного струму через організм людини та супроводжуються порушенням роботи нервової системи, серця, органів дихання та інших життєво важливих органів. Електричні удари поділяються на кілька ступенів залежно від тяжкості наслідків: від судомного скорочення м'язів без втрати свідомості до клінічної смерті.

Однією з найнебезпечніших дій електричного струму є фібриляція серця — хаотичне скорочення серцевих м'язів, за якого серце перестає нормально перекачувати кров. Без своєчасної медичної допомоги та проведення реанімаційних заходів такий стан призводить до смерті потерпілого. Крім того, електричний струм може спричиняти параліч дихання, судоми, втрату свідомості та інші тяжкі порушення діяльності організму.

Ще одним важливим поняттям є електротравматизм. Електротравматизмом називають сукупність електротравм, що виникають у певних умовах виробництва, побуту або в окремій галузі діяльності за певний проміжок часу. Іншими словами, електротравматизм характеризує рівень та частоту випадків ураження людей електричним струмом.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз електротравматизму дозволяє визначити основні причини виникнення нещасних випадків, оцінити ефективність заходів електробезпеки та розробити способи запобігання травмуванню людей. Найчастіше причинами електротравматизму є порушення правил експлуатації електрообладнання, незадовільний технічний стан електроустановок, пошкодження ізоляції, відсутність захисних засобів, низький рівень професійної підготовки працівників, недотримання інструкцій з охорони праці та необережність персоналу.

У виробничих умовах підвищену небезпеку становлять роботи в сирих приміщеннях, на відкритому повітрі, у металевих резервуарах, колодязях та інших місцях із підвищеною електропровідністю. Волога, пил, висока температура та наявність металевих конструкцій значно підвищують ризик ураження електричним струмом. Саме тому для таких умов встановлюються додаткові вимоги безпеки та використовуються спеціальні засоби захисту.

Для зниження рівня електротравматизму важливе значення мають профілактичні заходи. До них належать регулярний технічний огляд електрообладнання, перевірка ізоляції, використання автоматичних засобів захисту, проведення інструктажів і навчання працівників, застосування засобів індивідуального захисту, а також суворе дотримання правил техніки безпеки. Працівники, які обслуговують електроустановки, повинні мати відповідну кваліфікацію та групу допуску з електробезпеки.

Важливу роль у забезпеченні електробезпеки відіграють засоби захисту. До основних засобів індивідуального захисту належать діелектричні рукавички, боти, калоші, ізолювальні штанги, покажчики напруги та інструменти з ізольованими ручками. Також використовуються колективні засоби захисту: захисне заземлення, занулення, блокування, огороження та попереджувальна сигналізація.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У разі ураження людини електричним струмом велике значення має своєчасне надання першої допомоги. Насамперед необхідно швидко звільнити потерпілого від дії струму, дотримуючись при цьому власної безпеки. Після цього слід оцінити стан потерпілого, перевірити наявність свідомості, дихання та пульсу. За потреби необхідно негайно розпочати серцево-легеневу реанімацію та викликати швидку медичну допомогу.

Отже, електробезпека є важливою складовою охорони праці та безпеки життєдіяльності людини. Вона спрямована на запобігання небезпечному впливу електричного струму на організм людини. Електротравма є наслідком дії електричного струму або електричної дуги, а електротравматизм характеризує сукупність випадків ураження електричним струмом у певних умовах. Дотримання правил електробезпеки, правильна експлуатація електрообладнання, використання засобів захисту та належна підготовка працівників є основними умовами збереження життя і здоров'я людей.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні даного проекту було здійснено розробку конструкції «Генератор стабільного струму для зарядки акумуляторів, блока живлення.». 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 130×85мм з координатною сіткою 2,5мм. Також отримана плата має мінімальні паразитні зв'язки.

Найкращим методом для виготовлення друкованої плати виявився комбінований метод. Елементи розміщені на друкованому вузлі досить компактно. Проведено розрахунок друкованого монтажу в результаті якого визначено ширину друкованих провідників, відстань між друкованими провідниками, між провідником і контактною площадкою, діаметри монтажних отворів.

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

Було виготовлено п'ять креслень для розробки пристрою: електрична принципова схема, схема електрична структурна, друкована плата, друкований вузол, складальне креслення виробу.

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Генератор стабільного струму для зарядки акумуляторів, блока живлення т [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://radiolub./page/zhurnal-radio-2005-8> (дата звернення 4.02.2026).

2. Конденсатор ЕСАР-"Ерcos" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.radiolibrary./reference/transformers-tn/tn20.html> (дата звернення 1.02.2026).

3. Резистор MFP [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <https://www.chipdip./product/elc10d101e> www.cityradio.narod. (дата звернення 3.02.2026).

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

5. Конденсатор B32529C1102J000 " [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).

6. Діод 1N4007 "Diotec" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).

7. Діод 1N3181 "DC" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organzacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html> (дата звернення 4.02.2026).

8. Запобіжник AFU-T-06-1 A-250B "ECE" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red> (дата звернення 1.02.2026).

9. Резистор 16K1-B50K [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html (дата звернення 1.02.2026).

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Тумблер KN3(B)-202-A2 "EMAS" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://eandc./catalog/detail.php?ID=3809>(дата звернення 1.02.2026).
11. Трансформатор B78386-P1116-A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.www.vprl. (дата звернення 1.02.2026).
12. Діод KBPC3501-G "Comchip Technology" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
13. Світлодіод L-1503GT [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://www.rct./catalog/box-header-connector/pbs-4.html>. (дата звернення 4.02.2026).
14. Діод DB107 "Kingtronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta-organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html>(дата звернення 4.02.2026).
15. Транзистор BC556B "Luguang" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).
16. Транзистор BC546A [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).
17. Транзистор BD140 "STMicroelectronics" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://ipart.com/download/3655a026-13e6-4b56-a0bb-8fd05df9b19d.pdf> www.radio-portal.www.vprl.(дата звернення 1.02.2026).
18. Транзистор BD139 "JCET" [електронний ресурс] – Режим доступу <http://www.platan./shop/part/PBS-4.html>. (дата звернення 3.02.2026).
19. Вольтметр M42301 "RUICHI" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL <http://studies.in.ua/bjd-zaporojec/1211-173-osnovn-tehnchn-ta->

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

organizacyn-zahodi-schodo-proflaktiki-virobnichogo-travmatizmu-ta-profesynoyi-zahvoryuvanost.html(дата звернення 4.02.2026).

20. Амперметр ama-801-10 "ЕКФ" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: <https://www.chipdip./product/asw-09-102-red>(дата звернення 1.02.2026).

21. Мікросхема LM741CN/NOPB "Texas Instruments" [електронний ресурс] – Режим доступу: URL: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/leg-12_62137.html(дата звернення 1.02.2026).

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

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

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

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

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

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

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

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

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

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

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

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

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

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

35. 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.

36. 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.

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

38. Сайт спільноти розробників проектів на ARDUINO .URL: https://projecthub.arduino.cc/?_gl=1*4147w4*_ga*OTkyMzgzOTAwLjE3MTYwNTM3MjY.*_ga_NEXN8H46L5*MTcxNjkyMjQ0S4yLjEuMTcxNjkyMjUzOS4wLj

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

AuMTUxNjM0NjA3MQ..*_fplc*OUZZTmxzbGU4MkNZbiUyRkNCTHJmazAwbj
drNWNDZTc5QUV6OFRib3A2ck5RNzhvOVY3JTJGYXhRcDNIWHAzWWxZWl
JTVXkySndINXl4bUpNZCUyQkNiN29jajJqckF2c0tRMGlhdVU3SVhYRTY4ZDd
Rb016bCUyRjBhZlQwY0ZlM3hubEEIM0QIM0Q(дата звернення 28.05.2024).

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

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

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

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

ДОДАТКИ

Додаток А Друкована плата

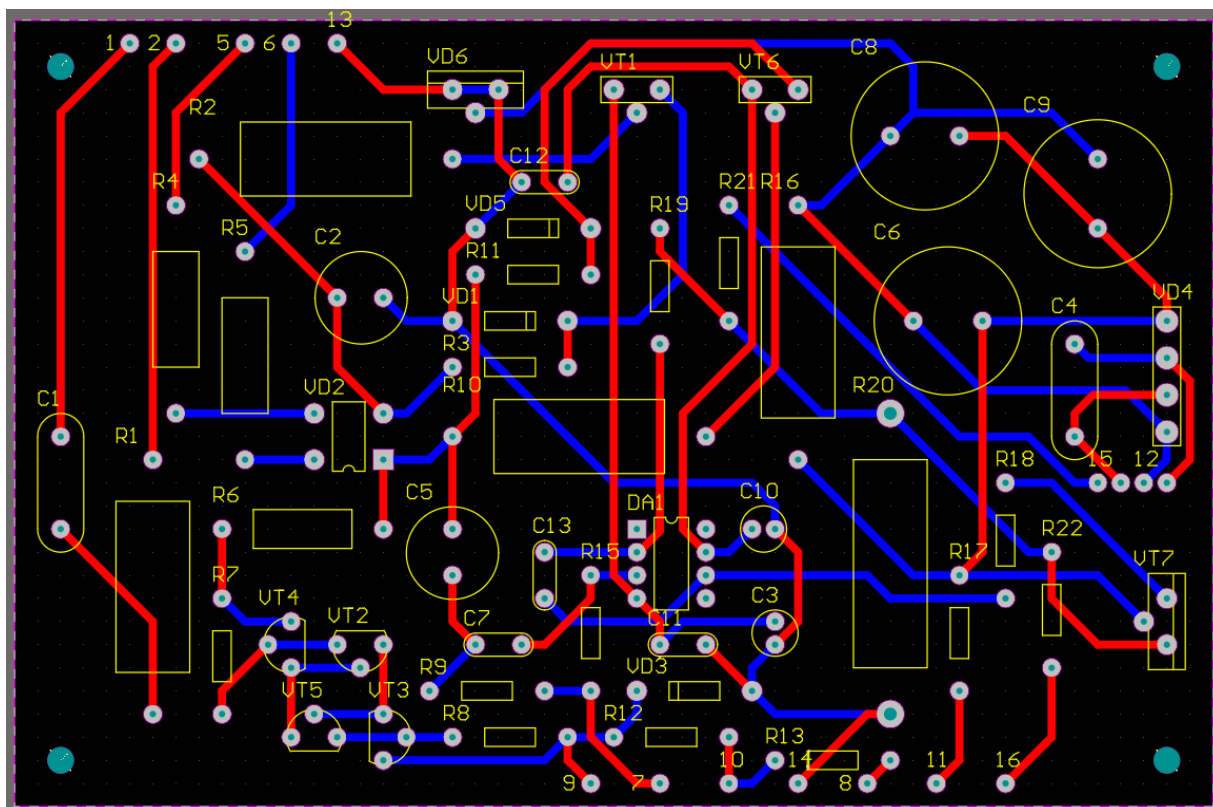


Рисунок А.1 – Друкована плата

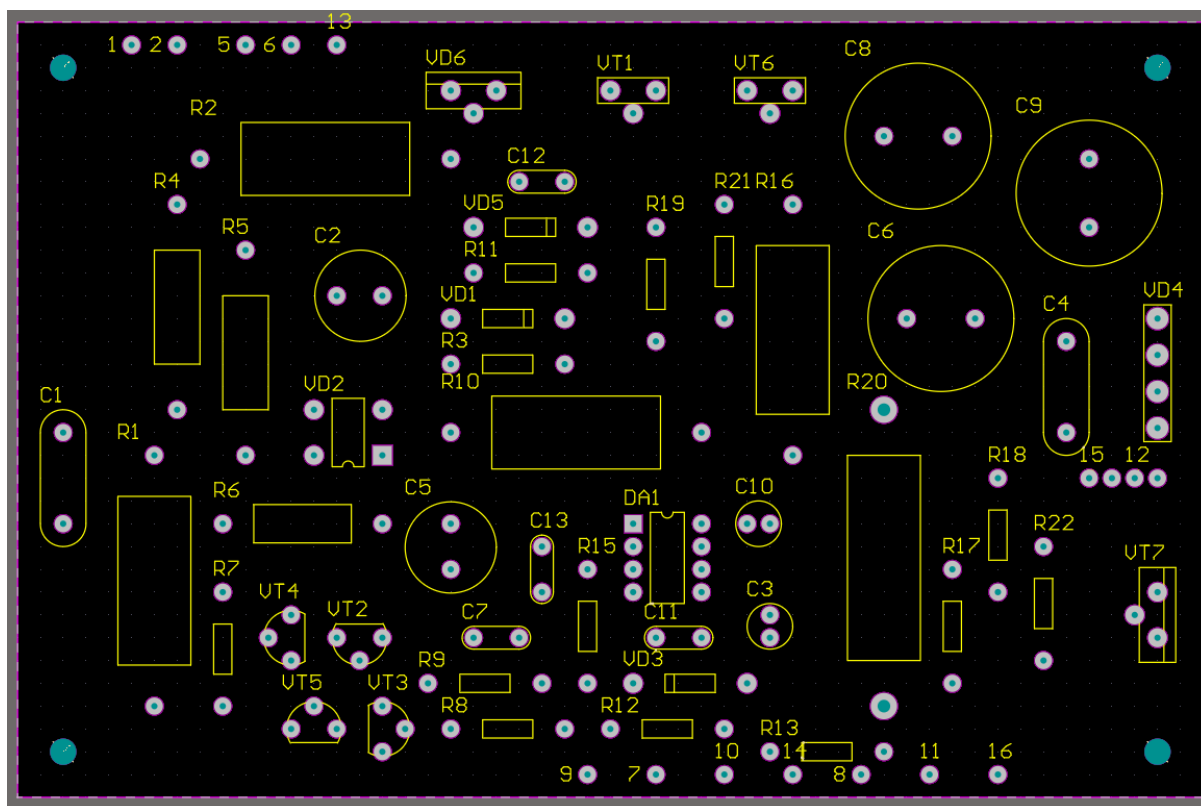


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Overlay

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1

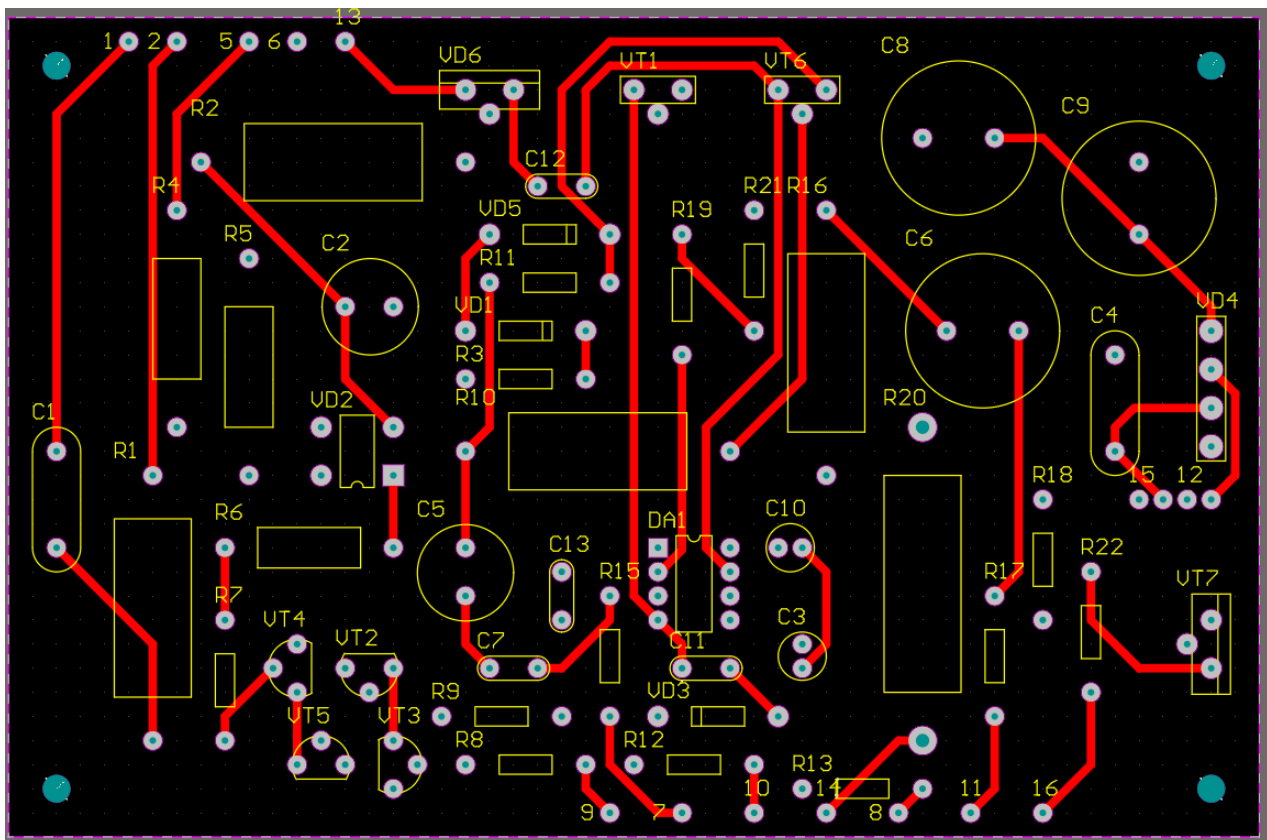


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Top

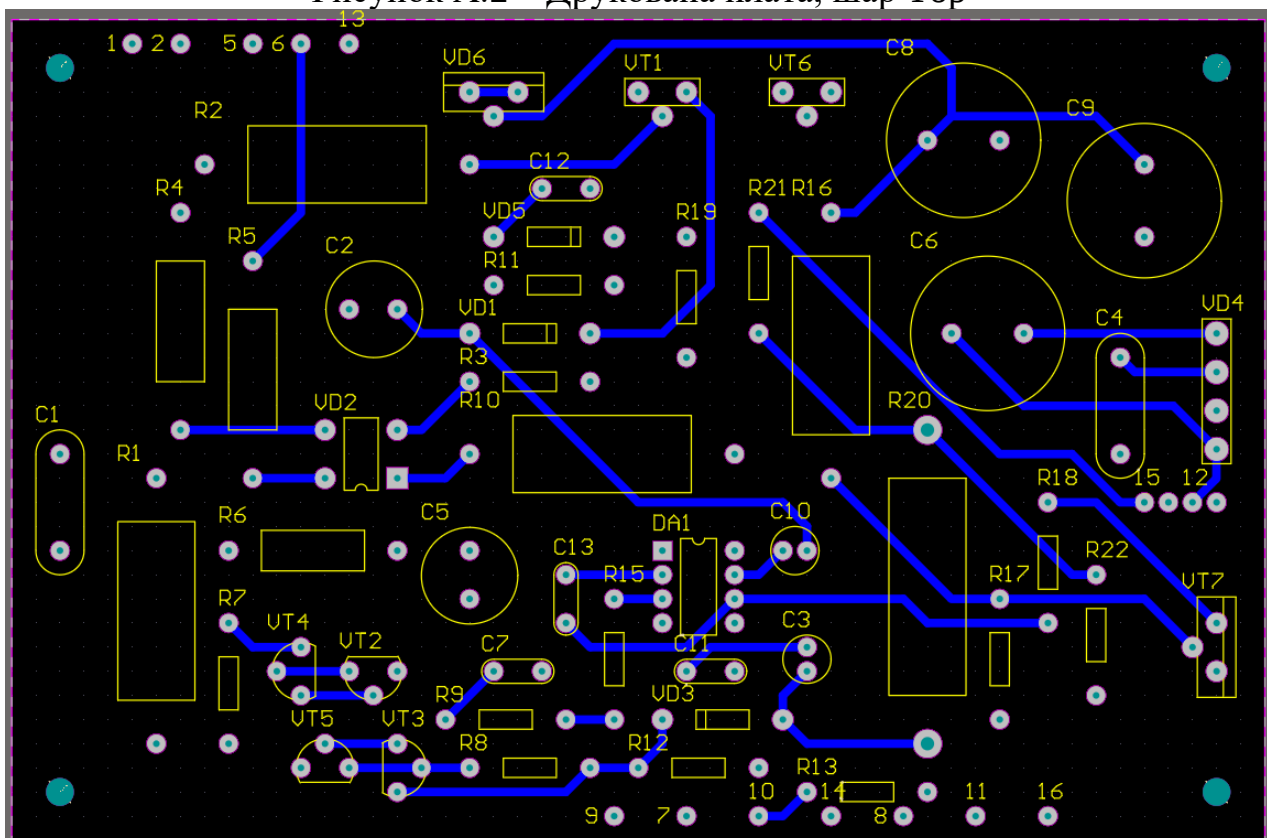


Рисунок А.2 – Друкована плата, шар Bottom

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ

Арк.

2

Додаток Б 3D модель пристрою

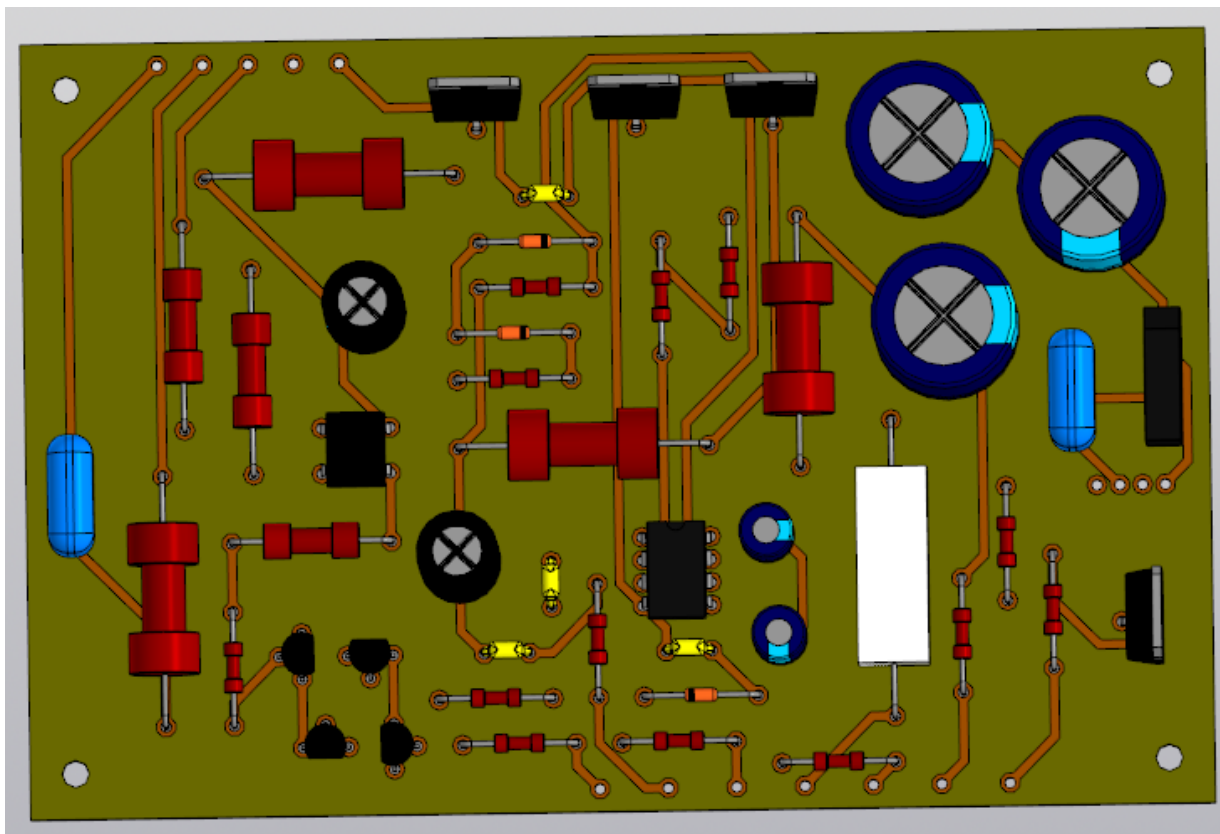


Рисунок Б.1 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний

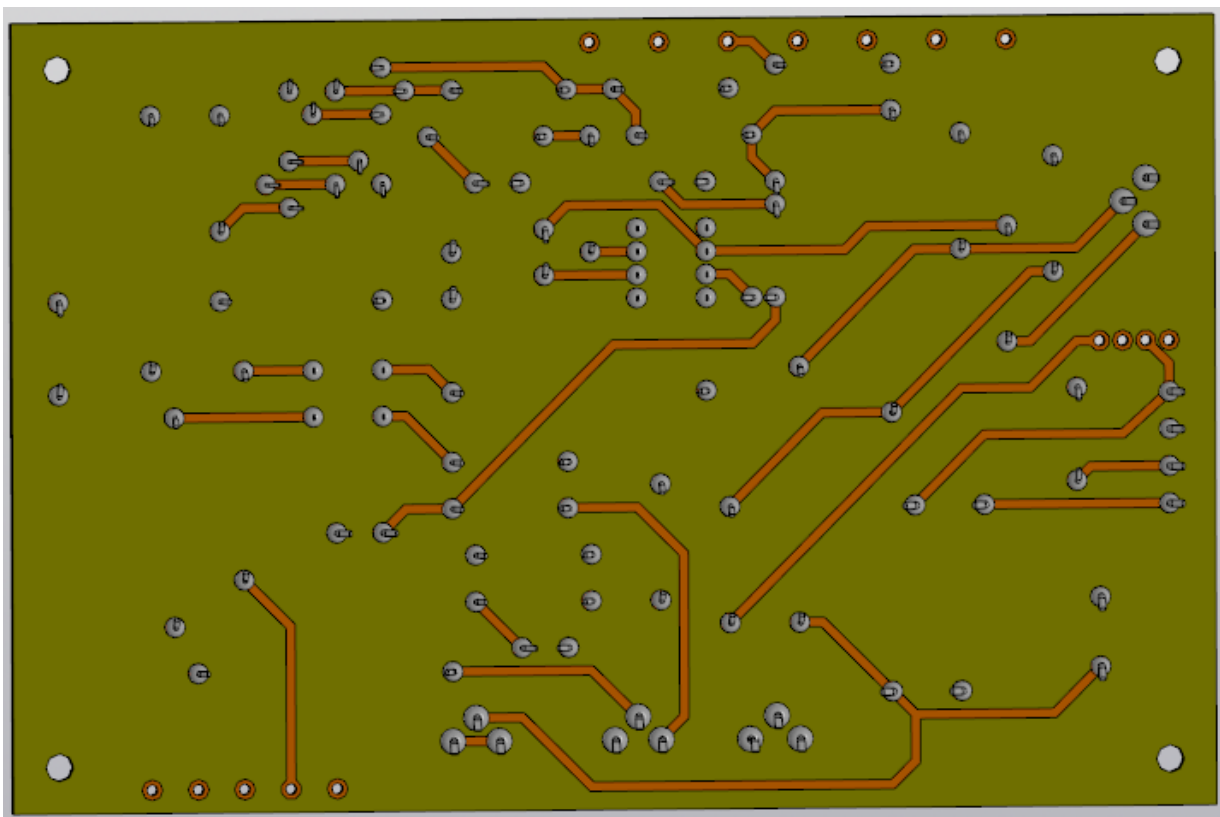


Рисунок Б.2 – 3D модель пристрою, вузол друкуваний знизу

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

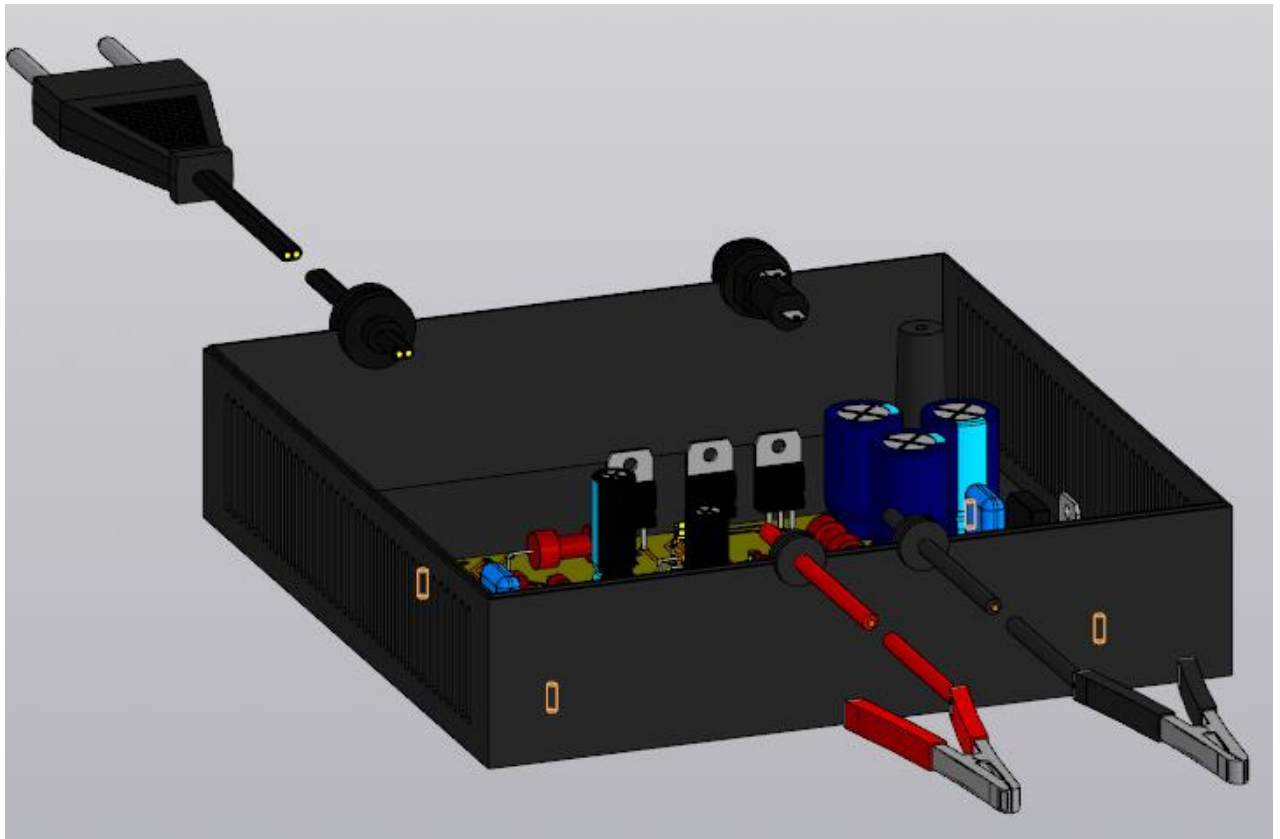


Рисунок Б.3– 3D модель пристрою, нижня кришка

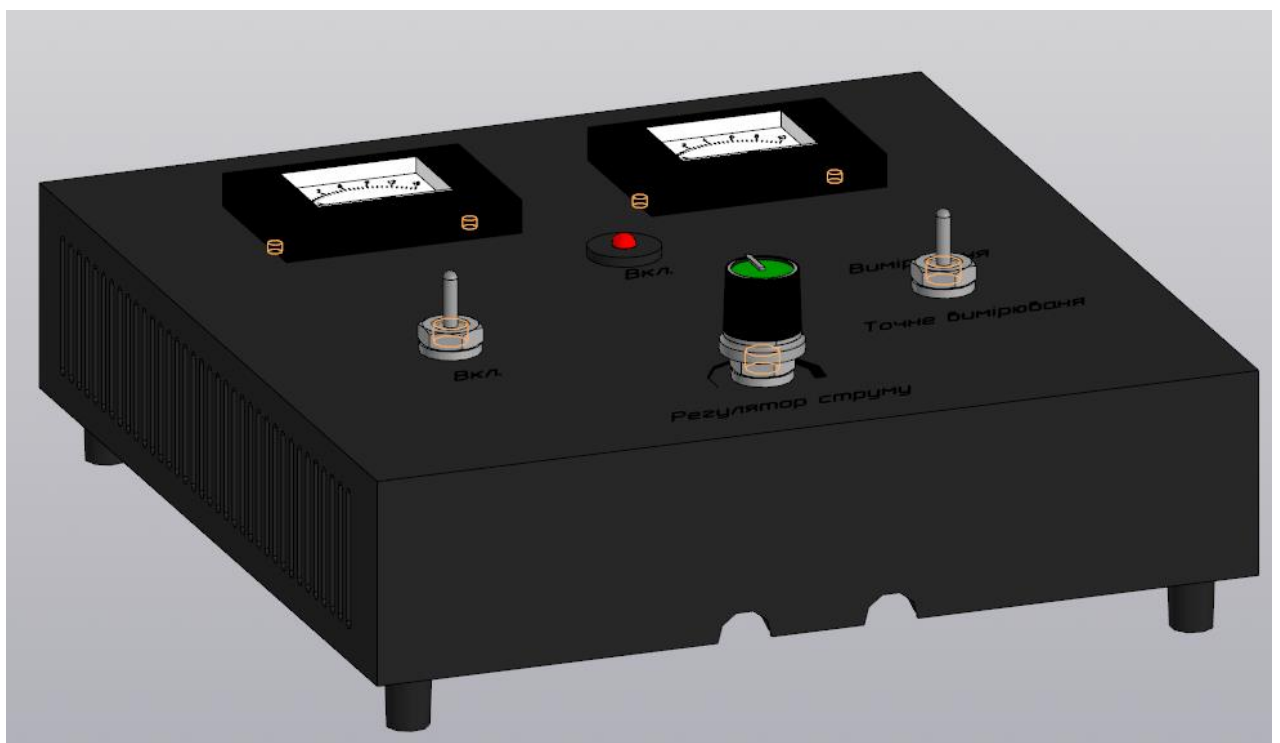


Рисунок Б.4 – 3D модель пристрою, верхня кришка

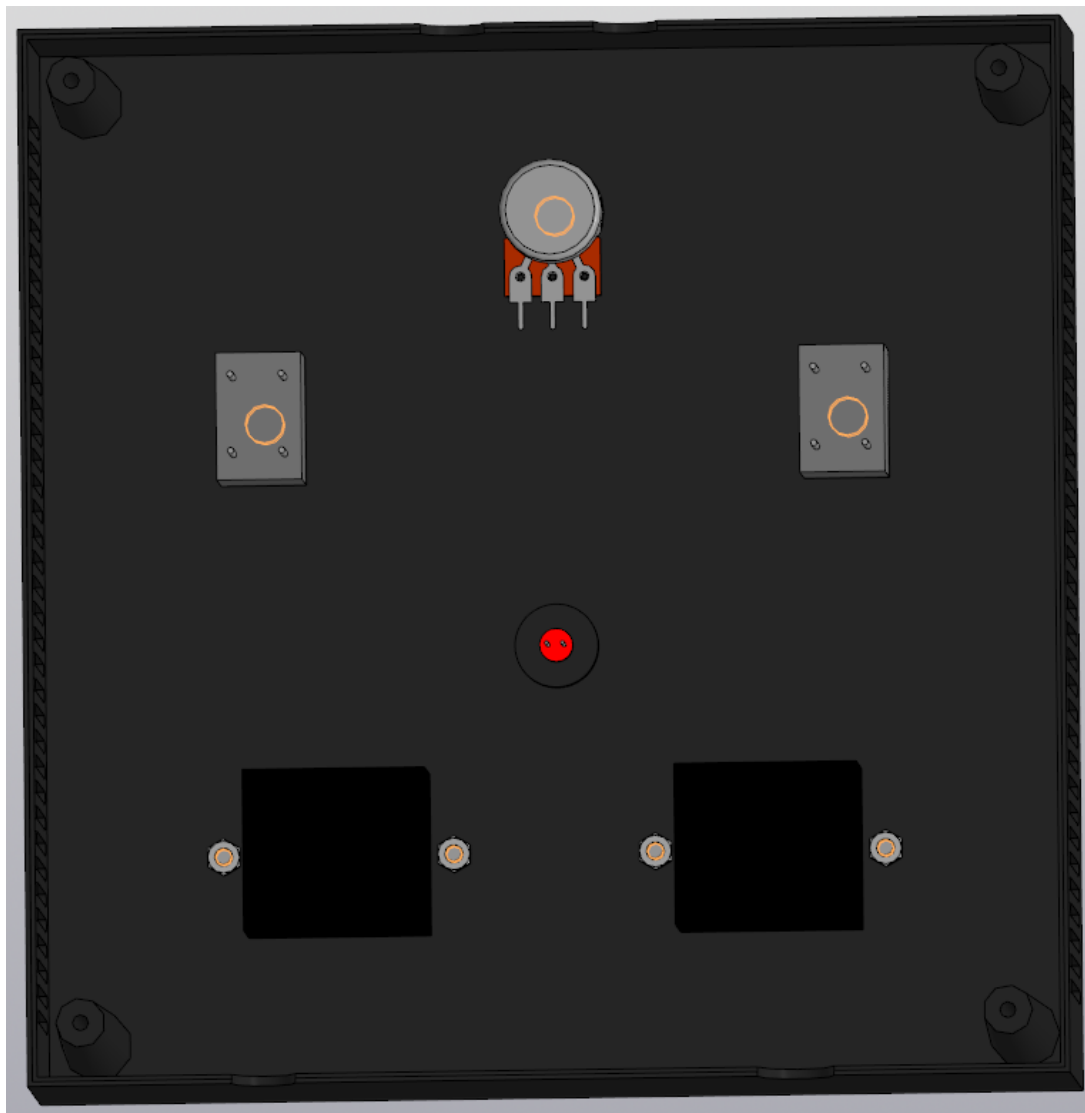


Рисунок Б.5 – 3D модель пристрою, верхня кришка знизу

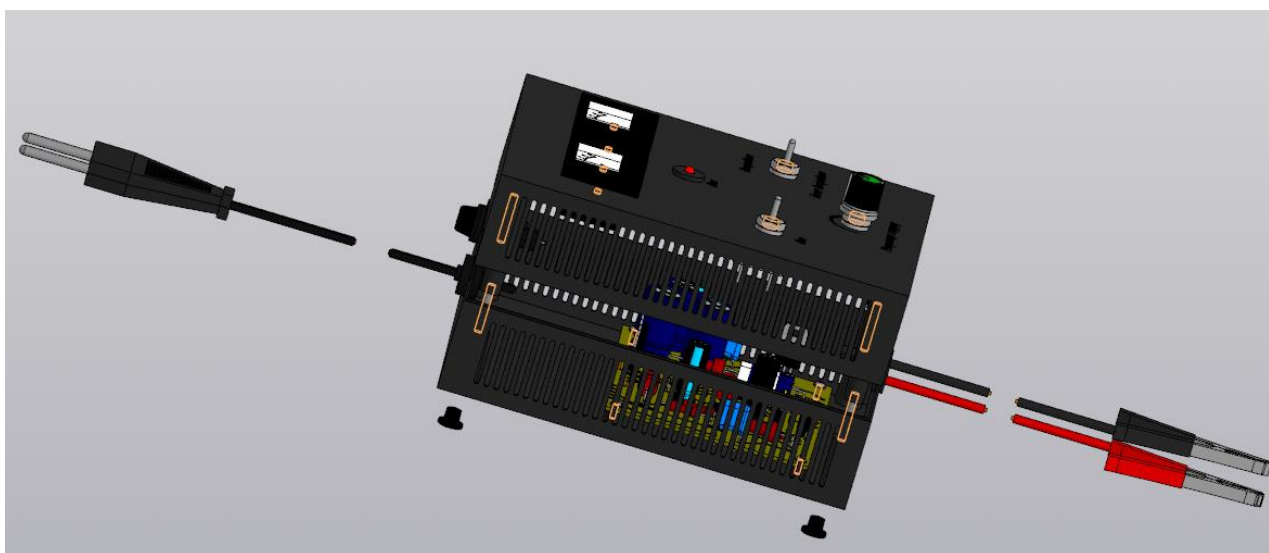


Рисунок Б.6 – 3D модель пристрою, загальний вигляд збоку

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

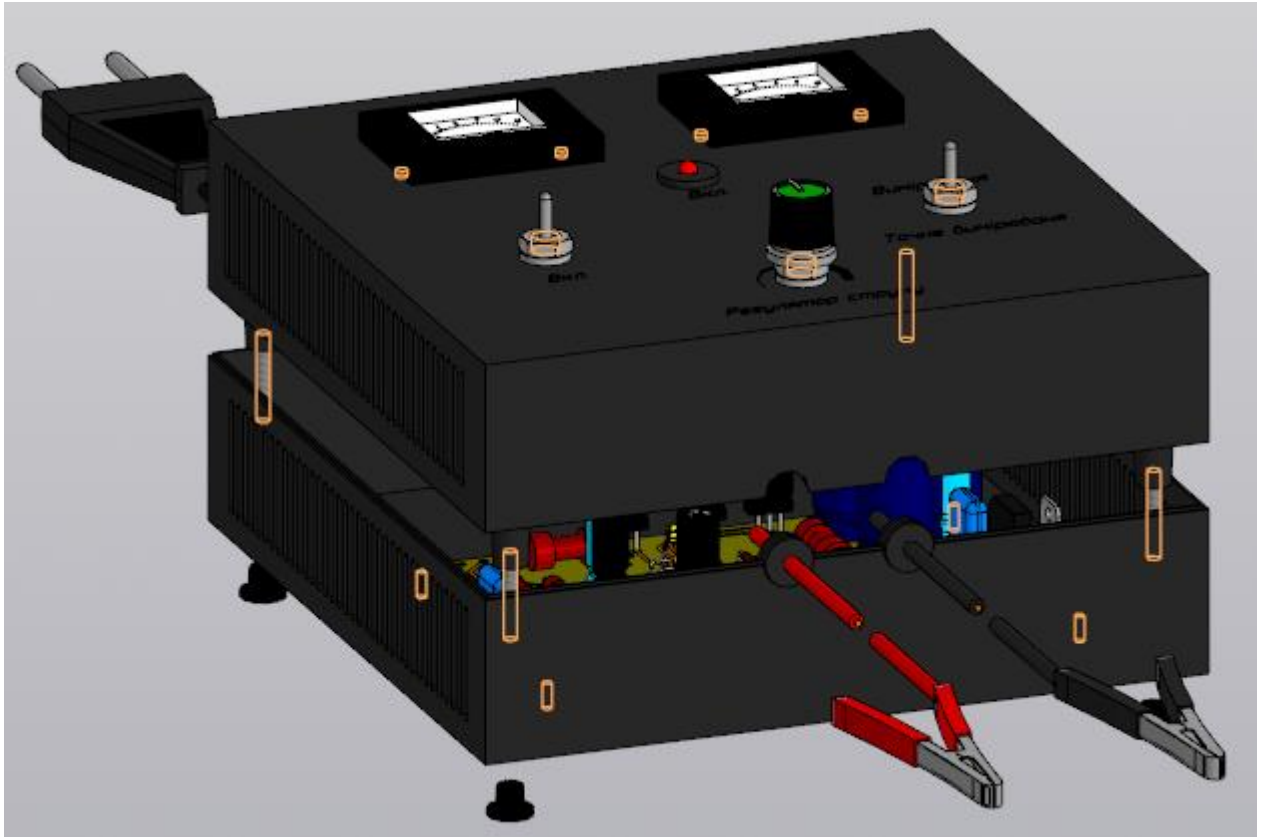


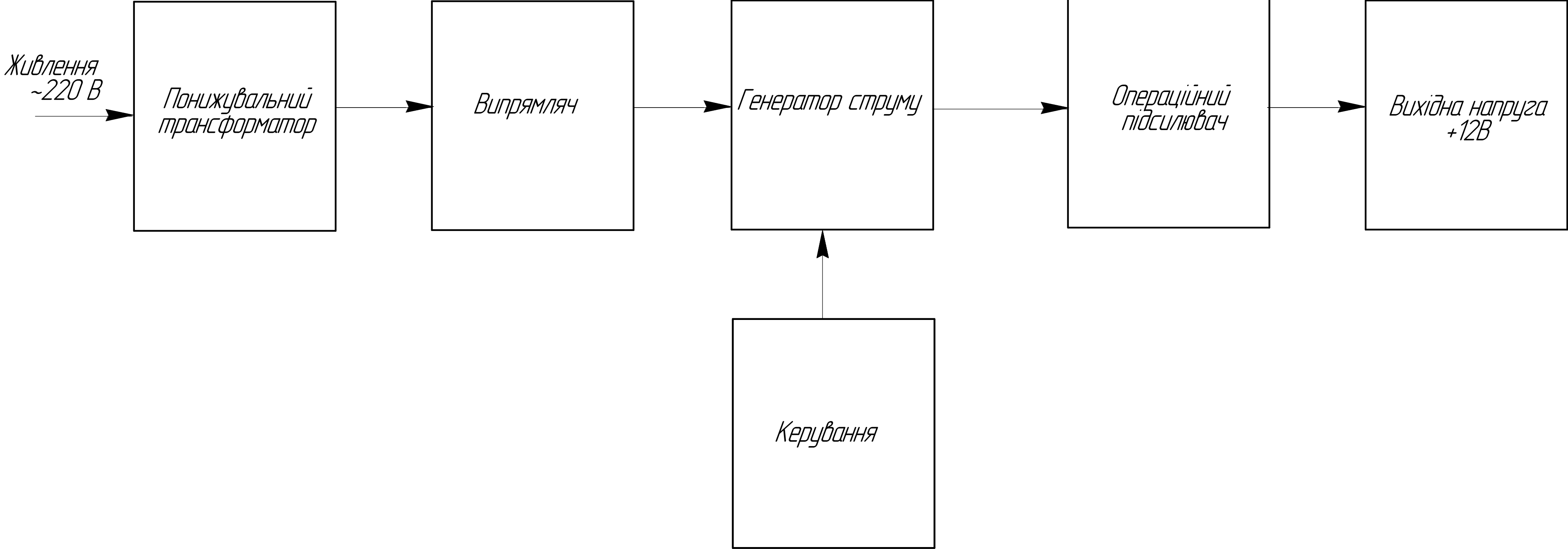
Рисунок Б.7 – 3D модель пристрою, загальний вигляд

					26 КР 172.403.018.000.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

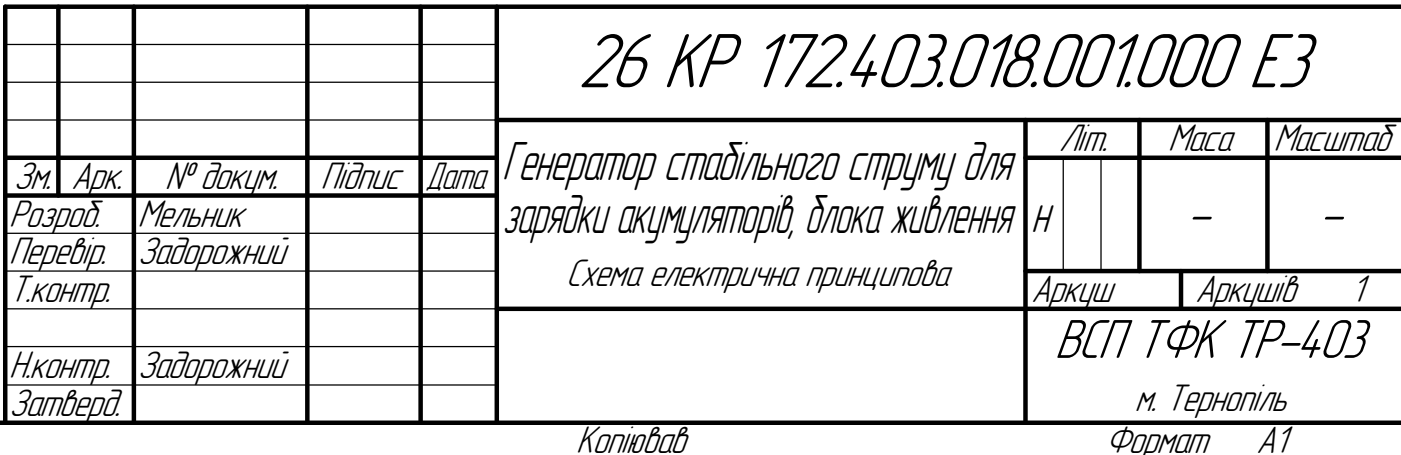
Перш. викорис.	
Додат. №	

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

26 КР 172.403.018.001.000 Е1



					26 КР 172.403.018.001.000 Е1				
					Генератор стабільного струму для зарядки акумуляторів, блока живлення Схема електрична структурна	Літ.	Маса	Масштаб	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		- Н -	-	-	
Розроб.	Мельник								
Перевір.	Задорожний								
І.контр.						Аркцш	Аркцив 1		
Рецензент						ВСП ТФК ТНТУ ТР-403			
Н.контр.	Задорожний					м. Тернопіль			
Затверд.									



Перш. викорис.		Поз. познач.	Найменування			Кіл.	Примітка												
Додат. №		Конденсатори																	
		C1	B32529C1102J000-630 В-0,47 мкФ ±10% "Epcos"			1													
		C2	ECAP-50 В-200 мкФ ±20% "Jamicon"			1													
		C3	ECAP-25 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"			1													
		C4	B32529C1102J000-160 В-0,47 мкФ ±10% "Epcos"			1													
		C5	ECAP-50 В-200 мкФ ±20% "Jamicon"			1													
		C6	ECAP-25 В-4000 мкФ ±20% "Jamicon"			1													
		C7	NPO-4700 пФ ±5% "Murata"			1													
		C8, C9	ECAP-25 В-4000 мкФ ±20% "Jamicon"			2													
		C10	ECAP-25 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"			1													
		C11, C12	NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"			2													
		C13	NPO-4700 пФ ±5% "Murata"			1													
		Підпис і дата		Резистори															
DA1	Мікросхема LM741CN/NOPB "Texas Instruments"			1															
FU1	Запобіжник AFU-T-06-1 А-250В "ECE"			1															
HL1	Світлодіод L-1503GT "Kingbright"			1															
Інв. № дубл.		PA1			Амперметр ата-801-10 "EKF"			1											
		PV1			Вольтметр M42301 "RUICHI"			1											
Зам. інв. №		Резистори																	
Підпис і дата		R1			MFP-2-100 Ом ±10% "Yageo"			1											
		R2			MFP-2-13 Ом ±10% "Yageo"			1											
Інв. № ориг.								26 КР 172.403.018.001.000 ПЕЗ											
		Зм. Арк.			№ докум.			Підпис			Дата								
		Розроб.			Мельник			Генератор стабільного струму для зарядки акумуляторів, блока живлення			Літ.			Аркцш			Аркцшів		
		Перевір.			Задорожний						н			1			3		
		Н.контр.			Задорожний			Перелік елементів			ВСП ТФК ТР-403			м. Тернопіль					
Затверд.																			

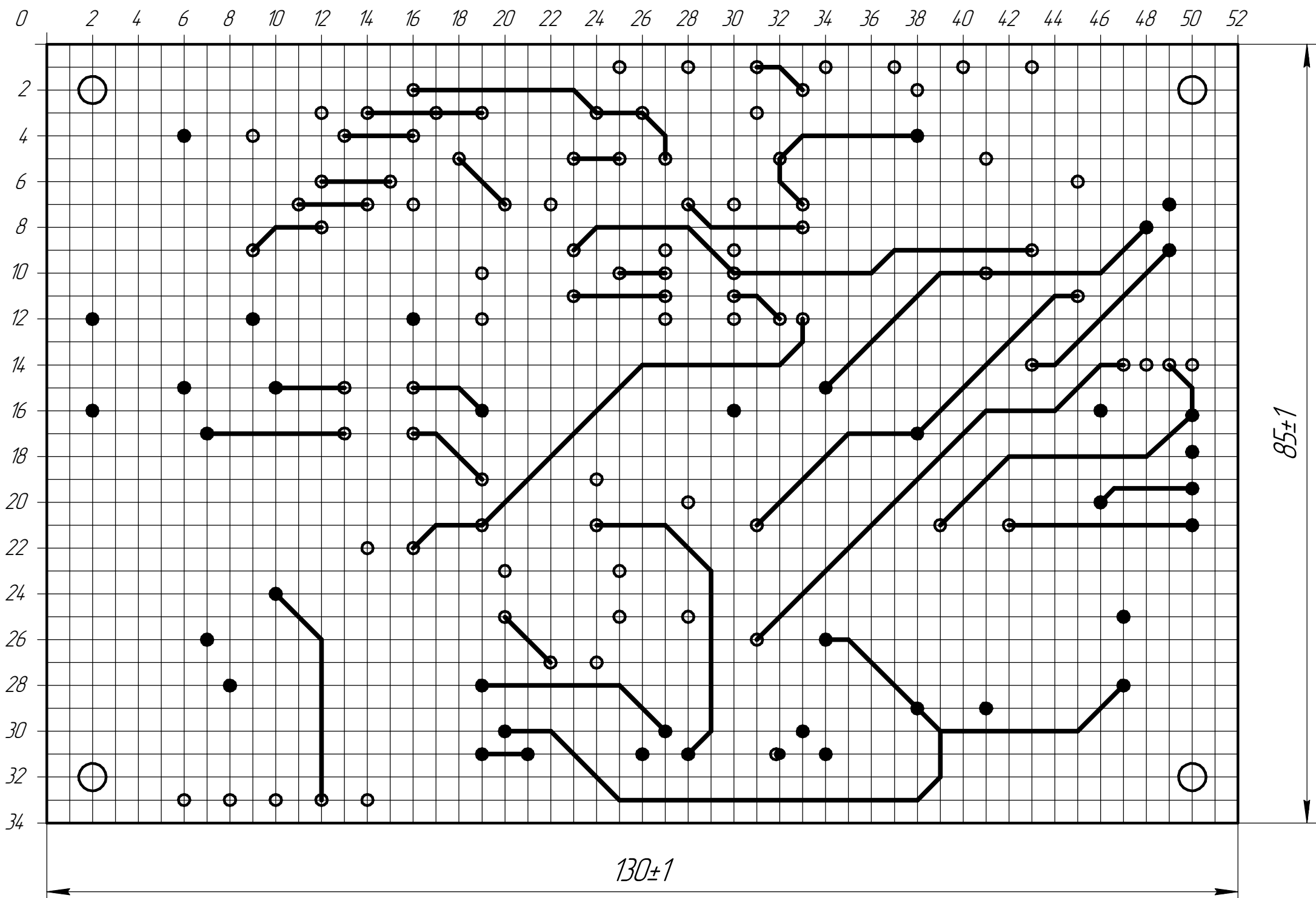
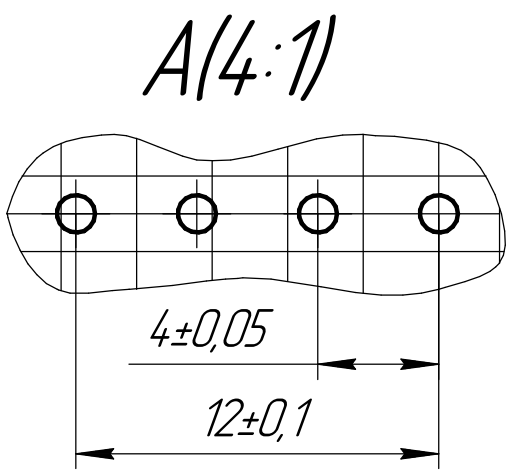
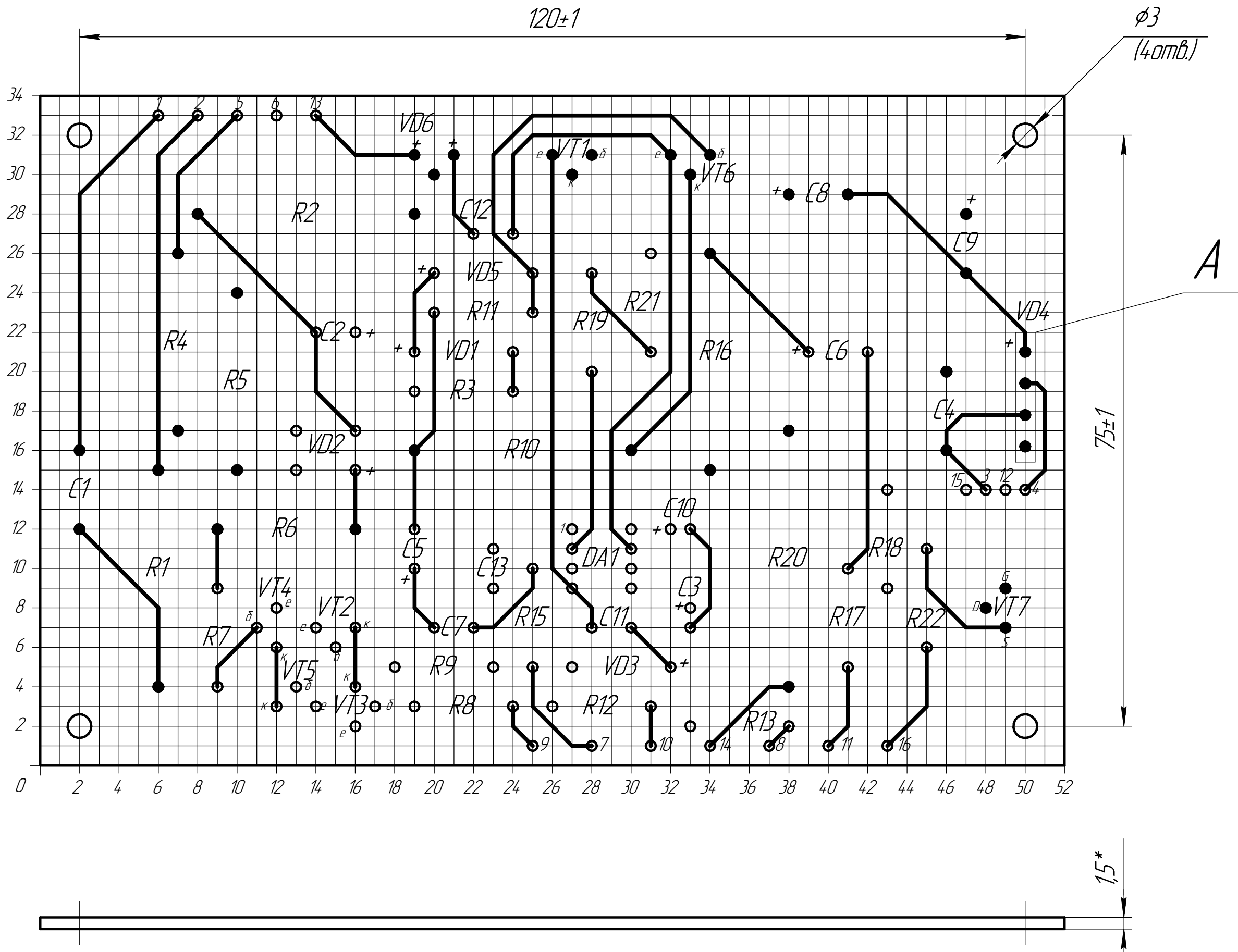
Поз. познач.		Найменування			Кіл.	Примітка
R3		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"			1	
R4, R5		MFP-1-30 Ом ±10% "Yageo"			2	
R6		MFP-0,5-300 Ом ±10% "Yageo"			2	
R7, R8		MFP-0,25-120 Ом ±10% "Yageo"			2	
R9		MFP-0,25-100 кОм ±10% "Yageo"			1	
R10		MFP-2-13 Ом ±10% "Yageo"			1	
R11		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"			1	
R12		MFP-0,25-39 Ом ±10% "Yageo"			1	
R13		MFP-0,25-8 кОм ±10% "Yageo"			1	
R14		16K1-B50K-1кОм "Song Huei"			1	
R15		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"			1	
R16		MFP-2-330 Ом ±10% "Yageo"			1	
R17		MFP-0,25-3,3 кОм ±10% "Yageo"			1	
R18, R19		MFP-0,25-1 кОм ±10% "Yageo"			2	
R20		MFP-10-0,1 кОм ±10% "Yageo"			1	
R21		MFP-0,25-9,2 кОм ±10% "Yageo"			1	
R22		MFP-0,25-800 Ом ±10% "Yageo"			1	
SA1...SA2		Тумдлер KN3(B)-202-A2 "EMAS"			2	
TV1		Трансформатор B78386-P1116-A "Epcos"			1	
		Діоди				
VD1		1N4107 "Microchip"			1	
VD2		DB107 "MDD"			1	
VD3		1N3181 "DC"			1	
VD4		KBPC3501-G "Comchip Technology"			1	
VD5		1N4107 "Microchip"			1	
VD6		MBR3045CT "Luguang"			1	
		Транзистори				

Інв. № друк.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Інв. № дучол.	Підпис і дата

Арк.	
3	

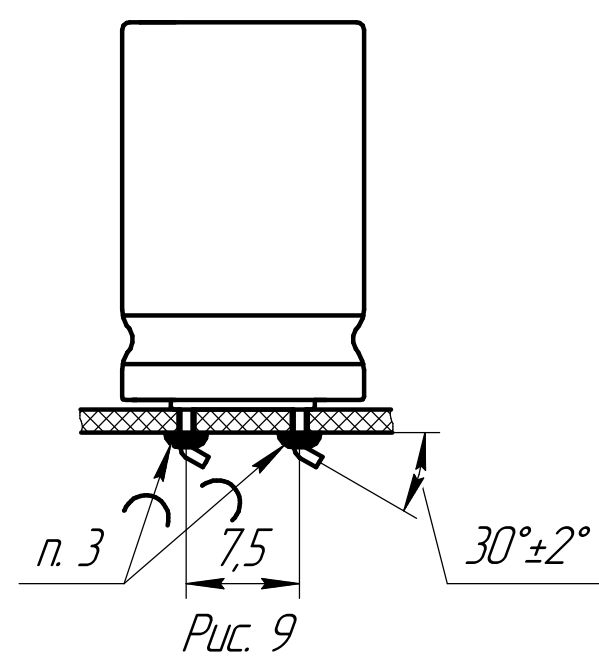
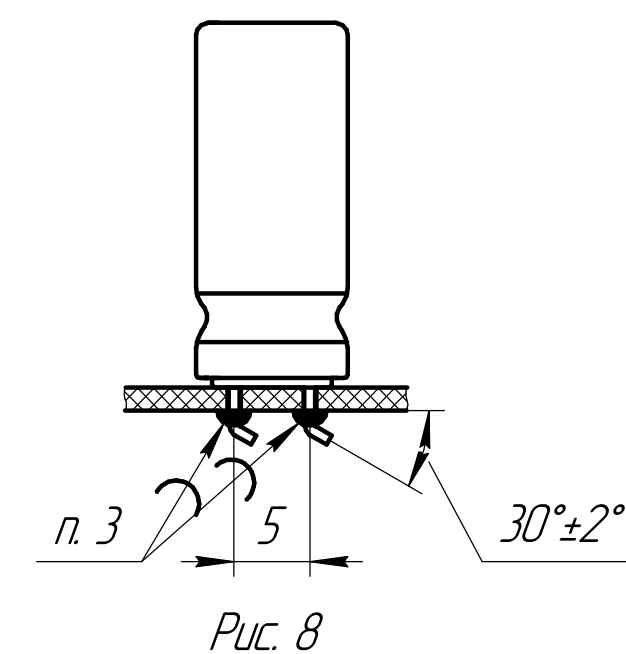
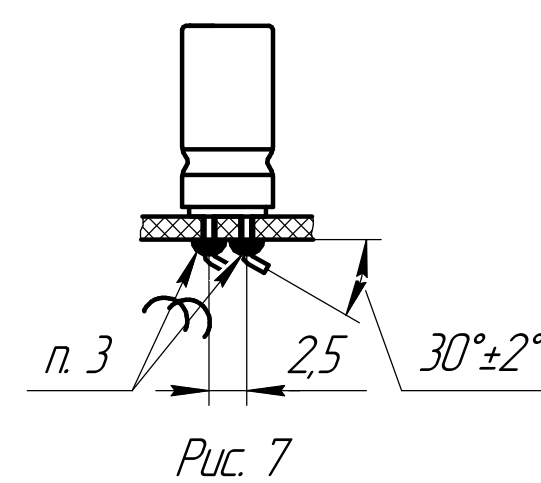
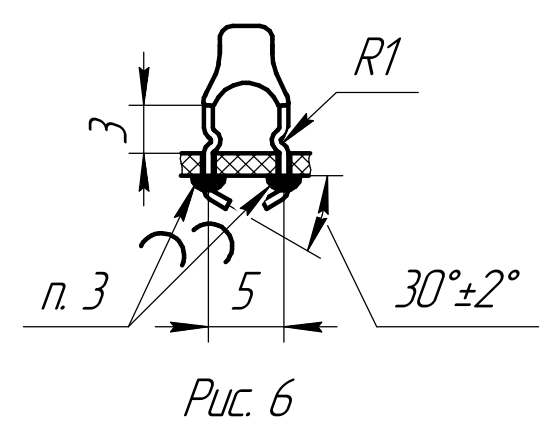
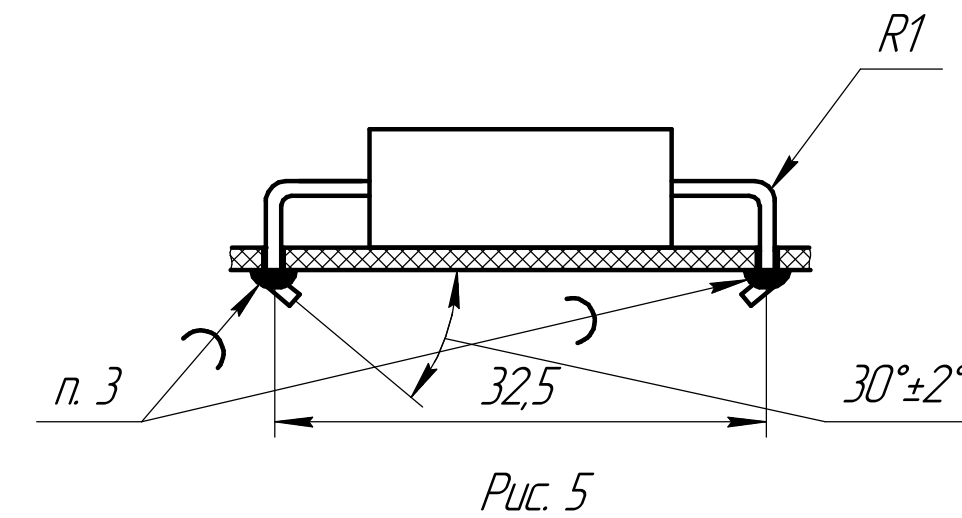
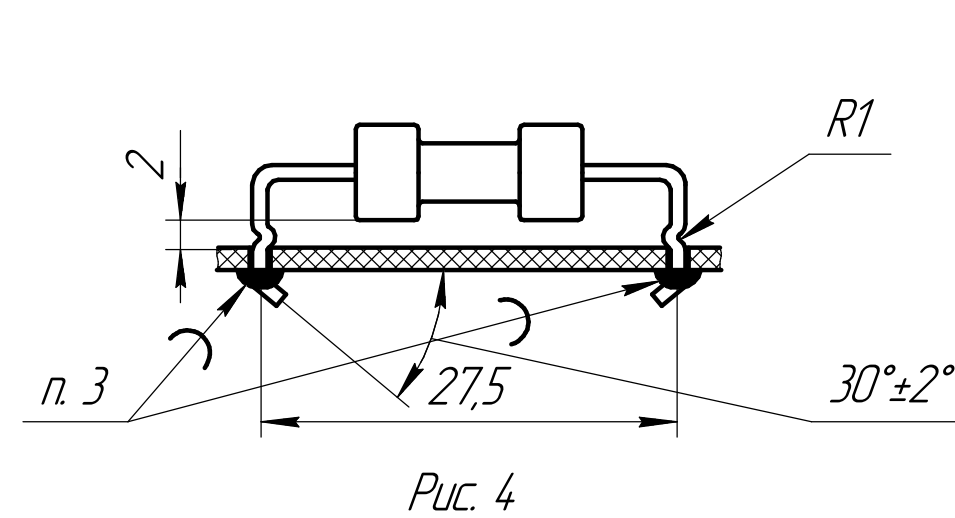
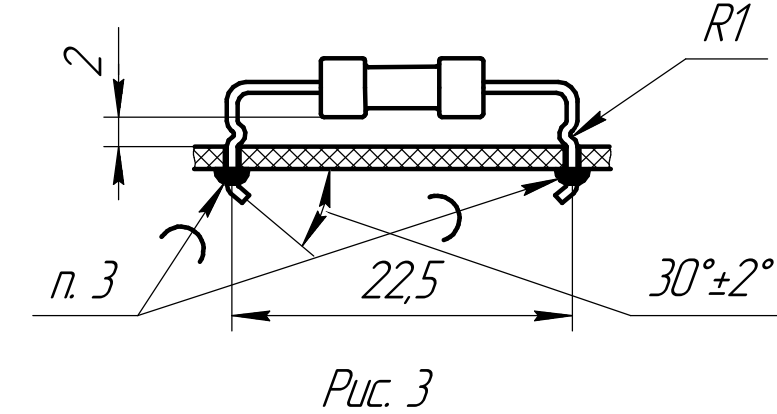
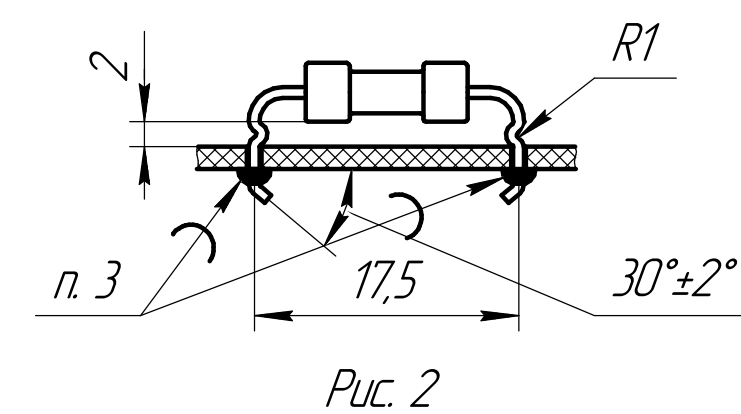
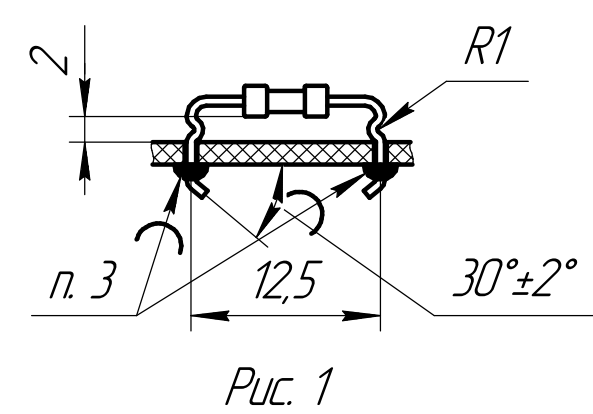
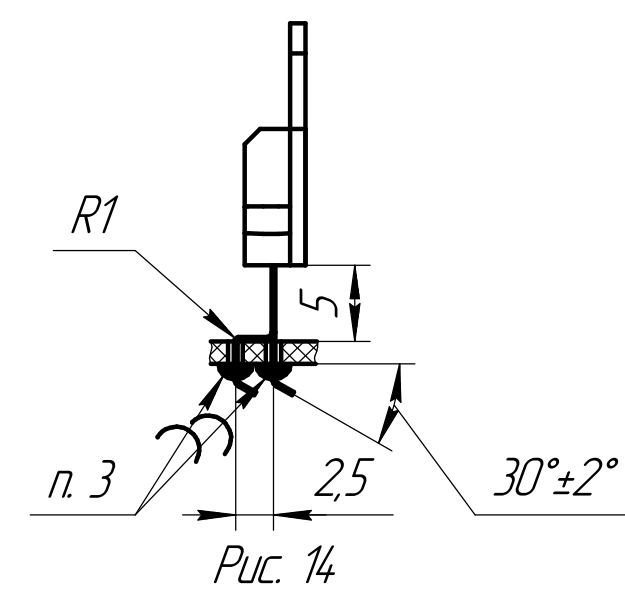
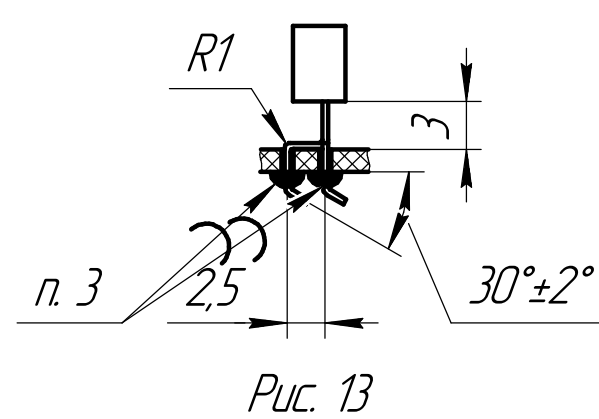
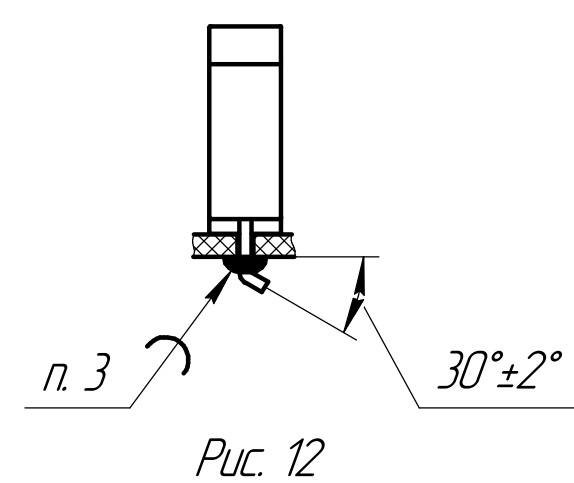
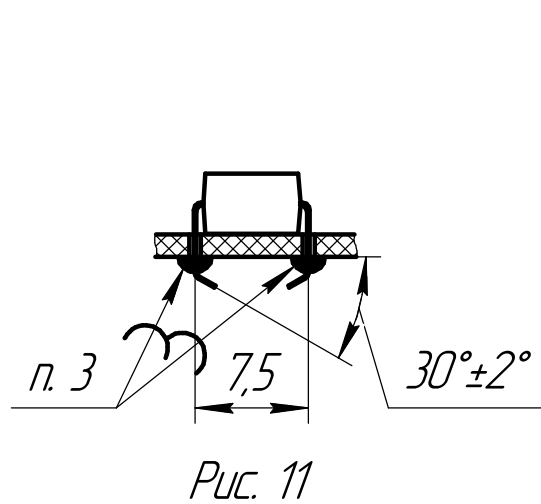
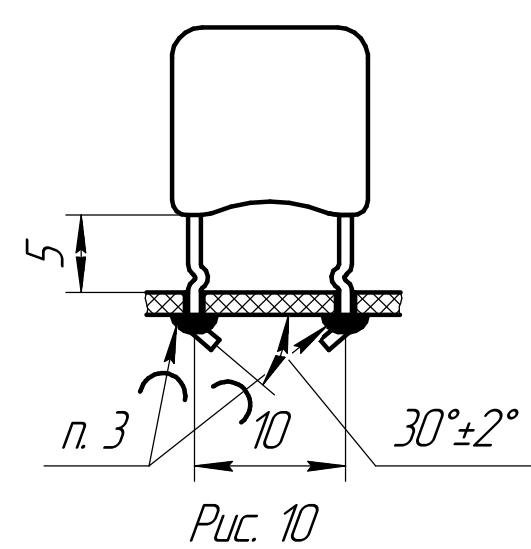
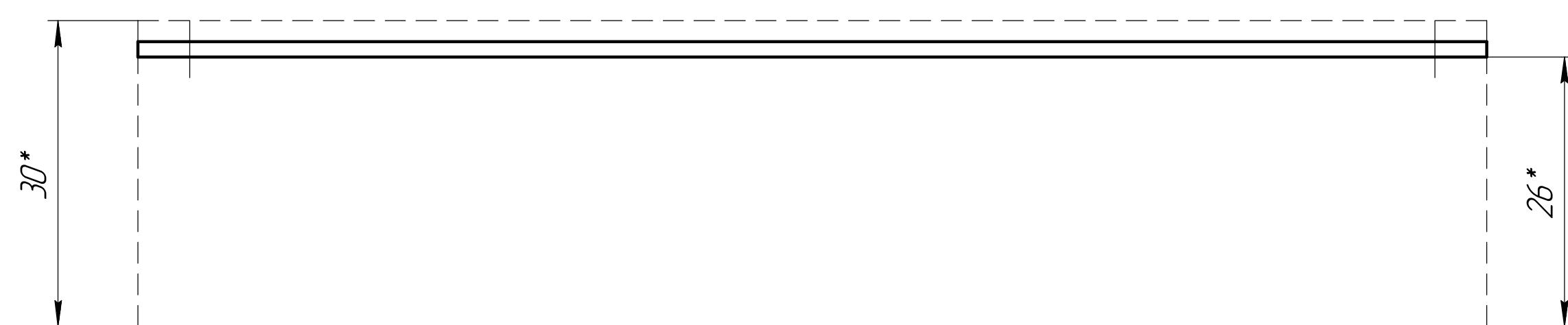
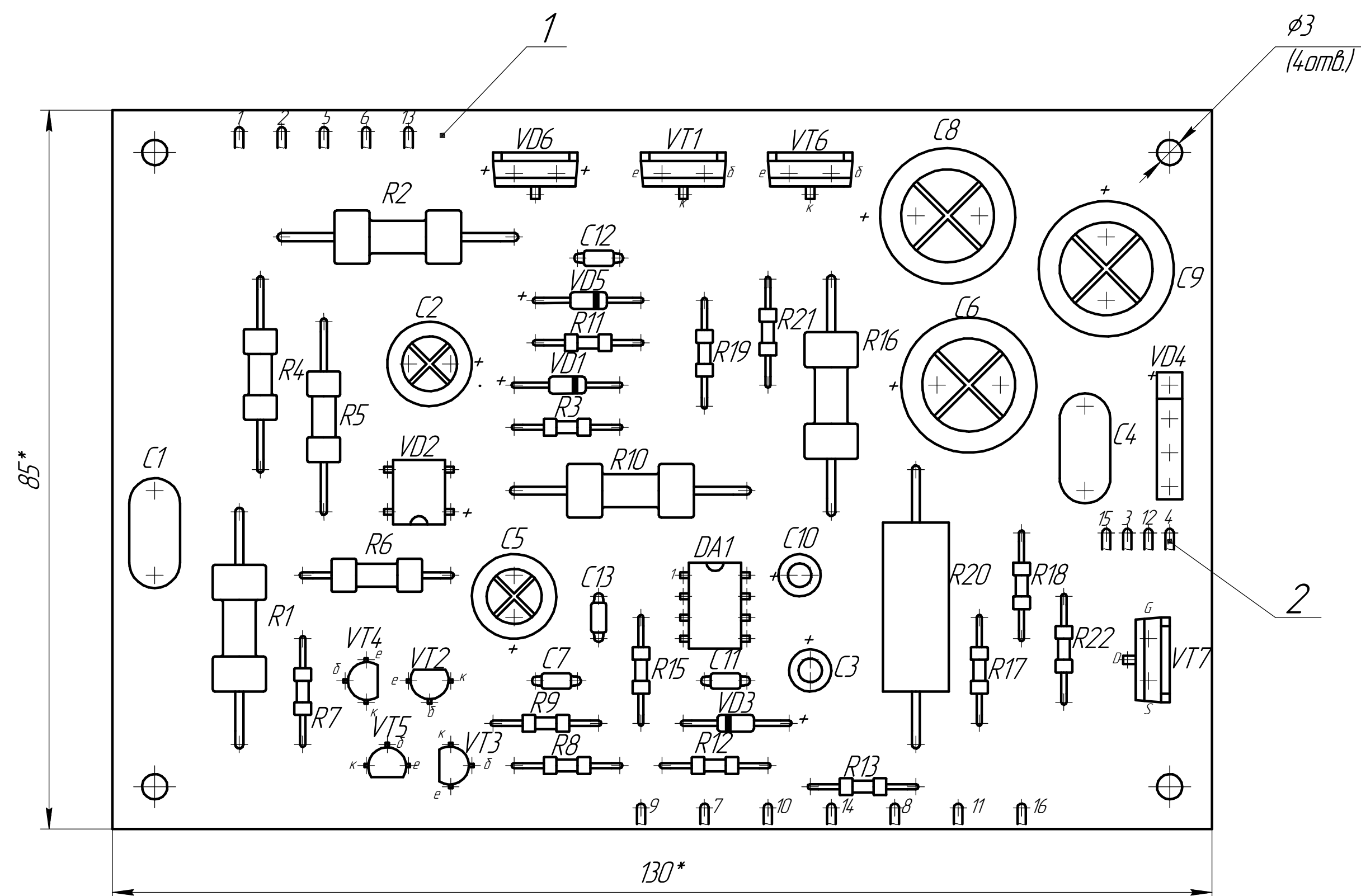
Таблиця отворів

Умовне позначення отворів	Діаметри отворів	Наявність металізації в отворах	Діаметри монтажних площадок	Кількість отворів	Примітка
⊕	0,8	Є	2,0	90	
⊙	1,0	Є	2,2	40	



- Плата повинна відповідати ГОСТ 23752-79.
- *Розмір для довідок.
- Клас точності 4 по ГОСТ 23751-86.
- Крок координатної сітки 2,5 мм.
- Плату виготовити канітованим методом.
- Параметри отворів дивись в таблиці.
- Мінімальна ширина провідників не менше 1 мм.
- Мінімальна відстань між провідниками не менше 1 мм.
- Контактні площадки покрити сплавом "Розе" ТУ 6-09-4065-75, решту поверхні зі сторони провідного шару покрити компаундом на основі ЕД-22 ГОСТ 19587-76.
- Плату маркувати фарбою ТНПФ-01 діля ТУ 29-02-889-88 шрифтом 2,5 Пр 41 ГОСТ 26.020-80.
- Інші вимоги по ОСТ 4.ГО.005.051.

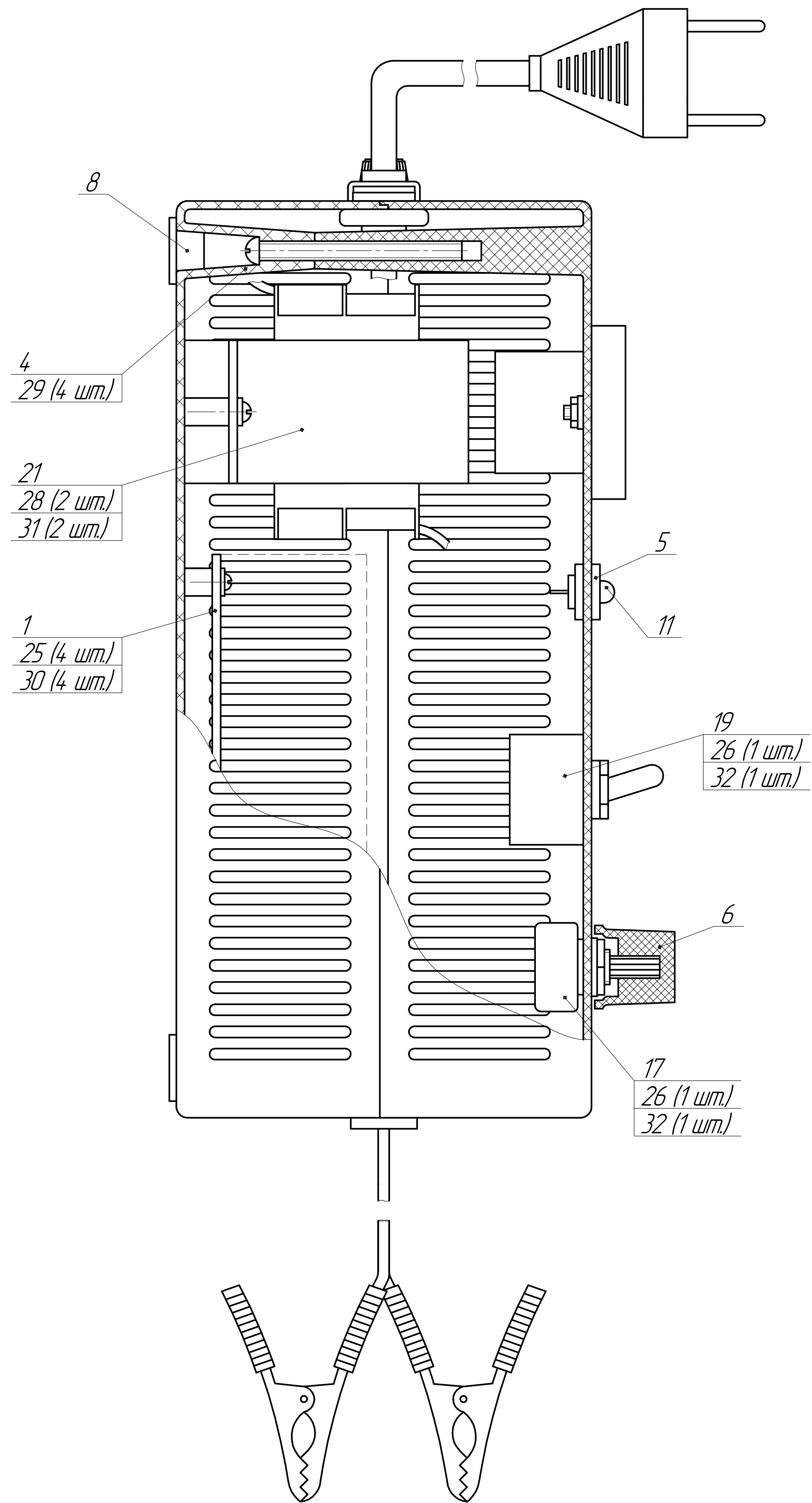
					26 КР 172.403.018.001.001				
					Лист				
Зм. Арх.		№ док-м.		Підпис		Дата		Плата друкована	
Разроб.		Мельник						Л/т	Маса
Перевір.		Задорожний						Н	0,03
Т.контр.									21
								Аркцих	
Н.контр.		Задорожний						Аркцих	
Затверд.								1	
					ВСП ТФК ТР-403				
					м. Тернопіль				
					СФ2-35-15КП				
					ГОСТ 10316-78				



1. *Розміри для відповіді.
2. Установку і формування елементів проводити з кроком координатної сітки 2,5 мм. Елементи формувати (установка і формування елементів на рисунках показані в масштабі 2:1): R7...R9, R11, R13; R15, R17, R19, R21, R22, VD1, VD3, VD5-на рис. 1; R6-на рис. 2; R4, R5-на рис.3; R1, R2, R10, R16-на рис. 4; R20-на рис. 5; C7, C11, C13-на рис. 6; C3, C10-на рис. 7; C2, C5-на рис. 8; C6, C8, C9-на рис. 9; C1, C4-на рис. 10; DA1, VD2-на рис. 11; VD4-на рис. 12; VT2...VT5-на рис. 13; VT1, VT6, VT7, VD6-на рис. 14.
3. П'яты припоєм ПОС61 ГОСТ 21931-76.
4. Забодаський номер позначення елементів маркувати фарбою ЧМ, чорна БМ, біла, ТУ029-02-859-78.
Шрифту 2,5 по ГОСТ 010.007.
- Місця розміщення маркування показані умовно.
5. Лакувати лаком АКА-113.
6. Позначення елементів показано умовно.
7. Друковані провідники умовно не показані.
8. Інші вимоги по ГОСТ40070.015.

					26 КР 172.403.018.001.000 СК					
					Вузол друкуваний		Лист	Маса	Максимум ⁸	
Эк.	Арх.	№ докум.	Подпис.	Дата			н	0,06	21	
Разроб.	Мельник				Складальные кресления		Аркши		Аркши	1
Перевір.	Задорожний						ВСГ ТФК ТР-403		м. Тернопіль	
Г.контр.										
Н.контр.	Задорожний									
Застверд.										

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.		
						Документація				
		A4			26 КР 172.403.018.000.000 ПЕЗ	Перелік елементів				
		A1			26 КР 172.403.018.000.000 ЕЗ	Схема електрична принципова				
		A1			26 КР 172.403.018.001.000 СК	Вузол друкований				
						Деталі				
Підпис і дата	Інв. № додл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.018.001.001	Плата друкована	1		
				БК	2	26 КР 172.403.018.001.002	Перемичка	16		
								Інші вироби		
								Конденсатори		
					3		NPO-4 700 пФ ±5% "Murata"	2	С7, С13	
					4		NPO-0,1 мкФ ±5% "Murata"	2	С11, С12	
					5		B32529C1102J000-160 В-0,47 мкФ ±10% "Epcos"	1	С4	
					6		B32529C1102J000-630 В-0,47 мкФ ±10% "Epcos"	1	С1	
					7		ECAP-25 В-100 мкФ ±20% "Jamicon"	2	С3, С10	
					8		ECAP-50 В-200 мкФ ±20% "Jamicon"	2	С2, С5	
					9		ECAP-25 В-4000 мкФ ±20% "Jamicon"	3	С6, С8, С9	
					11		Мікросхема LM741CN/NOPB "Texas Instruments"	1	DA1	
Підпис і дата	Інв. № ориг.	Зам. інв. №	Підпис і дата							
26 КР 172.403.018.001.000										
Зм.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата						
Розрод.	Мельник				Літ.	Аркцш	Аркцшів			
Перевір.	Задорожний				Н	1	2			
Н.контр.	Задорожний				ВСП ТФК ТР-403					
Затверд.					м. Тернопіль					



					26 КР 172.03.018.004.000 СК		
Зем	Док	№ докум	Подпись	Дата	Генератор стабильного струму для зарядки аккумуляторов, диода живлення		
Розроб	Мельник				Лит	Масо	Мощность
Генератор	Заборожний				Н	0,3	21
Техцентр					Складовые крепления		
					Архив	Архив	Т
Хранител	Заборожний				ВПТ ТФК ТР-403		
Заборожний					м. Тернополь		

Перш. викорис.	Довід. №	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.			
						Документація					
		A4			26 КР 172.403.018.001.000 ПЕЗ	Перелік елементів					
		A1			26 КР 172.403.018.001.000 ЕЗ	Схема електрична принципова	1				
		A0			26 КР 172.403.018.004.000 СК	Складальне креслення	1				
						Складальні одиниці					
Підпис і дата	Інв. № додл.	Зам. інв. №	Підпис і дата	A1	1	26 КР 172.403.018.001.000 СК	Вузол друкований	1			
				БК	2	26 КР 172.403.018.001.001	Тримач для запобіжника	1			
							Деталі				
				БК	3	26 КР 172.403.018.004.001	Верхня кришка	1			
				БК	4	26 КР 172.403.018.004.002	Нижня кришка	1			
				БК	5	26 КР 172.403.018.004.003	Втулка під світлодіод	1			
				БК	6	26 КР 172.403.018.004.004	Ручка для резистора	1			
				БК	7	26 КР 172.403.018.004.005	Втулка	2			
Інв. № ориг.	Підпис і дата	Зам. інв. №	Підпис і дата	БК	8	26 КР 172.403.018.004.006	Ніжка	4			
							Інші вироби				
					9		Запобіжник AFU-T-06-1 A-250B "ECE"	1	FU1		
					11		Світлодіод L-1503GT "Kingbright"	1	HL 1		
					13		Амперметр ата-801-10 "EKF"	1	PA1		
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.018.004.000							
				Генератор стабільного струму для зарядки акумуляторів, блоку живлення							
									Літ.	Аркуш	Аркушів
									Н	1	2
									ВСП ТФК ТР-403		
м. Тернопіль											

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

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
		15		Вольтметр М42301 "RUICHI"	1	PV1
		17		Резистор 16K1-B50K-1kOm "Song Huei"	1	R14
		19		Тумблер KN3(B)-202-A2 "EMAS"	2	SA1, SA2
		21		Трансформатор В78386-Р1116-А "Epcos"	1	TV1
				Роз'єми		
		23		LT-322 H05VV-F 3*0.75 "Lian Dung"	1	XP1
		24		27.722.1 "Amass Electronics"	1	XS1
				Стандартні вироби		
		25		Гайка М2,5-6Н ГОСТ 5916-70	4	
		26		Гайка М8-6Н ГОСТ 5916-70	3	
		27		Гвинт Г2,5-6dх5 ГОСТ 17473-80	8	
		28		Гвинт Г3,5-6dх5 ГОСТ 17473-80	2	
		29		Гвинт Г3,5-6dх35 ГОСТ 17475-80	4	
		30		Шайба 2,5 ГОСТ 10450-78	8	
		31		Шайба 3,5 ГОСТ 10450-78	2	
		32		Шайба 8 ГОСТ 10450-78	3	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	26 КР 172.403.018.004.000	Арк.
						2

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Дубл															
Замість															
Підпис															
													Аркуш 4		
											26 КР 172.403.018.03.000		26 КР 172.403.018.03.118		
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.	Установити	транзистори поз.34(VT3, VT5) поз.35(VT2, VT4)				згідно рис. 13	поз.36(VT6)	поз.37(VT1)	поз.38(VT7)	згідно рис. 14	згідно карти		
Т02		Кусачки	РТ 145532												
03		Пінцет	РТ 265641												
К04	1	Плата друкована				26 КР 172.403.018.001.001						796	100	100	
05	3	Конденсатори NPO-4 700 пФ ±5%				"Murata"						796	100	200	
06	4	Конденсатори NPO-0,1 мкФ ±5%				"Murata"						796	100	200	
07	5	Конденсатор B32529C1102J000-160 В-0,47 мкФ ±10%				"Epcos"						796	100	100	
08	6	Конденсатор B32529C1102J000-630 В-0,47 мкФ ±10%				"Epcos"						796	100	100	
09	7	Конденсатор ECAP-25 В-100 мкФ ±20%				"Epcos"						796	100	200	
10	8	Конденсатор ECAP-50 В-200 мкФ ±20%				"Epcos"						796	100	200	
11	9	Конденсатор ECAP-25 В-4000 мкФ ±20%				"Epcos"						796	100	300	
12	11	Мікросхема LM741CN/NOPB				"Texas Instruments"						796	100	100	
13	13	Резистори MFP-2-13 Ом ±10%				"Yageo"						796	100	200	
14	14	Резистори MFP-1-30 Ом ±10%				"Yageo"						796	100	200	
15	15	Резистори MFP-0,25-39 Ом ±10%				"Yageo"						796	100	100	
16	16	Резистори MFP-2-1000м ±10%				"Yageo"						796	100	100	
17	17	Резистори MFP-0,25-120 Ом ±10%				"Yageo"						796	100	200	
18	18	Резистори MFP-0,5-300 Ом ±10%				"Yageo"						796	100	100	

Дубл																				
Замість																				
Підпис																				
																Аркуш 5				
												26 КР 172.403.018.03.000				26 КР 172.403.018.03.118				
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	19	Резистори			MFP-2-330 Ом ±10%				"Yageo"						796	100	100			
02	20	Резистори			MFP-0,25-800 Ом ±10%				"Yageo"						796	100	100			
03	21	Резистори			MFP-10-0,1 кОм ±10%				"Yageo"						796	100	100			
04	22	Резистори			MFP-0,25-1 кОм ±10%				"Yageo"						796	100	500			
05	23	Резистори			MFP-0,25-3,3 кОм ±10%				"Yageo"						796	100	100			
06	24	Резистори			MFP-0,25-8 кОм ±10%				"Yageo"						796	100	100			
07	25	Резистори			MFP-0,25-9,2 кОм ±10%				"Yageo"						796	100	100			
08	26	Резистори			MFP-0,25-100 кОм ±10%				"Yageo"						796	100	100			
09	28	Діод			1N3181				"DC"						796	100	100			
10	29	Діод			1N4107				"Microchip"						796	100	200			
11	30	Діод			DB107					"MDD"					796	100	100			
12	31	Діод			KBPC3501-G				"Comchip Technology"					796	100	100				
13	32	Діод			MBR3045CT				"Luguang"					796	100	100				
14	34	Транзистор			BC546A				"Luguang"					796	100	200				
15	35	Транзистор			BC556A				"Luguang"					796	100	200				
16	36	Транзистор			BD139				"Jiangsu"					796	100	100				
17	37	Транзистор			BD140				"STMicroelectronics"					796	100	100				
18	38	Транзистор			IRFZ48NPBF				"INFINEON"					796	100	100				

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																Аркуш 6			
												26 КР 172.403.018.03.000				26 КР 172.403.018.03.118			
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																			
02																			
03																			
04																			
A 05	403		018	045	402023045 Автоматизована пайка														0,005
Б 06		Установка пайки хвилею АРП М6.890.001																	
0 07		Пайку проводити згідно ТТП 316530 (114шт)																	
М08		Припой ПОС-61								ГОСТ 21931-76						180	100	0,34	
09		Флюс АТІ-120								ГОСТ 32142-82						120	100	0,57	
10		Спиртобензинова суміш								ГОСТ 443-76						120	100	0,57	
11																			
12																			
13																			
14																			
A15	403		018	050	4030180050 Електромонтаж														0,004
0 16		1. Рихтувати елементи згідно ТТП 315826 (16шт)																	
17		2. Установити перемички поз.2(16шт) згідно карти ескізів по ТТП254681																	
18	2	Перемичка								26 КР 172.403.018.001.002					796	100	1600		

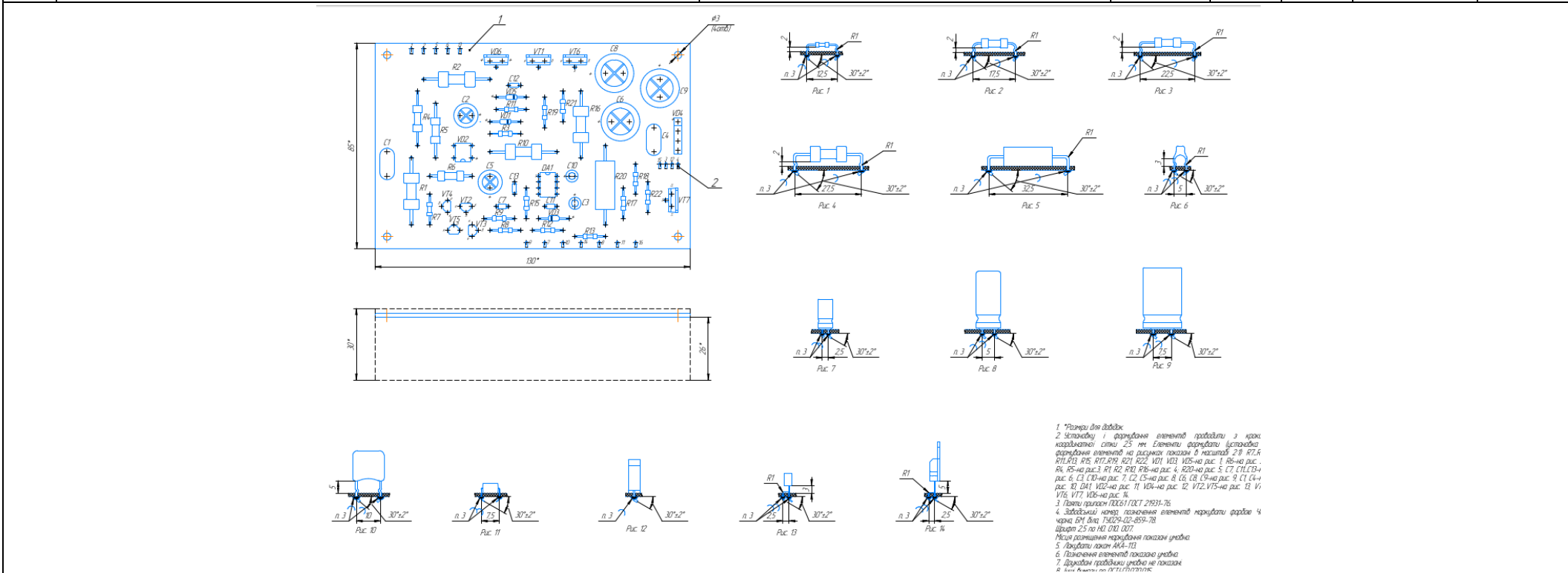
[illegible]

[illegible]

Дудл.									
Замість									
Підпис									

						Аркушів 9	Аркуш 9		
Розробив	Мельник			ВСП ТФК ТНТУ	26 КР 172.403.018.03.000		26 КР 172.403.018.03.118		
Перевірив	Задорожний								
Нормував				Вузол друкований			Н		
Затвердив									
Н. контр.	Задорожний								

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



Дубл.																																			
Замість																																			
Підпис																																			
												Аркушів 5		Аркуш 1																					
Розробив		Мельник						ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.403.018.004.000						26 КР 172.403.018.04.00																			
Перевірів		Задорожний																																	
Нормував																																			
Затвердив																																			
Н. контр.		Задорожний																																	
А		Цех		Діл		РМ		Опер		Код, назва операції				Позначення документу																					
Б										Код, назва обладнання				СМ.		Проф		Р		УТ		КР		КОВД		ОН		ОП		К ШТ		Т ПЗ		Т ШТ	
К-М										Назва деталі, скл. одиниці або матеріалу				Позначення, код				СПП		ОВ		ОН		КВ		ВНТР									
01										Охорона навколишнього середовища, згідно інструкції МВЯ790831																									
А 02		403				018		005		403018001 Комплектування																						0,01			
0 03										Комплектування проводити згідно ТТО 644081 (56шт)																									
04																																			
А 05		403				014		010		403014002 Слюсарно-складальна																						0,026			
Б 06										Пневмоверт РТ 532964																									
0 07										Складання проводити по ТТП 231587																									
08										1. Кріпити вузол друкований поз.1 нижньої кришки поз.4 гвинтами поз.27(4шт) через шайбу поз.30 (4шт) згідно карти ескізів																									
09										2. Кріпити тримач поз.2(1шт)запобіжник поз.9(FU1) резистор поз.17(R14)тумблер поз.19(SA1,SA2) гайкою поз.26(3шт)через шайбу поз.32(3шт)																									
10										3. Просунути шнур поз.23(XP1) роз'єм поз.24(XS1) через втулку поз.7 світлодіод поз.11(HL1) через втулку поз.5 згідно карти ескізів																									
11										4. Кріпити трансформатор поз.21(TV1) гвинтами поз.28(2шт) через шайбу поз.31(2шт) згідно карти ескізів по ТТП234233																									
12										5. Кріпити вольтметр поз.15(PV1) амперметр поз.13(PA1) гайкою поз.25(4шт) через шайбу поз.30(4шт) згідно карти ескізів по ТТП234233																									
К 13		1								Вузол друкований				26 КР 172.403.018.003.000 СК								796		100		100									
14		2								Тримач під запобіжник				26 КР 172.403.018.003.001								796		100		100									

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
															Аркуш 2				
												26 КР 172.403.018.004.000			26 КР 172.403.018.04.00				
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документу										
Б					Код, назва обладнання				СМ	Проф	Р	УТ	КР	КОВД	ОН	ОП	К ШТ	Т ПЗ	Т ШТ
к-м					Назва деталі, скл одиниці або матеріалу				Позначення. код						СПП	ОВ	ОН	КВ	Н витр
01	3	Верхня кришка							26 КР 172.403.018.004.001							796	100	100	
02	4	Нижня кришка							26 КР 172.403.018.004.002							796	100	100	
03	5	Втулка під світлодіод							26 КР 172.403.018.004.003							796	100	100	
04	7	Втулка							26 КР 172.403.018.004.005							796	100	200	
05	9	Запобіжник			AFU-T-06-1 A-250B				"ECE"							796	100	100	
06	11	Світлодіод			L-1503GT				"Kingbright"							796	100	100	
07	13	Амперметр			ama-801-10				"EKF"							796	100	100	
08	15	Вольтметр			M42301				"RUICHI"							796	100	100	
09	17	Резистор			16K1-B50K-1 кОм				"Song Huei"							796	100	100	
10	19	Тумдлер			KN3(B)-202-A2				"EMAS"							796	100	200	
11	21	Трансформатор			B78386-P1116-A				"Epcos"							796	100	100	
12	23	Шнур мережевий			LT-322 H05VV-F 3*0.75				"Lian Dung"							796	100	100	
13	24	Роз'єм			27.722.1				"Amass Electronics"							796	100	100	
14	25	Гайка			M2,5-6H				ГОСТ 5916-70							796	100	400	
15	26	Гайка			M8-6H				ГОСТ 5916-70							796	100	100	
16	27	Гвинт			Г2,5-6gx5				ГОСТ 17473-80							796	100	600	
17	28	Гвинт			Г3,5-6gx5				ГОСТ 17473-80							796	100	200	
18	30	Шайба			2,5				ГОСТ 10450-78							796	100	800	

Дубл																
Замість																
Підпис																
															Аркуш 3	
												26 КР 172.403.018.004.000			26 КР 172.403.018.04.00	
												26 КР 172.403.018.004.000			26 КР 172.403.018.04.00	
												26 КР 172.403.018.004.000			26 КР 172.403.018.04.00	
А	Цех	Діл	РМ.	ОПЕР.	Код, назва операції				Позначення документау							
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	31	Шайба			3,5	ГОСТ	10450-78					796	100	200		
02	32	Шайба			8	ГОСТ	10450-78					796	100	100		
03																
04																
05																
06																
07																
08																
09	403		018	015	403018.03 Електромонтаж										0,006	
10		Електромонтаж здійснювати по ТТП 316530 (16шт)														
11		1. Паяти перемички тримачів запобіжників поз.2 до резистора поз.19(R14),світлодіода поз.11(HL1) до амперметра поз.13(PA1) вольтметра поз.15(PV1)														
12		2. Паяти перемички до перемикача поз.19(SA1,SA2) до трансформатора поз.21(TV1) згідно карти ескізів.														
13		3. Паяти перемички до шнура мережевого поз.23(XP1) до роз'єсу поз.24(XS1) згідно карти														
14		Пінцет РТ 235641														
15		Електропаяльник РТ 105278														
16		Припой ПОС-61				ГОСТ	2131-76					180	100	0,036		
17		Флюс АТ-120				ГОСТ	32142-82					120	100	0,06		
18		Спиртобензинова суміш				ГОСТ	443-76					120	100	0,06		

Дубл																			
Замість																			
Підпис																			
																		Аркуш 4	
										26 КР 172.403.018.004.000					26 КР 172.403.018.04.00				

Дубл.																	
Замість																	
Підпис																	
										Аркушів 5		Аркуш 5					
Розробив		Мельник				ВСП ТФК ТНТУ		26 КР 172.403.018.004.000					26 КР 172.403.018.04.00				
Перевірів		Задорожний				Генератор стабільного струму для зарядки акумуляторів, блоку живлення								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			
Front view of the power supply unit. Dimensions: 125 mm height, 105 mm width. Labels: 15 (25 (2 um), 30 (2 um)), 13 (25 (2 um), 30 (2 um)), 21, 2, 3, 7, 24. Internal view of the power supply unit. Labels: 4 (29 (4 um)), 21 (29 (2 um), 31 (2 um)), 1 (25 (4 um), 30 (4 um)), 5, 11, 10 (26 (1 um), 32 (1 um)), 6, 17 (26 (1 um), 32 (1 um)).																	

Техніко – економічні показники генератора стабільного струму для зарядки акумуляторів, блоку живлення

	<i>Технічні показники</i>			<i>Економічні показники</i>	
1	<i>Напруга живлення вхідна</i>	<i>~220В...240В</i>	1	<i>Річний обсяг виробництва</i>	<i>1680шт.</i>
2	<i>Максимальна споживана потужність</i>	<i>130Вт</i>	2	<i>Початкові інвестиції для реалізації інвестиційного проекту</i>	<i>229125 грн</i>
3	<i>Габаритні розміри</i>	<i>175*128 *81 мм</i>	3	<i>Чистий прибуток</i>	<i>358052,02 грн</i>
4	<i>Маса</i>	<i>0,4кг</i>	4	<i>Повна собівартість на виріб</i>	<i>1181,41 грн</i>
5	<i>Допустима вологість повітря</i>	<i>90%</i>	5	<i>Ціна одиниці виробу</i>	<i>1441,32 грн.</i>
6	<i>Розміри плати</i>	<i>85*130мм</i>	6	<i>Рентабельність виробу</i>	<i>18,04 %</i>
7	<i>Діапазон регулювання вихідного струму</i>	<i>0...2А</i>	7	<i>Термін окупності</i>	<i>0,7р</i>
8			8	<i>Індекс продуктивності</i>	<i>2,0</i>